Faculty of Science Ubon Ratchathani University
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

JSSE Journal of Science and Science Education
วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา

Vol. 8 No. 1 | January - June 2025
ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 | มกราคม - มิถุนายน 2568

ISSN 2586-9256 (Print)
ISSN 2697-410X (Online)

วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา
Journal of Science and Science Education (JSSE)

ISSN 2586-9256 (Print)
ISSN 2697-410X (Online)

เจ้าของ
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

สำนักงาน
งานส่งเสริมการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
85 ถนนสถลมาร์ค ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190
โทรศัพท์ 045-353401 ต่อ 4425
โทรสาร 045-353422
Email: jsse.sci.ubu@gmail.com หรือ saksri.s@ubu.ac.th หรือ purim.j@ubu.ac.th

พิมพ์ที่
โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
85 ถนนสถลมาร์ค ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190
วันที่พิมพ์ 23 มิถุนายน 2568

ข้อคิดเห็นในบทความของวารสารนี้เป็นทัศนะของผู้เขียน
กองบรรณาธิการของวารสารฯ ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

วัตถุประสงค์และขอบเขตของวารสาร

วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา (Journal of Science and Science Education: JSSE) หมายเลข ISSN 2586-9256 เป็นวารสารที่จัดทำโดยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแหล่งเผยแพร่บทความวิจัย (Research articles) หรือบทความวิชาการ (Review articles) ทั้งด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา (ซึ่งหมายรวมถึงเทคโนโลยีและคอมพิวเตอร์ศึกษา และคณิตศาสตร์ศึกษา) และด้านวิทยาศาสตร์ (โดยเน้นเป็นวิทยาศาสตร์กายภาพ ได้แก่ เคมี ฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี) ทั้งบทความภาษาไทยและบทความภาษาอังกฤษ โดยลักษณะของบทความที่จะนำเสนอเพื่อขอลงตีพิมพ์ในวารสารจะต้องมีสาระที่น่าสนใจ เป็นงานที่เป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ทันสมัย และต้องเป็นงานที่ไม่เคยถูกนำไปตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารใดมาก่อน ทั้งนี้ ทุกบทความจะต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องทางวิชาการจากคณะผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในแต่ละสาขาวิชา (Peer Review) อย่างน้อย 3 ท่าน ตั้งแต่วารสารปีที่ 4 ฉบับที่ 2 เป็นต้นมา ผลงานที่ได้รับการพิจารณาลงพิมพ์ในวารสารจะต้องมีสาระน่าสนใจ เป็นงานที่เป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ทันสมัย และต้องเป็นงานที่ไม่เคยถูกนำไปตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารใดมาก่อน อนึ่ง วารสาร JSSE จัดอยู่ในกลุ่มสาขาวิชาสังคมศึกษา (Main subject categories: Social Sciences) สาขาวิชาสังคมศึกษา (Subject areas: Social Sciences) และอยู่ในสาขาวิชาย่อยด้านการศึกษา (Sub-subject: Education) นอกจากนี้ ยังมีสาขาวิชาย่อยเพิ่มเติมอีก 4 สาขาวิชาย่อยในกลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ (Main subject categories: Physical Sciences) ได้แก่ (1) เคมีทั่วไป (2) คอมพิวเตอร์ทั่วไป (3) คณิตศาสตร์ทั่วไป และ (4) ฟิสิกส์และดาราศาสตร์ทั่วไป ทั้งนี้ วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษามีกำหนดเผยแพร่บทความปีละ 2 ฉบับหรือเล่ม โดยเล่มที่ 1 เป็นเผยแพร่บทความระหว่างเดือนมกราคม – มิถุนายน และเล่มที่ 2 เผยแพร่บทความระหว่าง กรกฎาคม – ธันวาคม ในกรณีที่มีกิจกรรมหรือโอกาสพิเศษของคณะวิทยาศาสตร์และมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ทางกองบรรณาธิการอาจจะมีการพิจารณาเผยแพร่ฉบับเพิ่มเติม (Supplementary Issue) นอกเหนือจากฉบับปกติเป็นรายกรณีไป

ประเภทผลงานที่ตีพิมพ์

1. บทความผลงานวิจัย (Research Articles) เป็นผลงานที่เตรียมจากข้อมูลที่ผู้เขียนหรือคณะผู้เขียนได้ค้นคว้าวิจัยด้วยตัวเอง

2. บทความวิชาการ (Academic Articles) อาจแยกเป็นบทความปริทัศน์ (Review articles) บทความทางเทคนิค (Technical articles) เรียบเรียงจากการสืบค้น ตรวจสอบเอกสารวิชาการในสาขานั้นๆ และบทความพิเศษ (Special articles) เสนอความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อผู้อ่าน

กำหนดออก

เล่มที่ 1 มกราคม – มิถุนายน ของทุกปี
เล่มที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม ของทุกปี

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา

ที่ปรึกษาวารสาร คณบดี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองคณบดีฝ่ายวิจัย นวัตกรรมและวิเทศสัมพันธ์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
หัวหน้ากองบรรณาธิการ รองศาสตราจารย์ศักดิ์ศรี สุภาษร

กองบรรณาธิการจากภายนอกมหาวิทยาลัย

ศาสตราจารย์วิชัย ริ้วตระกูล	มหาวิทยาลัยมหิดล
ศาสตราจารย์ประนอม จันทรโณทัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศาสตราจารย์โกสินทร์ จำนงไทย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศาสตราจารย์สันติ แม้นศิริ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ศาสตราจารย์วินิช พรมอารักษ์	สถาบันวิทยสิริเมธี
รองศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ ประกอบผล	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ชาตรี ฝ่ายคำตา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน)
รองศาสตราจารย์อิศรา ก้านจักร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์พัชรินทร์ ปัญจบุรี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์พรรัตน์ วัฒนกสิวิชช์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์สุทธิดา รักกะเปา	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รองศาสตราจารย์พัดตาวัน นาใจแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นินนาท์ จันทร์สูรย์	มหาวิทยาลัยทักษิณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์กรีฑา แก้วคง	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กติกา สระมณีอินทร์	นักวิชาการอิสระ

กองบรรณาธิการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

รองศาสตราจารย์ปุริม จารุจำรัส	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์มะลิวรรณ อมตธงไชย	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์สายันต์ แสงสุวรรณ	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์เสนอ ชัยรัมย์	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์สุระ วุฒิพรหม	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์วรศักดิ์ สุขบท	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐ์ ดิษเจริญ	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพจน์ สีบุตร	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัชวิน นามมั่น	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ช่อทิพย์ กัณฑโชติ	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลย์ชิญาภัท อริยะเชาว์กุล	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

กองบรรณาธิการจัดการวารสาร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภาวดี หิรัญพงศ์สิน	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ฝ่ายประสานงานวารสาร นางสาวอมรรัตน์ วะสุรีย์ และนางสาววิศัลยา จันทร์เกษมสุข

คำแนะนำสำหรับผู้เขียนและการเตรียมต้นฉบับบทความ

ทาง JSSE เปิดรับบทความวิจัยและบทความวิชาการทั้งภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ต้นฉบับบทความประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนบทคัดย่อ และส่วนเนื้อเรื่อง มีความยาวรวมกันไม่เกิน 16 หน้า ทั้งนี้ ถ้าบทความใดมีความยาวมากกว่า 16 หน้า ทางกองบรรณาธิการจะเป็นผู้พิจารณาตามความเหมาะสมอีกครั้ง โดยจัดพิมพ์ต้นฉบับบทความด้วยโปรแกรม Microsoft Word 2013 หรือเวอร์ชั่นที่ใหม่กว่า ใช้ตัวอักษร TH SarabunPSK สำหรับหัวเรื่องให้ใช้ตัวหนาขนาด 18 point ชื่อผู้เขียน ขนาด 14 point สถาบันต้นสังกัดของผู้เขียนขนาด 12 point ส่วนของเนื้อหาขนาด 14 point และให้ตั้งค่าหน้ากระดาษเป็นขนาด A4 (8.5 x 11 นิ้ว) และพิมพ์โดยเว้นระยะจากขอบกระดาษด้านบน ด้านขวา และด้านล่าง ด้านละ 1 นิ้ว ส่วนด้านซ้ายเว้นระยะเป็น 1.25 นิ้ว จัดเป็นคอลัมน์เดียว ระยะห่างระหว่างบรรทัดเป็น single space โดยมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนบทคัดย่อ ประกอบด้วยชื่อเรื่อง (Title) ของคณะผู้วิจัย (Authors) ชื่อสถาบัน และเนื้อหา(Body) พร้อมคำสำคัญ (Keywords) โดยชื่อเรื่อง ความยาวไม่เกิน 2 บรรทัด ให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ ยกเว้นคำนำหน้านาม (article) คำบุพบท (proposition) และคำสันธาน (conjunction) ให้พิมพ์เป็นตัวพิมพ์เล็ก ชื่อคณะผู้วิจัย พิมพ์ด้วยตัวอักษรขนาด 14 point ระบุเฉพาะชื่อและนามสกุล โดยไม่ต้องมีคำนำหน้านามหรือคุณวุฒิ และใส่ดอกจัน (asterisk, *) หลังนามสกุลของผู้เขียนหลักหรือผู้ประสานงาน (corresponding author) สำหรับภาษาไทยให้เว้นวรรค 2 เคาะ ระหว่างชื่อผู้วิจัย และผู้วิจัยคนสุดท้ายให้ใส่ "และ" นำหน้าโดยไม่ต้องเว้นวรรค และสำหรับภาษาอังกฤษให้ใส่จุลภาค (comma) หลังนามสกุล ยกเว้นคนสุดท้ายให้นำหน้าด้วย "and" และไม่ต้องใส่จุลภาคหน้า "and" ชื่อสถาบันขึ้นบรรทัดใหม่ พิมพ์ด้วยอักษรขนาด 12 point หากมีมากกว่า 1 สถาบัน ให้ใช้ตัวเลขยก (superscript) กำกับหน้าชื่อสถาบันและหลังชื่อผู้วิจัยให้ตรงกัน อีเมลของผู้เขียนหลักหรือผู้ประสานงานพิมพ์บรรทัดใหม่ใต้ชื่อสถาบันด้วยตัวอักษรขนาด 12 point เนื้อหาในบทคัดย่อควรครอบคลุมสาระสำคัญของการศึกษา เช่น วัตถุประสงค์ วิธีการ ผลและอภิปรายผล และคำสำคัญ ให้ขึ้นบรรทัดใหม่ และมีจำนวนอย่างน้อย 3 คำ แต่ไม่เกิน 5 คำ โดยใช้คำที่สื่อความหมายในการค้นอย่างชัดเจน

ส่วนเนื้อเรื่อง ประกอบด้วยบทนำ (Introduction) วิธีดำเนินการวิจัย (Research Method) ผลการวิจัย (Results) อภิปรายผล (Discussion) สรุปผล (Conclusion) กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement) และเอกสารอ้างอิง (References) สำหรับบทความวิชาการอาจจะมีรูปแบบการนำเสนอหรือหัวข้อที่แตกต่างออกไปตามความเหมาะสม ทั้งนี้รายละเอียดของบทความวิจัยอาจจะประกอบด้วย (1) บทนำ เป็นส่วนที่อธิบายถึงที่มาและความสำคัญของปัญหาในการวิจัยหรือการศึกษา ตลอดจนสรุปผลการทบทวนวรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องอย่างกระชับเพื่อส่งเสริมให้ที่มาของงานวิจัยสำคัญและชัดเจนมากขึ้น (2) วัตถุประสงค์การวิจัย อาจจะเลือกนำเสนอในรูปแบบของคำถามวิจัยหรือสมมติฐานการวิจัยเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยเป็นการนำเสนอสิ่งที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจน (3) วิธีดำเนินการวิจัย เป็นการอธิบายวิธีดำเนินการวิจัยซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบและประเภทของการวิจัยที่มีรายละเอียดแตกต่างกันออกไปตามความเหมาะสม (4) ผลการวิจัยและอภิปรายผล เป็นการนำเสนอผลจากการศึกษาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และวิธีดำเนินการวิจัยของการวิจัย ควรนำเสนออย่างตรงประเด็นและอภิปรายผลควบคู่ไปกับผลการวิจัยในแต่ละส่วน โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ หรือเปรียบเทียบกับหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (5) สรุปผล เป็นการนำเสนอสาระสำคัญที่ได้จากการศึกษาหรือการวิจัยอย่างกระชับและเข้าใจได้ง่าย ควรมีการให้ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยหรือการศึกษาเพิ่มเติมเข้าไปด้วย (6) กิตติกรรมประกาศ เป็นการระบุแหล่งทุนสนับสนุนการศึกษา หน่วยงานหรือบุคคลที่ให้การสนับสนุนหรือช่วยเหลือในการศึกษา และ (7) เอกสารอ้างอิง เป็นการเขียนรายการเอกสารที่ใช้ในการอ้างอิงในส่วนของเนื้อหาทั้งหมด โดยให้ยึดรูปแบบ APA (American Psychological Association) โดยเขียนบรรณานุกรมหรือเอกสารอ้างอิงเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด โปรดดูคำอธิบายเพิ่มเติมในส่วนของเอกสารอ้างอิง เอกสารอ้างอิงแต่ละรายการให้พิมพ์ต่อกัน

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ยาวจนตกบรรทัดเอง (ใช้การเคาะ space bar ตามความหมาะสม) **แต่ห้ามเคาะ enter เพื่อตัดบรรทัด** และห้ามใช้ชื่อเต็มของวารสาร ทั้งนี้ เอกสารอ้างอิงทุกรายการต้องเขียนระบบการอ้างอิงแบบ APA (American Psychological Association) เป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น กรุณาศึกษาคำแนะนำและตัวอย่างในการเขียนรายการเอกสารอ้างอิง ดังนี้

คำแนะนำในการเขียนเอกสารอ้างอิง

วารสารนี้ใช้รูปแบบ APA ในการเขียนบรรณานุกรมหรือเอกสารอ้างอิง ซึ่งเป็นรูปแบบที่เป็นที่นิยมใช้ในสาขาวิชา จิตวิทยา การศึกษา และสาขาสังคมศาสตร์อื่นๆ การอ้างอิงมีข้อกำหนดตามแหล่งที่มาของเอกสารที่นำมาใช้อ้างอิง และมีลำดับอักษรเรียงตามพยัญชนะ A B C ตามลำดับ ดังนี้

การอ้างอิงจากบทความในวารสารวิชาการ

บทความภาษาอังกฤษ

Supasorn, S. and Promarak, V. (2015). Implementation of 5E inquiry incorporated with analogy learning approach to enhance conceptual understanding of chemical reaction rate for grade 11 students. **Chemistry Education Research and Practice**, 16(1), 121-132.

บทความภาษาไทย

กฤษฎา พนันชัยและศักดิ์ศรี สุภาษร. (2563). การพัฒนาความเข้าใจมโนมติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องสารประกอบไอออนิก ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับโมเดลระดับอนุภาค. **วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา**, 3(2), 165-176.

เขียนรายการอ้างอิงเป็นภาษาอังกฤษเป็น

Pananchai, K. and Supasorn, S. (2020). Development of grade-10 students' conceptual understanding of ionic compound by using inquiry learning in conjunction with particulate models (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 3(2), 165-176.

การอ้างอิงจากบทความในรายงานการประชุมวิชาการ

Author Name. (Year). Article or chapter title. In **Proceedings of _____** (pp. page-page). Date (if applicable). City: Publisher.

ตัวอย่างบทความภาษาไทย

ฮิกมะฮ์ อาแวกะจิ และศักดิ์ศรี สุภาษร. (2558). การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องสมดุลเคมี ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายในขั้นขยายความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. **รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ม.อบ. วิจัย ครั้งที่ 9** (หน้า 388-398). วันที่ 2-3 กรกฎาคม 2558. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

เขียนรายการอ้างอิงเป็นภาษาอังกฤษได้ดังนี้

A-waekaji, H. and Supasorn, S. (2015). Development of scientific conceptual understanding of chemical equilibrium by using 5E inquiry learning cycle integrated with predict-observe-explain in the elaboration step for grade-11 students (in Thai). **Proceedings of 9th Ubon Ratchathani University Research Conference** (pp. 388-398). July 2–3, 2015. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University.

การอ้างอิงจากหนังสือ

Author Name. (Year). **Textbook title**. City: Publisher.

ตัวอย่าง

Okuda, M. and Okuda, D. (1993). **Star trek chronology: The history of the future**. New York: Pocket Books.

การอ้างอิงจากวิทยานิพนธ์

Author Name. (Year). Dissertation/Thesis title. Master's Thesis or Doctoral Dissertation. City: Publisher/University.

ตัวอย่างวิทยานิพนธ์ภาษาไทย

ฮิกมะฮ์ อาแวกะจิ (2558). การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องสมดุลเคมี ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายในขั้นขยายความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

เขียนรายการอ้างอิงเป็นภาษาอังกฤษได้ดังนี้

A-waekaji, H. (2015). Development of scientific conceptual understanding of chemical equilibrium by using 5E inquiry learning cycle integrated with predict-observe-explain in the elaboration step for grade-11 students (in Thai). **Master's Thesis**. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University.

การอ้างอิงจากเว็บไซต์

Author Name. (Year). Title. Retrieved Date Month Year, from **Website Name**: URL

ตัวอย่างเว็บไซต์ภาษาไทย

วิจารณ์ พานิช. (2562). มหาวิทยาลัยแห่งอนาคต. สืบค้นเมื่อ 8 มิถุนายน 2562, จาก **GoToKnow**: https://www.gotoknow.org/posts/285169

เขียนรายการอ้างอิงเป็นภาษาอังกฤษ

Panich, V. (2019). University of the future (in Thai). Retrieved 8 June 2019, from **GoToKnow**: https://www.gotoknow.org/posts/661810

ศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้ใน

http://www.ams.cmu.ac.th/lib/administrator/paper/APA%206th%20New.pdf

ดาวน์โหลดไฟล์เทมเพลทบทความได้ใน

https://drive.google.com/open?id=13ODZ6TaSzzXZV6ElmwxHwyBYQ17ynZQb

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ถ้อยแถลงบรรณาธิการ

ปัจจุบันนี้ นักวิชาการหรือผู้ทำงานในสังคมวิชาการส่วนใหญ่มีภารกิจสำคัญหลายอย่าง และหนึ่งในภารกิจเหล่านั้น คือ การเผยแพร่ผลงานวิชาการในวารสารวิชาการหรือการประชุมวิชาการที่มีการกลั่นกรองผลงานโดยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิ (peer review) เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักวิชาการด้วยกันเองและเพื่อเป็นการเผยแพร่ให้บุคคลทั่วไปที่สนใจได้อ่านและศึกษาตามความสนใจของแต่ละคน ทั้งนี้ ผู้เขียนต้องพึงระวังว่า การอ้างอิงผลงานวิชาการเป็นเรื่องที่ต้องใส่ใจเป็นอย่างยิ่งและต้องอ้างอิงอย่างมีวิจารณญาณและมีจริยธรรม ทั้งนี้ ผู้เขียนจะต้องพิจารณาประเด็นเหล่านี้อย่างถี่ถ้วนก่อนส่งมารับการพิจารณาเผยแพร่ในวารสารฯ เพื่อป้องกันการคัดลอกผลงานวิชาการ (plagiarism) ทั้งที่ตั้งใจและไม่ตั้งใจได้ และผู้เขียนจะต้องแนบไฟล์ผลการตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการด้วยโปรแกรมอัขราวิสุทธิ์ ผ่าน https://app.akarawisut.com/ หรือโปรแกรมตรวจสอบความซ้ำซ้อนอื่น โดยจะต้องมีความซ้ำซ้อนต่ำกว่าร้อยละ 20 ทั้งนี้ กองบรรณาธิการของวารสารฯ ได้มีการตรวจสอบบทความอย่างเคร่งครัดเพื่อป้องกันการคลาดเคลื่อนจากหลักวิชาการ การคัดลอกผลงานวิชาการ หรือการกระทำที่ผิดต่อจริยธรรมการวิจัย และบทความเหล่านี้ได้ผ่านการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review) จากหลากหลายสถาบันและไม่ได้อยู่ในสังกัดเดียวกับผู้นิพนธ์ จำนวน ๓ ท่าน

ทางคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้เล็งเห็นความสำคัญข้างต้น จึงได้จัดทำวารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา ขึ้นมาเพื่อเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการเผยแพร่ผลงานวิชาการทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา โดยวารสารฉบับนี้เป็นวารสารปีที่ 8 เล่มที่ 1 ประจำเดือนมกราคม - มิถุนายน พ.ศ. 2568 ซึ่งประกอบด้วยบทความทั้งหมด 15 เรื่อง จำแนกเป็นบทความวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 12 เรื่อง บทความวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ 2 เรื่อง และบทความวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ 1 เรื่อง

ทั้งนี้ วารสารได้ประกาศอัตราค่าธรรมเนียมการพิจารณาบทความ (Article Processing Charge) บทความละ 1,500 บาท โดยจะเรียกเก็บค่าธรรมเนียมเฉพาะบทความต้นฉบับที่บรรณาธิการวารสารพิจารณาเบื้องต้นแล้วว่าเป็นไปตามเงื่อนไขของวารสาร จึงจะส่งต่อไปยังกระบวนการพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ โดยจะไม่มีการเรียกเก็บค่าธรรมเนียมสำหรับบทความต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขของวารสาร ทั้งนี้ JSSE จะเรียกเก็บค่าธรรมเนียมการดำเนินการบทความ ผ่านบัญชี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (คณะวิทยาศาสตร์) เลขที่ 869-3-00127-7 ธนาคารไทยพาณิชย์ ตั้งแต่ พ.ศ. 2566 เป็นต้นไป ทั้งนี้ การชำระค่าธรรมเนียมการพิจารณาบทความไม่ได้เป็นการยืนยันว่าบทความดังกล่าวจะได้รับการเผยแพร่ใน JSSE แต่อย่างใด ดังนั้น บทความที่จะได้รับการเผยแพร่ใน JSSE จะต้องผ่านกระบวนการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิตามปกติ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาษร)
หัวหน้ากองบรรณาธิการวารสารฯ

สารบัญ

	หน้า
วัตถุประสงค์และขอบเขตของวารสาร	b
กองบรรณาธิการ	c
คำแนะนำสำหรับผู้เขียนและการเตรียมต้นฉบับบทความ	d
ถ้อยแถลงบรรณาธิการ	ฐ
บทความวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา (Research Articles in Science Education)	
ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่มีต่อมโนทัศน์ การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ธีรโชติ โลกธาตุ, ณัฐพล หงษ์ทอง, ณรงศักดิ์ รอบคอบ	1-13
การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ธัญญลักษณ์ นิลโคตร, มะลิวัลย์ ภัทรชาลีกุล, นิภาพร ชุติมันต์	14-23
ชุดทดลองราคาถูกที่นักเรียนสร้างด้วยตนเองเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษา บุผาวัลย์ คำประวัติ, อุดม ทิพราช, สุระ วุฒิพรหม, ธีรวัฒน์ ภิรมจิตรผ่อง, กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา	24-31
ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped classroom) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สิรภัทร สวัสดิกุล, อัมพร วัจนะ	32-41
การคิดเชิงเรขาคณิตและความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra นิติกร เหล่าถาวร, เมยวดี บุตรจำรวญ, ปนัดดา สังข์ศรีแก้ว	42-56
การพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model พิริยา เย็นใจ, ประภาพร หนองหารพิทักษ์, ปวีณา ขันธ์ศิลา	57-66
การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พงศพัศ กิ่งเพชร, ปวริศ นันทรัตน์กุล, กนิษฐา เชาว์วัฒนกุล	67-80
การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000 โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปราณปรียา ทองมี, ประภาพร หนองหารพิทักษ์, ปวีณา ขันธ์ศิลา	81-91
การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมนเรื่องแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รินลญา มาณะศิลป์, พัดตาวัน นาใจแก้ว	92-107
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดวงดาว สร้อยอินทร์, วนินทร พูนไพบูลยพิพัฒน	108-122

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

หน้า

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน และทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับสื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง 123-139

กานต์พิชชา บุญรังศรี

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 140-151

ธีรโชติ โลกธาตุ, ณัฐพล หงษ์ทอง, มัฮดี แวดราแม

บทความวิจัยทางวิทยาศาสตร์ (Research Articles in Science)

การเปรียบเทียบเชิงประจักษ์ของอัลกอริธึมการหารากระหว่างวิธีดั้งเดิมและวิธีผสม 152-167

จิรัชยา ใจสะอาดซื่อตรง, วาสนา เหง้าเกษ

การจำแนกแมลงศัตรูพืชจากภาพถ่าย โดยใช้แบบจำลองที่ผ่านการฝึกสอนล่วงหน้าด้วยการเรียนรู้เชิงลึก : กรณีศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี 168-179

ไพชยนต์ คงไชย, วิชิต สมบัติ

บทความวิชาการทางวิทยาศาสตร์ศึกษา (Academic Article in Science Education)

การเรียนรู้แบบดิจิทัล: GeoGebra เครื่องมือดิจิทัลสำหรับคณิตศาสตร์ศึกษา 180-189

วุฒิชัย ภูดี

JSSE
JOURNAL OF SCIENCE & SCIENCE EDUCATION
Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
Vol. 8 No. 1 (Jan. – Jun. 2025): 1 – 13
http://doi.org/10.14456/jsse.2025.01

Research Article in Science Education

The Impact of the Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) approach on the mathematical communication and conceptual understanding of decimals in Grade-6 students

Teerachot Lokkathat[1,*] Natthaphon Hongthong[1] and Narongsak Rorbkorb[2]

[1]Master of Education Program in Research and Evaluation, Faculty of Education, Prince of Songkla University.

[2]Department of Research and Evaluation, Faculty of Education, Prince of Songkla University.

**Email: Teerachot.lo@ksu.ac.th*

Received <12 September 2024>; Revised <4 November 2024>; Accepted <6 November 2024>

Abstract

This research aimed to 1) compare the mathematical concepts of Grade 6 students before and after learning through the Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) approach, 2) compare the mathematical communication and interpretation skills of Grade 6 students before and after learning through the CPA approach, and 3) study the relationship between mathematical concepts and mathematical communication and interpretation skills on the topic of decimals among Grade 6 students. The sample group consisted of 29 Grade 6 students from Lertpanya School, selected through cluster random-sampling with the classroom as the sampling unit. The research instruments included well-developed lesson plans with an overall appropriateness rating of 4.43 out of 5, a mathematical concepts assessment with a reliability coefficient of .842, and a mathematical communication and interpretation skills assessment with a reliability coefficient of .96. Data were analyzed using basic statistics and t-tests. The research findings revealed that 1) the mathematical concepts of Grade 6 students after learning were significantly higher than before learning at the .01 level of statistical significance, 2) the mathematical communication and interpretation skills of Grade 6 students after learning were significantly higher than before learning at the .01 level of statistical significance, and 3) there was a positive correlation between mathematical concepts and mathematical communication and interpretation skills on the topic of decimals among Grade 6 students (r = 0.709).

Keywords: Mathematical concept; Decimals; Mathematical communication and interpretation skills; Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) approach

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทความวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่มีต่อมโนทัศน์ การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ธีรโชติ โลกธาตุ[1,*] ณัฐพล หงษ์ทอง[1] และ ณรงศักดิ์ รอบคอบ[2]

[1]หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมิน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

[2]สาขาวิชาการวิจัยและประเมิน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

**Email: Teerachot.lo@ksu.ac.th*

รับบทความ: 12 กันยายน 2567 แก้ไขบทความ: 4 พฤศจิกายน 2567 ยอมรับตีพิมพ์: 6 พฤศจิกายน 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) 2) เปรียบเทียบการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และ 3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์กับการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเลิศปัญญา จำนวน 1 ห้อง รวมจำนวน 29 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมที่ 4.43 โดยรวมอยู่ในระดับมาก แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .842 แบบวัดความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .96 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน และสถิติทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า 1) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) มโนทัศน์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ($r = 0.709$)

คำสำคัญ: มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ทศนิยม การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ แนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทนำ

คณิตศาสตร์ช่วยให้เราคิดได้ชัดเจนและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในการสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ และมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบด้านและรอบคอบ การมองการณ์ไกล การวางแผน การตัดสินใจ และการแก้ปัญหาล้วนเป็นทักษะที่สำคัญ คณิตศาสตร์เป็นวิธีคิดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยสัญลักษณ์เหล่านี้สามารถช่วยให้เราเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้น แม้ว่าสิ่งที่กำลังคิดอยู่นั้นจะเป็นนามธรรม ตั้งแต่การคำนวณที่ใช้ในชีวิตประจำวันไปจนถึงการสร้างเทคโนโลยีที่ซับซ้อน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาที่เป็นระบบ ซึ่งได้รับจากการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาทักษะการดำเนินชีวิต และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง (Ministry of Education, 2017) แต่ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์นั้นมีลักษณะเป็นนามธรรม และเน้นการใช้สัญลักษณ์ในการสื่อความหมาย จึงเป็นเรื่องยากที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจ และจดจำรายละเอียดของคณิตศาสตร์ได้ทั้งหมด มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concept) จึงเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แม้ว่าคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต แต่ปัจจุบันคุณภาพการศึกษาโดยเฉพาะระดับการศึกษาชั้นพื้นฐานด้านขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศยังอยู่ในระดับต่ำ (Ministry of Education, 2017) และผลการประกันคุณภาพด้วยการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ทั้งประเทศต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา สอดคล้องกับคะแนน O-NET ของโรงเรียนที่ผู้วิจัยสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2565 ถึง 2566 มีคะแนนเฉลี่ยลดลงในทุกปีการศึกษา

แม้ว่าจะมีการพัฒนาหลักสูตรและวิธีการสอนที่หลากหลาย แต่การพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังคงเป็นปัญหาที่หลายประเทศต้องเผชิญ สถิติเผยให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในการเข้าใจแนวคิดเชิงนามธรรม และการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ผู้วิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ได้ประสบกับปัญหาในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนที่ทำการสอนเช่นกัน กล่าวคือนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจการแสดงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง ทศนิยม ทำให้แปลความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ไม่เข้าใจความสัมพันธ์และคำสำคัญของการดำเนินการการบวก การลบ การคูณ และการหารทศนิยม รวมถึงยังไม่สามารถสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้เท่าที่ควร จึงไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาหรือดำเนินการแก้ปัญหาผิด แล้วยังส่งผลต่อเนื่องให้ทำแบบฝึกหัดที่แตกต่างจากตัวอย่าง หรือสิ่งที่ครูเคยสอนมาแล้วไม่ได้ สิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์ การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ซึ่งเป็นพื้นฐานของการเรียนเนื้อหาต่าง ๆ ที่อาจจะส่งผลต่อเนื่องถึงการเรียนคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่น ๆ และระดับสูงขึ้นต่อไป

ครูต้องจัดกิจกรรมให้ตรงกับพัฒนาการของนักเรียน และต้องคำนึงถึงพัฒนาการทางร่างกายและสติปัญญาด้วย นอกจากนี้ยังต้องสร้างแนวคิดที่ง่ายสำหรับนักเรียนที่จะเข้าใจด้วยตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม เด็กในวัยประถมศึกษาอยู่ในช่วงพัฒนาการทางความคิด และสามารถเข้าใจเหตุผลเบื้องหลังการแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมได้ อย่างไรก็ตามครูควรพยายามทำให้คณิตศาสตร์เป็นรูปธรรมมากขึ้นสำหรับนักเรียนและทำให้พวกเขาเข้าใจแนวคิดเร็วขึ้นโดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้พวกเขาได้รับประสบการณ์ใช้คำอธิบายและการเลือกกิจกรรมที่ตรงกับวัตถุประสงค์ แนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เป็นวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ ตั้งแต่รูปธรรมไปจนถึงนามธรรม สิ่งนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของปัญหาที่ซับซ้อนและพัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ แนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เหมาะสำหรับพัฒนาการทางสติปัญญาในแต่ละช่วงวัย

แนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เป็นหนึ่งในแนวทางการสอนที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในการส่งเสริมความเข้าใจเชิงลึกในคณิตศาสตร์ โดยแนวคิดนี้เน้นการเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่การคิดเชิงนามธรรม เริ่มจากการใช้วัตถุจริง (Concrete) ไปสู่การใช้ภาพที่เป็นสัญลักษณ์ (Pictorial) และสุดท้ายเป็นการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (Abstract) เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจและทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน และสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ยังเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ แนวคิด CPA เน้นการเรียนรู้ผ่านสามขั้นตอนหลัก ได้แก่ การใช้วัตถุจริง (Concrete) การใช้ภาพหรือสัญลักษณ์ (Pictorial) และการใช้ความคิดเชิงนามธรรม (Abstract) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจจากสิ่งที่มองเห็นได้ไปสู่การคิดวิเคราะห์เชิงนามธรรมอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ Sirikampla and Poonpaiboonpipat (2020) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ควรเน้นการใช้วัตถุสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความหมาย ความสัมพันธ์และลำดับของการดำเนินการ ได้แก่ การบวก การลบ การคูณ และการหาร แล้วเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การสร้างภาพจำลองปัญหาที่มีข้อมูลครบถ้วน เพื่อให้นักเรียนสามารถแปลความหมายของภาพจำลองสู่สัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ผลการวิจัยจากแบบฝึกระหว่างเรียนและแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน มีความสอดคล้องกัน คือ นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ถูกต้อง

สมบูรณ์ สอดคล้องกับ Lokkathat, Phukrongtung and Kanngandee (2023) รายงานว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ส่งผลให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นจากเดิม เนื่องจากนักเรียนสามารถดำเนินการได้โดยการมองเป็นแบบจำลอง เห็นเป็นรูปธรรม สร้างองค์ความรู้ ความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง นำไปสู่การแปลงเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในแบบนามธรรม ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น การจัดการเรียนรู้ที่มีต่อมโนทัศน์ การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญอย่างมาก เพื่อสร้างความเข้าใจและทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน เพราะจะเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระยะยาว ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมุ่งหมายที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่มีต่อมโนทัศน์ การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)
2. เพื่อเปรียบเทียบการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์กับการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สมมติฐานการวิจัย

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)
2. การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)
3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้แบบแผนการวิจัย โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัย โดยใช้แบบแผนการทดลอง แบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัย

Group	Pretest	Treatment	Posttest
n	T_1	X	T_2

n แทน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย
X แทน การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)
T_1 แทน การทดสอบวัดมโนทัศน์ การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ก่อนการจัดการเรียนรู้
T_2 แทน การทดสอบวัดมโนทัศน์ การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

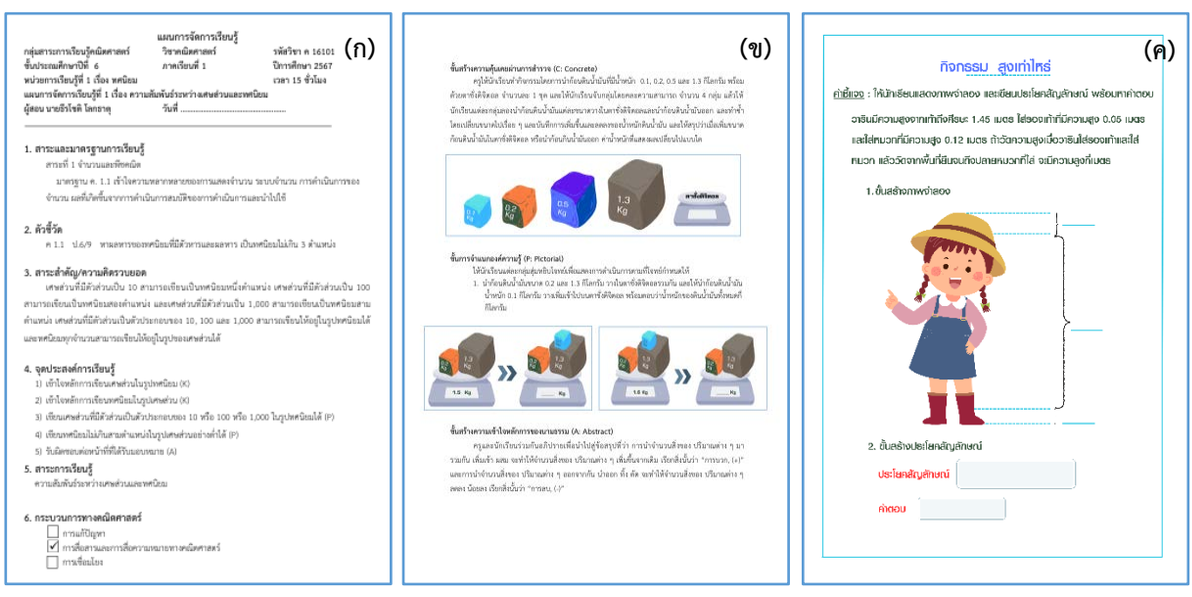
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเลิศปัญญา สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน จำนวน 3 ห้อง รวมจำนวน 87 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเลิศปัญญา สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน จำนวน 1 ห้อง รวมจำนวน 29 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random-sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

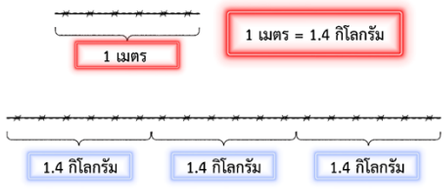
3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete -Pictorial-Abstract (CPA) จำนวน 10 แผน แผนละ 1 คาบ รวมทั้งสิ้น 10 คาบ โดยผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 10 แผน ซึ่งมีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ครบถ้วน และเหมาะสม และจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA โดยขั้นแรกได้นำวัตถุที่นักเรียนสามารถจับต้องได้ นำมาให้นักเรียนได้สัมผัสจริง และเป็นอุปกรณ์จริง จากนั้นได้ให้นักเรียนได้ทดลองการชั่งน้ำหนัก โดยทั้งเริ่มนำวัตถุเข้าเพื่อดูการเพิ่มขึ้นของวัตถุ และการนำวัตถุออกเพื่อสังเกตการณ์ลดลงของน้ำหนัก เพื่อให้ผู้เรียนได้มีภาพจำ เพื่อเชื่อมไปถึงภาพจำลอง และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นจึงเริ่มให้นักเรียนได้ลองทำใบกิจกรรมเพื่อให้ได้เชื่อมโยงความรู้ และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จากภาพจำลอง สู่ประโยคสัญลักษณ์ และการนำเสนอ พร้อมการสื่อสารมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้เพื่อน และครูผู้สอน และได้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการประเมินพบว่า ค่าเฉลี่ยของการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม ที่ 4.43 โดยรวมอยู่ในระดับมาก



ภาพที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ (ก) ตัวอย่างการออกแบบตามแนวคิด CPA Approach (ข) และ ตัวอย่างใบกิจกรรม (ค)

3.2 แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน โดย ใช้การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 2 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนการสร้างภาพจำลอง 2) ขั้นตอนการแสดงประโยคสัญลักษณ์ โดยครอบคลุม การบวก จำนวน 2 ข้อ การลบ จำนวน 2 ข้อ การคูณ จำนวน 3 ข้อ และการหาร จำนวน 3 ข้อ รวมจำนวน 10 ข้อ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตัวชี้วัด	ตัวอย่างแบบทดสอบ
แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร ทศนิยม 3 ขั้นตอน	1. ลวดหนามเส้นหนึ่งยาว 1 เมตร เมื่อนำไปชั่งน้ำหนักได้ 1.4 กิโลกรัม ถ้าลวดหนามยาว 3 เมตร จะมีน้ำหนักกี่กิโลกรัม 1.1 ขั้นสร้างแบบจำลอง  3 เมตร จะมีน้ำหนักกี่กิโลกรัม 1.2 ขั้นสร้างประโยคสัญลักษณ์ 1.4 + 1.4 + 1.4 = 4.2 หรือ 1.4 x 3 = 4.2 ตอบ 4.2 กิโลกรัม
	2. สระน้ำแห่งหนึ่งมีลักษณะเป็นรูปปริซึมฐานสี่เหลี่ยม มีความลึก 1.7 เมตร ถ้าเวลา 1 นาที น้ำลดลง 0.34 เมตร จะต้องใช้เวลากี่นาที น้ำจึงจะหมดสระ 1.1 ขั้นสร้างแบบจำลอง 1.2 ขั้นสร้างประโยคสัญลักษณ์ 1.7 ÷ 0.34 = 5 หรือ (((((1.7-0.34)-0.34)-0.34)-0.34)-0.34) = 5 ตอบ 5 นาที

โดยผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 12 ข้อ นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยคัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ ที่มีค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) เท่ากับ 1.00 มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.286 – 0.581 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.214 – 0.643 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาคมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.842

3.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 5 คะแนนโดยวัดการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก จำนวน 1 ข้อ การลบ จำนวน 1 ข้อ การคูณ จำนวน 1 ข้อ การหาร จำนวน 1 ข้อ และการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับทศนิยม จำนวน 1 ข้อ รวมจำนวน 5 ข้อ ดังแสดงในตารางที่ 3

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ตารางที่ 3 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตัวชี้วัด	ตัวอย่างแบบทดสอบ
แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร ทศนิยม 3 ขั้นตอน	1. ให้นักเรียนตอบคำถามโดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ นาวินมีเงิน 500 บาท ไปตลาดซื้อมะม่วง 1.5 กิโลกรัม กิโลกรัมละ 30 บาท ซื้อส้ม 2.45 กิโลกรัม กิโลกรัมละ 40 บาท และซื้อทุเรียน 0.325 กิโลกรัม กิโลกรัมละ 300 บาท คำถาม เมื่อนาวินซื้อผลไม้ครบทุกชนิด จะเหลือเงินกี่บาท วิธีทำ ราคาส้ม 2.45 x 40 = 98 ราคามะม่วง 1.5 x 30 = 45 ราคาทุเรียน 0.325 x 300 = 97.5 ซื้อผลไม้ทุกชนิดรวมกัน 98 + 45 + 97.5 = 240.5 จะเหลือเงิน 500 – 240.5 = 259.5 ตอบ จะเหลือเงิน 259.5 บาท
	2. จงนำประโยคสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ สร้างโจทย์ปัญหาและหาผลลัพธ์ 2.1 ประโยคสัญลักษณ์ 12.58 + 3.469 - 5.12 = □ ตอบ โจทย์ปัญหาที่สร้างจะต้องมีคำที่สื่อความหมายถึงการบวก หรือการเพิ่มขึ้น เช่น รวม เพิ่ม ผสม สูงขึ้น ยาวขึ้น และต้องมีคำที่สื่อความหมายถึงการลบ เช่น ลดลง ตัด ทิ้ง เอาออก นำออก หักออก ผลลัพธ์ 10.929 2.2 ประโยคสัญลักษณ์ (300.25 ÷ 5) × 2.5 = □ ตอบ โจทย์ปัญหาที่สร้างจะต้องมีคำที่สื่อความหมายถึงการคูณ เช่น การเพิ่มขึ้นที่ละเท่าๆ กัน หรือบวกค่าที่เท่า ๆ กัน และต้องมีคำที่สื่อความหมายถึงการหาร เช่น การแบ่งเท่า ๆ กัน ตัดออกเท่า ๆ กัน ผลลัพธ์ 150.125

โดยผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ จำนวน 7 ข้อ นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยคัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 5 ข้อ ที่มีค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) เท่ากับ 1.00 มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.500 – 0.505 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.200 – 0.238 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบทดสอบโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาคมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.960

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเลิศปัญญา สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน จำนวน 29 คน ตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 ปฐมนิเทศนักเรียน ชี้แจงวัตถุประสงค์ และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4.2 ทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางการเรียนคณิตศาสตร์

4.3 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) จำนวน 10 แผน แผนละ 1 คาบ รวมทั้งสิ้น 10 คาบ ระยะเวลาสัปดาห์ละ 6 คาบ รวมทั้งสิ้น 2 สัปดาห์ โดยการจัดการเรียนรู้จะเริ่มจากการนำสิ่งที่ผู้เรียนสามารถจับต้องได้ อยู่ใกล้ตัว เพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นภาพ ซึ่งจะนำไปสู่การเขียนแทนภาพจำลอง รวมถึงมีสื่อการสอนที่มีความน่าสนใจและหลากหลาย รวมถึงต้องใช้ระยะเวลาในการให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ได้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และเมื่อผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แล้ว จึงให้ผู้เรียนได้ฝึกนำเสนอและสื่อสารกับเพื่อน รวมถึงอธิบายมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของตนให้เพื่อนเข้าใจได้ง่าย

4.4 เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับเดิม

4.5 นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ และนำเสนอผลการวิจัยในลำดับต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) โดยนำข้อมูลตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล Normality Test (Shapiro-Wilk) พบว่าข้อมูลที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ (ดังตารางที่ 4) จึงนำข้อมูลไปทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (Paired t-test)

ตารางที่ 4 ผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล Normality Test (Shapiro-Wilk)

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	$\overline{x}$	S.D.	w	p
หลังเรียน	29	20	15.14	1.87	0.958	0.294
ก่อนเรียน			9.31	2.36		

5.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) โดยนำข้อมูลตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล Normality Test (Shapiro-Wilk) พบว่าข้อมูลที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ (ดังตารางที่ 5) จึงนำข้อมูลไปทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (Paired t-test)

ตารางที่ 5 ผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล Normality Test (Shapiro-Wilk)

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	$\overline{x}$	S.D.	w	p
หลังเรียน	29	25	21.90	4.93	.918	.027
ก่อนเรียน			13.27	3.40		

5.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์กับความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่มีต่อมโนทัศน์ การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยแบ่งการสรุปผลออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และใช้สถิติทดสอบที (Paired t-test) ผลปรากฏดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	$\overline{x}$	S.D.	ร้อยละ	t	p
หลังเรียน	29	20	15.14	1.87	75.70	10.600**	.00
ก่อนเรียน			9.31	2.36	46.55		

**ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 6 พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.70 และก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.31 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 33.35 กล่าวคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และใช้สถิติทดสอบที (Paired t-test) ผลปรากฏดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	$\overline{x}$	S.D.	ร้อยละ	t	p
หลังเรียน	29	25	21.90	4.93	87.60	39.100**	.000
ก่อนเรียน			13.27	3.40	53.08		

**ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 7 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.90 คะแนน จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.60 และก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.27 คะแนน จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 53.08 กล่าวคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์กับความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์กับความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากคะแนนทดสอบหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation) ผลปรากฏดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์กับความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

Correlations		มโนทัศน์	ความสามารถการสื่อสารและสื่อความหมาย
มโนทัศน์	Pearson's Correlations	1	.709**
	p		.00
การสื่อสารและสื่อความหมาย	Pearson's Correlations	.709**	1
	p	.00	

**ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 8 พบว่า มโนทัศน์กับความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.709

อภิปรายผล

การดำเนินการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่มีต่อมโนทัศน์ การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. สมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ที่ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เมื่อได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และได้ทำการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (Paired t-test) ดังตารางที่ 6 พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.70 และก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.31 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 33.35 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย กล่าวคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก ผู้สอนได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการนำสิ่งของที่ผู้เรียนสามารถจับต้องและสัมผัสได้ มาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรมที่ครูผู้สอนกำหนด โดยให้ผู้เรียนจับกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิด วิธีการมองวัตถุที่กำหนด รวมถึงแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาที่ให้ หลังจากที่ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิด วิธีการมองปัญหา จากนั้นในแต่ละกลุ่มจะต้องวาดภาพจำลองของปัญหา และนำภาพจำลองที่สร้างขึ้นนำมาเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้สามารถสื่อสารภายในกลุ่ม และยังต้องอธิบายให้เพื่อนต่างกลุ่มและครูผู้สอนให้มีความเข้าใจที่ตรงกัน ซึ่งมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่เป็นวิธีที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งของที่จับต้องได้ สัมผัสได้ ซึ่งเป็นการคิดแบบรูปธรรม ทำให้ผู้เรียนสามารถมองเป็นภาพ ภาพจำลอง แล้วเชื่อมโยงไปสู่สัญลักษณ์ซึ่งเป็นการคิดแบบรูปธรรม เพื่อสร้างความเข้าใจในความหมายของการดำเนินการ สอดคล้องกับกฎความหลากหลายของการรับรู้ของ Dienes (Dienes’s Theory of Mathematics Learning) ที่แนะนำว่า การเรียนรู้มโนทัศน์จะมีประสิทธิภาพดี เมื่อผู้เรียนมีโอกาสรับรู้มโนทัศน์เดียวกันในหลาย ๆ รูปแบบ ผ่านบริบททางกายภาพ นั่นคือ การจัดสิ่งที่เป็นรูปธรรมที่หลากหลายให้ผู้เรียนเพื่อเข้าใจโครงสร้างทางมโนทัศน์เดียวกันนั้นจะช่วยในการได้มาซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ยังส่งเสริมการเรียนรู้จากง่ายไปยาก เนื่องด้วยนักเรียนได้เรียนรู้วัตถุจริง จากนั้นมาสร้างเป็นภาพจำลอง แล้วจึงเชื่อมโยงไปสู่การแปลงเป็นสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้แสดงความคิดความเข้าใจจากการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมไปสู่ความคิด ความเข้าใจเชิงนามธรรม ทั้งนี้นักเรียนในชั้นเรียนของผู้วิจัยมีจำนวนที่สามารถดำเนินการได้ครบถ้วน จึงทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทั่วถึง นักเรียนได้มีส่วนร่วมทุกคน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความคิด ความเข้าใจเชิงนามธรรมได้อย่าง สอดคล้องกับวิจัยของ Chonpairot, Khansila and Nongharnpituk (2024) พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนโดยใช้กระบวนการการจัดการเรียนรู้ CPA ร่วมกับ GeoGebra สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนโดยใช้กระบวนการการจัดการเรียนรู้ CPA ร่วมกับ GeoGebra สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้กระบวนการการจัดการเรียนรู้ CPA ร่วมกับ GeoGebra มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (= 4.13, SD = 0.70) สอดคล้องกับวิจัยของ Janhom, Viriyapong and Supap (2020) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอยู่ในระดับที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) มากที่สุด ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA (Concrete-Pictorial-Abstract) สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ และผลการทดสอบหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 22.08 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.54 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 73.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. สมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ที่ว่า การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เมื่อได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และได้ทำการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (Paired t-test) ดังตารางที่ 7 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.90 คะแนน จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.60 และก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.27 คะแนน จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 53.08 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย กล่าวคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

.01 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่มีวัตถุที่สามารถจับต้อง และสัมผัสได้ เมื่อถึงขั้นการอธิบาย กลุ่มที่นำเสนอก็สามารถนำวัตถุที่เตรียมไว้อธิบายให้เพื่อนกลุ่มอื่นและครูผู้สอน ทำให้กลุ่มที่นำเสนอสามารถอธิบายได้เห็นเป็นภาพชัดเจน และมีความเข้าใจตรงกันว่าการที่นำจำนวนวัตถุ หรือสิ่งของมารวม ผสม เชื่อมต่อ นั้นจะหมายถึงการบวก การที่นำจำนวนสิ่งของ หรือวัตถุหักออก ตัดออก เอาออก นำออก หรือทำให้จำนวนนั้น ๆ ลดลง คือ การลบ การที่จำนวนของวัตถุหรือสิ่งของที่เพิ่มขึ้น หรือบวกขึ้นทีละเท่า ๆ กัน คือ การคูณ และการที่จำนวนของวัตถุหรือสิ่งของแบ่งออก หรือลดลงทีละเท่า ๆ กัน นั่นคือ การหาร จึงทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายถึงรูปแบบหรือการดำเนินการของโจทย์ปัญหาได้เป็นรูปธรรมการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เป็นภาพจำลอง ผู้เรียนจึงมีความสามารถที่ใช้ในการสื่อสารกับเพื่อน และครูผู้สอนได้อย่างครบถ้วนและรวมถึงสามารถสื่อความหมายของโจทย์ปัญหาและสามารถอธิบายขั้นตอนการดำเนินทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเป็นเช่นนี้แล้วผู้เรียนจึงมีภาพจำลองที่สามารถแปลงเป็นสัญลักษณ์ และนำไปสู่การการเข้าใจความเป็นนามธรรมของสัญลักษณ์และความหมายของเรื่องทศนิยมได้ ซึ่งความสามารถการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่สื่อสารได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพนี้ เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากวัตุที่จับต้องได้ และนำไปสู่การสร้างภาพจำลอง และนำไปสู่การแปลงเป็นสัญลักษณ์เป็นรูปแบบนามธรรมต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tippayarungroch and Adulyasas (2023) การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านสิ่งที่เป็นรูปธรรมจับต้องได้ จากนั้นแปลงมาเป็นภาพ และสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในที่สุด ทำให้นักเรียนเข้าใจสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปยังสิ่งที่เป็นนามธรรม เป็นกิจกรรมสามารถช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนและเป็นปัญหาในชีวิตจริงผ่านการทำงานเป็นกลุ่ม โดยนักเรียนจะต้องสามารถอธิบายกระบวนการคิดของตนเอง ตลอดจนสามารถประเมินกระบวนการคิดของตนเองและผู้อื่นได้ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและสัมพันธ์กับชีวิตนักเรียน สอดคล้องกับ Kunjanthuek *et al*. (2023) พบว่า นักเรียนได้เรียนรู้จากสื่อที่เป็นรูปธรรม และวัตถุจริงที่จับต้องได้ เพื่อให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับสิ่งที่ครูผู้สอนนำมาจัดการเรียนรู้ ได้สัมผัสและลงมือทำจริง จึงให้จดจำได้ง่าย ได้เห็นถึงรูปร่าง รูปทรง ขนาดของ และรูปแบบและคำสำคัญ นำมาวิเคราะห์ สร้างภาพที่ได้จากวัตถุ และสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม นำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

3. สมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ที่ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ขอนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation) ดังตาราง 8 พบว่า มโนทัศน์กับความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.709 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย แสดงว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) นั้นได้เริ่มจัดการเรียนรู้โดยใช้สิ่งของและวัตถุที่ผู้เรียนสามารถจับต้อง และสัมผัสได้ ทำให้ผู้เรียนนั้นเห็นการแก้โจทย์ปัญหานั้นเรื่องใกล้ตัว และเป็นรูปธรรม จากนั้นเมื่อผู้เรียนได้มองโจทย์ปัญหาเป็นภาพจำลอง และเมื่อมองโจทย์ปัญหาเป็นภาพจำลองได้แล้วนั้น จึงสามารถแปลงค่าจากภาพจำลอง เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม และเมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ทำให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ เมื่อเป็นเช่นนั้นจึงทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในการอธิบายความสัมพันธ์ของการบวก การลบ การคูณ และการหารทศนิยม จึงสามารถอธิบาย รวมถึงยังสื่อสารกับกลุ่มเพื่อนและครูผู้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยกตัวอย่างได้ถูกต้องและเหมาะสม จึงทำให้สามารถสื่อความหมายได้ถูกต้องและสมบูรณ์ ค่าสหสัมพันธ์มีค่าสูงจึงบ่งชี้ว่า นักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น ก็จะมีความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะดีขึ้นตามไปนั่นเอง ด้วยที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกมองโจทย์ปัญหาที่เจอเป็นรูปภาพจำลอง จากนั้นแปลงเป็นสัญลักษณ์ และประยุกต์ใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในปัญหาที่หลากหลาย ส่งผลให้ความสามารถในสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hongthong, Sangsrikaew and Pimpasalee (2024) รายงานว่า การนำสื่อจริง สื่อเสมือนจริง เข้ามาช่วยในการให้นักเรียนสำรวจปัญหา และมองปัญหาเป็นภาพจำลอง และเข้าใจได้ง่ายขึ้น สอดคล้องกับ พบว่า จากการที่นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาจากการมองปัญหาเป็นรูปธรรม ก่อนจะมองเป็นภาพจำลอง แล้วเชื่อมไปสู่การมองเป็นนามธรรมในที่สุด เกิดจากการฝึกฝนทำซ้ำ ๆ เพราะการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนไม่เหมือนกัน แล้วเมื่อได้เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) นักเรียนมีการแก้ปัญหาได้เป็นระบบและมีขั้นตอนที่ชัดเจน ทำให้ได้ขั้นตอนและคำตอบของปัญหาที่มีที่มาและสมบูรณ์ รวมถึงทำให้มีความสามารถในการนำเสนอข้อมูลอย่างมั่นใจ สอดคล้องกับ Ministry of Education (2017) รายงานว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เป็นวิธีการสอนที่ช่วยเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้

อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนสามารถมององค์ความรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์จากเป็นนามธรรมได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยใช้สื่อประกอบ ซึ่งครูเป็นผู้สนับสนุนและให้คำแนะนำ จึงเป็นวิธีที่เหมาะสำหรับการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Inma and Poonpaiboonpipat (2021) พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ยังทำให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความเป็นจริง โดยเริ่มเรียนรู้จากสิ่งของที่เป็นรูปธรรม จากนั้นนำประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มาเขียนแสดงเป็นรูปภาพเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chotwinyu (2021) พบว่า หลังนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่นักเรียนส่วนใหญ่แสดงพฤติกรรม ระบุข้อมูลสำคัญเงื่อนไข และสิ่งที่โจทย์ต้องการ วาดแผนภาพเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลและสร้างสมการจากแผนภาพ แก้สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการบวกและการคูณได้ เชื่อมโยงความรู้และมโนทัศน์ ระหว่างเชิงรูปธรรม เชิงรูปภาพ และเชิงนามธรรมได้

สรุปผลการวิจัย

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. มโนทัศน์กับความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.709

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ได้ ต้องขอขอบพระคุณ ดร.ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยและการพัฒนานวัตกรรมเพื่อใช้ในการทำวิจัย ขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาเครื่องมือวิจัย ตลอดจนผู้บริหาร คณะครู นักเรียนที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้

จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยในชั้นเรียน ผู้วิจัยได้มีการขออนุญาตผู้เข้าร่วมวิจัย และปิดบังรายชื่อของผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคน โดยได้คำนึงหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ หลักความเคารพในบุคคล หลักคุณประโยชน์ไม่ก่ออันตราย และหลักความยุติธรรม

References

Chonpairot, C., Khansila, P. and Nongharnpituk, P. (2024). Development of a lesson on prisms and cylinders using the CPA approach with Geogebra to enhance learning achievement for grade 8 students. (in Thai). **Journal of Industrial Education**, 23(2), 15-26.

Chotwinyu, N. (2021). Study of mathematical problem-solving ability and achievement in linear equations in one variable via Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) approach activities for Mathayomsuksa I students (in Thai). **Master's Thesis**. Bangkok: Srinakharinwirot University.

Hongthong, N., Sangsrikaew, P. and Pimpasalee, w. (2024). Development of critical thinking skill and mathematical achievement on quadratic function of grade 9 students using open approach and Geogebra (in Thai). **Journal of Education and Innovation**, 26(2), 106-117.

Inma, S. and Poonpaiboonpipat, W. (2021). The development of mathematical visualization abilities through learning implementation based on Concrete Pictorial Abstract: CPA approach with stick and ball

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

geometry kit on three-dimensional geometry of grade 6 students (in Thai). **Journal of Industrial Education**, 20(2), 22-32.

Janhom, P., Viriyapong, R. and Supap, W. (2020). The development of mathematical concept with learning activities based on Concrete-Pictorial-Abstract (C-P-A) approach on two-dimensional and three-dimensional geometry for 7th grade students (in Thai). **Journal of Education Naresuan University**, 22(4), 149-159.

Kunjanthuek, P., Ugsonkid, S., Chuntra, C. and Tangkawsakul, S. (2023). The study of mathematical problem-solving ability on conic section of Mathayomsuksafour students on Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) (in Thai). **Journal of Legal Entity Management and Local Innovation,** 9(7), 232-243.

Lokkathat, T., Phookhongthung, S. and kanngandee, P. (2023). The development of mathematical concepts on the decimal (in Thai). **Proceeding of the 3rd Kamphaeng Phet Rajabhat University Student**, (pp. 370-380). Kamphaeng Phet: Kamphaeng Phet Rajabhat University

Ministry of Education. (2017). **Indicators and Core Content Mathematics Department (Revised Version B.E. 2560, A.D. 2017) The Basic Education Care Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)** (in Thai). The Agricultural Cooperative Federation of Thailand Limited.

Sirikampla, R. and Poonpaiboonpipat, W. (2020). Learning implementation based on Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) approach to enhance mathematical concepts on addition subtraction multiplication and division for grade-4 students (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 3(2), 155-164.

Tippayarungroch, A. and Adulyasas, L. (2023). The development of mathematical learning activities package by using Concrete-Pictorial-Abstract (in Thai). **CRU - National Conference in Science and Technology : NCST 6th 2023** (pp. 35-46). Bangkok: Chandrakasem Rajabhat University

JSSE
JOURNAL OF SCIENCE & SCIENCE EDUCATION
Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
Vol. 8 No. 1 (Jan. – Jun. 2025): 14 – 23
http://doi.org/10.14456/jsse.2025.02

Research Article in Science Education

Development of Learning Activities by Polya's method with Think-Pair-Share Technique to Promote Problem Solving Abilities for Grade 7 Students

Tanyalak Nilakhot[1,*], Maliwan Phattarachaleekul[2] and Nipaporn Chutiman[2]
[1]Mathematical Education Program, Faculty of Science, Mahasarakham University
[2]Faculty of Science, Mahasarakham University
**Email: 65010285002@msu.ac.th*

Received <3 September 2024>; Revised <20 November 2024>; Accepted <25 November 2024>

Abstract

The purposes of this study were: (1) to develop learning activities on linear equations with one variable in mathematics using Polya's method with Think-Pair-Share technique to promote problem solving abilities to meet the efficiency criterion of 75/75, (2) to find the Effectiveness Index of learning through linear equations with one variable in mathematics using Polya's method with Think-Pair-Share technique to promote problem solving abilities, and (3) to compare the mathematical achievement and problem-solving ability of students who after learning through on linear equations with one variable in mathematics using Polya's method with Think-Pair-Share technique to promote problem solving abilities to 75 percent of criteria. The participants in this study were eighteen students who studied in Grade 7 at Dongnoiwittaya School in the second semester. However, they were selected by using cluster random sampling. The research instruments were (1) mathematics learning activities on linear equations with one variable in mathematics using Polya's method with Think-Pair-Share technique to promote problem solving abilities plan, (2) the learning achievement test, and (3) the mathematical problem-solving ability test. The statistics for data analysis are percentage, mean, and standard deviation. Moreover, to examine the hypothesis by using a Hotelling's T2. The results of the study were as follows: (1) the lesson plans for the organization of mathematics learning activities using Polya's method with Think-Pair-Share technique was 83.23 /80.19, respectively, (2) the effectiveness index of plans for organizing mathematics learning activities of Polya's method with Think-Pair-Share technique was 0.6871, indicating that the student's scores increased by 68.71 percent, respectively, and (3) mathematical achievement of students who studied cooperative learning using Polya's method with Think-Pair-Share technique meet the specified criteria at .05 level of significance and mathematical problem-solving ability of student technique meet the specified criteria at .05 level of significance.

Keywords: Polya's problem solving process; Think-Pair-Share technique; problem solving abilities; Academic achievement

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทความวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ธัญญลักษณ์ นิลโคตร[1,*] มะลิวัลย์ ภัทรชาลีกุล[2] และ นิภาพร ชุติมันต์[2]

[1]สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

[2]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

**Email: 65010285002@msu.ac.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย (1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 (2) เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิธีการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา (3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิธีการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่ได้จาก การสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนดงน้อยวิทยา จำนวน 18 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม ซึ่งใช้โรงเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ (1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ และทดสอบสมมติฐาน โดยใช้ Hotelling's T^2 ผลการวิจัย พบว่า (1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ตามเกณฑ์ 83.23 /80.19 (2) ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยวิธีการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เท่ากับ 0.6871 แสดงว่า นักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นร้อยละ 68.71 (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับนัยสำคัญ .05 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยวิธีการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ที่ระดับนัยสำคัญ .05

คำสำคัญ : กระบวนการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา; เทคนิคเพื่อนคู่คิด ความสามารถในการแก้ปัญหา; ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ลิขสิทธิ์โดย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

จากประสบการณ์การสอนโดยตรงของผู้วิจัย และการสัมภาษณ์ครูผู้สอนโรงเรียนดงน้อยวิทยา อำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 พบว่า ปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างหนึ่งคือ ขาดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อเทียบกับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นยังต่ำกว่าเกณฑ์ ดังนั้นเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพ จำเป็นต้องคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษางานวิจัยที่มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยา ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ยอมรับ และนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน (Polya, 1957) เริ่ม ตั้งแต่ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้ศึกษาโจทย์ปัญหาโดยพิจารณาว่า โจทย์กำหนดเงื่อนไขใดมาบ้าง โจทย์ต้องการอะไร 2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีมาใช้ในการวางแผนแก้ปัญหาร่วมกันปรึกษากับครูและเพื่อนนักเรียนในการวางแผนเพื่อแก้โจทย์ปัญหาร่วมถึงการเลือกวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนในการลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามแผนการแก้ปัญหาที่ได้วางไว้อย่างเป็นลำดับ ขั้นตอน เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา โดยจะมีการตรวจสอบระหว่างการดำเนินการตามแผนว่าแต่ละขั้นตอนที่ดำเนินการกันมามีความถูกต้องมากน้อยแค่ไหน และ 4) ขั้นตรวจสอบผล เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาโดยเริ่มตั้งแต่การตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งปรึกษากันถึงวิธีการอื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหานี้

นอกจากนี้จากประสบการณ์ที่ผู้วิจัยและสัมภาษณ์ครูผู้สอนโรงเรียนดงน้อยวิทยา พบว่าปัญหาอีกอย่างหนึ่งที่พบคือนักเรียนขาดความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็น การตอบโต้ในเนื้อหาวิชาที่เรียน ผู้เรียนไม่ค่อยมีความมั่นใจในการตอบ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียน เรียนรู้ร่วมกันเป็นคู่ หรือเป็นกลุ่มร่วมกันคิด ร่วมกันแก้ปัญหา และแสดงความคิดเห็นร่วมกัน กล้าที่จะสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ ออกมาอย่างมั่นใจในการทำกิจกรรม จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทั้งความรู้ และทักษะกระบวนการคิด ซึ่งเทคนิคเพื่อนคู่คิดเป็นเทคนิคที่ส่งเสริมความสัมพันธ์ในการทำกิจกรรมร่วมกัน ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้ การคิด (think) เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นด้วยปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนหาคำตอบ การจับคู่ (Pair) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนจับคู่เพื่ออภิปรายปัญหา และการแลกเปลี่ยน (share) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนและนำเสนอ (Byerley, 2002) เป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) เป็นการคิด (Think) โดยครูกระตุ้นความคิดของนักเรียน ด้วยการตั้งคำถามให้นักเรียนคิดและสามารถบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไร โจทย์ต้องการให้หาอะไร ให้นักเรียนทำความเข้าใจโจทย์เพื่อให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบต่อไป

ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a plan) เป็นขั้นตอนที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใด อย่างไร โดยใช้ความร่วมมือโดยการจับคู่ (Pair) ใช้การจับคู่กันตามที่กำหนดให้แล้วเปรียบเทียบความรู้ที่ได้จากความคิดของแต่ละคนหรือจากการบันทึกของนักเรียน

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นตอนที่ปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ (Looking back) โดยการแลกเปลี่ยนความรู้หลังจากที่นักเรียนช่วยกันคิดภายในคู่ของตนเอง โดยแลกเปลี่ยนความคิดภายในคู่ของตนกับเพื่อนในห้องเรียน และร่วมกันตรวจสอบ และออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนโดยครูใช้คำถามเพื่อให้เกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนดงน้อยวิทยา อำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ เพื่อให้นักเรียนได้เพิ่มพูนความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการเรียนรู้ที่สูงขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

2. เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75

วิธีดำเนินการวิจัย

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยเป็นการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง (One Group Pretest-Posttest Design)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากร ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ในกลุ่มเครือข่ายสหัสขันธ์ก้าวหน้า จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 3 โรงเรียน โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน โดยแต่ละห้องเรียนมีการจัดนักเรียนแบบคละความสามารถ มีนักเรียนทั้งหมด 47 คน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนดงน้อยวิทยา จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 18 คน ได้มาด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้หน่วยการสุ่มเป็นห้องเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีรายละเอียด ดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา มีทั้งหมด 18 แผน แบ่งออกเป็น 4 เรื่องย่อย ได้แก่ การเตรียมความพร้อมก่อนรู้จักสมการ จำนวน 3 แผน สมการและคำตอบของสมการ จำนวน 3 แผน การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 5 แผน และโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 7 แผน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.89 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุดโดยมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ รวม 30 คะแนน ใช้เวลา 60 นาที โดยการสร้างตามระดับที่ Wilson (1971) ได้นิยามไว้ผ่านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้มาตรฐานและตัวชี้วัดจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน และจำนวนข้อสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.80 - 1.00 (ตัวอย่างในตารางที่ 1) มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.53 - 0.79 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 - 0.87 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.85

ตารางที่ 1 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนณิตศาสตร์

<table>
<tr><th colspan="2">ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์</th></tr>
<tr><td>1.ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ที่แสดงในตาราง
<table><tr><td>ลำดับที่</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>...</td><td>n</td></tr><tr><td>จำนวน</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td><td>...</td><td></td></tr></table>ลำดับที่ 39 เท่ากับจำนวนใด
ก. 68 ข. 78
ค. 80 ง. 98</td><td>4.“สองเท่าของจำนวนจำนวนหนึ่งรวมกับ 8 เท่ากับ 24” จะเขียนสมการได้ตามข้อใด
ก. 2(x + 8) = 24
ข. 2x + 24 = 8
ค. 2x = 24 + 8
ง. 2x + 8 = 24</td></tr>
<tr><td>11.คำตอบของสมการในข้อใดทุกจำนวนเป็นคำตอบ
ก. x + 25 = 10 ข. $x^2 = 36$
ค. x + 4 = 4 + x ง. X + 8 = x</td><td>30.ส้ม 30 ผล ถูกแบ่งออกเป็น 2 กอง โดย 3 เท่าของกองใหญ่เท่ากับ 7 เท่าของกองเล็ก ส้มกองเล็กมีกี่ผล
ก. 9 ข. 12
ค. 14 ง. 21</td></tr>
</table>

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง โดยมีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.50 - 0.60 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.40 – 0.80 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.86 (ตัวอย่างในตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	
เศษห้าส่วนสามของจำนวนจำนวนหนึ่งมากกว่า 25 อยู่ 60 จงเขียนสมการพร้อมกับหาจำนวนนั้น	ครอบครัวหนึ่งมีลูกทั้งหมดสามคน และมีอายุรวมกันได้ 58 ปี ลูกคนเล็กมีอายุน้อยกว่าลูกคน กลาง 4 ปี และลูกคนโตมีอายุมากกว่าลูกคนเล็ก 9 ปี จงหาอายุของลูกทั้งสามคน

ตารางที่ 3 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	**เกณฑ์การให้คะแนน**	**คะแนน**
1. การทำความเข้าใจปัญหา	มีการเขียนอธิบายแนวคิด สัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความที่แสดงความเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน	2
	มีการเขียนอธิบายแนวคิด สัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความที่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหาได้เพียงบางส่วน	1
	ไม่มีการเขียนอธิบายแนวคิด สัญลักษณ์ หรือไม่เขียนข้อความที่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหา	0
2.วางแผนการแก้ปัญหา	มีการเขียนวางแผนการแก้ปัญหาและสื่อความหมายได้อย่างชัดเจนครบถ้วนที่นำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล	2
	มีการเขียนวางแผนการแก้ปัญหา แต่ไม่สมบูรณ์หรือสื่อความหมายไม่ชัดเจนบางส่วน	1
	ไม่มีการเขียนวางแผนการแก้ปัญหา หรือมีการเขียนแผนการแก้ปัญหาแต่ไม่สื่อความหมาย	0
3.การดำเนินการแก้ปัญหา	มีการเขียนแสดงวิธีการทำเป็นขั้นตอน เขียนสัญลักษณ์ สื่อความหมายชัดเจน การคำนวณเพื่อหาคำตอบได้ถูกต้อง	2
	มีการเขียนอธิบายแนวคิด สัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความแสดงวิธีทำที่เหมาะสมเกือบสมบูรณ์ หรือเขียนข้อความสมบูรณ์แต่มีการคำนวณผิดพลาด	1
	ไม่มีการเขียนอธิบายแนวคิด วิธีทำอย่างเป็นลำดับขั้นตอนหรือไม่สามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง	0
4.การตรวจสอบผล	มีการเขียนหรือแสดงการตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ไม่มีข้อผิดพลาดใดเลย	2
	มีการเขียนหรือแสดงการตรวจคำตอบที่ถูกต้อง แต่มีความผิดพลาดในการคำนวณหรือเขียนสัญลักษณ์ผิดพลาด	1
	ไม่มีการเขียน ไม่สามารถยืนยันหรือตรวจคำตอบได้	0

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ รวม 30 คะแนน ใช้เวลา 60 นาที

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 18 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง รวมใช้เวลา 18 ชั่วโมง ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) เป็นการคิด (Think) โดยครูกระตุ้นความคิดของนักเรียน ด้วยการป้อนคำถามหรือสังเกตการณ์ให้นักเรียนบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง และโจทย์ต้องการให้หาอะไร ให้นักเรียนทำความเข้าใจโจทย์เป็นรายบุคคลเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a plan) เป็นขั้นตอนที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใด จะแก้ปัญหาอย่างไร โดยใช้ความร่วมมือโดยการจับคู่ (Pair) ใช้การจับคู่กันตามที่กำหนดให้แล้วเปรียบ เทียบความรู้ที่ได้จาก

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ความคิดของแต่ละคนหรือจากการบันทึกสั้นๆ ที่แต่ละคนบันทึกพิจารณาว่าคำถามของฝ่ายไหนที่คิดว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุด น่าเชื่อถือมากที่สุด และมีความโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์มากที่สุด

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ (Looking back) โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ หลังจากที่นักเรียนช่วยกันคิดภายในคู่ของตนเอง ครูจะเรียกนักเรียนแต่ละคู่มาแลกเปลี่ยนความคิดในคู่ของตนกับเพื่อนในห้องเรียน

3. ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4. นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อสรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์การวิจัย

ภาพที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2. การวิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด

3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สูตร Hotelling's T^2

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยคำนวณค่าร้อยละของคะแนนรวมจากการทำใบกิจกรรม การนำเสนอหน้าชั้นเรียน และแบบทดสอบย่อย เพื่อหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และคำนวณค่าร้อยละของคะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ผลปรากฏดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การทดสอบ	**กระบวนการ (E_1)**	**ผลลัพธ์ (E_2)**
ประสิทธิภาพ	83.23	80.19
การแปลผล	สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด	สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

จากตารางที่ 4 พบว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.23 /80.19 หมายความว่า ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 83.23 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.06 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.19 แสดงว่า ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 80.19 ซึ่งประสิทธิภาพด้านกระบวนการมีค่าเฉลี่ยมากกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน แสดงว่า แผนกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแผนกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านกระบวนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแผนการเรียนรู้จากคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ มีการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด ที่ส่งเสริมการทำงานร่วมกัน มีการอภิปรายร่วมกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และกล้าแสดงออกในการตอบคำถามมากขึ้น โดยครูผู้สอนได้ทำการจับคู่ให้นักเรียนเก่งคู่กับนักเรียนที่อ่อนกว่า เพื่อให้ผู้เรียนมีการช่วยกันวางแผนในการแก้ปัญหา ครูผู้สอนเพิ่มตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะที่คล้ายกันเพื่อให้นักเรียนฝึกฝน การใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดเป็นการฝึกให้นักเรียนได้ปฏิบัติเองโดยมีเพื่อนคอยช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหา กล้าแสดงความคิดเห็น กล้าตอบคำถามมากขึ้น จากนั้นจึงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจและให้คำแนะนำแล้วจึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ เพื่อหาคุณภาพก่อนที่จะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Boonjing (2008) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาในขั้นทำความเข้าใจปัญหาได้มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 91.48 รองลงมาคือขั้นวางแผนการแก้ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 75.56 และขั้นที่ได้คะแนนน้อยที่สุด คือขั้นตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ คิดเป็นร้อยละ 58.89 และในภาพรวมนักเรียนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 75.09 จะเห็นได้ว่าสอดคล้องเพราะ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya (1957) ทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความรู้และทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน จำนวน 30 ข้อ เมื่อสอนครบ 18 แผน แล้วได้ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยแบบทดสอบคู่ขนาน ซึ่งได้ค่าดัชนีประสิทธิผล ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด

n	คะแนนเต็ม	ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน	ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน	ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
18	30	198	433	0.6871

จากตารางที่ 5 พบว่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เท่ากับ 0.6871 คิดเป็นร้อยละ 68.71 แสดงว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด แล้วนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้น 0.6871 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนร้อยละ 68.71 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแผนการจัดการเรียนรู้ได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง จากผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านเนื้อหา และประสบการณ์ ทำให้ได้แผนการจัดการเรียนการสอนที่มีความเหมาะสมอีกทั้งจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหา ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างคู่ของนักเรียน โดยมีครูคอยดูแล แนะนำ จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gagne and Brigs (2004) ได้ระบุไว้ว่า การเรียนรู้การแก้ปัญหาเป็นการนำเกณฑ์ต่าง ๆ มาใช้เป็นกระบวนการที่เกิดในตัวผู้เรียนเป็นการใช้เกณฑ์ในขั้นสูงเพื่อแก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน และสามารถนำเกณฑ์ในการแก้ปัญหาไปใช้ในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pantachord (2017) พบว่า นักเรียนที่ร่วมกิจกรรมการ

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

เรียนรู้ที่ ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 75

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปรากฏดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการ	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	1	0.413
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	0.413	1

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยวิธีทางสถิติ Hotelling's T^2

ตารางที่ 7 ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยวิธีทางสถิติ Hotelling's T^2

สถิติทดสอบ	Value	F	Hypothesis df	Error df	p-value
Hotelling's trace	0.615	4.922[b]	2.000	16.000	0.022*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

[b] Exact statistic

จากตารางที่ 7 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยวิธีการเรียนรู้โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบ Univariate Tests

ตารางที่ 8 คะแนนค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยวิธีการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ผลการเรียนรู้	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)		
	จำนวนนักเรียน (N)	$\bar{x}$	ร้อยละ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	18	24.06	80.19
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	18	32.22	80.56

จากตารางที่ 8 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิธีการเรียนรู้โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.06 คิดเป็นร้อยละ 80.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา

สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้ดี เพราะเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบ นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากเพื่อนด้วยกัน ส่งเสริมการทำงานด้วยกัน มีการอภิปรายร่วมกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sajja (2001) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบตามแนวคิดของโพลยาโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tonggird (2020) ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาวงกลม ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าก่อนเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิธีการเรียนรู้โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.22 คิดเป็นร้อยละ 80.56 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ผลดี เพราะเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบนักเรียนเกิดการเรียนรู้จากเพื่อนด้วยกัน ส่งเสริมการทำงานด้วยกัน มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน สอดกล้องกับงานวิจัยของ Seenama (2014) ได้ทำศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การกำหนดการเชิงเส้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การแก้ปัญหาของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนนั้นสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Surawanichakul (2019) ได้ทำวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิด โพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 62.70 วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 59.65 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 73.05 ของคะแนนเต็ม ซึ่งนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 คิดเป็นร้อยละ 87.50 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

จะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยา สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ เห็นได้จากการพิจารณาค่าดัชนีประสิทธิผล พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ยก่อนเรียนค่อนข้างสูง เนื่องจากวิธีการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยา ช่วยให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหาและได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ได้คิดวิเคราะห์เอง อีกทั้งการนำเทคนิคเพื่อนคู่คิดมาร่วม ซึ่งมีขั้นตอนที่ให้นักเรียนทำงานเป็นคู่ โดยสมาชิกในแต่ละคู่ต้องร่วมมือช่วยเหลือซึ่งกันและกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์ ถ่ายทอดแนวคิดต่างๆโดยนักเรียนคนที่เก่งกว่าสามารถช่วยเหลือเพื่อนที่อ่อนกว่าโดยการอธิบายขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาต่างๆให้มีความรู้และความเข้าใจเกิดกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัยสามารถสรุป ได้ดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 83.23 /80.19 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 75/75

2. ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เท่ากับ 0.6871 คิดเป็นร้อยละ 68.71

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับนัยสำคัญ .05 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับนัยสำคัญ .05

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้อาจเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจ ในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผู้วิจัยเสนอแนะด้านต่าง ๆ ไว้ดังนี้

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

1.ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ควรใช้สถานการณ์หลากหลายมากขึ้น เพื่อช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และเกิดการคิดร่วมกัน อภิปรายร่วมกันมากขึ้น

1.2 ในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด ใช้เวลาจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก โดยแต่ละขั้นตอนครูผู้สอนสามารถยืดหยุ่นเวลาตามความเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษา พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในเนื้อหาอื่นๆในรายวิชาคณิตศาสตร์

2.2 ควรมีการศึกษาค้นคว้าระหว่างการกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหากับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อให้ได้รูปแบบที่เหมาะสมกับนักเรียนในบริบทของตน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่ง จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มะลิวัลย์ ภัทรชาลีกุล อาจารย์ที่ปรึกษา และรองศาสตราจารย์ ดร.นิภาพร ชุติมันต์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม นอกจากนี้ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบ ผู้เชี่ยวชาญ ผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการศึกษาการวิจัยครั้งนี้

References

Byerley, A. R. (2002). Using multimedia and “active learning” techniques to “energize” an introductory engineering thermodynamics class. **Impact on Engineering and Science Education Conference Proceedings** (pp. T3B-1). USA: IEEE.

Boonjing, A. (2008). The development of learning activities problem solving emphasizing mathematical skills based on Polya’s problem solving steps of Phathomsuksa 3 students (in Thai). **Master’s thesis**. Khon Kaen: Khon Kaen University.

Gagne, R. M. and Brigs, L. J. (1974). **Principle of instruction design**. New York: Holt, Rinehart & Winston.

Pantachord, U. (2017). Development of learning activities that promote the ability to solve academic problems. Mathematics according to Polya's steps combined with partner techniques. **Journal of Mathematics**, 3(5), 1-6

Polya, G. (1957). **How to solve it: A new aspect of mathematical method**. Princeton N.J: Princeton University Press.

Sajja, S. (2001). A development of learning activities o Polya mathematical problem solving method with cooperative learning in addition and subtraction (in Thai). **Master’s thesis**. Maha Sarakham: Rajabhat Maha Sarakham University.

Seenama, P. (2014). The development of learning activities package by using Polya solving problem process on linear programming for Mathayomsuksa VI students (in Thai). **Master’s thesis**. Phitsanulok: Naresuan University.

Tonggird, K. (2020). The development of mathematic achievement of Parthomsuksa 6 student by used Polya’s problem solving process with Think-Pair-Share on circle (in Thai). **Master’s thesis**. Bangkok: Ramkhamhaeng University.

Surawanichakul, V. The development of learning activities using Polya's problem solving process for develop mathematical problem solving ability in Matthayomsuksa 4 students (in Thai). **Master’s thesis**. Mahasarakham: Mahasarakham University.

Wilson, J. W. (1971). **Evaluation of learning in secondary school mathematics.** Handbook on formative and summative evaluation of student learning. USA: MCGraw-Hil.

JSSE
JOURNAL OF SCIENCE & SCIENCE EDUCATION
Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
Vol. 8 No. 1 (Jan. – Jun. 2025): 24 – 31
http://doi.org/10.14456/jsse.2025.03

Research Article in Science Education

Student-Constructed Low-Cost Experimental Kits for Enhancing Inquiry-Based Learning in High School Fluid Dynamics

Buphawan Khamprawat[1], Udom Tipparach[2], Teerawat Piromjitpong[2], Karntarat Wuttisela[3] and Sura Wuttiprom[2,*]

[1]Science Education Program, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
[2]Department of Physics, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
[3]Department of Chemistry, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
**Email: sura.w@ubu.ac.th*

Received <18 November 2024>; Revised <3 December 2024>; Accepted <4 December 2024>

Abstract

This research aimed to evaluate the quality of a fluid dynamics experimental kit developed by students, focusing on two primary aspects (1) validation and reliability of the experimental kit and (2) quality assessment by experts, teachers, and high school students. Data collection was conducted through ten repeated trials across five experimental setups, along with qualitative analysis from assessment forms. The findings indicate high validity and reliability of the kit, with results consistently aligning with theoretical principles. Additionally, experts, teachers, and students rated the kit's quality as "very good" across four dimensions, physical characteristics, usability, maintenance and repair, and suitability for instructional purposes.

Keywords: Student-Constructed Low-Cost Experimental Kits; Fluid dynamics; Inquiry-Based Learning

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทความวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา

ชุดทดลองราคาถูกที่นักเรียนสร้างด้วยตนเองเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษา

บุผาวัลย์ คำประวัติ[1] อุดม ทิพราช[2] ธีรวัฒน์ ภิรมจิตรผ่อง[2]
กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา[3] และ สุระ วุฒิพรหม[2,*]
[1]สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
[2]ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
[3]ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
**Email: sura.w@ubu.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพชุดการทดลองพลศาสตร์ของไหลที่พัฒนาโดยนักเรียน โดยศึกษาใน 2 ประเด็นหลัก คือ (1) การตรวจสอบความตรงและความเชื่อมั่นของชุดการทดลอง และ (2) การประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ครูผู้สอน และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการผ่านการทดลองซ้ำ 10 ครั้งในชุดการทดลอง 5 ชุด ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากแบบประเมิน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการทดลองมีความตรงและความเชื่อมั่นในระดับสูง โดยผลการทดลองมีความสอดคล้องกับหลักการทางทฤษฎี นอกจากนี้ ผู้เชี่ยวชาญ ครูผู้สอน และนักเรียนประเมินคุณภาพชุดการทดลองในระดับดีมากทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ การใช้งาน การบำรุงรักษาและซ่อมแซม และความเหมาะสมในการจัดการเรียนการสอน

คำสำคัญ: ชุดทดลองราคาถูกที่นักเรียนสร้างด้วยตนเอง; พลศาสตร์ของไหล; การเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์โดย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาหนึ่งที่ผู้เรียนมีปัญหาในการเรียนและมีทัศนคติเชิงลบในประเทศไทยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ส่วนใหญ่เน้นการบรรยาย (Lecture based-teaching หรือ Traditional teaching) จากงานวิจัยทางฟิสิกส์ศึกษาตลอดระยะเวลากว่า 50 ปี ชี้ให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไม่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความเข้าใจแนวคิดเชิงมโนมติ (conceptual understanding) ฟิสิกส์อย่างแท้จริงได้ เช่น เนื้อหาเรื่องพลศาสตร์ของไหล (Fluid Dynamics) เป็นแนวคิดสำคัญในวิชาฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาพฤติกรรมของของไหลในสภาวะการไหล ซึ่งประกอบด้วยอัตราการไหล ความดัน สมการความต่อเนื่อง และหลักการของเบอร์นูลลี ซึ่งนำไปสู่การประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน เช่น เครื่องพ่นสี การออกแบบปีกเครื่องบิน (Prayoon-Anutep, Arayathanitkul and Klunboot, 2023) แนวคิดเหล่านี้มีความซับซ้อนและเป็นนามธรรมสูง ทำให้การเรียนการสอนพลศาสตร์ของไหลในระดับมัธยมศึกษามีความท้าทาย นักเรียนจำนวนมากพบว่าเป็นเรื่องยากที่จะเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนเข้าใจจะต้องสามารถนำเสนอตัวแทนของปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนจากนามธรรมเป็นรูปธรรมเพื่อให้สามารถมองเห็นและเข้าใจการทำงานได้อย่างชัดเจน (Jansoon, and Rakbamrung, 2018) และการประยุกต์ใช้สื่อในจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความจำเป็น เนื่องจากสื่อเป็นตัวกลางของการสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ลึกซึ้ง เพิ่มการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ทำเรื่องยากให้เป็นเรื่องง่าย เปลี่ยนความรู้จากนามธรรมเป็นรูปธรรม(Phimwan and Wuttiprom, 2022) การใช้แบบจำลอง หรือการใช้ชุดการทดลองถือว่าเป็นสื่อที่ดีที่จะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจของผู้เรียนมากขึ้น

การใช้ชุดการทดลองการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับความนิยม เนื่องจากเน้นให้นักเรียนมีโอกาสในการค้นคว้า สำรวจ และทดลองด้วยตนเอง ซึ่งช่วยเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา งานวิจัยของ Bakri *et al.* (2020) ชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง (Learning by Doing) ส่งผลให้นักเรียนสามารถจดจำความรู้ได้ยั่งยืน อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในบริบทต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่งานวิจัยของ Roth and Roychoudhury (1993) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านการทดลองมีแนวโน้มที่จะสามารถสังเกตและวิเคราะห์ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญต่อการเรียนรู้หัวข้อที่ซับซ้อน เช่น พลศาสตร์ของไหล

นอกจากนี้การใช้ชุดการทดลองราคาถูกที่นักเรียนสามารถสร้างได้เองยังมีศักยภาพในการเพิ่มการมีส่วนร่วมและความเข้าใจในแนวคิดที่ซับซ้อน งานวิจัยของ Sharma (1982) และ Manat (2017) แสดงให้เห็นว่าชุดการทดลองอย่างง่ายที่นักเรียนสร้างได้เองสามารถช่วยเสริมการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในโรงเรียนที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร การใช้เครื่องมือพื้นฐานในการสาธิตสมการความต่อเนื่องและหลักการของเบอร์นูลลีในกลศาสตร์ของไหลนั้น ช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางทฤษฎีได้ดียิ่งขึ้น (Fox, McDonald and Pritchard, 2011) ถึงแม้ว่าปัจจุบันจะมีการพัฒนาชุดการทดลองที่สามารถเข้าถึงได้เพิ่มมากขึ้นแต่ในหัวข้อพลศาสตร์ของไหลยังคงมีข้อจำกัดเนื่องจากการสร้างชุดทดลองต้องเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมและมีความซับซ้อนทำให้การเรียนรู้พลศาสตร์ของไหลยังคงจำกัดอยู่เฉพาะในระดับการศึกษาระดับมหาวิทยาลัย นอกจากนี้ ชุดการทดลองที่มีอยู่ส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนทำตามขั้นตอนอย่างเคร่งครัด (cook-book method) โดยขาดการบูรณาการแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการสร้างแรงจูงใจและส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง

จากข้อจำกัดดังกล่าวการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นพัฒนาชุดการทดลองพลศาสตร์ของไหลที่มีราคาถูกซึ่งครูและนักเรียนสามารถสร้างได้ด้วยตนเอง โดยออกแบบให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ (สาระฟิสิกส์)

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาการตรวจสอบความตรง (validity) และความเชื่อมั่น (reliability) ของชุดการทดลอง
2. เพื่อศึกษาการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ครูผู้สอน และนักเรียน ของชุดการทดลอง

วิธีดำเนินการวิจัย

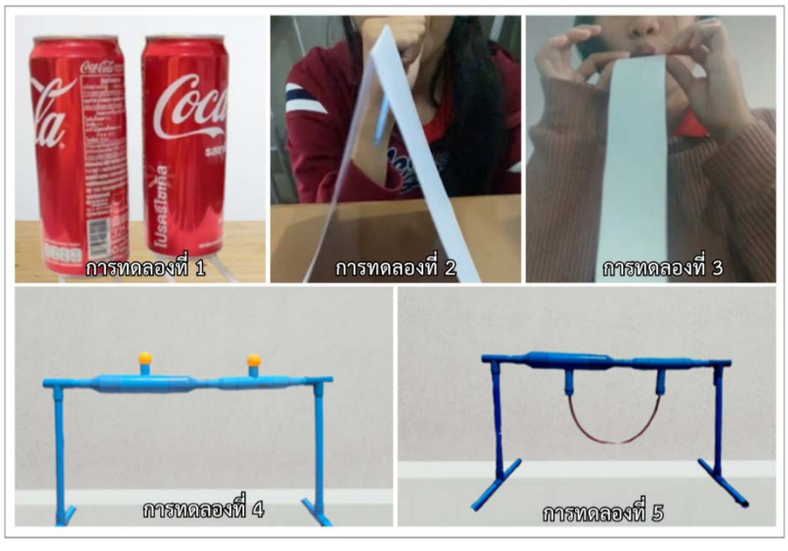
รูปแบบการวิจัย การศึกษานี้ใช้แนวทางการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) เพื่อออกแบบและประเมินคุณภาพชุดการทดลองจำนวน 5 ชุด ในหัวข้อพลศาสตร์ของไหล ซึ่งครอบคลุม 2 แนวคิด ได้แก่ สมการความต่อเนื่องของของไหล (Continuity equation) และหลักการของเบอร์นูลลี (Bernoulli's Principle) โดยมีเป้าหมายให้นักเรียนสามารถสร้างชุดการทดลองได้ด้วยตนเอง จากวัสดุที่หาได้ง่าย มีราคาถูก ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้นักเรียนสามารถมีส่วนร่วมโดยตรงกับปรากฏการณ์ในพลศาสตร์ของไหลได้

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีเมืองวิทยาคาร จังหวัดอุบลราชธานีที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา ว30205 ฟิสิกส์5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 31 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพศชาย 7 คน (ร้อยละ 22.58) เพศหญิง 24 คน (ร้อยละ 77.42) อายุระหว่าง 16-17 ปี มีพื้นฐานความรู้ทางฟิสิกส์ในระดับใกล้เคียงกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดการทดลองพลศาสตร์ของไหลที่นักเรียนสร้างขึ้นเอง มี 5 การทดลอง ดังรูปที่ 1
2. แบบบันทึกผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบผลการทดลองกับผลตามทฤษฎีที่ได้กำหนดไว้
3. แบบประเมินคุณภาพของชุดการทดลองของผู้เชี่ยวชาญ ครูผู้สอน และนักเรียน



รูปที่ 1 ชุดการทดลองพลศาสตร์ของไหลที่นักเรียนสร้างขึ้นเอง

ขั้นตอนการดำเนินการและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) การออกแบบและสร้างชุดการทดลอง ผู้วิจัยได้ศึกษากิจกรรมและชุดการทดลองเรื่องพลศาสตร์ของไหลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทำการเลือกและดัดแปลงให้เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยเลือกชุดการทดลองที่สามารถอธิบายเกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและหลักการแบร์นูลลี เน้นวัสดุที่หาง่าย ราคาถูกและนักเรียนสามารถสร้างขึ้นมาเองได้ ทั้งหมด 5 ชุดการทดลอง
2) ตรวจสอบความตรง (validity) และความเชื่อมั่น (reliability) จากการทดลองซ้ำ 10 ครั้งในแต่ละการทดลอง ความตรง วัดจากผลการทดลองว่าสอดคล้องกับทฤษฎีทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องหรือไม่ ความเชื่อมั่น วัดจากผลการทดลองที่ได้แต่ละครั้งว่าให้ผลสอดคล้องกันในทุกครั้งที่ทำซ้ำ รวมทั้งสามารถคาดการณ์ผลลัพธ์ได้อย่างแม่นยำตามทฤษฎี (Wuttiprom *et al*., 2009)
3) ทำการประเมินคุณภาพของชุดการทดลองพลศาสตร์ของไหลที่นักเรียนได้ออกแบบและสร้างขึ้นคือการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านฟิสิกส์ ครูผู้สอนในระดับมัธยมศึกษาที่มีประสบการณ์ และนักเรียนผู้ใช้ชุดการทดลอง โดยเก็บข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ใน 4 ด้าน ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ การใช้งาน การบำรุงรักษา และความเหมาะสมในการใช้เพื่อการเรียนการสอน โดยใช้มาตราส่วน 5 ระดับ คะแนนเต็ม 4 ในแต่ละองค์ประกอบ
4) นำชุดการทดลองไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องพลศาสตร์ของไหล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 31 คน ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E Inquiry based-learning) เริ่มจาก *การสร้างความสนใจ (Engage)* แนะนำหลักการพื้นฐานของพลศาสตร์ของไหล และให้นักเรียนดูสื่อการสอนเกี่ยวกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน และตั้งประเด็นคำถามที่สอดคล้องกับหัวข้อพลศาสตร์ของไหล *การสำรวจ (Explore)* ให้นักเรียนทดลองโดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกที่นักเรียนสามารถสร้างเองได้ *การอธิบาย (Explain)* นักเรียนวิเคราะห์ผลการทดลองและอภิปรายในกลุ่ม เพื่อเชื่อมโยงการสังเกตกับความรู้เชิงทฤษฎี *การขยายความรู้ (Elaborate)* นักเรียนทำการทดลองขั้นสูงและอภิปรายเพิ่มเติมเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจโดยเน้นที่เหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน การประเมินผล (Evaluate) นักเรียนประเมินตนเอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) ตรวจสอบความตรงและความเชื่อมั่นของชุดการทดลอง อธิบายผลที่เกิดขึ้นในแต่ละการทดลอง และหาค่าความถี่ของผลการทดลอง
2) การประเมินคุณภาพของชุดการทดลองพลศาสตร์ของไหลที่นักเรียนได้ออกแบบและสร้างขึ้น คือการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านฟิสิกส์ ครูผู้สอนในระดับมัธยมศึกษาที่มีประสบการณ์ และนักเรียนผู้ใช้ชุดการทดลอง โดยหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละด้าน

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัยแบ่งเป็น 2 ข้อตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1) การตรวจสอบความตรงและความเชื่อมั่นของชุดการทดลอง เพื่อประเมินคุณภาพของชุดการทดลองพลศาสตร์ของไหลซึ่งออกแบบและสร้างโดยนักเรียน การศึกษานี้ได้พิจารณาทั้งความตรงของผลลัพธ์ที่ได้เทียบกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (validity) และความเชื่อมั่นของผลการทดลอง (reliability) โดยทำการทดลองซ้ำจำนวน 10 ครั้งในแต่ละการทดลอง ข้อมูลการสังเกตที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งถูกเก็บรวบรวมและนำมาวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดลองที่ 1 – 5 (ซ้ำจำนวน 10 ครั้ง)

การทดลอง		ผลการสังเกต
1	วางกระป๋องสองใบไว้ใกล้กันและเป่าลมตรงกลางระหว่างกระป๋อง	• เมื่อเป่าลมเบาๆ กระป๋องเคลื่อนที่เข้าหากันช้าๆ • เมื่อเป่าลมแรง กระป๋องชนกันอย่างรวดเร็ว
2	ตั้งกระดาษพับคล้ายหลังคาและเป่าลมเข้าไประหว่างกระดาษ	• เมื่อเป่าลมเบาๆ ต่อเนื่อง 10 วินาที กระดาษหุบเข้าหากัน • เมื่อเป่าลมแรงต่อเนื่อง 10 วินาที กระดาษหุบและยกตัวขึ้น
3	จับแถบกระดาษยาวไว้ใต้ริมฝีปาก	• เมื่อเป่าลมเบาๆ ต่อเนื่อง 10 วินาที แถบกระดาษค่อยๆ ยกขึ้น • เมื่อเป่าลมแรงต่อเนื่อง 10 วินาที แถบกระดาษยกขึ้นอย่างรวดเร็ว
4	สังเกตระดับความสูงของลูกปิงปองที่อยู่เหนือท่อขนาดต่างกัน (ท่อเวนจูรี)	• เมื่อเป่าลมเข้าท่อขนาดใหญ่ ลูกปิงปองที่อยู่เหนือท่อขนาดใหญ่ยกสูงขึ้น • เมื่อเป่าลมเข้าท่อขนาดใหญ่ ลูกปิงปองที่อยู่เหนือท่อขนาดใหญ่ยกสูงขึ้น • การเป่าลมเข้าท่อขนาดเล็ก ลูกปิงปองที่อยู่เหนือท่ออันใหญ่ยกสูงขึ้น
5	สังเกตระดับของของเหลวในสายยางที่ต่อเข้ากับท่อเวนทูรี	• เมื่อเป่าลมเข้าท่อขนาดใหญ่ ระดับของเหลวในสายยางที่อยู่ด้านท่อเล็กจะอยู่สูงกว่าด้านท่อใหญ่ • เมื่อเป่าลมเข้าท่อขนาดเล็ก ระดับของเหลวในสายยางที่อยู่ด้านท่อเล็กจะอยู่สูงกว่าด้านท่อใหญ่

ผลการทดลองที่ 1 - 3 สอดคล้องกับหลักการของเบอร์นูลลี ซึ่งระบุว่า “ในบริเวณที่อัตราเร็วของของไหลสูง ความดันจะลดลง”

ผลการทดลองที่ 4 คือ ลูกปิงปองตรงที่อยู่เหนือท่อขนาดใหญ่ถูกยกสูงกว่าท่อขนาดเล็ก ไม่ว่าจะเป่าเข้าที่ปลายท่อด้านท่อขนาดใหญ่หรือเล็กซึ่งสอดคล้องกับสมการความต่อเนื่อง และ หลักการของเบอร์นูลลี ที่กล่าวว่า “เมื่อพื้นที่หน้าตัดลดลง อัตราเร็วของของไหลเพิ่มขึ้นและส่งผลให้ความดันลดลงในบริเวณนั้น”

ผลการทดลองที่ 5 คือ ระดับของเหลวในสายยางด้านท่อเล็กจะอยู่ขึ้นสูงกว่าด้านท่อใหญ่ไม่ว่าจะเป่าลมเข้าที่ปลายท่อที่ต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมการความต่อเนื่อง และ หลักการของเบอร์นูลลี ที่กล่าวว่า “เมื่อพื้นที่หน้าตัดของท่อลดลง อัตราเร็วของของไหลจะเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความดันในท่อบริเวณนั้นลดลง”ทำให้ระดับของเหลวภายในสายยางต่างกัน โดยด้านที่มีความดันอากาศมากจะกดของเหลวให้ลดลง ตรงข้ามกันด้านที่มีความดันอากาศน้อยกว่าของเหลวจะถูกดันให้สูงขึ้น

จากผลการสังเกตการทดลองที่ 1 – 5 แสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หลักการของเบอร์นูลลี และสมการความต่อเนื่อง ซึ่งยืนยันถึงประสิทธิภาพของชุดการทดลองที่นักเรียนออกแบบและสร้างขึ้น โดยผลการทดลองแต่ละครั้งมีความสามารถในการคาดการณ์ผลลัพธ์ได้อย่างแม่นยำ ดังนี้

- **การทดลองที่ 1** การเคลื่อนที่ของกระป๋องเข้าหากันเมื่อเป่าลมตรงกลางเป็นไปตามหลักการของเบอร์นูลลี ซึ่งระบุว่าเมื่ออัตราเร็วของของไหลเพิ่มขึ้น ความดันจะลดลงในบริเวณนั้น การทดลองนี้แสดงให้เห็นถึงปรากฏการณ์ที่ความดันต่ำลงระหว่างกระป๋อง ส่งผลให้กระป๋องเคลื่อนเข้าหากัน

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

- **การทดลองที่ 2** การยุบและยกตัวของกระดาษเมื่อมีการเป่าลมระหว่างกระดาษแสดงผลที่สอดคล้องกับหลักการของเบอร์นูลลี ซึ่งแสดงให้เห็นถึง การเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมของของไหลภายใต้การเป่าลมที่มีอัตราเร็วต่างกัน
- **การทดลองที่ 3** การยกตัวของแถบกระดาษเมื่อเป่าลม แสดงผลที่คล้ายกับการยกตัวของปีกเครื่องบิน โดยเมื่ออัตราการไหลของอากาศเหนือแถบกระดาษสูงขึ้น ความดันลดลง ส่งผลให้เกิดการยกตัวของแถบกระดาษ ซึ่งเป็นการสนับสนุนหลักการของเบอร์นูลลีเช่นกัน
- **การทดลองที่ 4** การยกตัวของลูกปิงปอง ที่อยู่บนท่อขนาดต่างกัน สอดคล้องกับทั้งสมการความต่อเนื่อง และหลักการของเบอร์นูลลี โดยท่อที่มีขนาดใหญ่ อัตราเร็วของลมจะลดลง ทำให้ความดันสูงขึ้น ส่งผลต่อการยกตัวของลูกปิงปองสูงขึ้น ซึ่งเป็นการสาธิตหลักการพลศาสตร์ของไหลได้อย่างชัดเจน
- **การทดลองที่ 5** ระดับของของเหลวในสายยางแสดงความแตกต่างของความดัน เมื่อเป่าลมผ่านท่อขนาดต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมการความต่อเนื่องและหลักการของเบอร์นูลลี โดยท่อที่มีขนาดใหญ่ อัตราเร็วของลมลดลง ทำให้มีความดันสูง จึงกดของเหลวในสายยางได้มาก

ผลการทดลองทั้งหมดมีความสอดคล้องกันเมื่อทำซ้ำ 10 ครั้ง ซึ่งเป็นการยืนยันความน่าเชื่อถือของชุดการทดลอง ผลลัพธ์เหล่านี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้าเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการใช้ชุดอุปกรณ์การทดลองราคาประหยัดในการสอนแนวคิดทางฟิสิกส์ เช่น งานวิจัยของ Fox, McDonald and Pritchard (2011) ในหนังสือ *Introduction to Fluid Mechanics* ซึ่งยืนยันถึงการใช้อุปกรณ์ที่เรียบง่ายเพื่อสาธิตหลักการพื้นฐานของพลศาสตร์ของไหลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ชุดการทดลองพลศาสตร์ของไหล ที่ออกแบบโดยนักเรียน มีความตรงและความเชื่อมั่น สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องพลศาสตร์ของไหล การศึกษานี้สอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษาปัจจุบันที่มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรราคาประหยัดที่มีประสิทธิภาพเพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และความเข้าใจ

2) การประเมินคุณภาพของชุดการทดลอง ที่นักเรียนได้ออกแบบและสร้างขึ้นคือการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านฟิสิกส์ ครูผู้สอนในระดับมัธยมศึกษาที่มีประสบการณ์ และนักเรียนผู้ใช้ชุดการทดลอง โดยเก็บข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ใน 4 ด้าน ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ การใช้งาน การบำรุงรักษา และความเหมาะสมในการใช้เพื่อการเรียนการสอน โดยใช้มาตราส่วน 5 ระดับ คะแนนเต็ม 4 ในแต่ละองค์ประกอบ

2.1) ลักษณะทางกายภาพ ผลการประเมินด้านลักษณะทางกายภาพเฉลี่ยอยู่ในระดับ "ดีมาก" ทุกองค์ประกอบ ผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงด้านความทนทาน ครูมีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงด้านขนาดให้เล็กลงเพื่อความสะดวกต่อการจัดเก็บและการใช้งานในพื้นที่จำกัด ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินด้านลักษณะทางกายภาพ

ผู้ประเมิน	ลักษณะทางกายภาพ (ค่าเฉลี่ย ± SD)				
	ทนทาน	ขนาดกะทัดรัด	เคลื่อนย้ายสะดวก	ติดตั้งง่าย	ค่าเฉลี่ยทั้ง 4 ด้าน
ผู้เชี่ยวชาญ	3.33 ± 0.58	3.00 ± 0.00	3.67 ± 0.58	4.00 ± 0.00	3.54 ± 0.43
ครูผู้สอน	3.67 ± 0.52	3.43 ± 0.52	3.50 ± 0.55	3.83 ± 0.41	3.58 ± 0.22
นักเรียน	3.71 ± 0.52	3.69 ± 0.54	3.58 ± 0.54	3.80 ± 0.40	3.67 ± 0.10

2.2) การใช้งาน ผลการประเมินด้านการใช้งานเฉลี่ยอยู่ในระดับ “ดีมาก” ทุกองค์ประกอบ สะท้อนถึงความง่ายในการใช้งานและการทดลองที่ให้ผลลัพธ์สอดคล้องกับทฤษฎีพลศาสตร์ของไหล ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินด้านการใช้งาน

ผู้ประเมิน	การใช้งาน (ค่าเฉลี่ย ± SD)				
	การเตรียมอุปกรณ์	สอดคล้องตามทฤษฎี	ความปลอดภัย	ความคล่องตัว	ค่าเฉลี่ยทั้ง 4 ด้าน
ผู้เชี่ยวชาญ	4.00 ± 0.00	4.00 ± 0.00	4.00 ± 0.00	3.67 ± 0.58	3.92 ± 0.17
ครูผู้สอน	3.80 ± 0.45	4.00 ± 0.00	4.00 ± 0.00	4.00 ± 0.00	3.95 ± 0.10
นักเรียน	3.71 ± 1.00	3.59 ± 0.54	3.80 ± 0.40	3.58 ± 0.54	3.67 ± 0.11

2.3) การบำรุงรักษาและการซ่อมแซม ผลการประเมินด้านการบำรุงรักษาและการซ่อมแซม เฉลี่ยอยู่ในระดับ “ดีมาก” ทุกองค์ประกอบ แสดงให้เห็นว่า ชุดการทดลองที่สร้างขึ้นจะมีสามารถสร้างและจัดหาได้ง่ายราคาถูก ครูผู้สอนและนักเรียนสามารถสร้างขึ้นมาเองได้ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินด้านการบำรุงและการซ่อมแซม

ผู้ประเมิน	การบำรุงรักษาและการซ่อมแซม (ค่าเฉลี่ย ± SD)					
	ความสะดวกในการจัดสร้าง	ความง่ายในการบำรุงรักษา	ความสะดวกในการจัดเก็บ	การจัดหาและซ่อมแซมง่าย	ราคาถูก	ค่าเฉลี่ยทั้ง 4 ด้าน
ผู้เชี่ยวชาญ	3.67 ± 0.58	4.00 ± 0.00	3.67 ± 0.58	4.00 ± 0.00	4.00 ± 0.00	3.87 ± 0.18
ครูผู้สอน	3.60 ± 0.89	4.00 ± 0.00	3.60 ± 0.55	4.00 ± 0.00	4.00 ± 0.00	3.84 ± 0.22
นักเรียน	3.71 ± 0.55	3.67 ± 0.52	3.58 ± 0.58	3.56 ± 0.59	3.70 ± 0.55	3.64 ± 0.07

2.4) ความเหมาะสมในการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน ผลประเมินด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน เป็นการประเมินถึงความสามารถในการสื่อสารความเข้าใจเชิงแนวคิด การส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริง และการสนับสนุนการเรียนรู้ทั้งแบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม คะแนนจากเฉลี่ยในทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับ "ดีมาก" แสดงให้เห็นว่าชุดการทดลองมีประสิทธิภาพในการเรียนรู้เชิงปฏิบัติและช่วยให้นักเรียนเห็นภาพชัดเจนของหลักการพลศาสตร์ของไหล ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน

ผู้ประเมิน	ความเหมาะสมในการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน (ค่าเฉลี่ย ± SD)					
	ความเข้าใจเนื้อหา	การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ	ใช้ได้รายบุคคลหรือกลุ่ม	ใช้เวลาทดลองน้อย	เสริมทักษะวิทยาศาสตร์	คะแนนเฉลี่ย
ผู้เชี่ยวชาญ	4.00 ± 0.00	4.00 ± 0.00	4.00 ± 0.00	4.00 ± 0.00	4.00 ± 0.00	4.00 ± 0.00
ครูผู้สอน	3.80 ± 0.45	3.80 ± 0.45	4.00 ± 0.00	4.00 ± 0.00	4.00 ± 0.00	3.93 ± 0.10
นักเรียน	3.62 ± 0.58	3.73 ± 0.50	3.69 ± 0.56	3.56 ± 0.63	3.84 ± 0.37	3.70 ± 0.09

จากผลการประเมินชุดการทดลองใน 4 ด้านข้างต้น โดย ผู้เชี่ยวชาญ ครูผู้สอน และนักเรียน แสดงให้เห็นถึง **ความเชื่อมั่น** ที่สูง โดยมีคะแนนการประเมินที่สม่ำเสมอในแต่ละด้าน และ **ความตรงตามทฤษฎี** ที่ชัดเจน เนื่องจากผลการทดลองสอดคล้องกับหลักการพลศาสตร์ของไหลตามทฤษฎี ซึ่งช่วยยืนยันคุณภาพของชุดการทดลองในการสื่อสารแนวคิดที่ซับซ้อนให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

ผลการประเมินนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Sharma (1982) ที่เน้นถึงความสำคัญของอุปกรณ์การเรียนรู้ต้นทุนต่ำในการทดแทนเครื่องมือที่มีราคาแพงในห้องเรียน นอกจากนี้ งานวิจัยของ Chatmontree (2014) ยังยืนยันว่าชุดการทดลองต้นทุนต่ำสามารถช่วยเพิ่มความพึงพอใจและประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักเรียนผ่านการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติจริง อีกทั้งการศึกษาอื่นๆ พบว่าชุดทดลองราคาประหยัดที่ออกแบบมาอย่างสร้างสรรค์ช่วยเพิ่มการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งในหลากหลายสาขาวิชา โดยเฉพาะในสถานศึกษาที่มีงบประมาณจำกัด เช่น การใช้ชุดทดลองราคาประหยัดสำหรับการเรียนการสอนเกี่ยวกับแสง (Ningtyas, Yunianta and Wahyudi, 2014) ชุดเรียนการมองเห็นด้วยวัสดุพื้นฐาน (Donnelly, Magnani and Robinson, 2016) และชุดอุปกรณ์สื่อสารแสงสำหรับการศึกษาเทคโนโลยีสมัยใหม่ (Fuada and Adiono, 2018) สรุปได้ว่า ชุดการทดลองพลศาสตร์ของไหลที่ออกแบบโดยนักเรียนได้รับการประเมินในระดับ "ดีมาก" ในด้านคุณภาพ การใช้งาน และความเหมาะสมในการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน อย่างไรก็ตาม ควรปรับปรุงในด้านความทนทานและความสะดวกในการจัดเก็บเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและยาวนาน สอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษาสมัยใหม่ที่เน้นการใช้อุปกรณ์ที่เข้าถึงง่าย มีประสิทธิภาพ และส่งเสริมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ

สรุปผลการวิจัย

ชุดการทดลองราคาถูก เรื่องพลศาสตร์ของไหล ทั้ง 5 ชุดการทดลอง มีความตรง (ให้ผลการทดลองตรงกับทฤษฎีของสมการความต่อเนื่อง และ หลักการของเบอร์นูลลี) และความเชื่อมั่น (ผลการทดลองซ้ำ 10 ครั้ง มีความสม่ำเสมอและแม่นยำใน

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ทุกครั้งที่ทำซ้ำ) การประเมินคุณภาพของชุดการประเมินคุณภาพของชุดการทดลองพลศาสตร์ของไหลที่นักเรียนได้ออกแบบและสร้างขึ้นจากการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านฟิสิกส์ ครูผู้สอนในระดับมัธยมศึกษาที่มีประสบการณ์ และนักเรียนผู้ใช้ชุดการทดลอง พบว่า ผลการประเมินภาพรวมใน 4 ด้าน จากแบบประเมินชุดการทดลองพบว่าผลการประเมินโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก งานวิจัยนี้มีความโดดเด่นที่การพัฒนาชุดการทดลองที่ ราคาถูก ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างได้เอง โดยชุดการทดลองดังกล่าวได้รับการประเมินและยืนยันว่าเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพ ทั้งในด้านความตรงตามทฤษฎีและความเชื่อมั่นของผลการทดลอง ผู้วิจัยหวังว่าเมื่อนำชุดการทดลองนี้ไปจัดการเรียนรู้จะสามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางฟิสิกส์ที่ซับซ้อนอย่างเรื่องพลศาสตร์ของไหลได้ดียิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ชุดการทดลองควรมีขนาดที่กะทัดรัด เพื่อความสะดวกในการใช้งาน และมีความแข็งแรงคงทน เคลื่อนย้ายสะดวกและควรมีที่เก็บรักษาเป็นกล่องในการชุดการทดลอง

จริยธรรมการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี หมายเลขใบรับรอง UBU - REC -116/2567

References

Bakri, F., Permana, H., Wulandari, S. and Muliyati, D. (2020). Student worksheet with ar videos: Physics learning media in laboratory for senior high school students. **Journal of Technology and Science Education**, 10(2), 231-240.

Chatmontree, M. (2014). Development of low cost experiments about fluid mechanics to enhance learning achievement (in Thai). **Master's Thesis**. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University.

Donnelly, J., Magnani, N. and Robinson, K. (2016). Dumpster Optics: teaching and learning optics without a kit. **Optics Education and Outreach IV**, 9946(1), 157-163.

Fox, R. W., McDonald, A. T. and Pritchard, P. J. (2011). **Introduction to fluid mechanics (7th ed.)**. USA: Wiley.

Fuada, S. and Adiono, T. (2018). Visible light communication kits for education. **Journal of Education and Training**, 5(2), 39-49.

Jansoon, N. and Rakbamrung, N. (2018). TPACK in chemistry classroom using PhET interactive simulations (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 1(1), 109 - 121.

Manat, V. (2017). The role of hands-on experiments in teaching complex scientific concepts. International **Journal of Science Education**, 39(5), 1–13.

Ningtyas, R., Yunianta, T. and Wahyudi, W. (2014). Pengembangan handout pembelajaran tematik untuk siswa sekolah dasar kelas III. Scholaria. **Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan**, 4(3), 42–53.

Phimwan, I.and Wuttiprom, S. (2022). A simple model from rubber to investigate Snell's law (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 5(1), 97-106.http://doi.org/10.14456/jsse.2022.9

Prayoon-Anutep, P., Arayathanitkul, K. and Klunboot, S. (2023). Understanding of scientific concepts about static fluids and dynamics fluid of students in grade 12 (in Thai). **Journal of Education Khon Kaen University**, 46(4), 46-64.

Roth, W. M. and Roychoudhury, A. (1993). The development of scientific reasoning in high school chemistry students. **Journal of Research in Science Teaching**, 30(3), 243–268.

Sharma, V. (1982). Practical experiments in science education. **Educational Research and Studies**, 11(3), 51–65.

Wuttiprom, S., Sharma, M. D., Johnston, I. D., Chitaree, R. and Soankwan, C. (2009). Development and use of a conceptual survey in introductory quantum physics. **International Journal of Science Education**, 31(5), 631-654.

JSSE
JOURNAL OF SCIENCE & SCIENCE EDUCATION
Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
Vol. 8 No. 1 (Jan. – Jun. 2025): 32 - 41
http://doi.org/10.14456/jsse.2025.04

Research/Academic Article in Science Education

The effects of physics learning using flipped classroom and chatbot applications approach on physics 5 learning achievement and satisfactions for grade 12 students

Siraphat Sawatdikul[1,*] and Umporn Wutchana[2]

[1]*Innovative curriculum and Learning management Program, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University*

[2]*Faculty of Education, Ramkhamhaeng University*

**Email: Siraphat.aess@gmail.com*

Received <23 December 2025>; Revised <27 January 2025>; Accepted <31 January 2025>

Abstract

This research aims to 1) compare the pre-test and post-test physics learning achievement of students using flipped classroom and chatbot applications, 2) compare the post-test achievement of these students to those using traditional instruction, and 3) assess student satisfaction with learning physics using these innovative methods. The samples of this research were two classes of 12th-grade students in the first semester, academic year 2024, divided into two groups: a control group of 40 students and an experimental group of 40 students using cluster random sampling. The data were analyzed using dependent-sample t-test, independent t-test and one sample t-test. The results showed that (1) the post-test of learning achievement is higher than the pre-test at the .05 statistical level, (2) the post-test of the physics learning achievement using chatbot applications with the flipped classroom is higher than the normal earning at the .05 statistical level, and (3) the overall satisfaction of learning physics using chatbot applications with flipped classrooms was at the highest level and higher than 4.51 at the .05 statistical level.

Keywords: Chatbot application; Flipped classroom; Student satisfaction

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทความวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped classroom) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สิรภัทร สวัสดิกุล[1,*] และ อัมพร วัจนะ[2]

[1]สาขานวัตกรรมหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

[2]คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

**Email: Siraphat.aess@gmail.com*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้านและหลังการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสังกัดเขตพื้นที่มัธยมศึกษานครศรีธรรมราช จำนวน 2 ห้องเรียน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง 40 คนและกลุ่มควบคุม 40 คน ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Independent และ One sample ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากการได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้านสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้านสูงกว่าหลังได้รับการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้านในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มากกว่าค่าคงที่ 4.51 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: แอปพลิเคชันแชทบอท; การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน; ความพึงพอใจของนักเรียน

ลิขสิทธิ์โดย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

การสอบเข้ามหาวิทยาลัยต่าง ๆ ส่งผลต่อการมาโรงเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หากการเรียนการสอนดำเนินการไปแต่ผู้เรียนขาดเรียนก็จะส่งผลกระทบต่อผลการเรียนได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันการขาดเรียนเป็นปัญหาใหญ่ในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ และจำนวนนักเรียนที่ขาดเรียนก็มีจำนวนมากขึ้น การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ปรับเปลี่ยนและสลับช่วงการใช้เวลาในการสอนบรรยายเนื้อหา (Lecture) จากเดิมที่ทำในห้องเรียนไปเป็นการทำการบ้าน ส่วนแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมต่าง ๆ จะให้ผู้เรียนได้ร่วมกันทำในชั้นเรียนและมีผู้สอนเป็นผู้ดูแลชี้แนะแนวทาง สนับสนุนการเรียนรู้ และคอยให้คำแนะนำในส่วนที่ผู้เรียนไม่เข้าใจ ในส่วนของการสอนบรรยายจะจัดให้อยู่ในรูปแบบที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ เรียนรู้ และทำความเข้าใจได้ด้วยตัวผู้เรียนเองจากที่บ้านนอกเวลาเรียน เช่น เอกสารประกอบการเรียน คลิปประกอบการสอน แบบฝึกหัด สื่อออนไลน์ต่าง ๆ ที่ครูจัดทำขึ้น ในยุคปัจจุบัน ซึ่งถือได้ว่าเป็นยุคดิจิทัลที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทกับชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสื่อสารออนไลน์ไม่ว่าจะเป็นทาง Website หรือ Social media ต่าง ๆ ประกอบกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีไม่ว่าจะเป็น Machine Learning หรือ Artificial Intelligence (AI) ทำให้แชทบอท (Chatbot) หรือระบบช่วยตอบคำถามอัตโนมัติ เป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทในการสื่อสารของมนุษย์มากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในปัจจุบัน Chatbot ได้ถูกนำเอาไปประยุกต์ใช้ด้วยวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันอย่างแพร่หลาย รวมถึงด้านการศึกษาเพื่อสนับสนุนการโต้ตอบคำถามเกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถสอบถามได้ตลอดเวลา (Gadiyar, 2017) ทำให้ลดภาระการทำงานของครู อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ จากการที่ผู้ทำวิจัย เป็นครูผู้สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 โรงเรียนสังกัดเขตพื้นที่มัธยมศึกษานครศรีธรรมราช พบว่า นักเรียนมีปัญหาหาการขาดเรียนอยู่สม่ำเสมอ เนื่องจากการเตรียมตัวสอบเข้ามหาวิทยาลัย ทำให้การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนขาดประสิทธิภาพและไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาและทันต่อเนื้อหาที่ผู้สอนสอนในชั้นเรียนได้ จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนต่ำจากปัญหาดังกล่าวมีความสำคัญอย่างยิ่งในการใช้สื่อที่ทันสมัย สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา และง่ายต่อการเข้าถึง ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาและทันต่อเนื้อหาที่ผู้สอนสอนในห้องเรียน เมื่อผู้เรียนขาดเรียนและเกิดการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ผู้สอนจึงนำแอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ที่สามารถเกิดขึ้นด้วยตนเองตลอดเวลา มีความสะดวกในการใช้งาน และตอบสนองการเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านของนักการศึกษา มีจุดร่วมที่เหมือนกัน คือ แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 2 ส่วน (Phetchamras, 2017; Wiboonsin, 2017) ได้แก่ ส่วนการเรียนรู้นอกชั้นเรียนและส่วนการเรียนรู้ในเรียน ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกต ดังต่อไปนี้ส่วนการเรียนรู้นอกชั้นเรียนจะมีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เป็นจุดร่วมกัน ได้แก่ เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนดูวิดีโอที่ครูจัดเตรียมให้มาก่อนนอกห้องเรียน โดยใช้ความยาวของวิดีโอไม่เกิน 15 นาที ทั้งนี้เมื่อดูวิดีโอแล้วเสร็จ ให้นักเรียนทำการบันทึกความรู้ที่ได้จากการดูวิดีโอและฝึกการตั้งคำถาม การเรียนรู้ในชั้นเรียนนั้นเน้นให้นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมกลุ่มโดยหน้าที่หลักของครูจะเป็นเสมือนผู้นำทีมนักกีฬาที่คอยชี้แนะแนวทางให้นักเรียนสามารถเกิดการแก้ไขในกระบวนการกลุ่มที่นักเรียนกำลังร่วมกันแก้ไขปัญหา โดยรูปแบบของกิจกรรมในหัวข้อเรื่องเดียวกัน ควรเริ่มต้นจากกิจกรรมที่ง่ายไม่แตกต่างจากวิดีโอที่นักเรียนได้ทำการศึกษามา และนำไปสู่กิจกรรมที่เริ่มมีความแตกต่าง จนเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้กระบวนการคิด วิเคราะห์หรือสังเคราะห์เพื่อให้ได้มาซึ่งความสำเร็จของปัญหาหรือกิจกรรมที่นักเรียนได้รับมอบหมายหลังจากนั้น นักเรียนแต่ละกลุ่มจะออกมานำเสนอกิจกรรมของแต่ละกลุ่มเพื่อวิพากษ์ปัญหาร่วมกันในชั้นเรียน และร่วมกันหาข้อสรุปด้วยคำพูดของนักเรียนเองในชั้นเรียน

แชทบอท หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการสนทนาโต้ตอบกับมนุษย์ ถูกสร้างขึ้นเพื่อนำมาใช้งานตามจุดมุ่งหมายสนทนาตามบริบทที่ผู้สร้างต้องการ โดยสร้างขึ้นให้ใช้ภาษาธรรมชาติหรือภาษามนุษย์ กำหนดให้มีการคาดเดาประโยคถัดไปจากประโยคก่อนหน้าหรือบริบทของประโยคในการสนทนา เพื่อคำนวณหาประโยคตอบกลับที่เป็นไปได้ที่สุด โดยสามารถแบ่งรูปแบบการสนทนาได้ 2 รูปแบบดังนี้ 1) Intent-Based คือ รูปแบบการสนทนาที่มีความต้องการในการทำอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยวิเคราะห์จากคำภายในประโยคที่ได้รับมา จากนั้นหาว่าข้อความที่ผู้ใช้พิมพ์มาต้องการจะทำอะไรหรือสื่อถึงอะไร 2) Flow-Based คือรูปแบบการสนทนาที่ได้วางเนื้อหาให้ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงปลายทาง แชทบอทก็จะเป็นฝั่งที่เริ่มบทสนทนาแล้วพา ผู้ใช้ไปตามกระบวนการที่ออกแบบไว้ (Suwansi, 2017)

ปัจจุบันมีการนำแชทบอทไปประยุกต์ใช้กับงานหลายประเภท (Sangsiri, 2019) รวมถึงงานด้านการศึกษาเพื่อสนับสนุนการโต้ตอบคำถามเกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ ของนักการศึกษา (Buakaew and Netinun, 2020) แชทบอทสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้เป็นรายบุคคล และตอบสนองผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว ช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้กับผู้เรียน ทำให้

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างสม่ำเสมอ สามารถเพิ่มการมีส่วนร่วมของนักเรียนและผลลัพธ์การเรียนรู้ในบริบทห้องเรียนกลับด้านได้ (Baskara, 2023) สนับสนุนการเรียนรู้แบบกำกับตนเอง อีกทั้งแชทบอทเป็นนวัตกรรมที่สำคัญสำหรับอีเลิร์นนิงในยุคปัจจุบันอย่างมาก โดยกลายเป็นวิธีการเรียนการสอนที่ล้ำสมัยซึ่งสามารถเติมเต็มช่องว่างระหว่างเทคโนโลยีและการศึกษาได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้แชทบอทได้สร้างประสบการณ์การเรียนรู้เชิงโต้ตอบให้แก่ผู้เรียน เช่น การโต้ตอบ แบบตัวต่อตัวกับผู้สอน การโต้ตอบแบบตัวต่อตัวกับเพื่อนร่วมชั้น (Lemma, 2018) จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (Imoak, 2023)

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชัน แชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษานครศรีธรรมราช จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวน 100 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 40 คน และ กลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 จำนวน 40 คน รวม 80 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน จำนวน 6 แผน แผนละ 2 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 12 คาบเรียน โดยมีเนื้อหา 6 เรื่อง ดังต่อไปนี้ 1. เส้นสนามแม่เหล็ก 2. ฟลักซ์แม่เหล็ก 3. สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าผ่านเส้นลวดตัวนำ 4.แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อประจุไฟฟ้า 5. แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็กขณะมีกระแสไฟฟ้าผ่าน 6. แรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน เมื่อนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบโดยใช้แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา สื่อการสอน กิจกรรมและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้วยแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) โดยใช้มาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert) พบว่าทุกแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

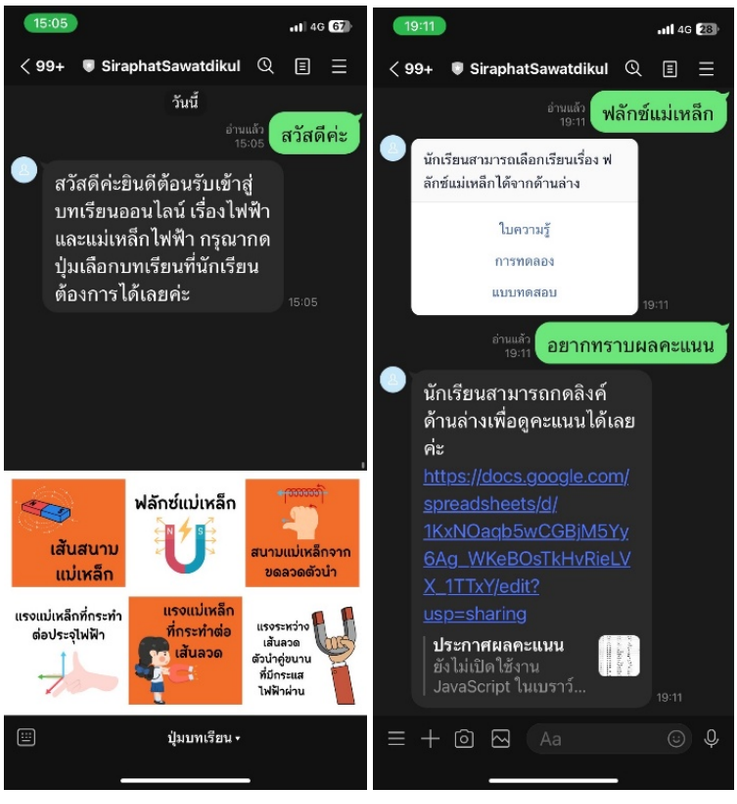
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 6 แผน แผนละ 2 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 12 คาบเรียน โดยมีเนื้อหา 6 เรื่อง ดังต่อไปนี้ 1. เส้นสนามแม่เหล็ก 2. ฟลักซ์แม่เหล็ก 3. สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าผ่านเส้นลวดตัวนำ 4. แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อประจุไฟฟ้า 5. แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็กขณะมีกระแสไฟฟ้าผ่าน 6.แรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน เมื่อนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบโดยใช้แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ และประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้วยแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) โดยใช้มาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert) พบว่าทุกแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับและแม่เหล็กไฟฟ้า สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานและตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านความรู้ ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมด้านการจำการเข้าใจ การประยุกต์ใช้และการวิเคราะห์ ตามแนวคิดของเบนจามินบลูม (Anderson and Krathwohl, 2001) จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.58 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่าของครอนบาค (α-CoffcientCronbach) มีค่าเท่ากับ 0.88

4. แบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับและแม่เหล็กไฟฟ้าโดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เลือกรายการประเมินที่

ผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าความสอดคล้องผ่านทั้งหมด จำนวน 20 ข้อ จำแนกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผล ด้านเทคนิคการสอนและนวัตกรรมการสอน และ ด้านบรรยากาศและสภาพแวดล้อม ลักษณะเป็นข้อความเชิงบวกทั้งหมด ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลองเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) โดยใช้มาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ ระดับการประเมิน 5 หมายถึง ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ระดับการประเมิน 4 หมายถึง ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ระดับการประเมิน 3 หมายถึง ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง ระดับการประเมิน 2 หมายถึง ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย ระดับการประเมิน 1 หมายถึง ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยที่สุด

5. แอปพลิเคชันแชทบอท เรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับและแม่เหล็กไฟฟ้า ใช้งานจากแอปพลิเคชันไลน์ สามารถเลือกปุ่มบทเรียนได้จากด้านล่างหน้าจอ ประกอบด้วย 6 เรื่องใหญ่ 1) เส้นสนามแม่เหล็ก 2) ฟลักซ์แม่เหล็ก 3) สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าผ่านเส้นลวดตัวนำ 4) แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อประจุไฟฟ้า 5) แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็กขณะมีกระแสไฟฟ้าผ่าน และ 6) แรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน (ภาพที่ 1) ก่อนการเลือกบทเรียนจะมีข้อความทักทายและปุ่มเลือกบทเรียนจะแสดงขึ้น เมื่อกดเลือกบทเรียนเรียบร้อยแล้ว ระบบจะแสดงเรื่องย่อยของบทเรียนอัตโนมัติขึ้นมา ประกอบด้วย 3 เรื่องย่อย คือ 1) ใบความรู้ 2) การทดลอง และ 3) แบบทดสอบ ซึ่งโดยนำแอปพลิเคชันแชทบอทไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบโดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของนวัตกรรม ลักษณะเป็นข้อความเชิงบวกทั้งหมด พบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน



ภาพที่ 1 แอปพลิเคชันแชทบอท เรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับและแม่เหล็กไฟฟ้า

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. จัดเตรียมห้องและสื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ แจ้งข้อตกลงพร้อมทั้งกฎระเบียบต่าง ๆ ในการเรียนร่วมกันในห้องเรียน

2. ชี้แจงวิธีการใช้งานแอปพลิเคชันแชทบอท ในการประกอบการเรียนการสอนในรายวิชา รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา 33201 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับและแม่เหล็กไฟฟ้า ให้กับนักเรียนในกลุ่มทดลองทราบ โดยให้นักเรียนเรียนจากแอปพลิเคชันแชทบอทก่อนที่ผู้สอนจะสอนในชั้นเรียนนอกเวลาเรียนหรือที่บ้าน โดยผู้เรียนสามารถเลือกเรื่องที่ต้องการจะเรียนซึ่งมีทั้งหมด 6 บทเรียน และเมื่อเรียนเสร็จแล้วสามารถทำใบความรู้ ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง และทำแบบทดสอบของทั้ง 6 บทเรียน ผ่านแอปพลิเคชันแชทบอท

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

3. วัดผลก่อนการทดลองกับผู้เรียนทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับและแม่เหล็กไฟฟ้า

4. ดำเนินการทดลองตามแผนการทดลองที่กำหนดไว้ โดยใช้ระยะเวลาในการสอนตามตารางสอนที่ทางโรงเรียนกำหนดในห้องเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้เวลาคาบเรียนละ 50 นาที สัปดาห์ละ 4 คาบเรียน รวม 3 สัปดาห์ โดยการแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 เรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ 1 เส้นสนามแม่เหล็ก
เรื่องที่ 2 ฟลักซ์แม่เหล็ก
เรื่องที่ 3 สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าผ่านเส้นลวดตัวนำ
เรื่องที่ 4 แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อประจุไฟฟ้า
เรื่องที่ 5 แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็กขณะมีกระแสไฟฟ้าผ่าน
เรื่องที่ 6 แรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน

โดยแต่ละเรื่องจะประกอบด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน 2 กระบวนการ ได้แก่ 1) กระบวนการเรียนรู้นอกห้องเรียน ผู้สอนจะให้ผู้เรียนเรียนเนื้อหาความรู้ในรูปแบบแอปพลิเคชันแชทบอทที่ครูสร้างขึ้นมีทั้งหมด 6 บทเรียน แต่ละบทเรียนย่อยประกอบด้วย 1. ใบความรู้ 2. การทดลอง 3. แบบทดสอบ 2) กระบวนการเรียนรู้ในห้องเรียน จะเป็นการค้นหาคำตอบในข้อสงสัยของนักเรียนโดยการทำกิจกรรมกลุ่มที่เน้นการลงมือปฏิบัติโดยมีครูเป็นโค้ช และหลังจากนั้นจะเป็นขั้นตอนที่นักเรียนตอบคำถามและสรุปองค์ความรู้เพิ่มเติมผ่านการอภิปราย เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องและชัดเจน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะออกมานำเสนอกิจกรรมของแต่ละกลุ่มเพื่อวิพากษ์ปัญหาร่วมกันในชั้นเรียน และร่วมกันหาข้อสรุปด้วยคำพูดของนักเรียนเองในชั้นเรียน

5. หลังจากเรียนครบจำนวน 3 สัปดาห์แล้ว นำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับและแม่เหล็กไฟฟ้าโดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านให้ผู้เรียนกลุ่มทดลองตอบ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยใช้เกณฑ์แปลความหมายค่าเฉลี่ยของกลุ่ม ดังนี้ (Srisa-ard, 2002)

ระดับคะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด
ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก
ระดับคะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง
ระดับคะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย
ระดับคะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจที่สุด

6. ดำเนินการวัดผลหลังการทดลองกับผู้เรียนทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับและแม่เหล็กไฟฟ้า

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับและแม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนในกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัย โดยใช้สถิติ Dependent t-test

2. วิเคราะห์ผลเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับและแม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัย โดยใช้สถิติ Independent t-test

3. วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับและแม่เหล็กไฟฟ้า โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้านของนักเรียนในกลุ่มทดลอง แล้วแปรผลตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยใช้สถิติ One sample t-test

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้าน ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าคะแนนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.25 คะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.03 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t=15.48 , sig=<.001)

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน

การทดสอบ	จำนวน	$\overline{X}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	40	7.25	2.33	15.48*	<.001*
หลังเรียน	40	18.03	1.59		

*p ≤ 0.05

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้านและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งพบว่าคะแนนของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.03 และคะแนนของกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.73 คะแนน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าคะแนนก่อนเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t=8.16 , df =78 , sig=<.001)

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียน	จำนวน	$\overline{X}$	S.D.	ค่า t	df	Sig.
กลุ่มทดลอง	40	18.03	1.59	8.16	78	<.001*
กลุ่มควบคุม	40	14.73	2.00			

*p ≤ 0.05

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งพบว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดย มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.75 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.20 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยภาพรวมกับค่าคงที่ 4.51 ขึ้นไป พบว่า ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจในภาพรวมมากกว่าค่าคงที่ 4.51 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า โดยภาพรวมผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ตารางที่ 3 การศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน

รายด้าน	$\overline{X}$	*S.D.*	ค่า t	sig	แปลความหมาย
1. ด้านการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผล	4.74	0.27	5.80	<.001*	มากที่สุด
2. ด้านเทคนิคการสอนและนวัตกรรมการสอน	4.77	0.28	5.80	<.001*	มากที่สุด
3. ด้านบรรยากาศและสภาพแวดล้อม	4.70	0.37	3.27	<.001*	มากที่สุด
ภาพรวม	**4.75**	**0.20**	**7.65**	**<.001***	**มากที่สุด**

*p ≤ 0.05

เมื่อจำแนกรายด้าน พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน ในด้านเทคนิคการสอนและนวัตกรรมการสอน อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.77 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S.D.*) เท่ากับ 0.28 รองลงมา คือ ด้านการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผล อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.74 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S.D.*) เท่ากับ 0.27 ในด้านบรรยากาศและ

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

สภาพแวดล้อมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) น้อยที่สุดเท่ากับ 4.70 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S.D.*) เท่ากับ 0.37 ตามลำดับ

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน สูงกว่าหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.75 มากกว่าค่าคงที่ 4.51 ตามระดับที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การอภิปรายผล

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า การใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านนั้นเป็นกิจกรรมการเรียนรู้นอกห้องเรียนแต่เรียนในรูปแบบวิดีโอหรือสื่อการเรียนอื่น ๆ ผ่านช่องทางเทคโนโลยีที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ โดยที่นักเรียนสามารถกลับมาเรียนซ้ำและกลับมาทบทวนใหม่ได้ และเป็นการเตรียมตัวหรือการเรียนเนื้อหามาก่อนเข้าชั้นเรียน เมื่อเข้าชั้นเรียนเป็นการนำข้อสงสัยที่นักเรียนตั้งเป็นคำถามมาเตรียมความพร้อมเพื่อร่วมกันอภิปรายหาคำตอบในชั้นเรียน โดยนักเรียนสามารถทบทวนเนื้อหาเดิมเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาใหม่ที่ครูจะสอนได้ การเรียนรู้ในชั้นเรียนนั้นเน้นให้นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมกลุ่มโดย หน้าที่หลักของครูจะเป็นเสมือนผู้ที่คอยชี้แนะแนวทางให้นักเรียนเกิดการแก้ไขในกระบวนการกลุ่มที่นักเรียนกำลังร่วมกันแก้ไขปัญหา โดยรูปแบบของกิจกรรมในหัวข้อเรื่องเดียวกัน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับ Imoak (2023) และ Saipanya (2022) ที่พบว่า แชทบอทเป็นเครื่องมือที่เพิ่มแรงกระตุ้นในการเรียนให้กับผู้เรียนและอีกทั้งยังสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน และหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สูงกว่าหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า แอปพลิเคชันแชทบอทที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่ง ประกอบด้วย 6 บทเรียนใหญ่ คือ เส้นสนามแม่เหล็ก ฟลักซ์แม่เหล็ก สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าผ่านเส้นลวดตัวนำ แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อประจุไฟฟ้า แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็กขณะมีกระแสไฟฟ้าผ่าน แรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน ซึ่งแต่ละบทเรียนมีหัวข้อย่อย 3 หัวข้อได้แก่ ใบความรู้ คลิปวิดีโอการทดลอง และแบบทดสอบ โดยออกแบบแอปพลิเคชันแชทบอทให้มีความน่าสนใจ ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจและกระตุ้นให้สนใจอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งเป็นการกระตุ้นผู้เรียนด้วยคำถามหรือปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนมีความอยากรู้ อยากหาคำตอบ โดยที่ผู้เรียนสามารถค้นหาคำตอบด้วยตัวเองผ่านการสนทนากับแชทบอท จากนั้นเมื่อผู้เรียนเรียนเนื้อหาจากนอกชั้นเรียนมาแล้ว ในชั้นเรียนผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้วจากนอกชั้นเรียน เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจที่นำไปใช้ในการทดสอบได้เป็นอย่างดีและทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งต่างจากการจัดการเรียนรู้แบบปกติคือผู้เรียนจะเรียนเนื้อหาในชั้นเรียนไปพร้อม ๆ กัน ทำให้ผู้เรียนมีความเบื่อหน่ายหรือไม่เข้าใจเนื้อหาในชั้นเรียนจึงทำให้ขาดความเข้าใจในด้านเนื้อหา จากการเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าคะแนนของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.03 และคะแนนของกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.73 คะแนน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าคะแนนก่อนเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของสอดคล้องกับ Imoak (2023) และ Promla and Krootjohn (2020) ที่ได้นำแชทบอทมาช่วยในการจัดการเรียนการสอน พบว่า แชทบอทสามารถตอบโต้ผู้เรียนได้เป็นอย่างดีและสามารถค้นหาคำตอบด้วยตัวเองผ่านการสนทนา

กับแชทบอท และสอดคล้องกับ Baskara (2023) และ Fryer, Nakao and Thompson (2019) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้

3. การศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนชะอวดวิทยาคาร ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.75 มากกว่าค่าคงที่ 4.51 ตามระดับที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยด้านการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผล โดยรวมเท่ากับ 4.74 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านเทคนิคการสอนและนวัตกรรมการสอน โดยรวมเท่ากับ 4.77 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด และด้านบรรยากาศและสภาพแวดล้อม โดยรวมเท่ากับ 4.70 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด แสดงให้ว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน เนื่องจากการใช้แอปพลิเคชันแชทบอทในการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจอีกทั้งจะกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน สอดคล้องกับ Baskara (2023) ที่ศึกษาผลความพึงพอใจของผู้เรียนหลังจากที่นักเรียนได้เรียนโดยใช้แชทบอทในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน และสอดคล้องกับ Saipanya (2022) ที่พบว่าการใช้แชทบอทในการจัดการเรียนรู้ทำให้ความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน ผู้เรียนอาจจะต้องมีความพร้อมในด้านอินเตอร์เน็ต หากผู้เรียนคนใดไม่มีความพร้อม ผู้สอนอาจจะต้องทบทวนเนื้อหาก่อนการทำกิจกรรมในชั้นเรียน

2. ก่อนการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนผู้สอนจะต้องเตรียมอุปกรณ์การทดลองให้เพียงพอกับกลุ่มของผู้เรียน หรืออาจจะต้องเตรียมอุปกรณ์การทดลองเผื่อไว้ เพราะผู้เรียนอาจจะทำอุปกรณ์เสียหายระหว่างการลงมือปฏิบัติกิจกรรมได้

3. ก่อนการเริ่มเนื้อหาในชั้นเรียน ผู้สอนควรตรวจสอบความรู้เบื้องต้นก่อนการจัดการเรียนรู้ เพราะอาจจะมีผู้เรียนบางกลุ่มไม่ได้เรียนเนื้อหาจากแอปพลิเคชันแชทบอท

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ ร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันแชทบอทร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน

2. ควรมีการใช้แอปพลิเคชันแชทบอทในรูปแบบอื่น ๆ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้าน เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวิจัย

References

Anderson, L. W. and Krathwohl, D.R. (2001). **A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives: Complete Edition.** New York: Longman.

Baskara, F. R. (2023). Chatbots and Flipped Learning: Enhancing Student Engagement and Learning Outcomes through Personalised Support and Collaboration. **International Journal of Recent Educational Research**, 4(2), 223-238.

Buakaew, V. and Netinun, P. (2020). The Development of Grad School's Line Bot (in Thai). **Master's Thesis** Bangkok: Rangsit University.

Fryer, L. K., Nakao, K. and Thompson, A. (2019). Chatbot learning partners: Connecting learning experiences, interest and competence. **Computers in human Behavior**, 93, 279-289.

Gadiyar, A. R. (2017). **The Chatbot Imperative: Intelligence, Personalization and Utilitarian Design**. Cognizant's Global Technology.

Imoak, E. (2023). The Outcomes of Employing a Chatbot to Support a Flipped Classroom Approach for 5th High School Students (in Thai)**. Master's Thesis**. Loei: Loei Rajabhat University.

Lemma, S. (2018). Chatbot for E-Learning: A Case of Study. **International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research**, 7(5), 528-533.

Phetchamras, S. (2017). Results of the flipped classroom learning management that affects the ability to write and communicate science achievement of eight grade students (in Thai)**. Master's Thesis**. Bangkok: Srinakharinwirot University.

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

Promla, P. and Krootjohn, S. (2020). The effect of using chatbot in blended learning for vocational certificate students in the colleges under the institute of vocational education northeastern region 1 (in Thai). **Journal of Industrial Education**, 19(2), 100-109.

Saipanya, T. (2022). Chatbot for Blended Learning to Develop Infographics Design (in Thai). **Technical Education** Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok. 13(3), 125-134.

Sangsiri, M. (2019). Application of chatbot (in Thai). Retrieved 16 March 2024, from **Knowledge bank science math**: https://www.scimath.org/article-technology/item/10452-chatbot

Srisa-ard, B. (2002). **Introduction to Research** (in Thai). Bangkok: Suweerivasarn Company Limited.

Suwansi, P. (2017). Intent-Based vs. Flow-Based Conversation (in Thai). Retrieved 16 March 2024, from **Medium**: https://medium.com/hbot/intent-based-vs-flow-based-conversation-e0f7551e674b

Wiboonsin, K. (2017). Effects of organizing mathematics learning activities using the flipped classroom approach and active learning on mathematical problem solving and critical thinking abilities of eleven grade students (in Thai)**. Master's Thesis**. Bangkok: Chulalongkorn University.

JSSE
JOURNAL OF SCIENCE & SCIENCE EDUCATION
Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
Vol. 8 No. 1 (Jan. – Jun. 2025): 42 - 56
http://doi.org/10.14456/jsse.2025.05

Research Article in Science Education

Geometric Thinking and Mathematical Understanding on the Topic of Geometric Transformations of Mathayomsuksa 2 Students Using GeoGebra Software

Nitikorn Laothaworn[1], Moeiwadee Butchamruan[1] and Panadda Sangsrikaew[2*]

[1]Bachelor of Education in Learning Management Innovation, Major in Mathematics
Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University
[2]Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University
**Email: panadda.sa@ksu.ac.th*

Received <7 January 2025>; Revised <17 February 2025>; Accepted <28 February 2025>

Abstract

This research aimed to 1) compare the geometric thinking on geometric transformations of Mathayomsuksa 2 students who received instruction using GeoGebra with a criterion of 75%, 2) compare the mathematical understanding of geometric transformations of Mathayomsuksa 2 students who received instruction using GeoGebra with a criterion of 75%, and 3) examine the attitudes of Mathayomsuksa 2 students after learning through GeoGebra. The sample used in this research consisted of 156 Mathayomsuksa 2 students from Anukoolnaree School, Kalasin Province, selected through simple random sampling. The research instruments included: Lesson plans on geometric transformations 12 lesson plans Geometric thinking and mathematical understanding tests Student attitude questionnaire Data were analyzed using basic statistical methods, including: Mean ($\bar{X}$), Standard deviation (S.D.), Percentage and t-test for one sample. The research findings revealed that the Geometric thinking of Mathayomsuksa 2 students who received instruction using GeoGebra was 81.33%, which was significantly higher than the 75% criterion at the .01 level. Additionally, students demonstrated geometric thinking at all levels above the 75% criterion, with statistical significance at the .01 level. The mathematical understanding of students who learned using GeoGebra was 82.81%, which was significantly higher than the 75% criterion at the .01 level, aligning with the research hypothesis. When analyzed by specific aspects, it was found that students had the highest level of mathematical understanding at the action level (84.78%), followed by the process level (83.33%), the cognitive structure level (82.85%), and the object level (80.29%), respectively. Students' attitudes were at the highest level overall ($\bar{X}$ = 4.72, S.D. = 0.51).

Keywords: Geometric thinking; Mathematical understanding; GeoGebra

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทความวิจัยวิทยาศาสตร์ศึกษา

การคิดเชิงเรขาคณิตและความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra

นิติกร เหล่าถาวร[1,] เมยวดี บุตรจำรวญ[1] และ ปนัดดา สังข์ศรีแก้ว[2*]

[1]ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชานวัตนกรรมการจัดการเรียนรู้ วิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

[2]คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

**Email: panadda.sa@ksu.ac.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงเรขาคณิต เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75 2) เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75 และ 3) เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอนุกูลนารี จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 156 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต จำนวน 12 แผน แบบทดสอบวัดการคิดเชิงเรขาคณิตและความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ร้อยละ และการทดสอบที (t-test for one sample) ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra คิดเป็นร้อยละ 81.33 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีการคิดเชิงเรขาคณิตทุกระดับสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ GeoGebra มีคะแนนเป็นร้อยละ 82.81 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิศาสตร์ระดับการกระทำ สูงสุด ร้อยละ 84.78 รองลองมา คือระดับกระบวนการ ร้อยละ 83.33 ระดับโครงสร้างทางปัญญา ร้อยละ 82.85 และระดับวัตถุ ร้อยละ 80.29 ตามลำดับ และเจตคติของนักเรียน ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{x}$ = 4.72, S.D. = 0.51)

คำสำคัญ: การคิดเชิงเรขาคณิต; ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์; GeoGebra

ลิขสิทธิ์โดย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญต่อระบบการศึกษาที่ทันสมัย ช่วยอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ได้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการสะท้อนถึงความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและสอดรับกับความเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจ สังคม และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (The institute for the promotion of teaching science and technology, 2017) การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ มีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และคณิตศาสตร์มีส่วนสำคัญอย่างมากที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการเรียนรู้ กระบวนการคิด การตัดสินใจ สามารถเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ดังนั้น สถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน (Ministry of Education, 2017) แต่ในปัจจุบันการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ยังเป็นรูปแบบเดิม คือ ครูผู้สอนมักจะใช้การสอนแบบบรรยายเป็นหลัก จึงทำให้ไม่เกิดความท้าท้ายต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน (Thongma, 2018)

จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2566 มีคะแนนเฉลี่ย ระดับประเทศ เท่ากับ 25.38 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (National Institute of Educational Testing, 2023) เมื่อศึกษาสภาพปัญหาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ของโรงเรียนอนุกูลนารี พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 โดยเฉพาะเนื้อหาในสาระเรขาคณิต ทั้งนี้อาจเกิดจากการจัดการเรียนการสอนที่สอนตามเอกสาร ไม่มีสื่อหรือเทคโนโลยีที่ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพหรือสอนแค่การอธิบายอย่างเดียว ซึ่งทำให้ผู้เรียนไม่สามารถลงมือปฏิบัติได้จริง ดังนั้น ควรจัดการเรียนการสอนที่สามารถทำให้ผู้เรียนมองเห็นภาพและกระบวนการคิดทั้งด้านการนำสื่อเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน และเทคโนโลยีที่ทำให้ผู้เรียนสนใจในวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

การคิดเชิงเรขาคณิต เป็นการคิดที่ทำให้เริ่มจากการมองเห็นรูปธรรมภายนอก ที่ทำให้ผู้เรียนรับรู้และเข้าใจกับขนาด รูปร่าง ตำแหน่ง ทิศทาง ระยะทาง และเกี่ยวกับสมบัติและวิธีการคิด ทำให้การจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาการแปลงทางเรขาคณิตไม่สำเร็จเท่าที่ควร โดย Van Hiele (1986) ได้เสนอโมเดลระดับการคิดทางเรขาคณิต ประกอบด้วยระดับขั้นพื้นฐานหรือขั้น 0 ระดับขั้น การวิเคราะห์หรือขั้น 1 ระดับขั้นการพิสูจน์อย่างไม่เป็นแบบแผนหรือขั้น 2 ระดับขั้น การพิสูจน์อย่างมีแบบแผนหรือขั้น 3 และระดับขั้นการคิดขั้นสุดหรือขั้น 4 ดังนั้น ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับระดับการคิดทางเรขาคณิต กล่าวคือ นักเรียนต้องผ่านการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตจากขั้นที่ง่ายไปยังขั้นที่สลับซับซ้อน ซึ่งสอดคล้องกับ Hancherngchai, Inprasitha and Thinwiangthong (2017) กล่าวว่า การที่นักเรียนเน้นท่องจำเนื้อหา ไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนมีประสบการณ์การคิด ที่เกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ พิสูจน์ให้เหตุผลและความสัมพันธ์ของมิติต่าง ๆ ซึ่งมีผลกระทบต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูงขึ้น และส่งผลเสียต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Understanding) เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตจริง โดยเฉพาะในเรื่องเรขาคณิตที่เน้นการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ และการเชื่อมโยงแนวคิดพื้นฐาน เช่น การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformations) ซึ่งครอบคลุมกระบวนการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) การหมุน (Rotation) และการขยายหรือย่อส่วน (Dilation) การแปลงทางเรขาคณิตไม่เพียงแต่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจโครงสร้างของรูปเรขาคณิต แต่ยังช่วยพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงแนวคิด เช่น การใช้ระบบพิกัดในทางคณิตศาสตร์ (Battista, 2007) ทั้งนี้ ความเข้าใจในหัวข้อดังกล่าว ควรพัฒนาผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการวิเคราะห์ การลงมือปฏิบัติ และการคิดเชิงนามธรรม หนึ่งในทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับสำหรับการอธิบายพัฒนาการของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ คือ ทฤษฎี APOS (Action, Process, Object, and Schema) ซึ่งพัฒนาโดย (Dubinsky, 1991) อธิบายว่าความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์เกิดจากการพัฒนา ผ่าน 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) Action การกระทำ (2) Process กระบวนการ (3) Object วัตถุ และ (4) Schema โครงสร้างปัญญา

GeoGebra เป็นโปรแกรมเทคโนโลยีที่สามารถสร้างรูปทางเรขาคณิตและการแปลงทางเรขาคณิต ช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นรูปทางเรขาคณิตได้อย่างมีมิติมากกว่าการเรียนในเอกสารประกอบการสอน Charnprasert (2014) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนจำเป็นต้องบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับการสอน เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนในยุคดิจิทัล ซึ่งมีลักษณะการเรียนรู้ที่ยึดตามความสนใจและความชอบส่วนบุคคล บทความนี้จึงมุ่งเน้นการนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในยุคดิจิทัล เพื่อให้ครูผู้สอนเข้าใจวิธีการสอนและการใช้เครื่องมือดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และบริหารชั้นเรียนได้อย่างเหมาะสม ผู้วิจัยมองว่าโปรแกรม GeoGebra ซึ่งเป็นโปรแกรมเรขาคณิตเชิงพลวัต เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเรขาคณิตได้อย่างลึกซึ้ง ส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์และการให้เหตุผลอย่างเป็นระบบ Hohenwarter and Fuchs (2004) กล่าวว่า โปรแกรม GeoGebra เป็น

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

โปรแกรมที่รวบรวมเครื่องมือในการสร้างรูปทรงเรขาคณิต พีชคณิต กราฟ สถิติ และแคลคูลัสรวมไว้ในเครื่องมือเดียว ส่งผลให้ผู้เรียนใช้งานได้ง่าย นอกจากนี้ แอปพลิเคชัน GeoGebra ยังให้บริการแก่ผู้ใช้ทุกคนโดยไม่เก็บค่าธรรมเนียม นอกจากนี้ โปรแกรม GeoGebra สามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจ และมองเห็นภาพจากสื่อที่เป็นรูปธรรม สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถสนับสนุนการเรียนรู้ได้ครบทุกสาระในวิชาคณิตศาสตร์และบูรณาการวิชาอื่นเข้าด้วยกันได้ ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาพหุปัญญาอันได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (Phoodee, 2020) และยังเป็นสื่อที่มีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนและสามารถนำไปใช้ได้ผ่านระบบปฏิบัติการใดก็ได้

ผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษาการคิดเชิงเรขาคณิตและความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ซึ่งการคิดเชิงเรขาคณิต ประกอบด้วย 4 ระดับ คือ ระดับการมองเห็นรูปธรรมภายนอก ระดับการวิเคราะห์ ระดับนิรนัยแบบไม่เป็นทางการ และระดับนิรนัยแบบเป็นทางการ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 4 ระดับ คือ ระดับการกระทำ ระดับกระบวนการ ระดับวัตถุ และระดับโครงสร้างทางปัญญา ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจศึกษาและนำไปพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้สืบต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75
2. เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75
3. เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Designs) โดยทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว และทำการทดสอบหลังเรียน (One group posttest design) โดยผู้วิจัยมีระเบียบวิธีการวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	Treatment	Post – Test
n	X	T_2

n แทน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย
X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra
T_2 แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Post – Test)

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนอนุกูลนารี อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน 7 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น จำนวน 261 คน

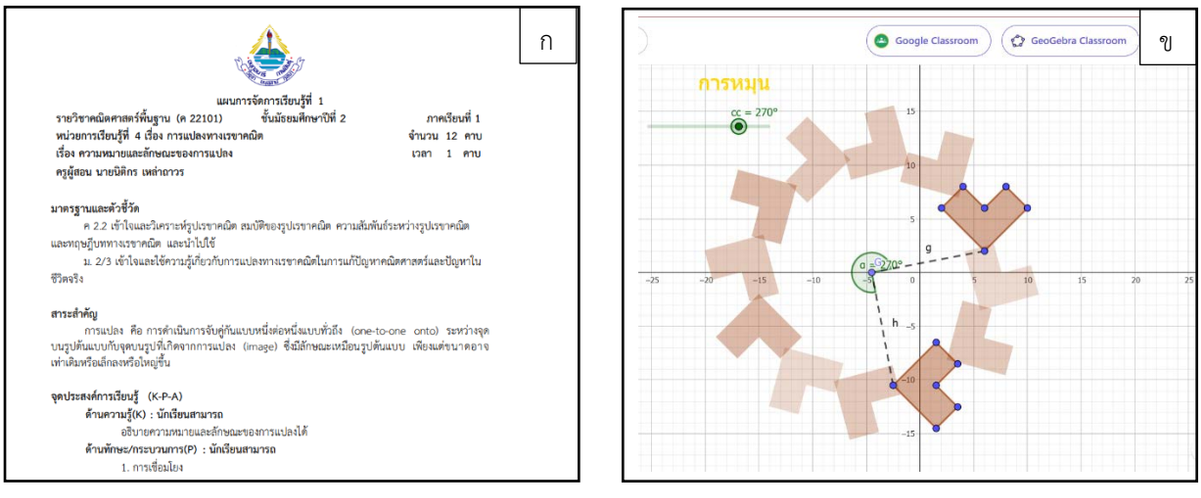
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนอนุกูลนารี อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน 7 ห้องเรียน จำนวน 156 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling) ดังนี้

ห้อง 1 จำนวน 39 คน สุ่มอย่างง่ายมา 24 คน
ห้อง 2 จำนวน 42 คน สุ่มอย่างง่ายมา 25 คน
ห้อง 3 จำนวน 41 คน สุ่มอย่างง่ายมา 25 คน
ห้อง 4 จำนวน 34 คน สุ่มอย่างง่ายมา 20 คน

ห้อง 5 จำนวน 35 คน สุ่มอย่างง่ายมา 21 คน
ห้อง 6 จำนวน 34 คน สุ่มอย่างง่ายมา 20 คน
ห้อง 7 จำนวน 36 คน สุ่มอย่างง่ายมา 21 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับ GeoGebra จำนวน 12 แผน แผนละ 1 คาบ รวมทั้งสิ้น 12 คาบ โดยผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการจัดการเรียนรู้ จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลจำนวน 1 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.23, S.D. = 0.17) โดยมีค่าความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.86 ซึ่งระหว่าง 0.80 – 1.00



ภาพที่ 1 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ (ก) และ GeoGebra (ข)

3.2 แบบทดสอบวัดการคิดเชิงเรขาคณิตและความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต จำนวน 1 ชุด ดังนี้

3.2.1 แบบทดสอบวัดการคิดเชิงเรขาคณิต เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกและให้เหตุผลประกอบ จำนวน 30 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ เลือกคำตอบไม่ถูกต้องและไม่กล่าวอ้างเหตุผลประกอบคำตอบที่ได้ คิดเป็น 0 คะแนน และเลือกคำตอบที่ถูกต้องพร้อมทั้งสามารถกล่าวอ้างเหตุผลประกอบคำตอบได้ คิดเป็น 1 คะแนน มีค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ระหว่าง 0.67 – 1.00 จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยคัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 24 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.29 – 0.72 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.24 – 0.60 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.91

3.2.2 แบบทดสอบวัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกและให้เหตุผลประกอบ จำนวน 30 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ เลือกคำตอบไม่ถูกต้องและไม่กล่าวอ้างเหตุผลประกอบการคำตอบที่ได้ คิดเป็น 0 คะแนน และเลือกคำตอบที่ถูกต้องพร้อมทั้งสามารถกล่าวอ้างเหตุผลประกอบคำตอบได้ คิดเป็น 1 คะแนน มีค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ระหว่าง 0.67 – 1.00 จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยคัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 16 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.24 – 0.70 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.35 – 0.77 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.88

3.3 แบบวัดเจตคติ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra จำนวน 4 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ รวมทั้งสิ้น 20 ข้อ เป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ โดยมีค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ระหว่าง 0.67 – 1.00

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอนุกูลนารี จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 156 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โดยมีขั้นตอน ดังนี้

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

4.1 ปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ชี้แจงจุดประสงค์ และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ GeoGebra

4.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra กับกลุ่มตัวอย่าง สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมทั้งสิ้น 4 สัปดาห์

4.3 ดำเนินการทดสอบวัดการคิดเชิงเรขาคณิตและความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และวัดเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้

4.4 นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และนำเสนอผลการวิจัยในลำดับต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ร้อยละ และการทดสอบที (t-test for one sample) และการวิเคราะห์เนื้อหา

5.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ โปรแกรม GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ร้อยละ และการทดสอบที (t-test for one sample) และการวิเคราะห์เนื้อหา

5.3 วิเคราะห์ผลการศึกษาเจตคติของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ด้วยสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากนั้นแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

การคิดเชิงเรขาคณิตและความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ผู้วิจัยแบ่งการสรุปผลออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์การคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ GeoGebra ดังนี้

ตอนที่ 1 การคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ GeoGebra

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เปรียบเทียบการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ร้อยละ และการทดสอบที (t-test for one sample) จากแบบทดสอบวัดการคิดเชิงเรขาคณิต ผลปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ GeoGebra

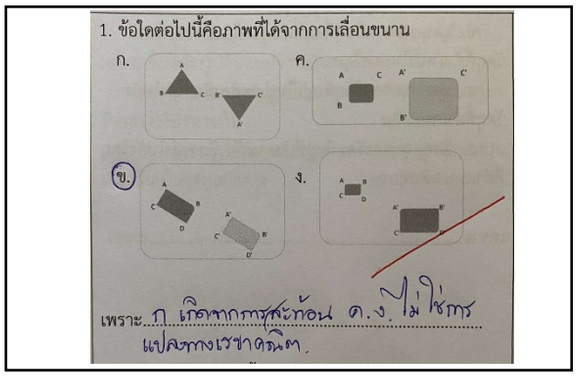
การคิดเชิงเรขาคณิตตามระดับการคิดทางเรขาคณิต	**n**	**หลังเรียน**				**t**	**sig**
		คะแนนเต็ม	$\overline{x}$	**S.D.**	**ร้อยละ**		
ระดับที่ 1 การมองเห็นรูปธรรมภายนอก	156	6.00	5.15	0.85	85.79	9.53**	0.00
ระดับที่ 2 การวิเคราะห์		6.00	4.88	0.97	81.41	4.95**	0.00
ระดับที่ 3 นิรนัยแบบไม่เป็นทางการ		6.00	4.76	0.92	79.38	3.58**	0.00
ระดับที่ 4 นิรนัยแบบเป็นทางการ		6.00	4.72	0.82	78.74	3.44**	0.00
รวม		24.00	19.52	0.90	81.33	5.38**	0.00

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 2 พบว่า การคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra คิดเป็นร้อยละ 81.33 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีการคิดเชิงเรขาคณิตทุกระดับสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 2 ผลการสัมภาษณ์และตัวอย่างคำตอบการคิดเชิงเรขาคณิต

1. ระดับการมองเห็นรูปธรรมภายนอก



ภาพที่ 2 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

จากภาพที่ 2 เมื่อผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบของผู้เรียน พบว่า นักเรียนระบุข้อความที่สมเหตุสมผลเพื่อใช้ประกอบที่มาของคำตอบ มีการกล่าวข้อแตกต่างของการแปลงเรขาคณิตว่าแต่ละข้อคือการแปลงทางเรขาคณิตรูปแบบใด ถึงแม้ว่าบางส่วนจะยังสื่อความหมายของเหตุผลไม่ชัดเจน แต่ยังสามารถระบุเหตุผลในการให้คำตอบได้ นอกจากนี้ ยังมีบทสัมภาษณ์เพื่อความชัดเจนในการให้เหตุผล ดังนี้

T : จากโจทย์ในข้อนี้เราตอบข้อไหน

S : ตอบข้อ ข ครับครู

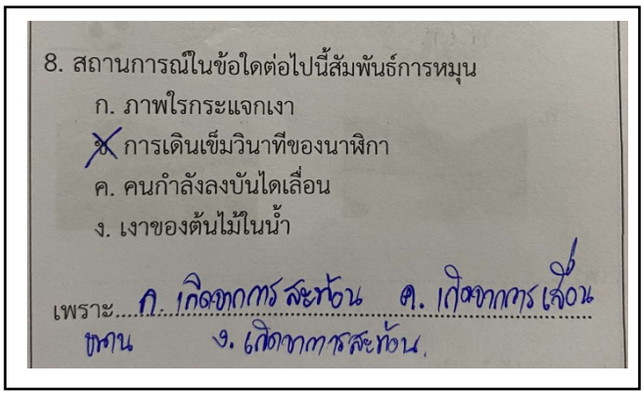
T : ไหนลองบอกเหตุผล ว่าทำไมถึงตอบข้อนี้ ลองแยกความแตกต่างให้ครูดูก็ได้

S : ค กับ ง ตัดทิ้งได้เลยครับ เพราะ การเลื่อนขนาน รูปต้นแบบกับรูปที่ได้ต้องมีขนาดเท่ากัน

T : แล้วข้อ ก ละ

S : ก เป็นการสะท้อนครับ

2. ระดับการวิเคราะห์



ภาพที่ 3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

จากภาพที่ 3 เมื่อผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบของผู้เรียน พบว่า นักเรียนระบุข้อความที่สมเหตุสมผลเพื่อใช้ประกอบที่มาของคำตอบ มีการกล่าวอ้างถึงสมบัติที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง ถึงแม้ว่าบางส่วนจะยังสื่อความหมายของเหตุผลไม่ชัดเจน แต่ยังสามารถระบุเหตุผลในการให้คำตอบได้ นอกจากนี้ ยังมีบทสัมภาษณ์เพื่อความชัดเจนในการให้เหตุผล ดังนี้

T : จากโจทย์ในข้อนี้เราตอบข้อไหน และมีการวิเคราะห์ว่าแตกต่างกันอย่างไร

S : หนูตอบข้อ ข ค่ะครู เพราะจากรูปที่เห็นเกิดจากการหมุนและเป็นสมบัติของการหมุนค่ะ

T : แล้วข้ออื่นไม่ใช่การหมุนเหรอนักเรียน

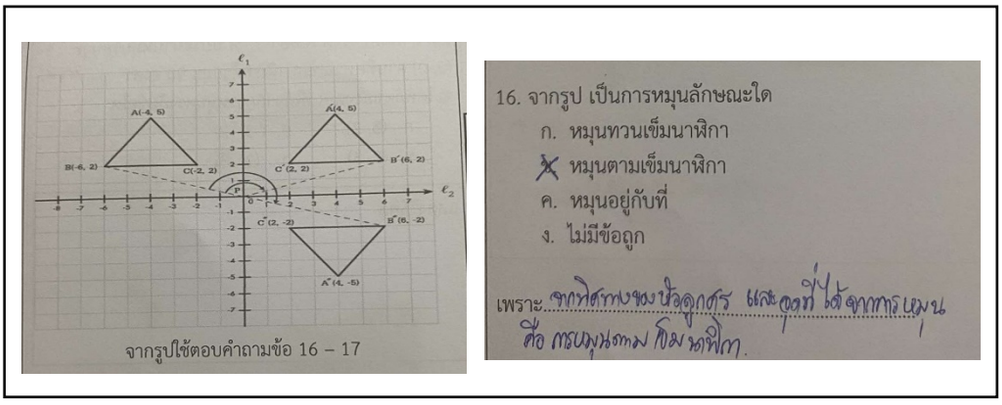
S : ไม่ค่ะครู ก กับ ง เกิดจากการสะท้อน และ ค เกิดจากการเลื่อนขนานค่ะ

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

T : สุดยอดมากครับเป็นคำตอบที่ถูกแล้ว

S : ขอบคุณค่ะคุณครู

3. นิรนัยแบบไม่เป็นทางการ



ภาพที่ 4 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

จากภาพที่ 4 เมื่อผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบของผู้เรียน พบว่า นักเรียนระบุข้อความที่สมเหตุสมผลเพื่อใช้ประกอบที่มาของคำตอบ มีการนิรนัยแบบไม่เป็นทางการหรือสมบัติที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง ถึงแม้ว่าบางส่วนจะยังสื่อความหมายของเหตุผลไม่ชัดเจน แต่ยังสามารถระบุเหตุผลในการให้คำตอบได้ นอกจากนี้ ยังมีบทสัมภาษณ์เพื่อความชัดเจนในการให้เหตุผล ดังนี้

T : จากโจทย์ในข้อนี้เราตอบข้อไหน

S : ข้อ ข ค่ะ

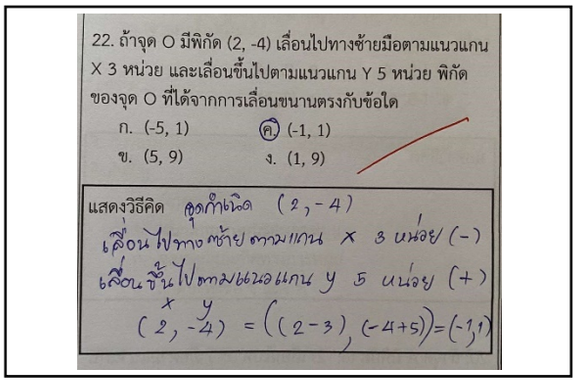
T : ทำไมเราถึงตอบข้อ ข มีกระบวนการคิดอย่างไร

S : หนูดูจากรูปที่ได้จากการหมุน และทิศทางของการหมุนที่เป็นลูกศรค่ะคุณครู

T : เก่งมากครับเป็นคำตอบที่ถูกแล้ว

S : ขอบคุณค่ะคุณครู

4. ระดับนิรนัยแบบเป็นทางการ



ภาพที่ 5 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

จากภาพที่ 5 เมื่อผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบของผู้เรียน พบว่า นักเรียนระบุข้อความที่สมเหตุสมผลเพื่อใช้ประกอบที่มาของคำตอบ มีการแสดงวิธีคิดได้ถูกต้อง ถึงแม้ว่าบางส่วนจะยังมีการแสดงวิธีคิดไม่ชัดเจน แต่ยังสามารถเขียนแสดงวิธีการคิดในการให้คำตอบได้ นอกจากนี้ ยังมีบทสัมภาษณ์เพื่อความชัดเจนในการให้เหตุผล ดังนี้

T : จากโจทย์ในข้อนี้เราสามารถบอกได้ไหมว่า โจทย์ให้อะไรมาบ้าง

S : ได้ครับครู หนึ่งเลยโจทย์ให้จุดกำเนิดมาครับ คือ (2, -4) สองเลื่อนไปทางซ้ายตามแกน X 3 หน่วย สามเลื่อนขึ้นตามแกน Y 5 หน่วยครับ

T : แล้วโจทย์ต้องการหาอะไร

S : พิกัดของจุด O ที่ได้จากการเลื่อนขนานครับ

T : ไหนลองอธิบายวิธีคิดให้ครูดูหน่อย

S : ได้ครับ โจทย์บอกจุดเริ่มเริ่มคือ (2, -4) เลื่อนไปทางซ้ายตามแกน X 3 หน่วย (ซ้ายลบออก ขวาบวกครับ) เลื่อนขึ้นตามแกน Y 5 หน่วย (ลงลบออก ขึ้นบวกครับ) จากนั้น นำจุดเริ่ม X คือ 2 ลบออก 3 เหลือ -1 จุดเริ่ม Y คือ -4 บวก 5 เหลือ 1 ครับ ผมได้คำตอบคือ (-1, 1) ครับ

T : สุดยอดครับนักเรียนถูกต้องแล้ว

S : ขอบคุณครับครู

2. ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra

ตอนที่ 1 ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ร้อยละ และการทดสอบที (t-test for one sample) จากแบบทดสอบวัดการคิดเชิงเรขาคณิต ผลปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	n	หลังเรียน				t	Sig
		คะแนนเต็ม	$\overline{x}$	S.D.	ร้อยละ		
ระดับการกระทำ	156	4.00	3.39	0.77	84.78	6.37**	0.00
ระดับกระบวนการ		4.00	3.33	0.84	83.33	4.93**	0.00
ระดับวัตถุ		4.00	3.20	0.79	80.29	3.36**	0.00
ระดับโครงสร้างทางปัญญา		4.00	3.31	0.79	82.85	4.94**	0.00
รวม		16.00	13.25	0.78	82.81	7.38**	0.00

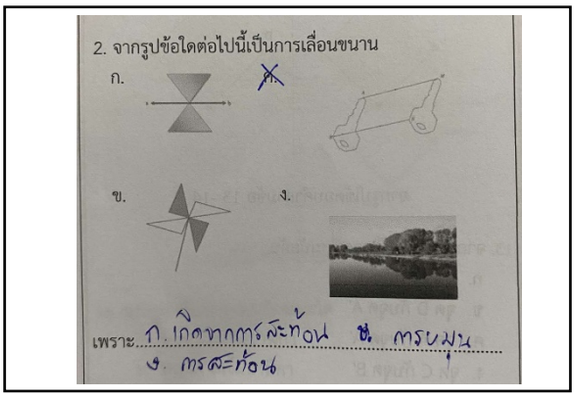
** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 3 พบว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra นักเรียนสามารถทำคะแนนได้ร้อยละ 82.81 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ GeoGebra อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิศาสตร์ระดับการกระทำ (ร้อยละ 84.78) สูงสุด รองลองมา คือระดับกระบวนการ (ร้อยละ 83.33) ระดับโครงสร้างทางปัญญา (ร้อยละ 82.85) และระดับวัตถุ (ร้อยละ 80.29) ตามลำดับ

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ตอนที่ 2 ผลการสัมภาษณ์และตัวอย่างคำตอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

1. ระดับการกระทำ



ภาพที่ 6 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

จากภาพที่ 6 เมื่อผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบของผู้เรียน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่ดี และจดจำลักษณะพื้นฐานของการแปลงได้ สามารถระบุข้อความที่สมเหตุสมผลเพื่อใช้ประกอบที่มาของคำตอบ มีการกล่าวข้อแตกต่างของการแปลงเรขาคณิตว่าแต่ละข้อคือการแปลงทางเรขาคณิตรูปแบบใด ถึงแม้ว่าบางส่วนจะยังสื่อความหมายของเหตุผลไม่ชัดเจน แต่ยังสามารถระบุเหตุผลในการให้คำตอบได้ นอกจากนี้ ยังมีบทสัมภาษณ์เพื่อความชัดเจนในการให้เหตุผล ดังนี้

T : จากโจทย์ในข้อนี้เราตอบข้อไหน

S : ตอบข้อ ค ครับครู

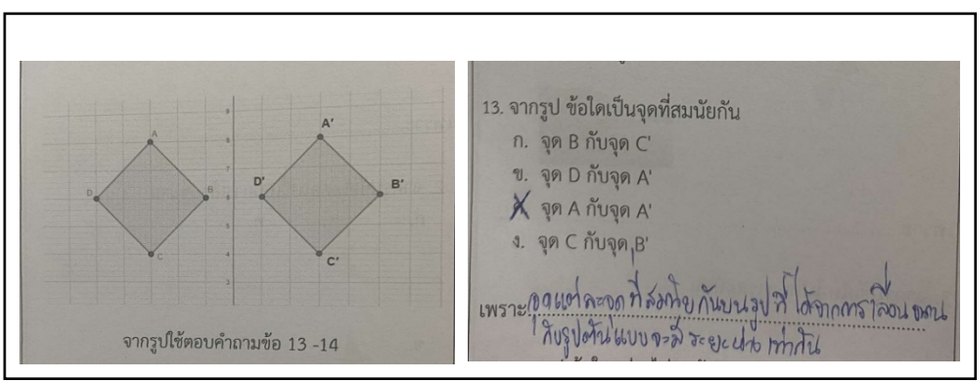
T : ไหนลองบอกเหตุผล ว่าเพราะอะไรถึงตอบข้อนี้ให้ครูฟังก็ได้

S : ก กับ ง ที่ผมตัดทิ้ง เพราะ ภาพที่ได้เกิดจากการสะท้อน

T : แล้วข้อ ข ละ

S : ข เป็นการหมุนครับ

2. ระดับกระบวนการ



ภาพที่ 7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

จากภาพที่ 7 เมื่อผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบของผู้เรียน พบว่า นักเรียนระบุข้อความที่สมเหตุสมผลเพื่อใช้ประกอบที่มาของคำตอบ มีการกล่าวอ้างถึงสมบัติที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง ถึงแม้ว่าบางส่วนจะยังสื่อความหมายของเหตุผลไม่ชัดเจน แต่ยังสามารถระบุเหตุผลในการให้คำตอบได้ นอกจากนี้ ยังมีบทสัมภาษณ์เพื่อความชัดเจนในการให้เหตุผล ดังนี้

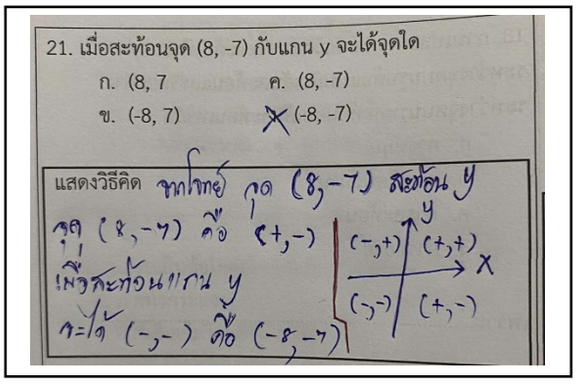
T : จากโจทย์ในข้อนี้เราตอบข้อไหน และมีพิจารณาอย่างไร

S : หนูตอบข้อ ค ค่ะครู เพราะจากรูปที่เห็นเกิดจากการเลื่อนขนาน โดยสมบัติข้อที่ 2 ข้อการเลื่อนขนาน คือ จุดแต่ละจุดที่สมนัยกันบนรูปที่ได้จากการเลื่อนกับรูปต้นแบบจะมีระยะห่างเท่ากัน

T : ถูกต้องแล้วครับเก่งมาก ที่สามารถจำสมบัติได้

S : ค่ะ ขอบคุณค่ะคุณครู

3. ระดับวัตถุ



ภาพที่ 8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

จากภาพที่ 8 เมื่อผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบของผู้เรียน พบว่า นักเรียนระบุข้อความที่สมเหตุสมผลเพื่อใช้ประกอบที่มาของคำตอบ มีการแสดงวิธีคิดได้ถูกต้อง มีขั้นตอนชัดเจน สามารถแสดงวิธีคิดอย่างเป็นระบบ ถึงแม้ว่าบางส่วนจะยังมีการแสดงวิธีคิดไม่ชัดเจน แต่ยังสามารถเขียนแสดงวิธีการคิดในการให้คำตอบได้ นอกจากนี้ ยังมีบทสัมภาษณ์เพื่อความชัดเจนในการให้เหตุผล ดังนี้

T : จากโจทย์ในข้อนี้เราสามารถบอกได้ไหมว่า โจทย์ให้อะไรมาบ้าง

S : ได้ครับค่ะ สิ่งที่โจทย์ให้จุดกำเนิดมาครับ คือ (8, -7)

T : แล้วโจทย์ต้องการหาอะไร

S : จุดใหม่ที่ได้จากการสะท้อนแกน y ค่ะ

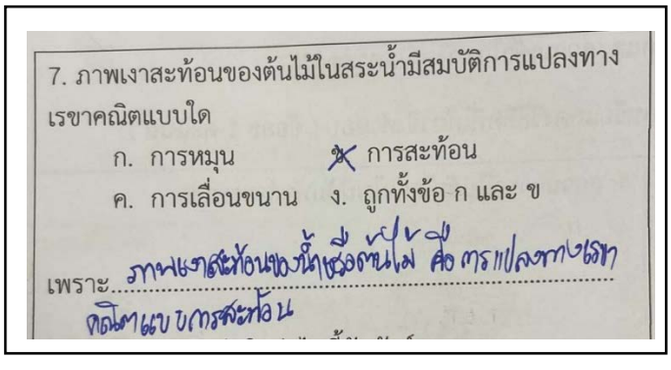
T : ไหนลองอธิบายวิธีคิดให้ครูดูหน่อย

S : ได้ค่ะ โจทย์บอกจุดเริ่มคือ (8, -7) สะท้อนแกน y โดยที่หนูดูจาก จตุภาคเอาค่ะและระยะห่างจากแกน y โดย จุด (8, -7) อยู่จตุภาคที่ 4 เมื่อสะท้อนแกน y อยู่จตุภาคที่ 3 คือ (-, -) จะได้จุดใหม่คือ (-8, -7)

T : สุดยอดครับนักเรียนถูกต้องแล้ว

S : ขอบคุณค่ะครู

4. ระดับโครงสร้างทางปัญญา



ภาพที่ 9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

จากภาพที่ 9 เมื่อผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบของผู้เรียน พบว่า นักเรียนระบุข้อความที่สมเหตุสมผลเพื่อใช้ประกอบที่มาของคำตอบ ถึงแม้ว่าบางส่วนจะยังสื่อความหมายของเหตุผลไม่ชัดเจนในแง่รายละเอียด แต่ยังสามารถระบุเหตุผลในการให้คำตอบได้ และสามารถเชื่อมโยงกับตัวอย่างจริงได้ในระดับพื้นฐาน นอกจากนี้ ยังมีบทสัมภาษณ์เพื่อความชัดเจนในการให้เหตุผล ดังนี้

T : จากโจทย์ในข้อนี้เราตอบข้อไหน

S : ข้อ ข ค่ะ

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

T : ทำไมเราถึงตอบข้อ ข มีกระบวนการคิดอย่างไร

S : หนูใช้สมบัติการสะท้อน ที่ว่า รูปต้นแบบและภาพที่ได้จากการสะท้อน จะทับกันได้สนิทโดยต้องพลิกรูปต้นแบบหรือพลิกรูปที่เกิดจากการสะท้อนอย่างใดอย่างหนึ่ง จะได้ ต้นแบบและภาพที่ได้จากการสะท้อนเท่ากันทุกประการ ค่ะ เงาของต้นไม้ที่เกิดจากในสระน้ำก็เช่นกันค่ะ

T : เก่งมากครับเป็นคำตอบที่ถูกแล้ว

S : ขอบคุณค่ะคุณครู

3. ผลการศึกษาเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการศึกษาเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ด้วยสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากนั้นแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ผลปรากฏดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ GeoGebra

เจตคติทางบวก/ทางลบ	$\overline{x}$	S.D.	แปลผล
ด้านการจัดการเรียนรู้	4.69	0.57	มากที่สุด
ด้านครูผู้สอน	4.70	0.50	มากที่สุด
ด้านสื่อการเรียนการสอน โปรแกรม GeoGebra	4.81	0.42	มากที่สุด
ด้านกระบวนการเรียนรู้	4.66	0.54	มากที่สุด
รวม	4.72	0.51	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนมีเจตคติหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{x}$ = 4.72, S.D. = 0.51) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อด้านสื่อการเรียนการสอน โปรแกรม GeoGebra สูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{x}$ = 4.81, S.D. = 0.42) รองลองมา ด้านครูผู้สอน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{x}$ = 4.70, S.D. = 0.50) ด้านการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{x}$ = 4.69, S.D. = 0.57) ด้านกระบวนการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{x}$ = 4.66, S.D. = 0.54) ตามลำดับ

อภิปรายผล

การศึกษาผลการการคิดเชิงเรขาคณิตและความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra

1. ผลการเปรียบเทียบการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า นักเรียนมีการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra สูงกว่าร้อยละ 75 เมื่อพิจารณาจากการทำแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนของนักเรียนจะเห็นได้ว่าโปรแกรม GeoGebra ที่สามารถสร้างรูปทางเรขาคณิต และที่มาของการแปลงทางเรขาคณิตในรูปแบบต่าง ๆ จะเห็นว่านักเรียนสามารถมองเห็นรูปธรรมได้ดียิ่งขึ้นตามลำดับ ทฤษฎีของ Van Hiele (1986) สามารถแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ โดยอ้างทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง แต่ยังสื่อความหมายไม่ชัดเจน ซึ่งจะเห็นได้จากการที่นักเรียนสามารถระบุคำตอบ และเหตุผลที่สมเหตุสมผลได้ และในขั้นการนิรนัยอย่างไม่เป็นทางการ จะเห็นว่านักเรียนสามารถวางแผนแก้ไขปัญหาและให้เหตุผลในสิ่งที่จะได้ แต่ยังมีบางส่วนที่ยังสื่อความหมายไม่ชัดเจน ซึ่งอาจนำไปสู่ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถเขียนแสดงวิธีคิดแบบมีแบบแผน โดยสามารถให้เหตุผลโดยเขียนขั้นตอนการแสดงวิธีคิดที่ได้มาซึ่งคำตอบ และสื่อความหมายอย่างชัดเจน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้ผ่านการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนมีการปรับปรุงให้มีความเหมาะสม และสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้นี้มีการใช้ GeoGebra ซึ่งถือเป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพ สามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ส่งผลให้นักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ได้อย่างรวดเร็ว และมีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่สูงขึ้น สอดคล้องกับ Vojkuvkova (2012) กล่าวว่า การพัฒนาความคิดเชิงเรขาคณิตอย่างเป็นลำดับชั้น โดยเริ่มจากการสร้างแบบจำลองภาพ เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์เชิงนามธรรม ด้วยการค้นพบด้วยตนเอง ช่วยให้พวกนักเรียนบรรลุความเข้าใจ และมีการคิดเชิงเรขาคณิตที่ดีขึ้น สอดคล้องกับ ที่รายงานว่า ผลการใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิต

โปรแกรม GeoGebra สามารถส่งเสริมระดับความคิดทางเรขาคณิตของ Van Hiele (1986) เนื่องจาก โปรแกรม GeoGebra เป็นโปรแกรมเชิงพลวัต ที่ผู้เรียนสามารถสืบค้นและศึกษาเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนใจ และเข้าใจในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตมากขึ้น สอดคล้องกับ Khansila *et al*. (2022) พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ GeoGebra นักเรียนสามารถออกแบบ และวางแผนแนวทางการแก้ปัญหาทางเรขาคณิต นักเรียนรู้สึกสนุกกับการใช้ GeoGebra ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับ Kanachan *et al*. (2020) พบว่า การใช้สื่อคอมพิวเตอร์ โปรแกรม GeoGebra ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น ตื่นเต้น และสนุกสนานกับการแก้ปัญหา อีกทั้งผู้เรียนสามารถเขียนภาพปรับเปลี่ยนค่า และรูปร่างได้ตามจินตนาการ รวมถึงการวางแผน และการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรม GeoGebra

2. ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra สูงกว่าร้อยละ 75 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อพิจารณาจากการทำแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับการกระทำ สูงสุด ร้อยละ 84.78 เนื่องจาก GeoGebra ช่วยให้การแปลงทางเรขาคณิต เช่น การหมุน การสะท้อน การเลื่อน และการขยาย สามารถมองเห็นผลลัพธ์ได้ทันที ผ่านกราฟิกที่แสดงภาพสามมิติหรือสองมิติ ซึ่งช่วยให้การทำความเข้าใจทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เช่น การเปลี่ยนตำแหน่งของจุดหรือรูปทรงเข้าใจได้ง่ายมากขึ้น จึงช่วยลดปัญหาความเข้าใจที่ผิดพลาดจากการจินตนาการในสมองได้ รองลงมา คือระดับกระบวนการ ร้อยละ 83.33 นักเรียนสามารถทำความเข้าใจขั้นตอนต่าง ๆ ได้ทันที และสามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ทำให้ติดตาม และปรับแก้ขั้นตอนการแปลงได้โดยตรง ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการในแต่ละขั้นตอนได้ลึกซึ้งมากขึ้น ระดับโครงสร้างทางปัญญา ร้อยละ 82.85 การเรียนรู้การแปลงทางเรขาคณิตกลายเป็นกระบวนการที่เชื่อมโยงกับหลักการคณิตศาสตร์อื่น ๆ อย่างชัดเจน นักเรียนไม่เพียงแต่เรียนรู้การแปลงทางเรขาคณิต แต่ยังสามารถเชื่อมโยงกระบวนการแปลงแต่ละประเภทกับแนวคิดอื่น ๆ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างพิกัด จุดมุม และการเปลี่ยนแปลงทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการแปลงนั้น ๆ ตัวอย่างเช่น ในการหมุน (rotation) นักเรียนจะเห็นว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างมุม และระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง ซึ่งช่วยสร้างความเข้าใจในระดับโครงสร้างที่เชื่อมโยงกันของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และระดับวัตถุ ร้อยละ 80.29 การใช้โปรแกรม GeoGebra ส่งผลให้การเรียนการสอน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตในระดับวัตถุมีความชัดเจน และมีประสิทธิภาพมากขึ้น นักเรียนสามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ และเข้าใจลักษณะ และคุณสมบัติของวัตถุที่ได้รับการแปลง ทำให้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในระดับวัตถุเป็นไปอย่างราบรื่น และมีความลึกซึ้ง ทั้งนี้ยังช่วยเสริมสร้างความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนให้กลายเป็นสิ่งที่สามารถเข้าใจ และประยุกต์ใช้ได้ง่ายขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ผ่านการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนมีการปรับปรุงให้มีความเหมาะสม และสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ อีกทั้งความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการเข้าใจแนวคิด ทฤษฎี หลักการ และความสัมพันธ์ขององค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนการนำความรู้ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างเหมาะสม โดยไม่ใช่เพียงการจดจำหรือปฏิบัติตามขั้นตอนเท่านั้น แต่รวมถึงการวิเคราะห์เชิงเหตุผล การเชื่อมโยงแนวคิด และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วย (National Council of Teachers of Mathematics, 2000) สอดคล้องกับ Skemp (1976) กล่าวว่า การสอนที่ดีควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเชิงสัมพันธ์มากกว่าการจดจำเพียงแค่กระบวนการ เพราะการเรียนรู้เชิงสัมพันธ์ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการสร้างความเข้าใจที่ยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jan-ngam and Suanpradit (2021) ที่ได้พัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม GeoGebra พบว่า สามารถกระตุ้นผู้เรียนให้ความสนใจและการเรียนรู้ได้ เนื่องจาก โปรมแกรม GeoGebra เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับสร้างสำรวจ และวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นภาพ ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด หาความสัมพันธ์ของข้อมูลจนสามารถอธิบาย และสรุปความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง

3. ผลการศึกษาเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra พบว่า นักเรียนมีเจตคติที่ดีหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.72, S.D. = 0.51) จากการพิจารณารายด้านนักเรียนมีเจตคติต่อด้านสื่อการเรียนการสอน โปรแกรม GeoGebra สูงสุด อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.81, S.D. = 0.42) เนื่องจากนักเรียนมีความสนใจพร้อมทั้งสามารถเข้าใจเนื้อหาจากสื่อการเรียนการสอน โปรแกรม GeoGebra รองลองมา ด้านครูผู้สอน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.70, S.D. = 0.50) เนื่องจากครูสามารถเป็นสื่อกลางในการอธิบายสื่อการเรียนการสอน โปรแกรม GeoGebra ให้เข้ากับเนื้อหา พร้อมทั้งเป็นมิตรกับนักเรียนทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ต่อครูด้านการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.69, S.D. = 0.57) เนื่องจากนักเรียนมีความเข้าใจพร้อมทั้งสามารถตอบคำถามในชั้นเรียนได้ในเนื้อหา เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในเรื่องต่อไปได้ ด้านกระบวนการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.66, S.D. = 0.54) เนื่องจากครูจัดกระบวนการเรียนรู้ในรูปแบบที่น่าสนใจ

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

พร้อมทั้งสามารถทำให้นักเรียนสนใจและสนุกกับกิจกรรมที่ครูนำมาจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เห็นถึงรูปธรรม ส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ (The institute for the promotion of teaching science and technology, 2012) ได้กล่าวไว้ว่าเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็นความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ส่งผลให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่จะตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ในลักษณะของความชอบหรือไม่ชอบ พอใจหรือไม่พอใจ เห็นคุณค่าหรือไม่เห็นคุณค่า รวมทั้งความพร้อมหรือไม่พร้อมที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ Worasarn, Nongharnpituk and Khansila (2019) รายงานว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยโปรแกรม GeoGebra ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เนื่องจากการเรียนการสอนที่ใช้โปรแกรม GeoGebra เป็นสื่อการเรียนรู้ที่มีความน่าสนใจ แปลกใหม่ และไม่ซับซ้อนในการใช้งาน ทั้งนี้ ผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติได้จริง สร้างความสนุกสนานระหว่างการเรียนรู้

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า นักเรียนมีการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra สูงกว่าร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra สูงกว่าร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการศึกษาเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีเจตคติหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.72, S.D. = 0.51)

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

การใช้การจัดการเรียนรู้ผ่านบทเรียน GeoGebra ครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นและเสริมสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน ดังนั้นครูควรจัดเตรียมกระบวนการเรียนรู้ เตรียมตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและเสริมแรงจูงใจไว้ล่วงหน้า มีการช่วยเหลือนักเรียนในช่วงเวลาที่เหมาะสม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เวลาในการสืบเสาะ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์และหาแนวทางในการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านบทเรียน GeoGebra ที่มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ ที่เหมาะสมกับบริบทของครู นักเรียน และโรงเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะและทางคณิตศาสตร์ในด้านต่าง ๆ

2. ควรมีการศึกษาถึงตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจส่งผลต่อการเรียนของผู้เรียนหลังการใช้การจัดการเรียนรู้ผ่านบทเรียน GeoGebra เช่น ความพึงพอใจ ความสนใจและความคงทนในการเรียนรู้

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ ต้องขอขอบพระคุณอย่างสูงในความเมตตาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวรรณวัฒน์ เทียนยุทธกุล อาจารย์สมใจ ภูครองทุ่ง และ ดร.วิจิตรา โสเพ็ง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการเสนอแนะในการทำวิจัยและการพัฒนานวัตกรรมเพื่อใช้ในการทำวิจัย ตลอดจนผู้บริหาร คณะครู นักเรียนที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้

References

Battista, M. T. (2007). **The development of geometric and spatial thinking. In F. K. Lester (Ed.), Second handbook of research on mathematics teaching and learning** (pp. 843-908). Information Age Publishing.

Charnprasert, S. (2014). Active learning: Learning management in the 21st century. **IPST magazine**, 42(188), 3-6.

Charnprasert, P. (2014). Mathematics instruction in the digital age. **Journal of Education**, 22(2), 45-58.

Dubinsky, E. (1991). Reflective abstraction in advanced mathematical thinking. **In D. Tall (Ed.), Advanced mathematical thinking** (pp. 95–123). Kluwer Academic Publishers.

Hancherngchai, S., Inprasitha, M. and Thinwiangthong, S. (2017). Mathematics Teacher Education Program for 21st Century. **HRD JOURNAL**, 8(1), 55-66.

Hohenwarter, M. and Fuchs, K. (2004). Combination of dynamic geometry, algebra and calculus in the software system GeoGebra. **Proceedings of the Computer Algebra Systems and Dynamic Geometry Systems in Mathematics Teaching Conference** (pp. 1-6). 2004. Pécs, Hungary.

Jan-ngam, P. and Suanpradit, A. (2021). Development of electronic media (E-book) using GeoGebra software. **Journal of Research and Development for Education**, 6(2), 105-115.

Kanachan, J., Kaewkhamson, K., Nongharnpituk, P. and Khansila, P. (2020). A study of learning achievement in the applications of derivative topic for Grade-12 students taught by incorporating GeoGebra program into mathematics problem-solving based on Polya's method (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 3(1), 73-83.

Khansila, P., Yonwilad, W., Nongharnpituk, P. and Thienyutthakul, S. (2022). Improving Academic Performance in Geometry Using a Mastery Learning Approach through GeoGebra. **Journal of Educational Issues**, 8(2), 876-894.

Ministry of Education. (2017). **Indicators and Core Content Mathematics Department (Revised Version B.E. 2560, A.D.2017) The Basic Education Care Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008).** (in Thai). The Agricultural Cooperative Federation of Thailand Limited.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). **Principles and standards for school mathematics. Principles and Standards for School Mathematics**. Reston, VA: NCTM.

National Institute of Educational Testing. (2023). Results of the Basic Education National Test for Grade 9 Mathematics, Academic Year 2023. Retrieved 10 September 2024, from **Go ToKnow:** https://newonetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Notice/FrBasicStat.aspx

Phoodee, W. (2020). Mathematics instruction in digital age: Methods and tools (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 3(2), 190-199.

Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. **Mathematics Teaching**, 77, 20–26.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012). **Guidelines for Mathematics Learning Management at the Primary School Level** (p. 189). Bangkok: Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). A guide to using the curriculum to learn mathematics (revised version B.E. 2560) according to the core curriculum for basic education, 2008. Retrieved 17 September 2024, from **Go ToKnow**: https://www.scimath.org/ebook-mathematics/item/8380-2560-2551-8380

Thongma, T. (2018). Mathematics learning resources for mobile learning in digital age (in Thai). **Journal of Educations studies, Chulalongkorn University**, 46(1), 251-256.

Van Hiele, P. M. (1986). **Structure and insight: A theory of mathematics education**. Academic Press.

Vojkuvkova, I. (2012). The van Hiele model of geometric thinking. **Proceedings of the 21st Annual Conference of Doctoral Students – WDS 2012** (pp. 72–75). Czech Republic: Charles University.

Worasarn, J., Nongharnpituk, P. and Khansila, P. (2019). Development of learning activities emphasizing mathematical processes using GeoGebra program on system of linear equations with two variables topic for grade-9 students (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 2(1), 34-42.

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

JSSE
JOURNAL OF SCIENCE & SCIENCE EDUCATION
Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
Vol. 8 No. 1 (Jan. – Jun. 2025): 57 - 66
http://doi.org/10.14456/jsse.2025.06

Research Article in Science Education

Developing Mathematical Problem-Solving Ability in Fractions Among Grade 5 Students Through Cooperative Learning Using TGT Technique and Bar Model

Piriya Yenjai[1], Papaporn Nongharnpituk[2,*] and Paweena Khansila[2]

[1]Bachelor of Education Program in Mathematics, Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University

[2]Major in Mathematics, Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University

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

Received <8 January>; Revised <26 March 2025>; Accepted <27 March 2025>

Abstract

This research aimed to 1) develop mathematical problem-solving ability in fractions among Grade 5 students using cooperative learning with TGT technique and Bar Model, benchmarked against a 70% criterion, and 2) compare students' mathematical problem-solving achievement before and after learning using cooperative learning with TGT technique and Bar Model. The sample consisted of 30 Grade 5 students from Bansiyaeksomdet School, selected through cluster sampling, during the first semester of the 2024 academic year. The research instruments comprised four instructional management plans, an open-ended problem-solving ability assessment consisting of four items with a reliability coefficient of 0.83, and a multiple-choice academic achievement test consisting of 20 items with a reliability coefficient of 0.74. Data were analyzed using descriptive statistics, including mean, percentage, and standard deviation, as well as inferential statistics through a t-test. The findings revealed that 1) students' mathematical problem-solving ability in fractions after learning using cooperative learning with TGT technique and Bar Model was significantly higher than the 70% proficiency criterion at the .05 level, and 2) the students' post-test achievement in mathematical problem-solving was significantly higher than their pre-test scores at the .05 level. In conclusion, cooperative learning using the TGT technique combined with the Bar Model is an effective instructional method for enhancing both problem-solving skills and academic achievement. The use of the Bar Model enables students to clearly visualize the relationships within the problem data, thereby improving their analytical, planning, and problem-solving accuracy, while the TGT technique fosters group collaboration and unity, which are essential skills for learners.

Keywords: Problem-solving ability; Cooperative learning; TGT technique; Bar Model

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทความวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา

การพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model

พิริยา เย็นใจ[1] ประภาพร หนองหารพิทักษ์[2,*] และ ปวีณา ขันธ์ศิลา[2]

[1]ครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

[2]วิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

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

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านสี่แยกสมเด็จ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 30 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน แบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาแบบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบปรนัยจำนวน 20 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.74 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมถึงสถิติเชิงอนุมานโดยการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ผลสัมฤทธิ์การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการวิจัย สามารถสรุปได้ว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model เป็นวิธีการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยการใช้ Bar Model ช่วยให้นักเรียนเห็นภาพความสัมพันธ์ของข้อมูลในโจทย์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ วางแผน และแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เทคนิค TGT ยังส่งเสริมการทำงานร่วมกันในกลุ่ม และความสามัคคีในหมู่ผู้เรียน ซึ่งเป็นทักษะจำเป็นของผู้เรียน

คำสำคัญ: ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา; การเรียนแบบร่วมมือ; เทคนิค TGT; บาร์โมเดล

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนากระบวนการคิดของมนุษย์ เนื่องจากช่วยเสริมสร้างทักษะด้านตรรกะ การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับชีวิตประจำวัน เช่น การคำนวณด้านการเงิน การออกแบบในวิศวกรรม หรือการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ (National Council of Teachers of Mathematics, 2000) ในด้านการศึกษาคณิตศาสตร์ถือเป็นรากฐานสำคัญสำหรับการต่อยอดความรู้ในหลากหลายสาขา โดยเฉพาะในยุคที่เทคโนโลยีและนวัตกรรมมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว นักเรียนจึงจำเป็นต้องเข้าใจแนวคิดพื้นฐานของคณิตศาสตร์และสามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม (Kilpatrick, Swafford and Findell 2001) นอกจากนี้ การเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ยังเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพในชีวิตจริง แม้ว่าคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาทักษะต่าง ๆ แต่ในทางปฏิบัติ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันยังคงเผชิญปัญหาหลายประการที่ส่งผลต่อคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียน

รายงานผลการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระบุว่า การสอนคณิตศาสตร์ยังไม่บรรลุผลตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยพิจารณาจากผลการประเมินทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2566 ในรายวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยระดับชาติอยู่ที่ 29.96 (National Institute of Educational Testing Service (Public Organization), 2024) ขณะที่โรงเรียนบ้านสี่แยกสมเด็จมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 32.53 จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าปัญหาสำคัญที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ได้แก่ ความเข้าใจพื้นฐานในบางหัวข้อ เช่น การคำนวณเศษส่วน การแก้โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อน และการตีความโจทย์คณิตศาสตร์ ครูยังระบุถึงข้อจำกัดในการจัดการเรียนการสอน เช่น เวลาสอนที่จำกัด สื่อการเรียนรู้ที่ไม่ตรงกับความต้องการของนักเรียน และขนาดชั้นเรียนที่มีจำนวนนักเรียนมาก ส่งผลให้การดูแลรายบุคคลทำได้ไม่ทั่วถึง หนึ่งในหัวข้อสำคัญที่สะท้อนถึงความท้าทายของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาทักษะในระดับที่สูงขึ้น

การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญซึ่งช่วยพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล การวิเคราะห์ และการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม นักเรียนจำนวนมากยังคงประสบปัญหาในการทำความเข้าใจโจทย์ เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และอธิบายกระบวนการคิดของตนเองอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้การพัฒนาทักษะด้านนี้ยังคงเป็นความท้าทายในระบบการศึกษา (Polya, 1957) การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนถือเป็นหัวข้อสำคัญในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เนื่องจากเป็นรากฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น การเรียนรู้เรื่องเศษส่วนช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งส่วน การเปรียบเทียบ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การศึกษาก่อนหน้านี้พบว่านักเรียนมักเผชิญปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน โดยเฉพาะโจทย์ที่ต้องใช้การตีความเชิงวิเคราะห์และการเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (Lamon, 2012) ปัญหานี้สะท้อนให้เห็นข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบดั้งเดิมที่เน้นการถ่ายทอดความรู้จากครูไปสู่นักเรียนเพียงฝ่ายเดียว ซึ่งไม่เพียงพอที่จะช่วยพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การนำกลยุทธ์การสอนที่สนับสนุนการเรียนรู้แบบร่วมมือ เช่น เทคนิค Teams-Games-Tournament (TGT) ซึ่งมุ่งเน้นการสร้างแรงจูงใจและส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์ในกลุ่ม ได้รับการแนะนำว่าอาจช่วยเพิ่มความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ (Slavin, 1995) เพื่อตอบสนองความต้องการในการพัฒนาการเรียนรู้ นักการศึกษาจึงแนะนำให้ประยุกต์ใช้กลยุทธ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม เช่น เทคนิค TGT ซึ่งมีศักยภาพในการช่วยแก้ปัญหาเหล่านี้

การนำเทคนิค TGT มาใช้ในการเรียนการสอนเรื่องเศษส่วนช่วยให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาความเข้าใจและฝึกฝนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในรูปแบบการทำงานกลุ่ม โดยกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการแก้ปัญหาผ่านเกมที่มีความท้าทายและมอบรางวัล ซึ่งช่วยสร้างบรรยากาศที่สนุกสนานและกระตุ้นการมีส่วนร่วมของนักเรียน สำหรับหัวข้อเศษส่วน นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะการคำนวณและการประยุกต์ใช้แนวคิดเศษส่วนในการแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลายอย่างมีประสิทธิภาพ ผลการศึกษาจากงานวิจัยหลายชิ้นระบุว่า การเรียนการสอนที่ใช้เทคนิค TGT ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยการทำงานร่วมกันในกลุ่มสนับสนุนให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและเรียนรู้จากเพื่อนร่วมทีม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Slavin, 1995; Gillies, 2016) นอกจากการใช้เทคนิค TGT แล้ว การผสมผสานเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ เช่น บาร์โมเดล ยังช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในแนวคิดคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บาร์โมเดล (Bar Model) เป็นหนึ่งในเครื่องมือที่ได้รับการยอมรับว่าสามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดของเศษส่วนได้ดียิ่งขึ้น โดยเป็นแผนภาพที่ใช้แถบสี่เหลี่ยมแบ่งเป็นส่วน ๆ เพื่อแสดงความสัมพันธ์เชิงปริมาณระหว่างตัวเลขและแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถใช้บาร์โมเดลในการเปรียบเทียบเศษส่วน แสดงค่าของเศษส่วนในรูปของภาพ และแก้โจทย์ปัญหา

ที่เกี่ยวข้องกับเศษส่วนได้อย่างเป็นระบบ การใช้บาร์โมเดลช่วยส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Lamon, 2020) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรูปแบบการสอนที่มุ่งเน้นการคิดวิเคราะห์และการสื่อสารผลการคิดอย่างเป็นระบบ จากพื้นฐานดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะผสานการเรียนรู้แบบร่วมมือ TGT และ Bar Model เพื่อแก้ไขปัญหาในการเรียนการสอนเศษส่วนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง เศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยนำเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ TGT ร่วมกับ Bar Model มาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องเศษส่วน ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้ง Bar Model ยังทำหน้าที่เป็นสื่อที่ช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมของปัญหาและเข้าใจโครงสร้างของโจทย์ได้อย่างชัดเจน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยใช้แผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest-Posttest design) (Worakham, 2018) แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัย

group	Pre-test	Treatment	Post-test
E	O_1	X	O_2

E แทน กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง

O_1 แทน การทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest)

X แทน การทดลองใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model

O_2 แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Posttest)

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านสี่แยกสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 รวมจำนวน 224 คน จากทั้งหมด 6 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ซึ่งได้รับการคัดเลือกด้วยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือดังนี้:

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วน โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ TGT ร่วมกับ Bar Model รวมทั้งหมด 4 แผนการเรียนรู้ ประกอบด้วย:

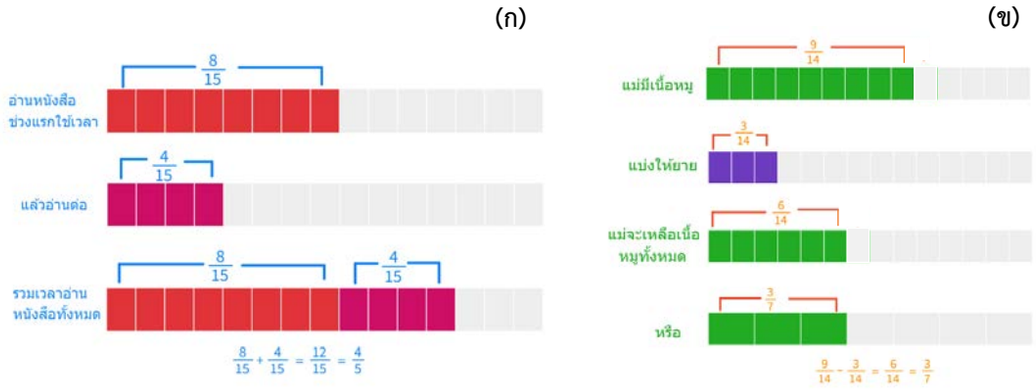
แผนการเรียนรู้ที่ 1: โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน ใช้เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

แผนการเรียนรู้ที่ 2: โจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน ใช้เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

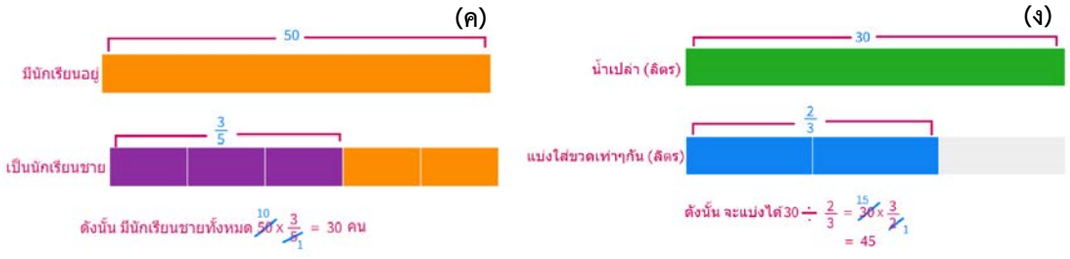
แผนการเรียนรู้ที่ 3: โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน ใช้เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

แผนการเรียนรู้ที่ 4: โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน ใช้เวลาเรียน 2 ชั่วโมง
สื่อการสอนที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผนตัวอย่างแสดงในภาพที่ 1 และภาพที่ 2



ภาพที่ 1 สื่อการสอนบาร์โมเดล โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน (ก) โจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน (ข)



ภาพที่ 2 สื่อการสอนบาร์โมเดล โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน (ค) โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน (ง)

ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านทำการประเมิน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ 1 ท่าน ผลการประเมินพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.44, S.D. = 0.24)

3.2 แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนในรูปแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ โดยเริ่มจากการจัดทำแบบวัดความสามารถจำนวน 8 ข้อ ซึ่งได้เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญทั้งสิ้น 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ 1 ท่าน ทำการประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) พบว่าค่าที่ได้นั้นอยู่ในช่วง 0.67–1.00 ต่อมานำแบบวัดดังกล่าวไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.37–0.72 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.28–0.75 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในแต่ละข้อมีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน

รายการประเมิน	**รายละเอียด**	**คะแนน**
การทำความเข้าใจโจทย์	นักเรียนสามารถระบุได้ว่าโจทย์กำหนดหรือถามอะไร	1
การวาดบาร์โมเดล	นักเรียนสามารถวาดบาร์โมเดลได้ถูกต้องตามที่โจทย์กำหนด	1
การแสดงวิธีทำและลงมือคำนวณ	นักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนการแก้โจทย์อย่างถูกต้อง	1
การตรวจสอบวิธีทำ	นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้	1
รวม		4

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบดังกล่าวเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) อยู่ในช่วง 0.67-1.00 จากนั้นได้นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อประเมิน

คุณภาพของแบบทดสอบ โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.25-0.67 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.33-0.83 สำหรับการใช้งานจริง จำนวน 20 ข้อ ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.74

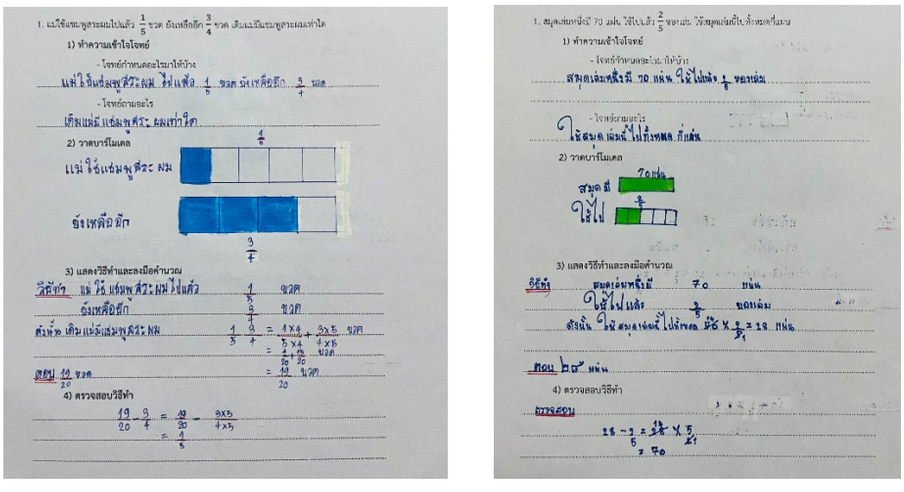
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านสี่แยกสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 30 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 ดำเนินการปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยชี้แจงจุดประสงค์และลำดับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ TGT ร่วมกับ Bar Model รวมถึงทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนก่อนการทดลองด้วยการใช้แบบทดสอบก่อนเรียน

4.2 จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยอาศัยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model กับกลุ่มตัวอย่าง ทั้งสิ้น 4 แผนการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละแผนใช้เวลาเรียน 2 คาบต่อครั้ง โดยดำเนินการสอนสัปดาห์ละ 4 คาบ ทำให้ระยะเวลาการดำเนินงานทั้งหมดอยู่ที่ 2 สัปดาห์ หลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยจะให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งแสดงในภาพที่ 3 - 4 ตามลำดับ

ภาพที่ 3 การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม



ภาพที่ 4 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง โจทย์ปัญหาการลบและการบวกเศษส่วน

จากภาพที่ 3 พบว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองและร่วมมือกับเพื่อนในกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model ในการส่งเสริมการสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักเรียน แสดงให้เห็นถึงการวาด Bar Model โดยนักเรียน ซึ่งทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยคิดร่วมกับกิจกรรม TGT ที่เน้นการทำงานเป็นทีม การแข่งขันในรูปแบบเกม และการอธิบายแนวคิดผ่านภาพ ทำให้การเรียนรู้มีความสนุกสนาน ท้าทาย และกระตุ้นแรงจูงใจ ภาพที่ 4 แสดงถึงความเข้าใจเชิงลึกและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านการใช้ Bar Model ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

4.3 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน โดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกับที่ใช้ในการทดสอบก่อนเรียน

4.4 ข้อมูลที่รวบรวมได้ถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติที่เหมาะสม และนำเสนอผลการวิจัยในลำดับถัดไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้สถิติเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

5.1 วิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังจากเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ที่เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยการใช้สถิติทดสอบที (One Sample t-test)

5.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test for Dependent Samples)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

จากการวิจัยผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบค่า (One Sample t-test) แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนของนักเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	ร้อยละ	$S.D.$	t
หลังเรียน	30	16	13.17	82.29	0.65	16.63*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model มีคะแนนเฉลี่ยในการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนเท่ากับ 13.17 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.65 คิดเป็นร้อยละ 82.29 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model

ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้สถิติทดสอบค่า (t-test for Dependent Samples) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่าง	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	$S.D.$	t
ก่อนเรียน	30	20	6.17	1.91	27.17*
หลังเรียน	30	20	14.90	1.63	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model มีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 6.17 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.91 ขณะที่ค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 14.90 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.63 ผลการวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for Dependent Samples แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้"

1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 13.17 คิดเป็นร้อยละ 82.29 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากเทคนิค TGT ผสานการทำงานกลุ่มกับการวิเคราะห์โจทย์คณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการ 5 ขั้นตอน ได้แก่

1) ขั้นนำ 2) ขั้นสอน 3) ขั้นแบ่งกลุ่ม 4) ขั้นแข่งขัน 5) ขั้นสรุป กระบวนการนี้ช่วยพัฒนาทักษะการวิเคราะห์และเพิ่มความเข้าใจผ่านการใช้ Bar Model ในขั้นวางแผนแก้ปัญหา โดย Bar Model ช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลในโจทย์อย่างชัดเจน ด้วยการแสดงเศษส่วนในรูปแบบแท่งที่แบ่งเป็นส่วนต่าง ๆ ทำให้การคำนวณและการตีความง่ายขึ้น นักเรียนทำงานในกลุ่มย่อยที่มีสมาชิกหลากหลายระดับความสามารถ (2:2:2 ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถสูง ปานกลาง และอ่อน) ซึ่งนักเรียนที่มีความสามารถสูงจะช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่มผ่านการอธิบายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การสื่อสารระหว่างนักเรียนในวัยเดียวกันช่วยเพิ่มความเข้าใจได้ดีกว่าการสื่อสารกับครู ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานของ Chaisongkram and Vanichwatanavorachai (2020) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model ในหัวข้อการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่าการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ช่วยพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์และแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับงานของ Phonwong, Khansila and Nongharnpituk (2023) ที่ระบุว่า เทคนิค TGT มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการทำงานร่วมกันของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในหัวข้อเลขยกกำลัง ซึ่งการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมกลุ่มและการแข่งขันช่วยเพิ่มความกระตือรือร้นในการเรียนและส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานของ Thongyou and Thongaem (2019) ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TGT ในหัวข้อการแก้โจทย์คณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 2 โดยผลการวิจัยชี้ว่า การใช้เทคนิคนี้ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจและพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนก่อนและหลังการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสำเร็จนี้สามารถอธิบายได้จากหลายปัจจัยสำคัญ เทคนิค TGT สนับสนุนการเรียนรู้แบบกลุ่ม โดยมุ่งเน้นการทำงานร่วมกันผ่านการแบ่งกลุ่มที่หลากหลาย ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับความสามารถต่างกัน วิธีนี้ช่วยให้นักเรียนที่มีความสามารถสูงสามารถช่วยเพื่อนที่มีความสามารถต่ำกว่าได้ โดยการอธิบายหรือแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน นอกจากนี้ การจัดการแข่งขันในลักษณะของเกมยังสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียน และกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง ส่วน Bar Model เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยเปลี่ยนข้อมูลในโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนให้กลายเป็นภาพที่เข้าใจง่าย ทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และวางแผนการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ ลดความสับสน และเพิ่มความมั่นใจในการแก้ปัญหา เทคนิคนี้ยังช่วยพัฒนาความคิดเชิงวิเคราะห์ของนักเรียน โดยเฉพาะในการแก้โจทย์ที่ต้องเชื่อมโยงข้อมูลจากหลายส่วน นอกจากนี้ การจัดห้องเรียนให้เหมาะสมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือก็เป็นปัจจัยสนับสนุนที่สำคัญ การจัดห้องเรียนในลักษณะกลุ่มย่อย ทำให้นักเรียนมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการวาด Bar Model และมีความสะดวกในการสื่อสารระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ครูผู้สอนยังสามารถเดินตรวจสอบและให้คำแนะนำในระหว่างกิจกรรมได้ง่ายขึ้น ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานของ Kherasit, Wongkrai and Yunprakon (2023) ที่ศึกษาเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model ในหัวข้อโจทย์ปัญหาทศนิยมสำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 โดยเน้นการใช้ Bar Model ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลขทศนิยมในโจทย์ปัญหาและเปลี่ยนโจทย์ที่ซับซ้อนให้เป็นภาพที่เข้าใจง่ายขึ้น ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Chaisusuek, Khansila and Nongharnpituk (2023) ที่ระบุว่า การนำ Bar Model มาใช้แก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นภาพรวมของโจทย์และเข้าใจการเชื่อมโยงระหว่างการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยชี้ว่านักเรียนที่เรียนด้วย Bar Model มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องนี้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานของ Silarak and Wongsaphan (2024) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับ Bar Model มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 3 โดยเฉพาะในหัวข้อการบวก ลบ คูณ หารระคน การวิจัยแสดงให้นักเรียนเข้าใจการแก้โจทย์ได้ชัดเจนและมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

1. ความสามารถทางในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model สูงกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

1. ควรสร้างสถานการณ์การเรียนรู้ที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง เช่น การนำเสนอโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เศษส่วนในบริบทของชีวิตประจำวัน เพื่อให้การเรียนรู้มีความหมายและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริงอย่างมีประสิทธิภาพ

2. การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือช่วยสอน เช่น แอปพลิเคชันสำหรับการวาด Bar Model หรือแบบฝึกหัดออนไลน์ อาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ โดยเฉพาะในกรณีที่ต้องการแสดงภาพการแบ่งเศษส่วนอย่างชัดเจน เทคโนโลยีเหล่านี้ยังช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและเสริมสร้างประสิทธิผลของกระบวนการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยครั้งนี้มีระยะเวลาเก็บข้อมูลเพียง 2 สัปดาห์ โดยดำเนินการสัปดาห์ละ 2 คาบ รวมทั้งสิ้น 8 คาบ ซึ่งถือว่ามีระยะเวลาค่อนข้างจำกัด อาจส่งผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ไม่เต็มที่ สำหรับการวิจัยในอนาคต ควรพิจารณาเพิ่มระยะเวลาเก็บข้อมูล เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างต่อเนื่องและมีความชำนาญมากขึ้น

2. ควรศึกษาผลของการเรียนรู้ในหัวข้อคณิตศาสตร์อื่น นอกจากเรื่อง เศษส่วน ควรนำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับ Bar Model ไปใช้กับเนื้อหาอื่น ๆ เช่น อัตราส่วน ร้อยละ หรือสมการ จะช่วยให้เข้าใจว่าแนวทางการสอนนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในคณิตศาสตร์ได้กว้างขวาง และช่วยพัฒนาวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นในอนาคต

References

Chaisongkram, S. and Vanichwatanavorachai, S. (2020). The Development of Mathematics Problem Solving of Fifth Grade Students Taught by TGT Technique with Bar Model Method (in Thai). **Journal of Legal Entity Management and Local Innovation**, 6(6), 245-258.

Chaisusuek, C., Khansila, P. and Nongharnpituk, P. (2023). Mathematical problem solving ability and learning achievement on the problems of addition, subtraction, multiplication, and division of grade 5 students using bar model techniques (in Thai). **Education Journal of Nakhon Si Thammarat Rajabhat University**, 2(1), 59-69.

Gillies, R. M. (2016). Cooperative Learning: Review of Research and Practice. **Australian Journal of Teacher Education**, 41(3), 39-54.

Kherasit, P., Wongkrai, S. and Yunprakon, S. (2023). The Development of Mathematics Problem Solving About Decimal Problems Taught by TGT Technique with Bar Model Method of Fifth Grade Students (in Thai). **The 9th National Academic Conference of Rajabhat Loei Academic Year 2023** (pp. 376-384). Loei: Loei Rajabhat University.

Kilpatrick, J., Swafford, J. and Findell, B. (2001). **Adding it up: Helping children learn mathematics. Washington.** DC: National Academy Press.

Lamon, S. J. (2012). **Teaching fractions and ratios for understanding: Essential content knowledge and instructional strategies for teachers.** Routledge.

Lamon, S. J. (2020). **Teaching fractions and ratios for understanding: Essential content knowledge and instructional strategies for teachers.** Routledge.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). **Principles and standards for school mathematics Reston.** VA: NCTM.

National Institute of Educational Testing Service (Public Organization). (2024). Basic statistics of the results of the National Basic Education Test (O-NET) (in Thai). Retrieved 5 March 2024, from **O-NET Announcement System**: https://newonetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Notice/FrBasicStat.aspx

Phonwong, K., Khansila, P. and Nongharnpituk, P. (2023). The Effects of Cooperative Learning with TGT Technique on Grade 8 Students' Mathematics Achievement in Exponent Topic (in Thai). **Kalasin University Journal of Humanities Social Sciences and Innovation**, 2(1), 14-25.

Polya, G. (1957). **How to solve it: A new aspect of mathematical method**. Princeton University Press.

Silarak, S. and Wongsaphan, M. (2024). Developing the Ability to Solve Math Problems of Addition, Subtraction, Multiplication, Dividing of People in 3rd Grade using Cooperative Learning Management in Conjunction with Bar Models (in Thai). **Rajabhat Maha Sarakham University Journal**, 18(2), 309-319.

Slavin, R. E. (1995). **Cooperative learning: Theory, research, and practice.** Allyn and Bacon.

Thongyou, U. and Thongaem, A. (2019). **Development of the Mathematical Word Problem-Solving Ability Using TGT Cooperative Learning Technique for Prathomsuksa 2 Students** (in Thai). Bangkok: Dhurakij Pundit University.

Worakham, P. (2018). **Educational Research (9th ed.)** (in Thai). Mahasarakham: Taxila Printing.

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

JSSE JOURNAL OF SCIENCE & SCIENCE EDUCATION Vol. 8 No. 1 (Jan. – Jun. 2025): 67 – 80
Faculty of Science, Ubon Ratchathani University http://doi.org/10.14456/jsse.2025.07

Research Article in Science Education

A Comparative Study of Mathematical Problem-Solving Skills Using Cooperative Learning with the Think-Pair-Share Technique and Cooperative Learning with the Group Investigation (GI) Technique Among Mathayomsuksa 1 students

Phongsaphat Kingphet[1,*], Pawarit Nuntharatkul[2] and Kanitha Chaowatthanakun[3]

[1]B.Ed. Feild in Learning Management, Faculty of Education and Development Sciences, Kasetsart University

[2]Mathematics Department, Phothawatthanasenee School, Ratchaburi Province

[3]Faculty of Education and Development Sciences, Kasetsart University, Nakhon Pathom Province

**Email: kingphechrp10@gmail.com*

Received <11 February 2025>; Revised <21 March 2025>; Accepted <24 March 2025>

Abstract

The objective of this study was to 1) compare the mathematics problem-solving skills of students following instruction using the Think-Pair-Share technique and the Group Investigation technique, 2) examine the changes in mathematics problem-solving skills of Mathayomsuksa 1 students before and after instruction using the Think-Pair-Share technique, 3) examine the changes in mathematics problem-solving skills of Mathayomsuksa 1 students before and after instruction using the Group Investigation technique. 4) assess students' satisfaction with learning through the Think-Pair-Share technique, and 5) assess students' satisfaction with learning through the Group Investigation technique. The sample consisted of 80 Mathayomsuksa 1 students from Phothawatthanasenee School, selected through the cluster random sampling method. The research instruments included 1) lesson plans designed for the Think-Pair-Share technique, 2) lesson plans designed for the Group Investigation technique, 3) a mathematics problem-solving skills assessment, and 4) a student satisfaction questionnaire. Data were analyzed using descriptive statistics, including the mean and the standard deviation, along with inferential statistics through the t-test. The research findings revealed that 1) there was no statistically significant difference in mathematics problem-solving skills between the two groups after instruction at the 0.05 significance level, 2) students who received instruction through the Think-Pair-Share technique demonstrated a statistically significant improvement in mathematics problem-solving skills after instruction compared to before instruction at the 0.05 significance level, 3) students who received instruction through the Group Investigation technique also exhibited a statistically significant improvement in mathematics problem-solving skills after instruction compared to before instruction at the 0.05 significance level, 4) students reported a high level of satisfaction with learning through the Think-Pair-Share technique, and 5) students reported a high level of satisfaction with learning through the Group Investigation technique.

Keywords: Think-Pair-Share technique; Group Investigation technique; Mathematical Problem-Solving Skills

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทความวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา

การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

พงศพัศ กิ่งเพชร[1,*] ปวริศ นันทรัตน์กุล[2] และ กนิษฐา เชาว์วัฒนกุล[3]

[1]หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2]กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนโพธาวัฒนาเสนี จังหวัดราชบุรี

[3]คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

**Email: kingphechrp10@gmail.com*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด กับกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด 3) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 5) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโพธาวัฒนาเสนี จำนวน 80 คน โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น 3) แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่า t ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดกับกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น พบว่า มีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อยู่ในระดับมาก 5) ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: เทคนิคเพื่อนคู่คิด; เทคนิคกลุ่มสืบค้น; ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทนำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ได้กล่าวว่าวิชาคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว (Ministry of Education, 2017) และถือเป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการคิดและมีบทบาทต่อการเรียนที่จะช่วยพัฒนาความรู้ในการคิดเพื่อให้นักเรียนได้รู้เห็นข้อมูลที่เท็จจริง มีหลักการและวิธีการต่าง ๆ ในการเพิ่มพูนทักษะการคิดวิเคราะห์ การเชื่อมโยงในการประยุกต์ใช้ความรู้จนเกิดความคิดสร้างสรรค์ซึ่งถือเป็นการแสดงศักยภาพของนักเรียน (Rodseesen, Chanakul and Bangtho, 2019)

ปัจจุบันผลการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของโรงเรียนโพธาวัฒนาเสนี จังหวัดราชบุรี นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาค่อนข้างต่ำ ซึ่งดูได้จากผลคะแนนสอบกลางภาคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนสอบอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าร้อยละ 50 รวมถึงการตรวจใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด จากการสัมภาษณ์ครูในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 คน พบว่าการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันเป็นการสอนที่เน้นไปที่การบรรยายเนื้อหาร่วมกับการทำแบบฝึกหัด แม้ว่านักเรียนจะเข้าใจเนื้อหาสาระเป็นอย่างดีแต่นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ ทำให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้มีใจความสำคัญว่า การจัดการเรียนรู้เปรียบเสมือนเครื่องมือที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเองในทุก ๆ ด้านไปสู่ความสำเร็จในชีวิตทั้งนี้นักเรียนจะประสบความสำเร็จหรือไม่เพียงใดขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครูเป็นสำคัญ หากครูเลือกใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับนักเรียนย่อมส่งผลให้นักเรียนสามารถนำความรู้ และประสบการณ์ที่ได้ไปปรับใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน (Chitchanawanit, 2019) ในปัจจุบันการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ความรู้ต่าง ๆ กับกลุ่มเพื่อนในชั้นเรียนหรือกลุ่มต่างชั้นเรียน ตลอดจนแลกเปลี่ยนกับครูจะส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้นและได้แนวคิดวิธีการที่หลากหลาย (Tantiphongsanurak, 2000)

การนำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจและสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เป็นเทคนิคการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างทั่วถึง เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างนักเรียนด้วยกัน และกระตุ้นให้นักเรียนหาข้อสรุปร่วมกับผู้อื่นอย่างเป็นระบบ โดยกำหนดขอบเขตการคิดและการพูดคุยอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ช่วยให้นักเรียนจดจ่อและคิดตามในประเด็นที่กำลังเรียนรู้ ได้ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเอง ทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น ได้ฝึกทักษะการสื่อสารด้วยเหตุผล กล้าแสดงความคิดเห็น ลดปัญหาการแย่งตอบหรือไม่ตอบ เพราะมีคนอื่นตอบไปแล้วหรือกลัวคำตอบของตนจะไม่ถูกต้อง ฝึกการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์คำตอบจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น (Atsena and Sangsrikaew, 2024) เทคนิคเพื่อนคู่คิดประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การคิด (Think) ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียนทั้งชั้นเรียนในประเด็นปัญหาต่าง ๆ หลังจากนั้นให้เวลาเพียงเล็กน้อย รวมทั้งการแนะนำนักเรียนให้นึกถึงเรื่องที่จะต้องศึกษาในขั้นตอนต่อไป ในขั้นตอนนี้จะต้องดำเนินการพร้อมกันทั้งชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนทั้งหมดเกิดความคิดร่วมกัน 2) การจับคู่ (Pair) ครูจับคู่ให้กับนักเรียน โดยอาจจะให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งติด เพื่อให้แต่ละคู่ร่วมกันศึกษาบทเรียนได้สำเร็จลุล่วง 3) การแลกเปลี่ยน (Share) หลังจากการศึกษาบทเรียนแล้วนักเรียนแต่ละคู่ได้พูดคุยและสรุปคำตอบที่ได้ร่วมกัน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน เพื่อแลกเปลี่ยน ความรู้ สรุปผล และอภิปรายผลที่ค้นพบ โดยครูบันทึกคำตอบของนักเรียน และร่วมสรุปคำตอบกับนักเรียน (Compakea, 2020)

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) เป็นการสอนด้วยกลุ่มสืบค้น เป็นการเรียนที่นักเรียนได้รวมกันเลือกหัวข้อเพื่อศึกษาหาความรู้ วางแผนหาความรู้จากแหล่งค้นคว้าและบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม เมื่อกลุ่มดำเนินการสืบสวนหาความรู้แล้วจะนำผลและวิธีการดำเนินงานมาสรุปเพื่อรายงานผลงานของกลุ่ม (Sripradit, 1996) โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 Identifying the

Topic and Organizing Pupils into Group ครูเสนอปัญหาแก่นักเรียนทั้งชั้น แล้วให้นักเรียนช่วยกันเสนอสิ่งที่ตนเองอยากรู้เกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว นักเรียนปรึกษาหารือกันเกี่ยวกับเรื่องที่ตนสนใจ และเสนอหัวข้อให้แก่สมาชิกทั้งชั้นทราบ ขั้นตอนที่ 2 Planning Investigation in Group ครูและนักเรียน วางแผนร่วมกันเกี่ยวกับกระบวนการดำเนินงาน ภาระงานที่ต้องทำและเป้าหมายของงานในแต่ละหัวข้อย่อยตามปัญหาที่เลือก ขั้นตอนที่ 3 Carrying out the Investigation นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในขั้นตอนที่ 2 กิจกรรมและทักษะต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องศึกษาควรมาจากแหล่งข้อมูลทั้งในและภายนอกโรงเรียน ครูให้ความร่วมมือตามความต้องการของกลุ่ม เมื่อแต่ละกลุ่มทำเสร็จแล้ว สมาชิกภายในกลุ่มนำเสนอข้อมูลกับกลุ่มของตน เพื่อให้สมาชิกได้อภิปรายและหาข้อสรุปในแต่ละข้อ ขั้นตอนที่ 4 Preparing Final Report นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลที่สมาชิกในกลุ่มได้จัดทำและช่วยแก้ไขแล้วสรุปเป็นรายงานของกลุ่ม เพื่อนำเสนอต่อนักเรียนทั้งชั้น ในการเสนอรายงานของกลุ่มจะนำเสนอเป็นกลุ่มย่อย ครูควรให้คำแนะนำนักเรียนในการเตรียมความพร้อมในการนำเสนอ ขั้นตอนที่ 5 Presenting the Final Report นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานในกลุ่มของตนให้สมาชิกทั้งชั้นทราบตามที่เตรียมไว้ในขั้นตอนที่ 4 ควรให้นักเรียนทั้งชั้นมีส่วนร่วมในกิจกรรมด้วย เช่น การถาม การตอบปัญหาต่าง ๆ ที่สมาชิกในชั้นเรียนเกิดข้อสงสัย ขั้นตอนที่ 6 Evaluating Achievement ครูและนักเรียนประเมินผลการรายงานกลุ่มย่อย และประเมินการรายงานรวมของทั้งชั้น การประเมินนี้จะรวมถึงการประเมินเป็นรายบุคคลด้วย (Tantiphongsanurak, 2000)

จากที่กล่าวมาข้างต้นการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ต่างเป็นการจัดการเรียนรู้มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกัน ทางผู้วิจัยจึงสนใจว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) การจัดการเรียนรู้แบบใดสามารถส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ดีกว่ากัน ผู้วิจัยได้จัดทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโพธาวัฒนาเสนี

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

วิธีดำเนินการวิจัย

1.แบบแผนการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบสองกลุ่มทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ประกอบด้วย กลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ทำการวัดผล 2 ครั้ง โดยวัดก่อนและหลังการทดลอง (Koonkaew, 2019) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รูปแบบการวิจัย

Group	Pretest	Treatment	Posttest
R_1	T_1	X_1	T_2
R_2	T_1	X_2	T_2

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

R_1	แทน	กลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)
R_2	แทน	กลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI)
T_1	แทน	การทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)
T_1	แทน	การทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI)
X_1	แทน	การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)
X_2	แทน	การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI)
T_2	แทน	การทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)
T_2	แทน	การทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI)

2.ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโพธาวัฒนาเสนี อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 14 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 554 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโพธาวัฒนาเสนี อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 2 ห้อง 80 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) (Koonkaew, 2019) ทั้งนี้งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ 2 วิธี ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบความแตกต่างของผลการเรียนของนักเรียน 2 กลุ่ม พบว่ามีผลการทดสอบที่ไม่แตกต่างกัน

3.เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ ตัวอย่างบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ 1 – 4 แสดงในภาพที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

โดยผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ รวม 8 แผนการเรียนรู้ นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งสองมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมที่ 4.67

ภาพที่ 1 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)

ภาพที่ 2 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI)

3.2 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 12 ข้อ และข้อสอบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ โดยผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยมีค่าสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ระหว่าง 0.86 – 1.00 จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยคัดเลือกข้อสอบใช้จริงจำนวน 11 ข้อ เป็นแบบปรนัย 10 ข้อ แบบอัตนัยจำนวน 1 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.31 - 0.81 มีค่าอำนาจจำแนก (r) 0.22 - 0.88 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.73

3.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อทดสอบความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) มี 4 ด้าน ได้แก่ ด้านบรรยากาศในห้องเรียน ด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านประโยชน์ที่ได้จากการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ เป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ โดยผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามความพึงพอใจ นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยมีค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ระหว่าง 0.67 - 1.00 การกำหนดเกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ย โดยใช้หลักการแบ่งช่วง การแปลผลแบบแบ่งอันตรภาคชั้น (Ritjaroon, 2009) ได้ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21 - 5.00 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย 3.41 - 4.20 หมายถึง เห็นด้วยมาก
คะแนนเฉลี่ย 2.61 - 3.40 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.81 - 2.60 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.80 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

4.การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลกับกลุ่มทดลอง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโพธาวัฒนาเสนี อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี จำนวน 80 คน ที่กำลังศึกษาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โดยมีขั้นตอน ดังนี้

4.1 ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/12 ทดสอบก่อนเรียน ด้วยข้อสอบปรนัย จำนวน 10 ข้อ และอัตนัยจำนวน 1 ข้อ ซึ่งใช้เวลาในการทดสอบ 55 นาที

4.2 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) มีขั้นตอนสำคัญดังนี้

ขั้นที่ 1 การคิด (Think)

ครูกระตุ้นความคิดของนักเรียน ด้วยการตั้งคำถามที่มีความท้าทายต่อความสามารถทางการคิดของนักเรียน โดยครูต้องให้เวลานักเรียนในการใช้ความคิด

ขั้นที่ 2 การจับคู่ (Pair)

ให้นักเรียนจับคู่กันตามที่กำหนดให้ เช่น จับคู่แบบที่นั่งติดกัน หรือจับคู่แบบเลขที่ติดกัน นักเรียนแต่ละคู่ร่วมพูดคุยเกี่ยวกับความรู้ที่ตัวเองหามาได้ให้คู่ของตัวเองฟัง พร้อมทั้งสรุปความรู้ร่วมกัน

ขั้นที่ 3 การแลกเปลี่ยนความรู้ (Share)

หลังจากนักเรียนแต่ละคู่สรุปความรู้ร่วมกันได้แล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ออกมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของคู่ตนเองให้กับเพื่อนในชั้นเรียนได้รับฟัง

กระบวนการการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) มีขั้นตอนสำคัญ 6 ขั้นตอน ดังนี้

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ขั้นที่ 1 เสนอปัญหา ครูกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ที่มีความสงสัย เพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียน ในการหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยปัญหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ควรเหมาะสมกับช่วงวัย และความสามารถของนักเรียน

ขั้นที่ 2 พิจารณาปัญหา ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อปัญหาหรือสถานการณ์นั้น โดยอาจจะใช้การกระตุ้นให้นักเรียนมีความขัดแย้งกันทางความคิดหรือนำเสนอเป็นการวิเคราะห์ปัญหาออกเป็นหลาย ๆ ประเด็น เพื่อให้นักเรียนเกิดการอยากรู้ข้อเท็จจริงว่า สิ่งที่ตนเองคิดถูกหรือไม่ จากนั้นแบ่งกลุ่ม 3 ถึง 6 คน และมอบหมายให้สมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันศึกษาปัญหาที่ครูมอบหมาย เพื่อหาคำตอบหรือแนวทางในการแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 3 วางแผน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนในการแสวงหาความรู้ โดยการแจกแจงงานให้กับสมาชิกภายในกลุ่มไปศึกษาค้นคว้าข้อมูลตามแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ อาจจะเป็นสถานที่หรือบุคคลที่เกี่ยวข้อง ครูทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาและอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติ ให้นักเรียนดำเนินการแสวงหาความรู้ตามแผนที่ได้วางไว้ โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและติดตามผลการทำงานของนักเรียน

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลงาน นักเรียนแต่ละคนสรุปความรู้ที่ตนเองได้ไปสืบค้นมาให้เพื่อนภายในกลุ่มฟัง จากนั้นวิเคราะห์เรียบเรียงข้อมูลที่ได้และหาข้อสรุปร่วมกันเพื่อนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในครั้งนี้

ขั้นที่ 6 ประเมินผล ครูนักเรียนร่วมกันประเมินชิ้นงานทั้งแบบกลุ่มย่อยและภาพรวมของทั้งชั้น

4.3 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 จำนวน 4 คาบ คาบเรียนละ 55 นาที ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/12 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI)

4.4 เมื่อผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบตามแผนที่กำหนดแล้ว จึงให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/12 ทดสอบหลังเรียน ด้วยข้อสอบปรนัยจำนวน 10 ข้อ และอัตนัยจำนวน 1 ข้อ ซึ่งใช้เวลาในการทดสอบ 55 นาที

4.5 สำรวจความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/12 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) และสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) โดยให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจ

4.6 นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

5.การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) โดยนำคะแนนหลังเรียน มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำมาทดสอบค่า t-test แบบ Independent Samples T-Test

5.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) โดยนำคะแนนหลังเรียนเทียบกับคะแนนก่อนเรียน มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำมาทดสอบค่า t-test แบบ Paired Samples T-Test

5.3 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) โดยการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปผลได้ ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า ความแตกต่างของคะแนนหลังเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้ Independent Samples T-Test มีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) มีคะแนน ($\bar{x}$ = 9.05, S.D. = 2.70) และกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) มีคะแนน ($\bar{x}$ = 8.72, S.D. = 3.02)

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t	p
เทคนิคเพื่อนคู่คิด	40	15	9.05	2.70	0.507*	0.613
เทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI)	40	15	8.72	3.02		

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	40	15	4.47	2.54	9.57*
หลังเรียน	40	15	9.05	2.70	

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ผลเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่า กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI)

การทดสอบ	**N**	**คะแนนเต็ม**	$\bar{x}$	**S.D.**	**t**
ก่อนเรียน	40	15	5.00	2.42	9.09*
หลังเรียน	40	15	8.72	3.02	

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกด้าน

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของกลุ่มนักเรียน ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) (N = 40)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	**S.D.**	**แปลผล**	**ลำดับที่**
ด้านบรรยากาศในห้องเรียน	**4.30**	**0.91**	**มาก**	
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อน	4.40	0.90	มาก	2
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและสนุกสนานในการเรียนรู้	4.20	0.91	มาก	7
ด้านการจัดการเรียนรู้	**4.21**	**0.99**	**มาก**	
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์และหาแนวทางการแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน	4.30	1.04	มาก	4
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา	4.13	0.94	มาก	9
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง	4.15	0.98	มาก	8
6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาผ่านสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง	4.23	0.97	มาก	6
7. ครูใช้เวลาเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้	4.25	1.06	มาก	5
ด้านการวัดและประเมินผล	**4.40**	**0.94**	**มาก**	
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการวัดและประเมินผลด้วยวิธีที่หลากหลาย	4.43	1.03	มาก	1
9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการวัดและประเมินผล ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้นักเรียนพัฒนาตนเองได้ดีขึ้น	4.38	0.84	มาก	3
ด้านประโยชน์ที่ได้จากการเรียนรู้	**4.15**	**0.86**	**มาก**	
10. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียน เข้าใจเนื้อหา สามารถพัฒนาผลการเรียนได้ดีขึ้น	4.15	0.86	มาก	8
เฉลี่ยรวมความพึงพอใจ	**4.26**	**0.95**	**มาก**	

5. ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตารางที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกด้าน

ตารางที่ 6 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (N = 40)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล	ลำดับที่
ด้านบรรยากาศในห้องเรียน	**4.10**	**1.04**	**มาก**	
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อน	4.30	0.99	มาก	1
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและสนุกสนานในการเรียนรู้	3.90	1.06	มาก	8
ด้านการจัดการเรียนรู้	**4.06**	**1.05**	**มาก**	
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์และหาแนวทางการแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน	4.13	1.02	มาก	4
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา	4.08	1.05	มาก	5
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง	4.05	1.11	มาก	6
6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาผ่านสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง	4.00	1.11	มาก	7
7. ครูใช้เวลาเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้	4.05	1.01	มาก	6
ด้านการวัดและประเมินผล	**4.18**	**0.94**	**มาก**	
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการวัดและประเมินผลด้วยวิธีที่หลากหลาย	4.15	0.86	มาก	3
9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการวัดและประเมินผล ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้นักเรียนพัฒนาตนเองได้ดีขึ้น	4.20	1.02	มาก	2
ด้านประโยชน์ที่ได้จากการเรียนรู้	**4.15**	**0.95**	**มาก**	
10. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียน เข้าใจเนื้อหา สามารถพัฒนาผลการเรียนได้ดีขึ้น	4.15	0.95	มาก	3
เฉลี่ยรวมความพึงพอใจ	**4.10**	**1.01**	**มาก**	

การอภิปรายผล

การดำเนินการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถอภิปรายผล ดังนี้

1. ผลเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) มีคะแนน ($\bar{x}$ = 9.05, S.D. = 2.70) และกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) มีคะแนน ($\bar{x}$ = 8.72, S.D. = 3.02) เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนหลังเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้ Independent Samples T-Test มีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เป็นเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือที่สามารถนำไปใช้กับผู้เรียนได้ทุกระดับชั้น ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนแต่ละคนมีโอกาสได้คิด สร้างสรรค์ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

อภิปราย และลงมือทำกิจกรรมร่วมกันกับสมาชิกในกลุ่ม โดยอาจเริ่มจากคำถามหรือโจทย์ที่ได้รับจากผู้สอน ผู้เรียนแต่ละคนจะคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อนแล้วจึงนำคำตอบของตนเองไปแลกเปลี่ยนและอภิปรายกับเพื่อนอีกหนึ่งคน จากนั้นนำคำตอบของตนเองหรือของเพื่อนมา อภิปรายร่วมกับสมาชิกอีกคู่หนึ่ง และสุดท้ายนำคำตอบที่ดีที่สุดที่สมาชิกในกลุ่มเห็นตรงกันมานำเสนอหน้าชั้นเรียน (Dachakupt and Yindeesuk, 2018) ซึ่งผลงานที่ทำโดยนักเรียนสองคนช่วยกันย่อมดีกว่าผลงานที่ทำโดยบุคคลเพียงคนเดียวมีโอกาสที่จะผิดพลาดมีน้อยกว่า และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมในลักษณะกลุ่มปฏิบัติการที่เรียนรู้ด้วย ประสบการณ์ตรงจากการเผชิญสถานการณ์จริงและการแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำ ฝึกคิด ฝึกลงมือปฏิบัติฝึกทักษะกระบวนการต่าง ๆ และฝึกทักษะการเสาะแสวงหาความรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีอิสระในการศึกษาหาความรู้ตามหลักประชาธิปไตย ให้ผู้เรียนเรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่น ฝึกการค้นคว้าหาข้อมูลความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่มิใช่เฉพาะในห้องเรียนเท่านั้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดนิสัยการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองได้ด้วยความมั่นใจ (Mingsiritham, 2011) จากคำกล่าวของนักการศึกษาทั้ง 2 ท่าน จึงเป็นเหตุให้หลังใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 จึงได้ผลลัพธ์ที่ไม่แตกต่างกัน

2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาแก้ปัญหา เรื่องทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนได้ นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจโดยการออกแบบการเรียนการสอนของครูที่เน้นนักเรียนให้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน โดยที่นักเรียนจะจับคู่กันนักเรียนที่เรียนอ่อนได้รับการเอาใจใส่จากครูหรือคู่ของตนเองที่เก่งกว่า และช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนตลอดเวลา ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดเกิดทักษะในการแก้ปัญหา พัฒนาความรู้ในด้านต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ Ningsih *et al*., (2019) แอปพลิเคชันกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) มีผลการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่สอนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบปกติ และ Tubtawee (2011**)** ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ Khotcha *et al*., (2023) ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการให้เหตุผลเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวชิรธรรมโศภิต ผลการวิจัยพบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังสอดคล้องกับ Nanang and Rahmawati (2022) พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สำหรับนักเรียนมัธยมต้น ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) โดยนักเรียนในกลุ่มที่ทำงานเกี่ยวกับ LKS และได้รับคำแนะนำจากครูเกี่ยวกับวิธีการแปลงปัญหาเรื่องราวเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยคะแนนที่สูงขึ้นที่สำเร็จในรอบที่ 3 มากกว่าจำนวนนักเรียนที่สำเร็จในรอบที่ 1 และ 2

3. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เพราะการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาแก้ปัญหา เรื่องทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจโดยการออกแบบการเรียนการสอนของครูที่มีนักเรียนมีส่วนร่วม นักเรียนที่เรียนอ่อนและขาดความเชื่อมั่นในตนเองจะได้รับการเอาใจใส่จากครูหรือเพื่อนภายในกลุ่ม ส่งผลให้นักเรียนมีความมั่นใจที่มากกว่าการทำกิจกรรมแบบเดี่ยว และยังช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด เกิดทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม พัฒนาความรู้ในด้านต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ Muhammad (2018) ผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ที่มีต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความมั่นใจในตนเองของนักศึกษาใน SMP Negeri 2 Rembang ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความมั่นใจในตนเองของ

นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) นั้นดีกว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความมั่นใจโดยใช้การเรียนรู้แบบปกติ และ Nisa and Cuevas (2022) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) สามารถปรับปรุงผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน MTsN 3 Malang ได้มากกว่า ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ของ STAD และยังสอดคล้องกับ Unton *et al*., (2023) การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ผลการวิจัยพบว่า คะแนนก่อนการทดสอบเท่ากับ 51.90 ต่ำกว่าคะแนนหลังการทดสอบที่ 76.71 ดังนั้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) สามารถพัฒนาทักษะการทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อยู่ในระดับมาก และด้านที่มีคะแนนสูงสุด คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการวัดและประเมินผลด้วยวิธีที่หลากหลาย เพราะรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นเป็นการให้นักเรียนศึกษาเรียนรู้กับคู่ของตนเอง โดยครูจะไม่เข้าไปบังคับแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหรือวิธีการที่นักเรียนสนใจ ครูมีหน้าที่เป็นผู้คอยให้คำแนะนำกับนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ และยังส่งเสริมให้นักเรียนความคิดรวบยอด เกิดทักษะในการแก้ปัญหา พัฒนาทักษะการการสื่อสารกับคู่ตัวเอง เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันโดยในการทำแบบทดสอบนักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนกับคู่ของตัวเองได้ ทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นไปอย่างราบรื่นสนุกสนานกับการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Moonkham and Moonkham (2002) เป็นรูปแบบของกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยเริ่มจากการจับคู่กันคิดแล้วนำความคิดของทั้งคู่มาอภิปรายในกลุ่ม เพื่อให้ได้ความคิดของกลุ่มเป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้พัฒนาพฤติกรรมทางสังคม ควบคู่ไปกับความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนและยังสอดคล้องกับ Thanyacharoen *et al*., (2023) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด ผลการวิจัยพบว่าความพึงพอใจของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับที่มากที่สุด

5. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อยู่ในระดับมาก และด้านที่มีคะแนนสูงสุด คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อน เพราะรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นเป็นการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่ม โดยให้นักเรียนจับกลุ่ม กลุ่มละ 5 – 7 คน คละเด็กเก่ง กลาง อ่อน โดยครูจะมอบหมายปัญหาให้กับนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนในการคิดแก้ปัญหาและแบ่งหน้าที่สมาชิกในกลุ่มในการสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ มาประกอบในการแก้ปัญหาและนำเสนอวิธีการที่ได้ให้กับเพื่อนในชั้นเรียน ครูมีหน้าที่คอยให้คำแนะนำนักเรียนเท่านั้น ทำให้นักเรียนมีความกล้าแสดงออก กล้าพูด กล้าถาม ช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม นักเรียนภายในกลุ่มได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันภายในกลุ่มยังได้แลกเปลี่ยนกับกลุ่มนักเรียนกลุ่มอื่นด้วยและสุดท้ายนักเรียนนักเรียนสามารถสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Boonwas (2003) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) เป็นการจัดกลุ่มนักเรียนเพื่อเตรียมการทำโครงงานกลุ่ม โดยอาศัยหลักการการเรียนรู้แบบร่วมมือหรือการเรียนแบบร่วมแรงร่วมใจ (Cooperative Learning) ซึ่งมีลักษณะการเรียนการสอนที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม โดยมีความสามารถแตกต่างกันแต่มีเป้าหมายร่วมกันและมีพฤติกรรมในการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และยังสอดคล้องกับ Muhammad (2018) ผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ที่มีต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความมั่นใจในตนเองของนักศึกษาใน SMP Negeri 2 Rembang ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความมั่นใจในตนเองของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) นั้นดีกว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความมั่นใจโดยใช้การเรียนรู้แบบปกติ

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนหลังเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้ Independent Samples T-Test พบว่า มีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกด้าน

5. ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกด้าน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ส่งผลดีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นครูสามารถนำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) หรือการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI) ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากผลการแก้ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 เทคนิค มีผลไม่แตกต่างกัน

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนจับคู่หรือจับกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันหรือการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งนักเรียนสามารถเรียนรู้จากกันและกันในลักษณะที่กระตุ้นให้เกิดการพัฒนาทักษะการคิดและการสื่อสารร่วมกัน แต่การจับคู่หรือจัดกลุ่มบางครั้งอาจจะทำให้เกิดปัญหาความไม่สมดุลในการทำงานกลุ่ม เช่น นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน (เก่งกับเก่ง หรืออ่อนกับอ่อน) ทำให้บางกลุ่มอาจไม่มีความสมดุลในด้านความสามารถ

3. เวลาจัดกิจกรรมค่อนข้างนาน ควรจัดสรรเวลาให้เหมาะสม

References

Atsena, O. and Sangsrikaew, P. (2024). Development of reasoning skills and academic achievement in mathematics by organizing learning activities using the peer-thinking technique on percentage and ratio of grade 6 students. (in Thai). **Academic Journal of Graduate School**, 2(1), 59-68.

Boonwas, K. (2003). **Educational innovation** (in Thai). Bangkok: Srinakharinwirot University.

Chitchanawanit, K. (2019). **Learning Management** (in Thai). Bangkok: Chulalongkorn University Press.

Compakea, J. (2020). Development of mathematical problem-solving skills on prisms and cylinders using peer-thinking techniques and math games for Mathayom 2 students (in Thai). **Master's thesis**. Nakhon Pathom: Silpakorn University.

Dachakupt, P. and Yindeesuk, P. (2018). **7C Skills of Teachers 4.0** (in Thai). Bangkok: Chulalongkorn University Press.

Khotcha, C., Sungdaung, T., Thongsomnuk, I. and Neammalai, P. (2023). The effect of cooperative learning management using buddy technique on learning achievement and reasoning skills on trigonometric ratios of Mathayomsuksa 3 students at Wachirathamsopit School (in Thai). **The 14th Hatyai National and International Academic Conference** (pp. 1563-1575). Hatyai: Hatyai University.

Koonkaew, A. (2019). **Statistics for research** (in Thai). Bangkok: Chulalongkorn University Press.

Ministry of Education. (2017). **Learning standards and indicators for the Mathematics, Science and Geography subject groups in the Social Studies, Religion and Culture subject group (revised edition 2017) according to the Basic Education Core Curriculum B.E. 2008 (1st edition)** (in Thai). Bangkok: Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education.

Mingsiritham, M. (2011). Integrating cooperative learning and collaborative learning (in Thai). **Veridian E-Journal SU**, 4(1), 436-444.

Moonkham, S. and Moonkham, O. (2002). **Methods for organizing learning to develop a thinking system** (in Thai). Bangkok: Image Printing.

Muhammad, M. (2018). The Effect of Group Investigation (GI) Cooperative Learning Type on Mathematical Problem and Self-Confidence of the Students in SMP Negeri 2 Rembang. **Proceedings of the 5th Asia Pasific Education Conference (AECON 2018)** (pp. 91-94). Purwokerto, Indonesia: Atlantis Press.

Nanang. and Rahmawati, A. T. (2022). Improving Mathematical Problem Solving Ability Through Think Pair Share for Junior High School Students. **Thinking Skills and Creativity Journal**, 5(2), 43-51.

Ningsih, Y., Andika, R., Sari I. K., Ahmad, S. and Kenedi, A. K. (2019). The application think pair share in learning mathematic. **Journal of Physics: Conference Series**, 1321, 022092.

Nisa, T. F. and Cuevas, J. V. (2022). Group Investigation (GI) to increase student mathematics learning outcomes. **Transpublika International Research in Exact Sciences**, 1(1), 37-45.

Ritjaroon, P. (2009). **Principles of Measurement and Evaluation in Education** (in Thai). Bangkok: House of Kermyst co.,ltd.

Rodseesen, T., Chanakul, B. and Bangtho, K. (2019). The development of student achievement for solving the single linear equations by teaching through the STAD approach among grade 7 students (in Thai). **Journal of Graduate School Sakon Nakhon Rajabhat University**, 16(72), 119-128.

Sripradit, N. (1996). Academic achievement and problem-solving ability between teaching investigative methods using group process and teaching according to the teacher's manual of Mathayom 3 students (in Thai). **Master's thesis**. Bangkok: Srinakharinwirot University.

Tantiphongsanurak, C. (2000). Cooperative Learning (in Thai). **Academic journal**, 3(12), 36-55.

Thanyacharoen, A., Chanphen, S., Ngenniam, S., Hengtaweesapsiri, N. and Nantratkul, P. (2023). A study on learning achievement in mathematics on polynomial of mattayomsuksa 2 students by cooperative learning using Think-Pair-Share techniques and normal teaching (in Thai). **Proceedings of the 11th National Academic Conference of Muban Chombueng Rajabhat University** (pp. 110-119). Ratchaburi: Muban Chombueng Rajabhat University.

Tubtawee, C. (2011). The effect of collaborative learning with peer thinking technique on the ability to think logically about trigonometric ratios of Mathayom 3 students (in Thai). **Master's Thesis.** Bangkok: Srinakharinwirot University.

Unton, A. R., Rizal R., Susanto, A. and Dinda, W. (2023). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematika Siswa Melalui Model Pembelajaran Group Investigation (GI). **Innovative: Journal Of Social Science Research**, 3(4), 2932-2941.

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

JSSE
JOURNAL OF SCIENCE & SCIENCE EDUCATION
Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
Vol. 8 No. 1 (Jan. – Jun. 2025): 81 - 91
http://doi.org/10.14456/jsse.2025.08

Research Article in Science Education

The Development of Problem-Solving Ability in Addition and Subtraction of Whole Numbers Not Exceeding 100,000 Using KWDL Technique Combined with Educational Games for Grade 3 Students

Pranpreeya Thongmee[1*], Prapaporn Nongharnpituk[2*] and Paweena Khansila[2]

[1]Bachelor of Education, Major in Mathematics, Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University

[2]Major in Mathematics, Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University

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

Received <8 January 2025>; Revised <25 March 2025>; Accepted <26 March 2025>

Abstract

This research aimed to 1) develop problem-solving abilities to meet a criterion of 70%, 2) compare learning achievement in solving addition and subtraction problems of whole numbers not exceeding 100,000, and 3) investigate the satisfaction of Grade 3 students with the implementation of KWDL learning technique combined with educational games. The sample consisted of 37 Grade 3 students from Bansiyaeksomdet School in Somdet District, Kalasin Province, enrolled in the first semester of the 2024 academic year, selected through cluster random sampling. The research instruments included a lesson plan, a test for mathematical problem-solving abilities, a learning achievement test, and a satisfaction questionnaire. Data were analyzed using percentages, means, standard deviations, and t-tests. The results indicated that 1) students achieved an average problem-solving ability in addition and subtraction problems of whole numbers not exceeding 100,000 with a score of 83.36%, which exceeded the established 70% criterion, 2) the mean Pre-test score was 8.54 (S.D. = 3.66), and the mean Post-test score was 12.78 (S.D. = 3.53), with the Post-test scores significantly higher than the Pre-test scores at the .05 significance level, and 3) overall, students reported a high level of satisfaction with the implementation of KWDL technique combined with educational games ($\bar{x}$ = 2.91, S.D. = 0.27).

Keywords: KWDL Technique; Educational Games; Problem-Solving Ability

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทความวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000 โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ปราณปรียา ทองมี[1*] ประภาพร หนองหารพิทักษ์[2*] และ ปวีณา ขันธ์ศิลา[2]

[1]ครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

[2]วิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษามหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

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

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000 และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนบ้านสี่แยกสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 37 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000 คิดเป็นร้อยละ 83.36 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 2) ผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 8.54 (S.D. = 3.66) และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 12.78 (S.D. = 3.53) แสดงว่าผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 2.91, S.D. = 0.27)

คำสำคัญ: เทคนิค KWDL; เกมการศึกษา; ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทนำ

วิชาคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยช่วยเสริมสร้างความสามารถด้านการคาดการณ์ การวางแผน การตัดสินใจ และการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม รวมถึงการคิดอย่างสร้างสรรค์ การใช้เหตุผลอย่างเป็นระบบ และการวิเคราะห์ปัญหาอย่างรอบคอบและละเอียดถี่ถ้วน (Ministry of Education, 2017) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 จึงมุ่งเน้นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลอย่างเหมาะสม ซึ่งครูในปัจจุบันไม่เพียงทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ แต่ยังต้องสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ กระตุ้นความสนใจ และสร้างแรงบันดาลใจให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ สังเกต ค้นคว้า และแก้ปัญหาด้วยตนเองผ่านวิธีการที่หลากหลาย (Chananil, Noisombut and Chananil, 2019)

อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลสถิติด้านการศึกษาระดับประเทศ ผลการทดสอบระดับชาติ NT ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน รายงานว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยคะแนนเฉลี่ยในปีการศึกษา 2565 อยู่ที่ 49.12 และปีการศึกษา 2566 มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 52.97 (Office of the Basic Education Commission, 2024) สำหรับการทดสอบระดับชาติ O-NET โดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในรายวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยในปีการศึกษา 2565 อยู่ที่ 28.06 และปีการศึกษา 2566 มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 29.96 (National Institute of Educational Testing Service (Public Organization), 2024) แม้จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษายังคงอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ จากการสังเกตของผู้วิจัยในชั้นเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านสี่แยกสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ ปีการศึกษา 2567 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุข้อมูลสำคัญในโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ เช่น โจทย์ให้ข้อมูลอะไร และต้องการทราบอะไร อีกทั้งยังไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อเลือกการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ ส่งผลให้ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมที่ผ่านมานักเรียนยังขาดความกระตือรือร้นและไม่สนใจในการเรียนรู้ในชั้นเรียน

ในช่วงวัยประถมศึกษาตอนต้น ซึ่งอยู่ในพัฒนาการขั้นคิดแบบรูปธรรมตามทฤษฎีของเพียเจต์ การสอนผ่านเกมเป็นวิธีที่เหมาะสมในการช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน ท้าทาย และพัฒนาศักยภาพของตนเอง (Piaget, 1969) เกมการศึกษายังช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและยั่งยืน (Khammanee, 2012) Chuicomwong, Wichaiwong and Chuicomwong (2019) พบว่าการใช้เกมร่วมกับสื่อการเรียนรู้ช่วยสร้างความสนใจ กระตุ้นความกระตือรือร้น และส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข พร้อมทั้งสร้างองค์ความรู้ คิดอย่างมีเหตุผล และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ กิจกรรมเหล่านี้ยังช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

ทั้งนี้ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิค KWDL ช่วยเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลและแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Pengjan, Tanachaikhan and Panyapreuk, 2017) เทคนิค KWDL ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) K (What we Know) ผู้เรียนระบุข้อมูลที่โจทย์ให้ 2) W (What we Want to know) ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ 3) D (What we Do to find out) ผู้เรียนวางแผนหรือดำเนินการเพื่อหาคำตอบ และ 4) L (What we Learned) ผู้เรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ (Phusamart, Juntachum and Khechornphak, 2021) งานวิจัยของ Sornsiri and Seethong (2022) ยังสนับสนุนว่าเทคนิค KWDL ช่วยให้นักเรียนสามารถระบุข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูลในโจทย์ และวางแผนแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจปัญหาและแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยผสมผสานเทคนิค KWDL และเกมการศึกษาในกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000 เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังใช้กิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

แบบแผนการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยใช้แบบแผนการทดลอง แบบ The One – Group Pre-test–Post-test Design ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการวิจัยดังนี้ (Nillapun, 2015)

ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	Pre-test	Treatment	Post-test
n	T_1	X	T_2

n แทน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

T_1 แทน การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)

X แทน การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา

T_2 แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Post-test)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนบ้านสี่แยกสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 135 คน จำนวน 6 ห้อง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/2 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนบ้านสี่แยกสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 37 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ได้รับการออกแบบโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ประยุกต์เทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา จำนวน 8 แผน โดยแต่ละแผนใช้เวลาเรียน 1 ชั่วโมง และจัดกิจกรรมการเรียนรู้สัปดาห์ละ 2 ครั้ง รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 8 ชั่วโมง แสดงดังตารางที่ 2 ตัวอย่างเกมการศึกษาที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แสดงดังภาพที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 8 แผน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลจำนวน 1 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการประเมินพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.84, S.D. = 0.29)

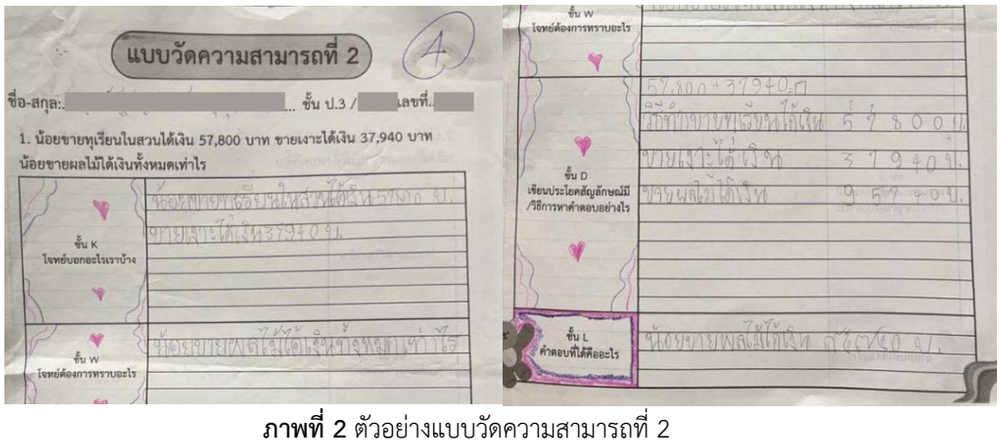
ตารางที่ 2 เนื้อหาและจำนวนชั่วโมงในแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	**เรื่อง**	**เวลา (ชั่วโมง)**
1	โจทย์ปัญหาการบวกจำนวนนับไม่เกิน 100,000	4
2	โจทย์ปัญหาการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000	4
รวม		**8**

2. แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบอัตนัยที่ใช้วัดความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องโจทย์ปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000 จำนวน 8 ข้อ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 3 ผู้วิจัยได้นำแบบวัดดังกล่าวเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแบบวัดความสามารถ ผลการประเมินพบว่า แบบวัดความสามารถมีค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) อยู่ในช่วง 0.67-1.00 ซึ่งสะท้อนถึงความสอดคล้องกับจุดประสงค์และลักษณะพฤติกรรมที่ต้องการวัด นอกจากนี้ แบบวัดความสามารถยังมีค่าความยากระหว่าง 0.46-0.64 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.25-0.57 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.5

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ภาพที่ 1 เกมการศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เกมจิ๊กซอว์เจ้าปัญหา



ภาพที่ 2 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถที่ 2

3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000 เป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ ผู้วิจัยได้นำเสนอแบบวัดผลสัมฤทธิ์ดังกล่าวต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแบบวัด ผลการประเมินพบว่า แบบวัดมีค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) อยู่ในช่วง 0.67-1.00 ซึ่งสะท้อนถึงความสอดคล้องกับจุดประสงค์และลักษณะพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยแบบวัดมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.59-0.64 ค่าอำนาจจำแนกในช่วง 0.43-0.61 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.80

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับ รวมทั้งสิ้น 10 ข้อ โดยแบบสอบถามเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ให้ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกตอบใน 3 ระดับ ได้แก่ มาก ปานกลาง และน้อย โดยกำหนดช่วงของค่าเฉลี่ยเพื่อการแปลความหมายแบ่งเป็น 3 ระดับคะแนน จากช่วงค่าเฉลี่ย ดังนี้ คะแนนเฉลี่ยน 2.34-3.00 มีความพึงพอใจในระดับมาก คะแนนเฉลี่ย 1.67-2.33 มีความพึงใจในระดับปานกลาง คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.66 ไม่มีความพึงพอใจ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอแบบสอบถามดังกล่าวต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน ผลการประเมินพบว่า แบบสอบถามมีค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) อยู่ในช่วง 0.67-1.00 ซึ่งสะท้อนถึงความสอดคล้องกับจุดประสงค์และลักษณะพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ลิขสิทธิ์โดย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถเรื่องโจทย์ปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000

รายการประเมิน	ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
แบบวัดความสามารถ	4	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องและแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	3	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม สอดคล้องกับปัญหานำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์
	2	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา - ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ปฐมนิเทศ ชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับจุดประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา เพื่อสร้างความเข้าใจเบื้องต้นและเตรียมความพร้อม

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ดำเนินการทดสอบโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ พร้อมบันทึกคะแนนไว้สำหรับเปรียบเทียบกับผลหลังเรียน

3. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรม ใช้รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยมีทั้งหมด 8 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง รวมเวลา 8 ชั่วโมง ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

3.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน นักเรียนทบทวนความรู้เดิม เตรียมความพร้อมก่อนเรียน และรับทราบจุดประสงค์ของบทเรียน

3.2 ขั้นเรียนรู้ นักเรียนและครูร่วมกันแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค KWDL และดำเนินการตาม 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 K (What we Know) นักเรียนระบุข้อมูลที่โจทย์ให้

ขั้นตอนที่ 2 W (What we Want to know) นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

ขั้นตอนที่ 3 D (What we Do to find out) นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 L (What we Learned) นักเรียนสรุปคำตอบ

3.3 ขั้นฝึกทักษะ นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเองโดยใช้เทคนิค KWDL ผ่านเกมการศึกษาที่ครูสร้างขึ้น โดยมีครูเป็นผู้แนะนำและช่วยเหลือเมื่อจำเป็น

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ภาพที่ 3 กิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา

3.4 ขั้นสรุปบทเรียน นักเรียนและครูร่วมกันสรุปขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้เทคนิค KWDL พร้อมทั้งทำแบบวัดความสามารถ

4. การเก็บคะแนนระหว่างเรียน ระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะได้รับการประเมินจากแบบวัดความสามารถในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

5. ทดสอบหลังเรียน (Post-test) เมื่อสิ้นสุดการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 8 แผน ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบความรู้ความเข้าใจหลังเรียน โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน และบันทึกคะแนนเพื่อเปรียบเทียบกับผลก่อนเรียน

6. การประเมินความพึงพอใจ นักเรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา โดยใช้สถิติ t-test Dependent Samples

3. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลปรากฏดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละ	เกณฑ์ที่ตั้งไว้
หลังเรียน	37	32	26.68	2.59	83.36	ผ่าน

จากตารางที่ 4 พบว่าคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.68 (S.D. = 2.59) คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 83.36 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนในช่วงร้อยละ 70-79 มีจำนวน 9 คน คะแนนในช่วงร้อยละ 80-89 จำนวน 18 คน และคะแนนในช่วงร้อยละ 90-100 จำนวน 10 คน จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

2. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนำผลคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบก่อนเรียนมาเปรียบเทียบกับแบบทดสอบหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (t-test) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลปรากฏดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	P - Value
ก่อนเรียน	37	16	8.54	3.66	9.52*	.000
หลังเรียน			12.78	3.53		

*ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 5 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 8.54 (S.D. = 3.66) และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 12.78 (S.D. = 3.53) โดยมีผลต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนและก่อนเรียนเท่ากับ 4.24 คะแนน ซึ่งจากการใช้สถิติทดสอบพบว่าค่า t-test เท่ากับ 9.52 ค่า P-Value เท่ากับ .000 จึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา

ที่	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านบรรยากาศการเรียนรู้		**2.85**	**0.36**	**มาก**
1	นักเรียนชอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู	3.00	0.00	มาก
2	นักเรียนได้ทำกิจกรรมและพูดคุยกับเพื่อนร่วมชั้นและครูมากขึ้น	2.81	0.40	มาก
3	นักเรียนสนุกสนานและมีความสุขในการเรียน	2.89	0.31	มาก
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้		**2.91**	**0.29**	**มาก**
4	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา	2.89	0.31	มาก
5	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายทำให้นักเรียนสนุกกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	2.95	0.22	มาก
6	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายทำให้นักเรียนสนุกกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	2.92	0.28	มาก
7	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์และแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน	2.86	0.35	มาก
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ		**2.92**	**0.28**	**มาก**
8	นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้นและเกิดเป็นความรู้ที่คงทน	2.95	0.23	มาก
9	นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	2.92	0.28	มาก
10	นักเรียนชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น	2.89	0.32	มาก
รวม		**2.91**	**0.27**	**มาก**

จากตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 2.91, S.D. = 0.27) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในด้านประโยชน์ที่ได้รับอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 2.92, S.D. = 0.28) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 2.91, S.D. = 0.29) และด้านบรรยากาศการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 2.85, S.D. = 0.36)

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

การอภิปรายผล

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยมีประเด็น เพื่อทำการอภิปรายจากข้อค้นพบในการวิจัยดังนี้

1. สมมติฐานข้อที่ 1 ที่ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 จากการทดสอบสมมติฐาน พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 83.36 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากเทคนิค KWDL เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเทคนิคนี้ช่วยแก้ปัญหานักเรียนที่ไม่เข้าใจโจทย์หรือไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ โดยการเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่การระบุข้อมูลที่โจทย์ให้ (K: What we Know) สิ่งที่โจทย์ถาม (W: What we Want to know) การดำเนินการแก้โจทย์ (D: What we Do to find out) และการสรุปคำตอบ (L: What we Learned) ซึ่งกระบวนการดังกล่าว ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ สร้างประโยคสัญลักษณ์ ดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบคำตอบได้อย่างถูกต้อง ทำให้นักเรียนเข้าใจขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sriarka and Khamrat (2021) ที่ระบุว่ากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ช่วยพัฒนากระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีระบบและเป็นลำดับขั้น นอกจากนี้ งานวิจัยของ Tharachan *et al*. (2020) ยังแสดงให้เห็นว่าเทคนิค KWDL ช่วยพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในหัวข้อสมการเชิงเส้นสองตัวแปรสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ชัดเจนและสามารถช่วยเหลือเพื่อนร่วมชั้นได้ ซึ่งเป็นการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความร่วมมือ ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับ Innok, Khechornphak and Juntachum (2022) ที่ชี้ว่าเทคนิค KWDL มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยช่วยให้นักเรียนสามารถแยกแยะประเด็นสำคัญในโจทย์ และพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ เทคนิคดังกล่าวยังช่วยเพิ่มความน่าสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์ และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

2. สมมติฐานข้อที่ 2 ที่ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษาสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 8.54 (S.D. = 3.66) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 12.78 (S.D. = 3.53) โดยมีผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนเท่ากับ 4.24 คะแนน แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นผลมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งดำเนินการตามขั้นตอนของเทคนิค KWDL ควบคู่กับเกมการศึกษาที่ผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้ จากการสังเกตในชั้นเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความร่วมมือและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างดี กิจกรรมดังกล่าวเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ส่งเสริมให้เรียนรู้ด้วยตนเอง และใช้เกมการศึกษาที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้นและมีความสุขในการเรียนรู้โดยไม่ต้องพึ่งการบรรยายเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kaewpathom, Jirawattanapanit and Weraprasertsakun (2023) ที่ระบุว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยเทคนิคนี้ช่วยให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบและมีลำดับขั้นตอน ครูมีบทบาทในการแนะนำแนวทางและกระตุ้นการวิเคราะห์ รวมถึงการทำงานกลุ่มที่ช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างเพื่อนในชั้นเรียน อีกทั้ง Anupan and Suttiwan (2024) ยังสนับสนุนว่าเทคนิค KWDL เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับเนื้อหา ระยะเวลา และความสามารถของนักเรียน ในกระบวนการเรียนรู้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแผนการเรียนรู้ ซึ่งช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. สมมติฐานข้อที่ 3 ที่ว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา อยู่ในระดับมาก จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 2.91, S.D. = 0.27) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในด้านประโยชน์ที่ได้รับอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 2.92, S.D. = 0.28) ด้านการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 2.91, S.D. = 0.29) และด้านบรรยากาศการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 2.85, S.D. = 0.36) ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ผสมผสานเทคนิค KWDL ซึ่งเน้นการคิดอย่างมีระบบและเป็นขั้นตอน ช่วยให้นักเรียนสามารถระบุข้อมูลที่สำคัญในโจทย์ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา และสรุปผลลัพธ์ได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ การใช้เกมการศึกษาที่ออกแบบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและความสนใจของนักเรียน ยังช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากยิ่งขึ้น นักเรียนได้ลงมือทำด้วยตนเองผ่านกิจกรรมที่สร้างความท้าทายและโอกาสในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือกับเพื่อนในชั้นเรียน โดยมีบรรยากาศที่เปิดกว้างและอิสระในการแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความรู้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความมั่นใจในการเรียนรู้และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไปพร้อมกัน ความสนุกสนานและความสุขที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรมยังช่วยส่งเสริมทัศนคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจที่จะเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับ Pengjan, Tanachaikhan and Panyapreuk (2017) ซึ่งพบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจในระดับมากต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เนื่องจากนักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนและสนุกกับการเรียนรู้ อีกทั้งเทคนิค KWDL ยังช่วยให้นักเรียนมีวิธีคิดที่ชัดเจน ส่งผลให้เกิดความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน นอกจากนี้ งานวิจัยของ Somwong and Prasertsang (2021) ยังระบุว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจในระดับสูงสุดต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เนื่องจากกิจกรรมดังกล่าวสนุกสนานและส่งเสริมให้แก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง โดยขั้นตอนที่ชัดเจนและละเอียดของเทคนิคนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งสร้างความสุขและความสนุกสนานในระหว่างการเรียนรู้

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 83.36 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70

2. ผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 8.54 (S.D. = 3.66) และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 12.78 (S.D. = 3.53) แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษา อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 2.91, S.D. = 0.27)

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษานั้น ผู้สอนควรศึกษารายละเอียดของเทคนิค KWDL อย่างละเอียด เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และควบคุมระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมให้เหมาะสม นอกจากนี้ ผู้สอนจำเป็นต้องมีทักษะในการกระตุ้นผู้เรียนตลอดทุกขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน รวมถึงการเสริมแรงเชิงบวกเพื่อส่งเสริมความกระตือรือร้นของผู้เรียนในการทำกิจกรรม

2. ในการจัดการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 100,000 นักเรียนควรมีทักษะพื้นฐานด้านการบวกและการลบจำนวนนับอย่างแม่นยำ และทักษะการเขียนภาษาไทยให้ถูกต้อง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับเกมการศึกษาในหัวข้ออื่น ๆ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หรือในระดับชั้นอื่น ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและบริบทของชั้นเรียน

2. ควรจัดกิจกรรมซ่อมเสริมเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาทักษะพื้นฐานของนักเรียนก่อนเริ่มกิจกรรมที่มุ่งเน้นการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

References

Anupan, A. and Suttiwan, W. (2024). The Effect of Organizing Learning Activities Using the KWDL Technique to Improve the Math Achievement of 3 Grade Students (in Thai). **Interdisciplinary Academic and Research Journal**, 4(4), 439-452.

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

Chananil, S., Noisombut, H. and Chananil, P. (2019). Development of Mathematics Learning Activities for the 21st Century Using Problem-Based Learning in the Context of a Professional Learning Community (in Thai). **Journal of Education Khon Kaen University**, 42(3), 60-66.

Chuicomwong, N., Wichaiwong, M. and Chuicomwong, N. (2019). The Construction of Learning Activity Package for Mathematics Subject Group on the Decimal Topic by Using Game Activity for Pathomsuksa 6 Students (in Thai). **Chophayom Journal**, 30(1), 261-270.

Innok, U., Khechornphak, T. and Juntachum, N. (2022). The Development of Ability to Solve Mathematical Problems Grade 4 by Organizing Learning Activities Using KWDL Techniques (in Thai). **Srinakharinwirot Academic Journal of Education**, 23(1), 12-16.

Kaewpathom, S., Jirawattanapanit, A. and Weraprasertsakun, A. (2023). The study of mathematics learning achievement and problem-solving ability of Prathomsuksa Two students on voluminosity by using KWDL techniques: A case study of Plukpunya Municipality School under the royal patronage of H.R.H., Phuket (in Thai). **Procedia of Multidisciplinary Research**, 1(3), 4-10.

Khammanee, T. (2012). **Pedagogy: Knowledge for organizing effective learning process** (in Thai). Bangkok: Publisher of Chulalongkorn University.

Ministry of Education. (2017). **Indicators and learning content in the core of mathematics learning subject group (revised edition 2017) according to the core curriculum of basic education** (in Thai). Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand.

National Institute of Educational Testing Service (Public Organization). (2024). Basic statistics of the results of the National Basic Education Test (O-NET) (in Thai). Retrieved 5 March 2024, from **AnnouncementWeb**: https://newonetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Notice/FrBasicStat.aspx

Nillapun, M. (2015). **Educational research** (in Thai). Nakhon Pathom: Silpakorn University Printing House.

Office of the basic education commission. (2024). Examination Management System (in Thai). Retrieved 5 March 2024, from **ExamWeb**: http://180.180.244.45/NT/ExamWeb/FrLogin.aspx

Pengjan, C., Tanachaikhan, N. and Panyapreuk, S. (2017). The Learning Management by Using KWLD Technique to Develop Learning Achievement in Mathematics Entitle “Sentence Problems” of Prathomsuksa 6 Students (in Thai). **Journal of Graduate Research**, 8(1), 79-81.

Phusamart, B., Juntachum, N. and Khechornphak, T. (2021). The Development of Grade 5 Students Ability in Mathematical Problem Solving by Using KWDL Technique (in Thai). **Journal of Roi Et Rajabhat University**, 15(2), 149-152.

Piaget. (1969). **The Mechanisms of Perception**. New York: Basic Book.

Somwong, T. and Prasertsang, P. (2021). The Development of Problems Solving Skills of Grade 6 Students by Management With K-W-D-L Techniques (in Thai). **Journal of Roi Et Rajabhat University**, 15(1), 165-172.

Sornsiri, P. and Seethong, P. (2022). The Development of Curriculum to Enhance Mathematics Word Problem-Solving Using KWDL Technique for Fifth-Grade Students (in Thai). **Journal of MCU Ubon Review**, 7(2), 2049-2062.

Sriarka, S. and Khamrat, N. (2021). The Effects of Learning Implementation Based on K-W-D-L Technique on Mathematical Problem-Solving Ability and Learning Achievement of Mathayomsuksa 1 Students (in Thai). **Journal of Graduate Research**, 12(1), 69-81.

Tharachan, K., Pimpasalee, W., Yonwilad, W. and Rungkarach, W. (2020). Development of mathematical solving problem skill in linear equation with two variables using KWDL technique of grade-9 students (in Thai). **Journal of Science & Science Education**, 3(2), 134-142.

JSSE
JOURNAL OF SCIENCE & SCIENCE EDUCATION
Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
Vol. 8 No. 1 (Jan. – Jun. 2025): 92 – 107
http://doi.org/10.14456/jsse.2025.09

Research Article in Science Education

Promoting the scientific Problem Solving Ability of Grade 6 Students by Using Open Approach Supplemented with Feynmen's Learning Technique in Force and Electrical Energy

Rinlaya Manasil[1] and Pattawan Narjaikaew[1,*]

[1]Program Study of Science, Faculty of Education, Udonthani Rajabhat University

**Email: pattawan.na@udru.ac.th; tawannar@gmail.com.*

Received <9 April 2025>; Revised <15 May 2025>; Accepted <17 May 2025>

Abstract

This study aimed to compare students' scientific problem-solving ability before, during implementation, and after learning by the open approach supplemented with Feynman's learning technique in a topic of Force and Electrical Energy. The target group consisted of 6 Grade 6 students from a small-sized primary school under the Udonthani Primary Educational Service Area Office 4, during semester 2 of academic year 2024. The students were selected by purposive sampling. The one group pretest-posttest design was employed in this study. The research instruments included: (1) 6 lesson plans based on the open approach supplemented with Feynman's learning technique (2) scientific problem-solving ability test based on Weir's (1974) framework, covering four components-problem identification, problem analysis, problem-solving method presentation and result verification, 24 items based on Weir (1974) concept (3) The worksheet form assessing scientific problem-solving ability during implementation processes, and (4) a semi-structured interview form for oral problem-solving ability testing after each lesson finishes. The researcher analyzed quantitative data from pre- and post- tests and analyzed qualitative data from worksheet forms and oral testing during the implementation. The research findings indicated that students who learned through open approach supplemented with the Feynman learning technique had higher post-learning scientific problem-solving ability (Mean = 33.50, S.D. = 5.86) than pre-learning (Mean = 26.72, S.D. = 5.75). From the analysis of scientific problem-solving ability data during the implementation, it was found that students showed continuous improvement in their scientific problem-solving ability, both overall and in each of the 4 components. The prominent finding was that the students' ability to propose solutions and evaluate results improved significantly and reached a good level in the later learning management plans. This resulted from students engaging in hands-on practice and self-directed learning, leading to an understanding of the principles and correct scientific problem-solving methods.

Keywords: Open Approach; Feynmen's Learning Technique; Problem Solving Ability

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทความวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา

การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

รินลญา มาณะศิลป์[1] และ พัดตาวัน นาใจแก้ว[1,*]

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

**Email: pattawan.na@udru.ac.th; tawannar@gmail.com.*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเปิด เสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน เรื่องแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยกลุ่มเป้าหมายการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 6 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง มีแบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า จำนวน 6 แผน 2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 24 ข้อ โดยอ้างอิงตามแนวคิดของ Weir (1974) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การนำเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา และการตรวจสอบผลลัพธ์ 3) แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน 4) แบบประเมินด้วยวิธีการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และวิเคราะห์เชิงคุณภาพจากแบบแบบประเมินสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนและผลการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างหลังเรียนจบแต่ละบทเรียนตลอด 6 แผนการจัดการเรียนรู้โดยนำข้อมูลมาบรรยายเป็น ความเรียง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ($\bar{x}$ = 33.50, S.D.= 5.86) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{x}$ = 26.72, S.D.= 5.75) จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนผ่าน 6 แผนการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยภาพรวมและรายองค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบ จุดเด่นที่พบคือ ความสามารถในการเสนอแนวทางแก้ปัญหา และ การตรวจสอบผลลัพธ์ ของนักเรียนพัฒนาขึ้นอย่างชัดเจนและอยู่ในระดับดีในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6 ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจในหลักการและวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบเปิด; เทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน; ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์โดย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาไม่เพียงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเท่านั้น แต่ยังมุ่งเสริมสร้างทักษะการคิดแก้ปัญหา ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล สืบค้นข้อมูลและตัดสินใจอย่างมีหลักการ เพื่อใช้ในการดำรงชีวิตในสังคมที่ซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2023) อย่างไรก็ตามจากสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน พบว่านักเรียนหลายคนยังขาดทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาเชิงระบบ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระยะยาว (NGSS Lead States, 2020) ดังนั้น การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ควรดำเนินผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด สังเกต ทดลองและสื่อสารอย่างเป็นระบบ ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ Weir (1974) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุประเด็นปัญหาที่สำคัญ การวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา การนำเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการคิดแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา และการตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถบอกผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาตามวิธีที่เสนอได้ แนวทางหนึ่งที่ได้รับการยอมรับว่ามีศักยภาพสูงในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ซึ่งเน้นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ผ่านการตั้งคำถาม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การคิดวิเคราะห์และการอภิปรายร่วมกัน การจัดการเรียนรู้แบบเปิดมีจุดเน้นสำคัญอยู่ที่โจทย์ปัญหาแบบเปิดที่ไม่มีคำตอบที่ตายตัว Nohda (1986) ทำให้ผู้เรียนต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีรากฐานจากแนวคิดของ Nohda (2000) ในบริบทของคณิตศาสตร์ สามารถขยายความไปยังการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ ตั้งแต่การทำความเข้าใจโจทย์ วิเคราะห์สถานการณ์ วางแผน ทดลอง ไปจนถึงการสรุปผลและสื่อสารคำตอบของตนเอง กระบวนการเหล่านี้สอดคล้องกับองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาตามกรอบมาตรฐานนานาชาติ เป็นแนวคิดที่มีพัฒนาการอย่างต่อเนื่องตั้งแต่กลางศตวรรษที่ 20 โดยเฉพาะในบริบทของการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยมีจุดร่วมในด้านการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การตั้งคำถาม และการอภิปรายร่วมกัน การศึกษาของ Furtak *et al.* (2012) แสดงให้เห็นว่า การสอนที่ผ่านการตั้งคำถาม ให้ผู้เรียนจะได้ทดสอบแนวคิดในสถานการณ์ที่ไม่แน่นอน ส่งผลให้สามารถระบุปัญหาและค้นหาวิธีการแก้ไขอย่างมีระเบียบ อีกทั้งได้รับการยอมรับว่าส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงแนวคิดที่หลากหลายจากโจทย์เดียว (open-ended problems) และใช้กระบวนการ “problem-solving approach” เพื่อให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนวิธีคิดระหว่างกัน มีการทดลองใช้ในการเรียนการสอนทั้งวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาและขยายผลต่อไปยังวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา Nohda (2000) และจากการศึกษาโดย Phechsum, Sathitphakigul and Bangtho (2017) พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเป็นไปตามลำดับขั้นตอน จนเกิดความสามารถครบทุกองค์ประกอบ

อย่างไรก็ตามการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาที่แท้จริงไม่สามารถเกิดขึ้นได้เพียงจากการให้โจทย์ปลายเปิดเท่านั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีโอกาสในการสะท้อนความเข้าใจของตนเอง และสามารถอธิบายสิ่งที่เรียนรู้ได้อย่างชัดเจนและเชื่อมโยงโดยกระบวนการที่กล่าวมานั้นสอดคล้องกับเทคนิคการเรียนรู้แบบไฟยน์แมน (Feynman Learning Technique) ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนอธิบายความรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยภาษาของตนเอง (self-explanation) ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดเชิงลึกมากขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจของตน โดยการสอนผู้อื่นหรืออธิบายเนื้อหาด้วยภาษาของตนเองอย่างง่ายและชัดเจน (Feynman, 2018) สื่อให้เห็นถึงความสำคัญของการอธิบายที่กระจ่างแจ้ง จากการศึกษาโดย Reyes, Medina and Santos (2021) และ Harahap (2020) แสดงให้เห็นว่า เทคนิคการเรียนรู้แบบไฟยน์แมนช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจในเชิงลึกอย่างกระตือรือร้น เพิ่มการจดจำระยะยาวและสามารถเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ได้อย่างมีระบบ นอกจากนี้เทคนิคนี้ยังส่งเสริมการคิดสะท้อน (reflective thinking) และการเรียนรู้แบบองค์รวม ซึ่งเหมาะสมอย่างยิ่งกับกลุ่มผู้เรียนระดับประถมศึกษา จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า เทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมนเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถ ยกระดับการจัดการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและจดจำเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น Goldstein *et al.* (2019) ให้ผู้เรียนสามารถปรับปรุงผลการเรียนของตนเองและพัฒนาทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21 เพื่อความเข้าใจอย่างถ่องแท้ โดยการใช้ภาษาที่ไม่ซับซ้อน กระตุ้นให้นักเรียนสามารถพูดออกเสียงหรือเขียนเนื้อหาออกมา หากยังมีคำที่ยากต่อการอธิบายลองใช้อุปมาให้เห็นภาพ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้นและยังช่วยให้พิจารณาถึงประเด็นที่ยังไม่เข้าใจได้ Reyes, Medina and Santos (2021) เน้นเปิดประสบการณ์การเรียนรู้แบบใหม่ให้กับนักเรียน ให้มีความคุ้นชินกับการเรียนรู้ที่มีตัวนักเรียนเองเป็นศูนย์กลางทำให้นักเรียนมีความกล้าที่จะเรียนรู้และตอบคำถามมากขึ้น อีกทั้งยังส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดความสนใจที่จะเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น สามารถใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาไปใช้กับสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ ในขณะเดียวกันสามารถส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นด้วย

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน จึงเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในผู้เรียน ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีงานวิจัยใดในบริบทของนักเรียนประถมศึกษาของไทยที่ศึกษาการบูรณาการ Open Approach กับ Feynman Technique ในหัวข้อเรื่องแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ที่ต้องการความเข้าใจอย่างเป็นระบบ ทั้งในด้านแนวคิดพื้นฐานและการประยุกต์ใช้ แนวทางนี้จะช่วยให้ผู้เรียนไม่เพียงแต่สามารถคิดแก้ปัญหาได้เท่านั้นแต่ยังสามารถอธิบายสิ่งที่เข้าใจได้อย่างชัดเจน มีเหตุผลและสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ไปสู่ผู้อื่นได้อย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ ถือเป็นเป้าหมายสำคัญของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อย่างแท้จริง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของไฟย์นแมน มาส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน เรื่องแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยการทดลองขั้นต้น (Pre-experimental research) โดยวัดผลการทดลองก่อนและหลังเรียน (One Group Pretest Posttest Design) (Campbell, Stanley and Gage, 1963) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pre-test Post-test Design

กลุ่มทดลอง (experimental group)	ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)	การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟย์นแมน	ทดสอบหลังเรียน (Post-test)
	O_1	X	O_2

O_1 คือ การทดสอบก่อนเรียน (ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์)
X คือ การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟย์นแมน เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า
O_2 คือ การทดสอบหลังเรียน (ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์)

2. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยมีนักเรียนจำนวน 6 คน ประกอบด้วยนักเรียนเพศชาย จำนวน 3 คน และเพศหญิง จำนวน 3 คน ในโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 4 ที่มีการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา

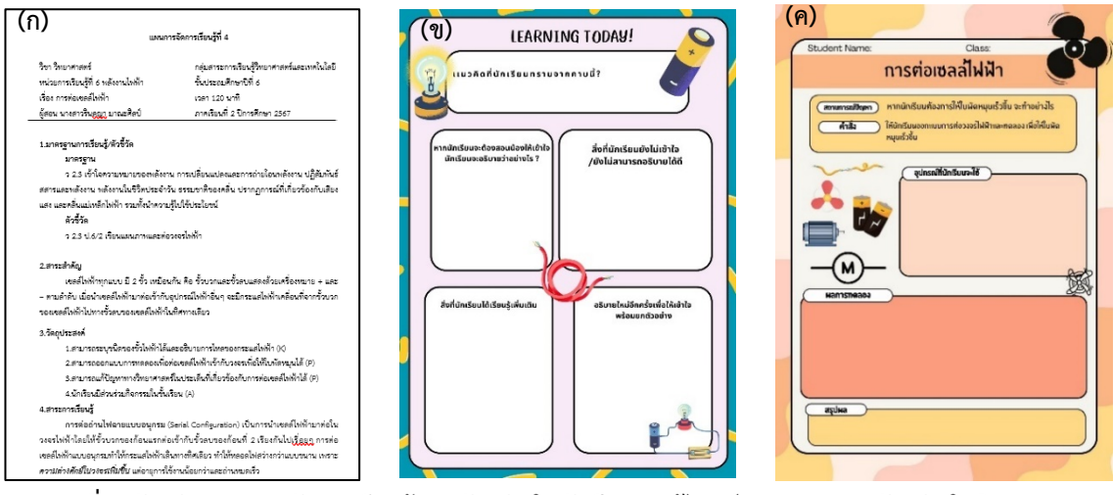
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือดังนี้:

3.1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมนและใบกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสิ้นจำนวน 6 แผน ใช้เวลา 12 ชั่วโมง (แผนละ 2 ชั่วโมง) ได้แก่ 1.แรงไฟฟ้า 2.วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย 3.ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า 4.การต่อเซลล์ไฟฟ้า 5.การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม 6.การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน

ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผนเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาตรวจสอบให้คะแนนแบบมาตราส่วนการประเมินค่า 5 ระดับ (Srisuksaard, 2002) พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ใน “ระดับมากที่สุด” ทุกองค์ประกอบและทุกแผน มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ 1-6 อยู่ที่ 4.84, 4.74, 4.82, 4.83, 4.82 และ 4.81 ตามลำดับ



ภาพที่ 1 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ (ก) ตัวอย่างใบบันทึกความรู้ไฟยน์แมน (ข) และ ตัวอย่างใบกิจกรรม (ค)

การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้า โดยมีขั้นตอนดังตารางที่ 2

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัย

3.2.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เป็นปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 24 ข้อ มีเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับข้อสอบรูปแบบเลือกตอบเชิงซ้อนแต่ละข้อ ดังนี้ ตอบถูกครบถ้วนสมบูรณ์ได้ 2 คะแนน ตอบถูกเพียงบางส่วนไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ได้ 1 คะแนน และตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน

จากนั้นนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความชัดเจนของเนื้อหา ความถูกต้องในการใช้ภาษา รวมทั้งความตรงเชิงเนื้อหา (Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (item-level content validity index: I-CVI) พิจารณาลงความเห็นและให้คะแนน โดย I-CVI ตามที่ Polit and Beck (2006) จะให้คะแนน 4 ระดับ ได้แก่ 1 หมายถึง ข้อคำถามไม่สามารถวัดคุณลักษณะได้ตรงตามนิยาม, 2 หมายถึง ข้อคำถามต้องปรับปรุงมากจึงจะวัดคุณลักษณะได้ตรงตามนิยาม, 3 หมายถึง ข้อคำถามต้องปรับปรุงเล็กน้อยจึงจะวัดคุณลักษณะได้ตรงตามนิยาม และ 4 หมายถึง ข้อคำถามวัดคุณลักษณะตรงตามนิยาม

พบว่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (I-CVI) เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ อยู่ในระดับสามารถยอมรับได้ทั้งหมด ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (S-CVI) เท่ากับ 0.87 (≥ 0.80) อยู่ในระดับสามารถยอมรับได้ (Polit and Beck, 2006) จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 11 คน ที่เคยผ่านการจัดการเรียนรู้แบบเปิดและมีประสบการณ์ในการทำแบบวัดในลักษณะที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่า มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ในช่วง 0.33 – 0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.33 - 0.83 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟ่าครอนบาค (Srisuksaard, 2002) เท่ากับ 0.86

3.2.2 แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน ซึ่งเป็นแบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคลในแต่ละองค์ประกอบของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนโดยใช้แบบประเมินรูบริก (Rubric) ระบุระดับคุณภาพของพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน 3 ระดับคุณภาพ คือ ดี พอใช้และปรับปรุง ซึ่งเป็นเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Weir,1974) และมีเกณฑ์การประเมินผลคะแนนรวมแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แปลความหมายของคะแนนด้วยการหาอัตราภาคชั้น (Wanitbancha, 2006) ดังนี้ 0.00 – 1.33 คะแนน คือ มีความสามารถในระดับปรับปรุง 1.34 – 2.67 คะแนน คือ มีความสามารถในระดับพอใช้ และ 2.68 - 4.00 คะแนน คือ มีความสามารถในระดับดี

จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องด้านความเที่ยงตรง ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม พบค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือรายข้อ (I-CVI) เท่ากับ 1.00 สามารถยอมรับได้ขึ้น และค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (S-CVI) เท่ากับ 1.00 สามารถยอมรับได้ขึ้น ผลการทดสอบความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.33 – 0.71 ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง 0.42 – 1.00 และมีผลค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟ่าครอนบาค เท่ากับ 0.86

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ตารางที่ 2 ขั้นตอนและกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด เสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟย์นแมน

การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach)	**เทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน**	**การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach)เสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน**
1. ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem) ครูจะนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน กระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าแสดงแนวคิดของตนซึ่งสถานการณ์ปัญหานั้นจะเป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจ นักเรียนจะได้เขียนเกี่ยวกับความรู้ที่มีและสิ่งที่ตนเองยังไม่รู้ สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด “หากนักเรียนต้องการให้ใบพัดหมุนเร็วขึ้น จะทำอย่างไร” คำสั่ง “ให้นักเรียนออกแบบการต่อวงจรไฟฟ้าและทดลอง เพื่อให้ใบพัดหมุนเร็วขึ้น”	เลือกหัวข้อและบันทึกความรู้ โดยการเลือกหัวข้อที่ต้องการทำความเข้าใจ เปลี่ยนจากการเรียนรู้แบบการฟังบรรยายเป็นการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ โดยการเขียนทุกสิ่งที่รู้เกี่ยวกับหัวข้อนั้นลงไป รวมถึงรายละเอียดที่เคยรู้มาก่อนและข้อมูลใหม่ที่ได้เรียนรู้ (Choose A Concept) ผู้เรียนจะได้พบว่าการทำให้หลอดไฟสว่างมากขึ้นจะต้องต่อวงจรไฟฟ้าโดยใช้การต่อถ่านไฟฉายมากกว่า 1 ก้อน เรียงกันไป โดยนำขั้วบวกของถ่านไฟฉายก้อนหนึ่งต่อเข้ากับขั้วลบของถ่านไฟฉายอีกก้อนหนึ่ง แต่ยังไม่ทราบชื่อของรูปแบบการต่อวงจรไฟฟ้า	1. ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าแสดงแนวคิดของตนออกมา โดยใช้อุปกรณ์ ได้แก่ หลอดไฟ 1 หลอด สายไฟ 2 เส้น และถ่านไฟฉาย 2 ก้อน มาทดลองต่อไฟฟ้าให้นักเรียนสังเกต โดยต่อวงจรโดยให้นำขั้วหลอดไฟต่างกันต่อเข้าด้วยกัน และนำขั้วถ่านไฟฉายขั้วเดียวกันต่อเข้าด้วยกัน พร้อมสังเกตผลที่เกิดขึ้นเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน 2. ครูใช้คำถามก่อให้เกิดความสงสัย“หากครูนำถ่านไฟฉาย 2 ก้อนมาต่อในวงจรแบบอื่นจะสามารถต่อให้หลอดไฟสว่างได้อย่างไร?” เพื่อเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่ของผู้เรียน โดยเขียนทุกสิ่งที่รู้เกี่ยวกับหัวข้อนั้นลงไป 3. นักเรียนพบกับปัญหาปลายเปิดโดย นักเรียนต้องทำปัญหาสถานการณ์ปลายเปิดนั้นให้เป็นของตนเอง(องค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหา และองค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา)
2. ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Students’ self learning)	ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา	1. ครูอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมและใบกิจกรรมว่า “นักเรียนต้องร่วมกันออกแบบวงจร พร้อมเลือกอุปกรณ์ที่จะใช้ มีอะไรบ้าง จำนวนเท่าใด แล้วให้นักเรียนส่งตัวแทนออกมารับอุปกรณ์” 2. ผู้เรียนได้ใช้ความคิดของตนเองอย่างอิสระในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมสำรวจแนวคิดของผู้เรียนโดยไม่เข้าไปแทรกแซง 3. ผู้เรียนต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง ผ่านการใช้คำถามกระตุ้นแนวคิด เพื่อเกิดทักษะการสังเกตความเร็วของการหมุนของใบพัดหลังจากเพิ่มถ่านไฟฉายเข้าไป
3. ขั้นอภิปรายและการเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน (Whole class discussion and comparison)	อธิบายแนวคิดในลักษณะของการฝึกเป็นผู้สอน ลองจินตนาการว่าตนเองกำลังสอนแนวคิดนั้นให้กับคนที่ไม่รู้จักเรื่องนี้มาก่อน เป้าหมายคือการใช้ภาษาที่ชัดเจนและเรียบง่าย (Teach A Toddler) รวมทั้งจัดระเบียบการอธิบายให้ง่ายต่อความเข้าใจและลดความซับซ้อนระบุและแก้ไขช่องว่างทางความรู้ ขณะอธิบายแนวคิดอาจพบพื้นที่ที่ความเข้าใจยังไม่ครบถ้วนหรือมีปัญหา ให้ตรวจสอบข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อทำความเข้าใจจุดเหล่านั้นให้ลึกซึ้งขึ้น และปิดช่องว่างทางความรู้นั้นให้ได้ (Identify Gaps)	1. ครูกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายและทำความเข้าใจแนวคิดที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน ด้วยคำถามว่า ปัญหาของสถานการณ์ปัญหาคืออะไร มีสาเหตุมาจากอะไร 2. ผู้เรียนอภิปราย อธิบายแนวคิดการแก้ปัญหาของตนเองในชั้นเรียน แสดงหลักฐานประกอบการอธิบายของตนเองต่อชั้นเรียน โดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย(องค์ประกอบที่ 3 การนำเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา) 3. ผู้เรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเองว่ามีช่องว่างทางความรู้ในเรื่องใด (องค์ประกอบที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์) เช่น การต่อถ่านไฟฉายมากกว่า 1 ก้อน เรียงกันไป โดยนำขั้วบวกของถ่านไฟฉายก้อนหนึ่งต่อเข้ากับขั้วลบของถ่านไฟฉายอีกก้อนหนึ่ง เรียกว่าการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดไฟได้ แต่ยังไม่เข้าใจการไหลของไฟในวงจรไฟฟ้า
4. ขั้นสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (Summarization through connecting students’ mathematical ideas emerged in the classroom)	เมื่อทำความเข้าใจเนื้อหาที่ตนเองไม่เข้าใจอย่างละเอียดแล้ว ลองปรับปรุงการอธิบายใหม่ (Review and Simplify) โดยการใช้ภาษาที่เรียบง่ายขึ้น การเรียบเรียงที่ลื่นไหล หรือการใช้ตัวอย่างเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นภาพมากขึ้น สามารถช่วยทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพมากขึ้น เข้าใจอย่างถ่องแท้	ครูและผู้เรียนร่วมกันเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของชั้นเรียนโดยใช้คำถามว่า จากการทำกิจกรรมการต่อเซลล์ไฟฟ้าแต่ละแบบมีความสัมพันธ์กับการหมุนของใบพัด อย่างไร ? ขั้นตอนนี้หลังจากผู้เรียนจะได้วิเคราะห์ตนเองว่ามีจุดใดที่ไม่สามารถอธิบายหรือไม่เข้าใจในเนื้อหา เช่น มีรูปแบบการต่อวงจรให้ใบพัดหมุนเร็วกว่านี้อีกหรือไม่ แล้วถ้าใช้ถ่านจำนวนมากๆ มาต่อเพื่อให้ใบพัดหมุน จะส่งผลกระทบอย่างไรกับใบพัด จากนั้นกลับไปศึกษาเพิ่มเติมเพื่ออธิบายใหม่ด้วยการยกตัวอย่างสถานการณ์หรือหลักฐานมาประกอบการอธิบาย

3.2.3 แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังบทเรียนแต่ละเรื่องด้วยวิธีการสัมภาษณ์ (Oral test) สอดคล้องกับประเด็นการเรียนรู้และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เพื่อประเมินความเข้าใจเชิงลึกของผู้เรียน เก็บข้อมูลในประเด็นต่าง ๆ ให้ครอบคลุมทั้ง 4 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนโดยใช้แบบประเมินรูบริก (Rubric) แปลความหมายของคะแนนได้ด้วยการหาอัตรภาคชั้น (Wanitbancha, 2006) ดังนี้ 0.00 - 1.33 คะแนน คือ มีความสามารถในระดับปรับปรุง 1.34 – 2.67 คะแนน คือ มีความสามารถในระดับพอใช้ และ 2.68 - 4.00 คะแนน คือ มีความสามารถในระดับดี

จากการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ พบว่า ดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือรายข้อ (I-CVI) อยู่ที่ 1.00 และค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (S-CVI) เท่ากับ 1.00 ค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.25 – 0.79 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.33 – 1.00 และมีผลค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟ่าครอนบาค เท่ากับ 0.85

ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังบทเรียนแต่ละเรื่องด้วยวิธีการสัมภาษณ์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Weir,1974)

องค์ประกอบ	**ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์**		
	ปรับปรุง (0)	พอใช้ (1)	ดี (2)
1. การระบุปัญหา	ระบุปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาหรือไม่ได้ระบุปัญหา	ระบุปัญหายังไม่ถูกต้องทั้งหมดแต่ใกล้เคียง	ระบุปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมดและตรงประเด็น
2. การวิเคราะห์ปัญหา	ระบุสาเหตุของปัญหาที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือไม่ระบุสาเหตุของปัญหา	ระบุสาเหตุของปัญหาที่มีความเกี่ยวข้อง สามารถเชื่อมโยงทำให้เกิดปัญหายังไม่ถูกต้อง แต่ใกล้เคียง	ระบุสาเหตุของปัญหาที่มีความเกี่ยวข้อง สามารถเชื่อมโยงทำให้เกิดปัญหาได้ถูกต้อง
3. เสนอแนวทางการแก้ปัญหา	บอกแนวทางการแก้ปัญหาที่ไม่เกี่ยวข้อง ไม่สามารถเชื่อมโยงสู่การแก้ปัญหา หรือไม่ตอบ	บอกแนวทางการแก้ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้อง สามารถเชื่อมโยงสู่การ แก้ปัญหายังไม่ถูกต้อง แต่ใกล้เคียง	บอกแนวทางการแก้ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องสามารถเชื่อมโยงสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
4. การตรวจสอบผลลัพธ์	บอกผลที่คาดว่าจะได้รับจากการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่ได้ตอบ	บอกผลที่คาดว่าจะได้รับจากการแก้ปัญหายังไม่ถูกต้องแต่ใกล้เคียง	บอกผลที่คาดว่าจะได้รับจากการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

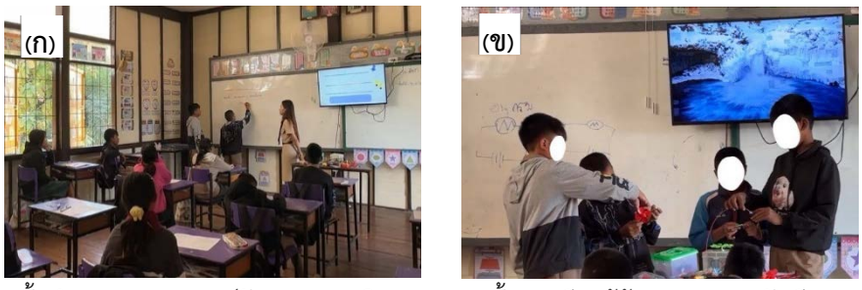
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้นกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 6 คน โรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โดยผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี

4.1 ทดสอบก่อนเรียน (pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้วและบันทึกผลการทดสอบไว้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด ที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างเรียนของผู้เรียนในแต่ละองค์ประกอบ ระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมพร้อมเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน ด้วยวิธีการที่เหมาะสมกับผู้เรียน โดยเก็บชิ้นงานของนักเรียนทุกครั้งพร้อมทั้งบันทึกวีดีทัศน์ขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำมาใช้ประกอบการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหารวมไปถึงการสังเกตพฤติกรรมจากการตอบคำถามในชั้นเรียนของนักเรียน จากนั้นบันทึกผลลงในแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน ผู้ร่วมวิจัยสังเกตผู้เรียนขณะจัดกิจกรรมในห้องเรียนจากการตอบคำถามในชั้นเรียนและใบกิจกรรม

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University



ภาพที่ 2 ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด (ก) และ ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (ข)

4.3 ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ แผนละ 2 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ สถานการณ์ปัญหาที่ครอบคลุมองค์ประกอบของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบ 3 ระดับ ได้แก่ ดี พอใช้ และปรับปรุง ดังตารางที่ 3

4.4 จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แนวคำตอบของผู้เรียนเทียบกับเกณฑ์ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แล้วบันทึกลงในแบบสะท้อนผลหลังการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์เชิงเนื้อหาต่อไป

4.5 ปฏิบัติซ้ำทุกกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่กล่าวมา ให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์รายบุคคล (post-test) เพื่อนำผลมาวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์รายบุคคล แยกตามองค์ประกอบของการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Weir (1974) ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 24 ข้อ คะแนนเต็ม 48 คะแนน ซึ่งเป็นฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน

4.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และใบกิจกรรม มาตรวจสอบความสมบูรณ์และให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบก่อน-หลังเรียน มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีทางสถิติต่อไป

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้รูปแบบการนำเสนอผลการวิเคราะห์ทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบเปิด เสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 สถานการณ์ รวม 24 ข้อ (คะแนนเต็ม 48 คะแนน) มีผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 26.72 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 53.47 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.75 และค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 33.50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 69.79 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.86 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลเปรียบเทียบการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน

คนที่	ก่อนเรียน						หลังเรียน					
	องค์ประกอบการแก้ปัญหา				รวม	ร้อยละ	องค์ประกอบการแก้ปัญหา				รวม	ร้อยละ
	1	2	3	4			1	2	3	4		
1	9	8	8	9	34	70.83	11	7	9	10	37	77.08
2	3	4	8	7	22	45.83	8	9	3	7	27	56.25
3	9	6	5	7	27	56.25	12	6	5	9	33	68.75
4	5	4	5	3	17	35.42	7	6	6	8	27	56.25
5	8	7	5	6	26	54.17	12	7	10	6	35	72.92
6	9	4	6	9	28	58.33	11	11	10	10	42	87.50
ค่าเฉลี่ย	7.12	5.50	6.12	8.00	26.72	**53.47**	10.17	7.67	7.17	8.33	33.50	**69.79**
S.D.	2.56	1.76	1.47	2.33	**5.75**		2.14	1.97	2.93	1.63	**5.86**	

ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน

ทั้ง 4 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยดังตารางที่ 4 และ ภาพที่ 3 พบว่า ผู้เรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้นในทุกองค์ประกอบ โดยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาเพิ่มมากขึ้นที่สุดคือ การระบุปัญหา รองลงมาได้แก่ การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา การตรวจสอบผลลัพธ์ ตามลำดับ

2. ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเปิด เสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยได้ศึกษาและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน วิเคราะห์พฤติกรรมการแก้ปัญหาในชั้นเรียนระหว่างเรียนในทุกองค์ประกอบ ได้แก่ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางแก้ปัญหาและการตรวจสอบผลลัพธ์ โดยใช้ข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการสัมภาษณ์ผู้เรียนเพื่อสะท้อนผลและทำความเข้าใจในแนวคิดของผู้เรียนได้ลึกซึ้งขึ้น โดยวิเคราะห์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์หลังการจัดการเรียนรู้ประกอบกับการพิจารณาบริบทอื่นขณะการเรียนรู้ของผู้เรียนในชั้นเรียนจากใบกิจกรรมและใบบันทึกความรู้ Feynman เพื่อเพิ่มความเข้าใจลึกซึ้งทุกมิติ โดยข้อมูลทั้งหมดนำมาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้

1) ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน เรื่อง แรงไฟฟ้า พบว่า ผู้เรียนมีสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 1 ระบุปัญหา พบว่า ผู้เรียนอยู่ในระดับดี 2 คน ระดับพอใช้ 3 คนและระดับปรับปรุง 1 คน องค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดี 4 คน ระดับพอใช้ 1 คน และปรับปรุง 1 คน องค์ประกอบที่ 3 เสนอแนวทางการแก้ปัญหา นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดี 5 คน ระดับพอใช้ 1 คน โดยภาพรวมผู้เรียนมีแนวโน้มพัฒนาขึ้น และองค์ประกอบที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น อยู่ในระดับดี 4 คน ระดับพอใช้ 1 คน และระดับปรับปรุง 1 คน เนื่องจากผู้เรียนเข้าใจถึงแนวคิดหลักการของการเกิดแรงไฟฟ้า รวมไปถึงวิธีการทดสอบแรงไฟฟ้าที่ถูกต้องว่า เมื่อนำวัตถุที่ใช้ทดลองเสียดสีกันแล้วควรนำวัตถุนั้น จ่อใกล้กับวงล้อกระดาษแล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงของวงล้อกระดาษ

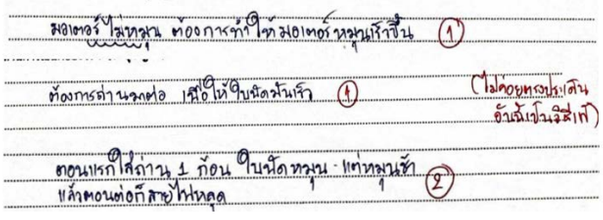
2) ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย พบว่า ผู้เรียนมีสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหา ระหว่างการจัดเรียนรู้ พบว่า ผู้เรียนอยู่ในระดับดี 5 คน ระดับพอใช้ 1 คน องค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา อยู่ในระดับดี 2 คน ระดับพอใช้ 2 คน และปรับปรุง 2 คน องค์ประกอบที่ 3 เสนอแนวทางการแก้ปัญหา อยู่ในระดับดี 3 คน ระดับพอใช้ 3 คน องค์ประกอบที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์อยู่ในระดับดี 3 คน ระดับพอใช้ 2 คน และระดับปรับปรุง 1 คน ผลการพัฒนาที่เด่นชัดในแผนการเรียนรู้นี้ คือ ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถระบุปัญหาได้ถูกต้องและตรงประเด็นจึงทำให้องค์ประกอบการระบุปัญหาของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นทุกคน เนื่องจากผู้เรียนเข้าใจปัญหาของสถานการณ์ได้ตรงประเด็นมากขึ้น เช่น นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์นี้คือต้องการทำให้หลอดไฟติดแต่ต่อแล้วไฟไม่ติด โดยมีสาเหตุมาจากการต่อขั้วของถ่านไฟผิด เป็นต้น

3) ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน เรื่อง ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า พบว่าผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหา ผู้เรียนอยู่ในระดับดี 4 คน ระดับพอใช้ 2 คน องค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา อยู่ในระดับพอใช้ 5 คน และระดับปรับปรุง 1 คน ส่วนองค์ประกอบที่ 3 เสนอแนวทางการแก้ปัญหา อยู่ในระดับดี 4 คน ระดับพอใช้

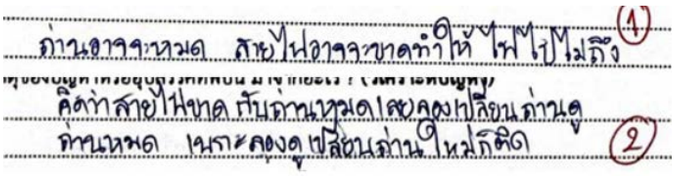
Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

2 คน และองค์ประกอบที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ได้ดีขึ้น มีความสามารถอยู่ในระดับดี 5 คน ระดับพอใช้ 1 คน ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุรอบตัว เช่น นักเรียนกล่าวว่า เข็มกลัด เมื่อนำไปต่อในวงจรไฟฟ้าแล้วหลอดไฟติด มีสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้า ส่วนช้อนสแตนเลส เอาไปต่อในวงจรไฟฟ้าแล้วหลอดไฟไม่ติด มีสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า

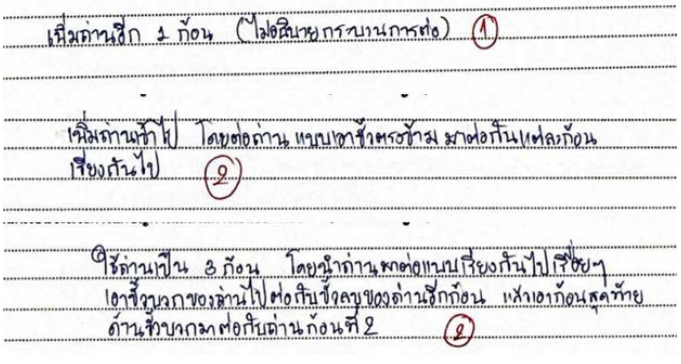
4) ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้า พบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหา อยู่ในระดับดี 6 คน ส่วนองค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา โดยอยู่ในระดับดี 4 คน พอใช้ 2 คน ในองค์ประกอบที่ 3 เสนอแนวทางการแก้ปัญหา อยู่ในระดับดี 5 คน ระดับพอใช้ 1 คน มีแนวโน้มพัฒนาขึ้น บางคนเริ่มเข้าใจถึงหลักการในการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายที่ถูกต้องเพิ่มมาก เช่น ทราบว่าการต่อวงจรไฟฟ้าต้องมีองค์ประกอบอย่างน้อย 3 อย่าง ได้แก่ หลอดไฟ ถ่านไฟฉาย และสายไฟ และต้องต่อขั้วของถ่านไฟฉายให้ถูกต้องกับขั้วของก้นหลอดไฟ และองค์ประกอบที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ อยู่ในระดับดีทุกคน ตัวอย่างดังภาพที่ 4-7



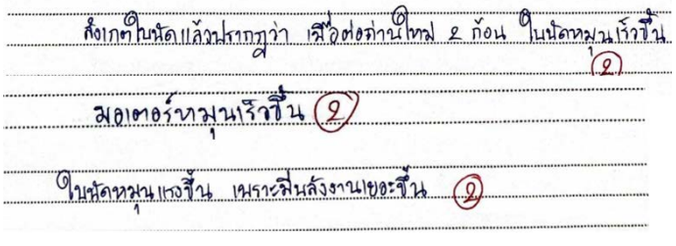
ภาพที่ 4 ตัวอย่างแนวคำตอบของผู้เรียนจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง องค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหา



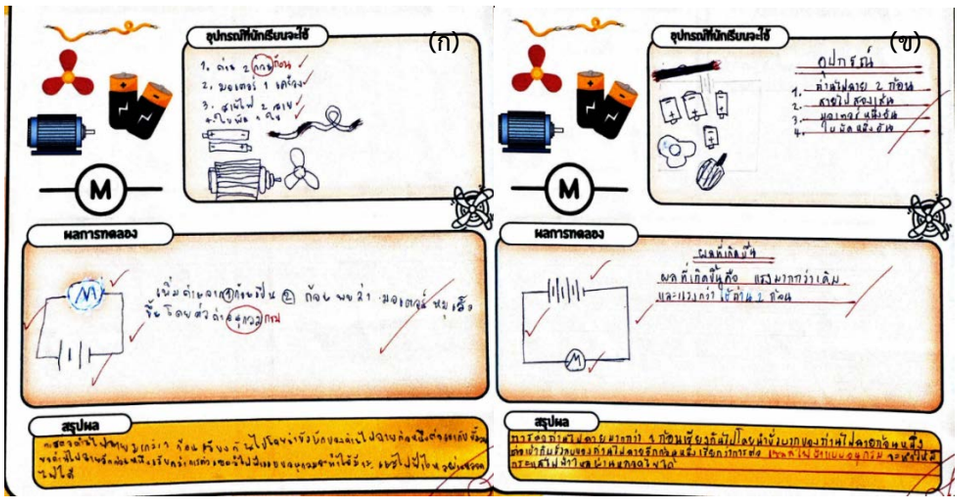
ภาพที่ 5 ตัวอย่างแนวคำตอบของผู้เรียนจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง องค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา



ภาพที่ 6 ตัวอย่างแนวคำตอบของผู้เรียนจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง องค์ประกอบที่ 3 การเสนอแนวทางแก้ปัญหา



ภาพที่ 7 ตัวอย่างแนวคำตอบของผู้เรียนจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง องค์ประกอบที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์



ภาพที่ 8 ตัวอย่างแนวคิดผู้เรียนจากใบกิจกรรม

(ก)

องค์ประกอบที่ 1 :การระบุปัญหา :ซึ่งเป็นเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ปรับแนวคิดของ Weir,1974)

คนที่	พฤติกรรมผู้เรียน	ระดับคุณภาพ		
		ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1	ใบมัดหมุนช้า ต้องทำให้ใบมัดหมุนไว้วิ่นขึ้น	✓		
2	ต้องต่อวงจรแบบไหน มอเตอร์จึงจะหมุนเร็วขึ้น	✓		
3	ใบมัดหมุนช้า	✓		
4	ใบมัดของมอเตอร์หมุนช้า	✓		
5	ใบมัดหมุนช้า	✓		
6	ใบมัดหมุนช้า ต้องออกแบบการต่อถ่านไฟฉาย	✓		

(ข)

องค์ประกอบที่ 2 : การวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งปรับปรุงมาจากแนวคิดของ Weir (1974)

คนที่	พฤติกรรมผู้เรียน	ระดับคุณภาพ		
		ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1	พลังงานไม่เพียงพอจากถ่านก้อนเดียว	✓		
2	มีถ่านก้อนเดียว ทำให้มอเตอร์หมุนช้า	✓		
3	พลังงานไม่มากเลยหมุนช้า	✓		
4	เกิดจาก มอเตอร์เน่า		✓	
5	ถ่านแบตเตอรี่หมด		✓	
6	ถ่านไฟฉายหมด		✓	

ภาพที่ 9 ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การระบุปัญหา (ก) และ การวิเคราะห์ปัญหา (ข)

(ก)

องค์ประกอบที่ 3 : การเสนอแนวทางแก้ปัญหา ซึ่งปรับปรุงมาจากแนวคิดของ Weir (1974)

คนที่	พฤติกรรมผู้เรียน	ระดับคุณภาพ		
		ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1	นักเรียนใช้วิธีทดลองต่อไฟ เพื่อปรับปรุงต่อถ่านใช้ถ่านไฟฉาย 2 ก้อน, มอเตอร์ 1 ตัว, สายไฟ 2 เส้น ใบมัด 1 ใบ (ต่อถ่านแบบอนุกรมสลับขั้ว)	✓		
2	ใช้สายไฟ ถ่าน มอเตอร์ หลอดไฟ ใบมัด (ใช้วิธีการเพิ่มถ่าน จาก 1 ก้อน → 2 ก้อน → 3 ก้อน) (ไม่ได้ใช้หลอดไฟในการต่อ)		✓	
3	นักเรียนใช้ถ่าน 2 ก้อน แล้วต่อถ่านแบบเอาขั้วบวกของถ่านก้อนแรกต่อเข้ากับขั้วลบของถ่านก้อนที่ 2 จากนั้นต่อสายไฟ และมอเตอร์ (นักเรียนลองเอาขั้วบวกต่อกับขั้วลบ ของถ่านก้อนแรก ที่ต่อกับมอเตอร์)	✓		
4	1) นักเรียน ของถ่านมาต่อกันไฟไม่ครบ (จากการสังเกต นักเรียนใช้ถ่าน 4 ก้อนต่อกัน (ขาบวกต่อกับลบ)		✓	
5	ใช้ถ่านไฟฉาย 4 ก้อน, ใบมัด 1 ชิ้น, สายไฟ 2 เส้น มอเตอร์ 1 ตัว แล้วลองต่อแบบเอาขั้วต่างกันมาต่อกันไป (จากการสังเกต การต่อวงจรไฟฟ้า นักเรียนทำถูก)	✓		
6	ใช้ถ่านไฟฉาย 2 ก้อน สายไฟ 2 เส้น มอเตอร์ 1 ตัว ใบมัดพัดมอเตอร์ 1 ตัว จากนั้นทดลอง โดยเอาเซลล์ไฟฟ้าต่อกันไป (ลองหลายๆ ครั้ง)	✓		

(ข)

องค์ประกอบที่ 4 : การตรวจสอบผลลัพธ์ ซึ่งปรับปรุงมาจากแนวคิดของ Weir (1974)

คนที่	พฤติกรรมผู้เรียน	ระดับคุณภาพ		
		ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1	ปรากฏว่า มอเตอร์หมุนเร็วขึ้น ถ้าต่อถ่านไฟฉายเรียงขั้นเหมือน ขั้วลบ ของถ่านก้อนแรกต่อเข้ากับขั้วบวกของถ่านก้อนต่อไป	✓		
2	มอเตอร์หมุนเร็วขึ้น โดยหากใช้ถ่านเพิ่มขึ้น ก็จะทำให้หมุนเร็ว (แต่นักเรียนมีปัญหา/ไม่ได้วางต่อวงจรต่อแบบใด)		✓	
3	ใบมัดของมอเตอร์หมุนเร็วกว่าเดิม เพราะพลังงานที่ได้จากถ่านหลายก้อน		✓	
4	ไม่มีปัญหาที่เกิดขึ้นในกิจกรรม แต่จากการสังเกตผู้เรียนสามารถทำให้ใบมัดหมุนเร็วขึ้น		✓	
5	หลังจากใช้ถ่านต่อ 2 ก้อน เสร็จเรียบร้อยแล้ว 4 ก้อน ปรากฏว่า เร็วกว่า (การต่อถ่านไฟฉายแบบที่ใบมัดสั่น)	✓		
6	ใบมัดหมุนเร็วมากกว่าเดิม และหมุนเร็วกว่าใช้ 2 ก้อน	✓		

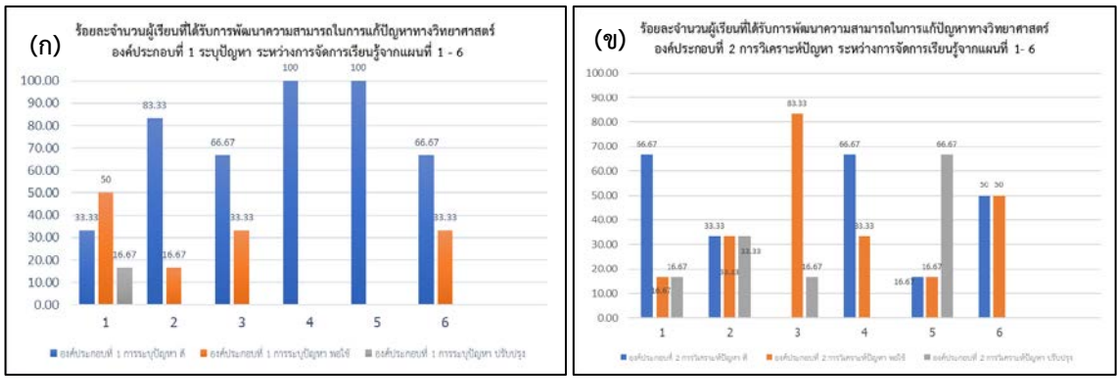
ภาพที่ 10 ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เสนอแนวทางแก้ปัญหา (ก) การตรวจสอบผลลัพธ์ (ข)

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

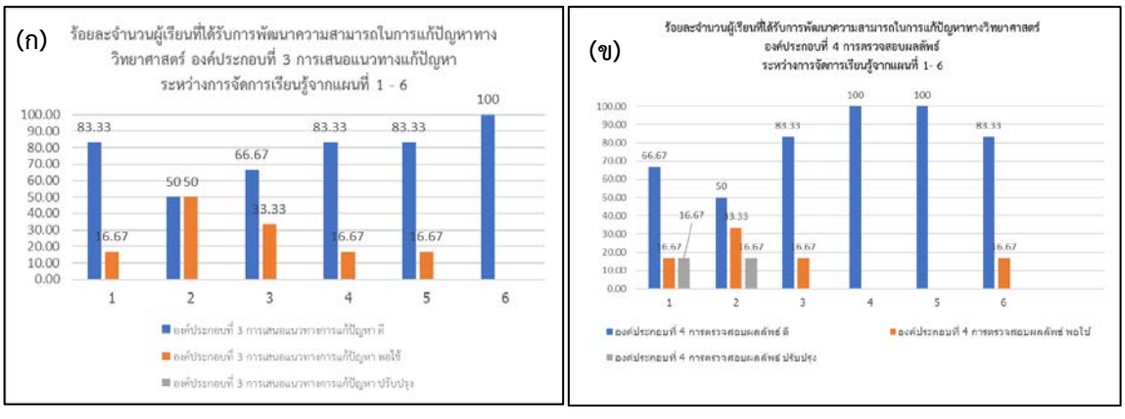
5) ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม พบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหา อยู่ในระดับดี 6 คน องค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา อยู่ในระดับดี 1 คน ระดับพอใช้ 1 คน และระดับปรับปรุง 4 คน ในองค์ประกอบที่ 3 เสนอแนวทางการแก้ปัญหา อยู่ในระดับดี 5 คน ระดับพอใช้ 1 คน มีแนวโน้มพัฒนาขึ้น และองค์ประกอบที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ อยู่ในระดับดี 6 คน

6) ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน พบว่า ผู้เรียนมีสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหา อยู่ในระดับดี 4 คน ระดับพอใช้ 1 คน และระดับปรับปรุง 1 คน องค์ประกอบที่ 3 เสนอแนวทางการแก้ปัญหา อยู่ในระดับดี 6 คน มีแนวโน้มพัฒนาขึ้น และองค์ประกอบที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ อยู่ในระดับดีทุกคน

จากผลการจัดการเรียนรู้ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ในทุกองค์ประกอบเห็นได้ว่าแนวโน้มเพิ่มขึ้นเด่นชัด โดยเฉพาะในองค์ประกอบที่ 3 และ 4 เนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่ผู้เรียนได้ลงมือทำด้วยตนเอง ผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเองจนนำไปสู่ความเข้าใจในวิธีการแก้ปัญหาของโจทย์ปัญหาที่กำหนดถูกต้อง ดังภาพที่ 4-5 โดยแยกตามระดับของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้



ภาพที่ 12 ร้อยละจำนวนผู้เรียนที่ได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ก) องค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหา (ข) องค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา ระหว่างการจัดการเรียนรู้จากแผนที่ 1 – 6



ภาพที่ 13 ร้อยละจำนวนผู้เรียนที่ได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ก) องค์ประกอบที่ 3 การเสนอแนวทางแก้ปัญหา และ (ข) องค์ประกอบที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้จากแผนที่ 1 – 6

อภิปรายผล

จากการศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการ

เรียนรู้ไฟยน์แมน ส่วนใหญ่มีแนวโน้มการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบเพิ่มสูงขึ้น มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

ประการที่ 1 ผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน โดยเริ่มจากขั้นที่ 1 ผู้วิจัยได้นำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดเรื่องแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ด้วยการทดลองให้นักเรียนสังเกตจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ผู้เรียนจึงเกิดความสนใจโดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ครูกำหนด เกิดความสงสัยและเผชิญกับปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง สอดคล้องกับแนวคิดของ Piaget (1965) ตามทฤษฎีทางด้านพัฒนาการว่า ในเด็กช่วงอายุวัย 7-11 ปี จะเริ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างง่าย ๆ ภายใต้ขอบเขตที่จำกัด และสอดคล้องกับแนวคิดของ Nohda (1986) ของการจัดการเรียนรู้ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยผ่านการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาใกล้ตัว เมื่อผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ เชื่อมโยงเข้าสู่ประสบการณ์เดิมของตน แล้วกำหนดระบุประเด็นปัญหาที่จะศึกษา จะเกิดการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาให้ตรงประเด็นที่ต้องการหาความรู้เพื่อแก้ปัญหามากที่สุดผ่านการกระตุ้นด้วยคำถามของครู จึงสามารถระบุปัญหาและสาเหตุของปัญหาได้อย่างชัดเจน ถัดมาขั้นที่ 2 เป็นขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน โดยให้ผู้เรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ว่ามีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร สังเกตการเปลี่ยนแปลงได้จากอะไร ต้องควบคุมการทดลองอย่างไรบ้าง จนได้ค้นพบวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดของตนเอง นำไปสู่การลงมือปฏิบัติจริงเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา จากการลองผิดลองถูกเปลี่ยนมุมมองและหาทางให้ถึงที่สุดด้วยตนเอง สอดคล้องตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมของเพียเจต์ Khammani (2014) ระบุว่าผู้เรียนได้นำความรู้ความสามารถที่สะสมอยู่ออกมาใช้ให้มากที่สุดจนเกิดการสร้างความรู้ความสามารถชุดใหม่ขึ้น แล้วนำข้อมูลไปสู่การสรุปผลการทดลอง ขณะเดียวกันครูผู้สอนช่วยตั้งประเด็นคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกตเห็นถึงสิ่งที่เป็นปัญหาและประเมินวิธีแก้ปัญหาของตนว่ามีความถูกต้องหรือเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ควรปรับปรุงตรงส่วนใดเพื่อให้ได้วิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ซึ่งงานวิจัยนี้มีสถานการณ์ปัญหาที่มุ่งเน้นเกี่ยวกับการทดสอบแรงไฟฟ้าและการต่อวงจรไฟฟ้า ต่อมาขั้นที่ 3 เป็นขั้นการอภิปรายและการเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน ผู้เรียนต้องอธิบายแนวคิดการแก้ปัญหาของตนเองต่อชั้นเรียน พร้อมแสดงหลักฐานที่ได้จากการทำกิจกรรมมาประกอบการอธิบายวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย พร้อมเชื่อมโยงข้อมูลที่สืบเสาะมาได้เข้ากับแนวคิดของเพื่อนในชั้นเรียนคนอื่น ๆ โดยการนำเสนอมีลักษณะสื่อความหมายออกมาเป็นข้อความหรือการวาดภาพ พร้อมแสดงเหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ แล้วนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นใหม่ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องในขั้นที่ 4 ต่อไป ส่งผลให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการเสนอแนวทางการแก้ปัญหา สุดท้ายขั้นที่ 4 ขั้นสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ครูและผู้เรียนได้ร่วมกันเปรียบเทียบแนวคิดของผู้เรียนทุกคนในชั้นเรียนจากถูกต้องน้อยที่สุดไปหาถูกต้องมากที่สุด ทำให้เกิดการเปรียบเทียบแนวคิดของผู้เรียนทั้งชั้นเรียนได้ครอบคลุม ผู้เรียนจะค่อย ๆ เข้าใจทั้งแนวคิดของเพื่อนและของตนเอง ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะสังเกตเห็นถึงประเด็นที่ตนยังไม่เข้าใจได้ชัดเจนมากขึ้น จัดลำดับความเข้าใจจนนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้องของชั้นเรียน จากนั้นสรุปสิ่งที่เพิ่งเรียนรู้ในบันทึกการเรียนรู้ไฟยน์แมนโดยใช้คำและสัญลักษณ์ของตนเอง รวมทั้งสร้างแบบจำลองและยกตัวอย่างเปรียบเทียบเพื่อทำความเข้าใจให้ดีขึ้นและมานำเสนอในคาบเรียนต่อไป เมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่สูงขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัย Iffat, Kader and Nattinee (2017) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้การแก้ปัญหา SSCS ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเรียน ร้อยละ 48.75 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bussaya (2016) โดยได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประการที่ 2 การใช้เทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมน เข้าร่วมในกระบวนการการจัดการเรียนรู้แบบเปิดในขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด ผู้เรียนพบกับปัญหาปลายเปิด จากนั้นเขียนทุกสิ่งที่รู้เกี่ยวกับหัวข้อนั้นลงไปรวมถึงรายละเอียดที่เคยรู้มาก่อนและข้อมูลใหม่ที่ได้เรียนรู้ให้ได้มากที่สุด พร้อมระบุปัญหาให้สอดคล้องกับประเด็นของสถานการณ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ ผู้เรียนจะสามารถวิเคราะห์ได้ว่าสิ่งใดคือประเด็นปัญหาและมีสาเหตุมาจากอะไร เกิดแรงขับในการเรียนรู้ที่จะหาคำตอบ ในขั้นที่ 2 ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้พร้อมเผชิญปัญหาด้วยตนเองเพียงคนเดียวในการแก้ปัญหาก่อน ผู้เรียนเกิดการคิดแก้ปัญหาอย่างอิสระและหลากหลาย พร้อมเกิดความสงสัยว่าปัญหามีสาเหตุเกิดจากอะไร เพราะเหตุใดการทดลองจึงไม่เป็นไปตามที่คาดคะเนไว้ ครูจำเป็นต้องตรวจสอบแนวคิดของผู้เรียนทุกคนอย่างละเอียดเพื่อให้การจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนไปพร้อมกันทั้งชั้นเรียน โดยผู้เรียนได้เขียนประเด็นที่ตนสงสัยลงในใบบันทึกความรู้ไฟยน์แมน สำหรับขั้นที่ 3 ขั้นอภิปรายและการเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน ผู้เรียนจะได้แสดงองค์ความรู้ของตนเองต่อ

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

หน้าชั้นเรียนอย่างกระตือรือร้น พร้อมแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ซึ่งกันและกันกับเพื่อนในชั้นเรียน นักเรียนทุกคนจะออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน ฝึกทักษะการสื่อสารโดยการใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย พร้อมหลักฐานมาประกอบการอธิบายเพื่อความน่าเชื่อถือ ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการกล้าแสดงออกต่อหน้าชั้นเรียนและเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง สามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดที่ตนเองยังไม่สามารถอธิบายได้ดีหรือยังไม่เข้าใจ จนสามารถเข้าใจประเด็นนั้นได้อย่างถ่องแท้เห็นได้จากผู้เรียนสามารถอธิบายประเด็นที่เกิดความสับสนในชั้นเรียนให้เพื่อนได้เข้าใจผ่านการสาธิตการทดลองหน้าชั้นเรียนด้วยตนเอง สอดคล้องตามแนวคิดทฤษฎีการสอนและการเรียนรู้ฮิวทาโกจี Winter *et al.* (2009) อันเป็นการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้ค้นพบด้วยตัวเอง ออกแบบเส้นทางการเรียนรู้ด้วยตัวเอง มุ่งเป้าไปที่การพัฒนาให้ผู้เรียนมีสมรรถนะในการทำงานและรู้วิธีการเรียนรู้เพื่องานในอนาคตที่เปลี่ยนไป เมื่อเรียนไปแล้วสามารถสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้และวิธีการเรียนรู้ของตนเองให้กับผู้อื่นได้ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Wea, Dua and Elizabeth (2023) ทำการศึกษาเพื่อสำรวจผลกระทบของการใช้วิธีการเรียนรู้ของไฟย์นแมนต่อความเข้าใจในแนวคิดฟิสิกส์ของนักเรียนและอธิบายการตอบสนองโดยธรรมชาติของนักเรียนต่อการใช้วิธีการเรียนรู้นี้ พบว่า สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในกระบวนการเรียนรู้ ปรับปรุงทักษะการสื่อสารและฝึกความสามารถในการอธิบายสิ่งต่าง ๆ ให้เข้าใจง่ายขึ้น และในขั้นที่ 4 ขั้นสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เมื่อผู้เรียนเชื่อมโยงแนวคิดของตนเองกับแนวคิดที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียน เมื่อผู้เรียนวิเคราะห์ตนเองว่ามีจุดใดที่ตนไม่สามารถอธิบายได้ จากนั้นกลับไปศึกษาเพิ่มเติมเพื่อนำความรู้มาลองปรับปรุงการอธิบายใหม่ให้เพื่อนในชั้นเรียนเข้าใจด้วยภาษาที่เรียบง่ายขึ้น ใช้ตัวอย่างเปรียบเทียบการสาธิตเพื่อให้เห็นภาพมากขึ้น เมื่อผู้เรียนเข้าใจเนื้อหานามธรรมมากขึ้นผ่านการทดลองและสืบเสาะอิสระด้วยตนเอง ส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นทุกองค์ประกอบ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Reyes, Medina and Santos (2021) ได้ทำการศึกษากลยุทธ์การเรียนรู้เทคนิคไฟย์แมนที่ใช้ในการลดความซับซ้อนของข้อมูล พบว่าการเรียนรู้ที่เป็นไปตามความมุ่งมั่นของผู้เรียนเองจะกลายเป็นแนวคิดที่ต่อยอดเมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่ ผู้เรียนจะเข้าใจแนวคิดอย่างลึกซึ้งและควบคุมตนเองในระดับสูง ดังนั้น เทคนิคของไฟย์นแมนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนอย่างแท้จริง อีกทั้งสามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อันเป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้ อย่างไรก็ดี กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้มีจำนวนน้อย แม้จะสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในบริบทของโรงเรียนขนาดเล็กได้ แต่ก็อาจมีข้อจำกัดต่อการขยายผลไปยังบริบทอื่นที่มีความหลากหลายมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้อธิบายบริบทของโรงเรียนและกลุ่มเป้าหมายไว้แล้ว เพื่อให้สามารถพิจารณาและตีความผลการวิจัยได้อย่างเหมาะสม

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟย์แมน เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนร้อยละ 16.32

2. จากการศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ เรื่องแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวโน้มการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบเพิ่มสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ควรเลือกประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องใกล้ตัวกับผู้เรียนมากที่สุด มานำเสนอด้วยสถานการณ์ปัญหารูปแบบการทดลองจริง ให้ผู้เรียนสังเกตปัญหาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ในขั้นตอนแรกของการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟย์แมน จะสามารถทำให้ผู้เรียนเห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น

2. ควรให้ผู้เรียนแสดงแนวคิดออกมาด้วยการบรรยายหรือวาดภาพเพื่อสื่อถึงแนวคิดของตนเอง เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถในการอธิบายสื่อสารความหมายต่างกัน จะสามารถทำให้เข้าใจแนวคิดของผู้เรียนมากกว่าการอธิบายปากเปล่าเพียงอย่างเดียว

3. จากการเสริมนักเรียนด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟย์แมน สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจในประเด็นที่ตนเองสงสัยมากยิ่งขึ้น ผ่านการแนะนำผู้เรียนให้อธิบายด้วยภาษาที่ง่ายต่อการเข้าใจและยกตัวอย่างประกอบ เช่น การสาธิตการทดลอง แผนภาพ infographic ผ่านการอธิบายให้เพื่อนฟังในชั้นเรียน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟย์แมนสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้สร้างสถานการณ์การเรียนรู้จากอุปกรณ์จริงให้นักเรียนได้ทดลอง ในครั้งต่อไปครูควรนำการจัดการเรียนรู้นี้ไปใช้ในเนื้อหาอื่นที่มี

ลักษณะเป็นนามธรรมเพื่อให้สามารถนำมาใช้หลักฐานที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมมาอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อใช้แก้ปัญหาสถานการณ์ ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างทักษะการคิดและการแก้ปัญหาของนักเรียนในสถานการณ์ที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น

2. จากผลความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยครั้งนี้พบว่า ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไฟยน์แมนกับตัวแปรอื่น เช่น ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการต่อยอดและพัฒนาองค์ความรู้มากยิ่งขึ้น ช่วยเสริมสร้างองค์ความรู้ในหลากหลายมิติและทำให้การเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ ต้องขอขอบพระคุณ รศ.ดร.พัดตาวัน นาใจแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาเครื่องมือวิจัย ตลอดจนผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้

จริยธรรมการวิจัย

โครงการวิจัยฉบับนี้ได้ผ่านการพิจารณาและการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี เมื่อวันที่ 25 พฤศจิกายน 2567 หมายเลขใบรับรอง อว 0622.7/521

References

Bussaya, P. (2016). The effects of learning activities using the open approach on mathematical problem-solving ability and creativity of Mathayomsuksa Five Students (in Thai). **Journal of Education, Burapha University**, 27(3), 133-146.

Campbell, D. T., Stanley, J. C. and Gage, N. L. (1963). **Experimental and quasi-experimental designs for research**. Boston: Houghton Mifflin.

Feynman, R. P. (2018). **Feynman lectures on computation**. CRC Press.

Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. and Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. **Review of Educational Research**, 82(3), 300-329.

Goldstein, T. R., Lerner, M. D., Paterson, S., Jaeggi, L., Toub, T. S., Hirsh-Pasek, K. and Golinkoff, R. (2019). Stakeholder Perceptions of the Effects of a Public School-Based Theatre Program for Children with ASD. **Journal for Learning through the Arts**, 15(1), 33-41.

Harahap, A. R. (2020). An alternative method of online learning using the Feynman technique. **Proceedings of the International Conference Labma Scientific Fair 2020** (pp. 59-69). Indonesia: LabMa, Universitas Islam Indonesia.

Iffat, G., Kader, A. and Nattinee, M. (2017). The impact of the Open Approach in enhancing students' problem-solving ability in secondary science education. **Journal of Educational Psychology**, 26(3), 122–137.

Khammani, T**.** (2014). **The art of teaching: Knowledge for effective learning process management** (in Thai). Bangkok: Chulalongkorn University Press.

NGSS Lead States. (2020). **Next generation science standards For states, by states**. The National Academies Press.

Nohda, N. (1986). A study of open-approach method in school mathematics teaching focusing on mathematical problem solving activities. **Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics**, 5, 19-31.

Nohda, N. (2000). Teaching by open-approach method in Japanese mathematics classroom. In T. Nakahara, and M. Koyama (Eds.), **Proceedings 24th of the Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education**, 1, 39-53.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2013). **Skills outlook 2023: Future-ready education for 21st century learners**. OECD Publishing.

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

Phechsum, P., Sathitphakigul, A. and Bangtho, K. (2017). The effects of learning activities using the open approach on mathematical problem-solving ability of grade 8 students (in Thai). **Ratchaphruek Journal**, 15(1), 124-133.

Piaget, J. (1965). **The moral judgment of the child**. Free Press.

Polit, D. F. and Beck, C. T. (2006). The content validity index: are you sure you know what's being reported Critique and recommendations. **Research in nursing & health**, 29(5), 489-497.

Reyes, L., Medina, P. and Santos, R. (2021). Feynman technique: Simplifying complex ideas to improve scientific problem-solving skills. **Journal of Educational Development**, 35(2), 45–56.

Srisuksaard, B. (2002). **Basic research** (in Thai). Bangkok: Suviriyasarn.

Wanitbancha, K. (2006). **Statistics for research** (in Thai). Bangkok: Chulalongkorn University Press.

Wea, K. N., Dua, Y. S. and Elizabeth, A. (2023). An Exploratory Study to Investigate the Implementation of Feynman Learning Method in a Physics Classroom Setting. **Journal of Innovative Science Education**, 12(3), 331-339.

Weir, S. (1974). **Development of problem-solving capabilities**. Final Report. Cambridge, MA: Harvard University.

Winter, A. J., McAuliffe, M. B., Hargreaves, D. J., and Chadwick, G. (2009). The transition to academagogy. Retrieved 5 January 2025, from **ePrints QUT**: https://eprints.qut.edu.au/17367/5/17367b.pdf

JSSE JOURNAL OF SCIENCE & SCIENCE EDUCATION Vol. 8 No. 1 (Jan. – Jun. 2025): 108 - 122
Faculty of Science, Ubon Ratchathani University http://doi.org/10.14456/jsse.2025.10

Research Article in Science Education

Implementing Mathematical Argumentation-Based Learning Activities to Promote Mathematical Thinking Ability on the Topic of Polygons for Grade 6 Students

Daungdaw Sroiin[1,*] and Wanintorn Poonpaiboonpipat[1]
[1]Master of Education, Mathematics Education, Faculty of Education, Naresuan University
**Email: daungdaws66@nu.ac.th*

Received <23 Apr. 2025>; Revised <21 May 2025>; Accepted <22 May 2025>

Abstract

Mathematical thinking is an essential skill that enables learners to deeply understand mathematical concepts and solve problems with logical reasoning. However, research and classroom observations indicate that student is still unable to systematically analyze and solve geometry problems. This research aimed to study the effects of implementing mathematical argumentation in mathematics learning activities on mathematical thinking in the topic of polygons for Grade 6 students during the second semester of the 2024 academic year. The participants were 8 students from a small school in Phetchabun Province. The study employed classroom action research methodology consisting of 3 cycles for a total of 11 hours. The research instruments included 3 lesson plans (an appropriateness average value of 4.88), activity worksheets, and a mathematical thinking ability test (an IOC value of 1 for all items). Data was analyzed according to the components of mathematical thinking. The results from the activity worksheets showed good development; initially, a similar number of students were at levels 1 and 2. Across all three cycles, students exhibited advanced mathematical thinking in specific domains Level 2 the highest level in the following order from highest to lowest: problem-solving, representation, and reasoning. These findings were consistent with the results from a mathematical thinking ability test. After participating in the learning activities, students were able to correctly summarize problem solutions and better explain the reasoning behind applying mathematical knowledge to understand problems.

Keywords: Mathematical Argumentation; Mathematical Thinking; Polygon

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทความวิจัยวิทยาศาสตร์ศึกษา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ดวงดาว สร้อยอินทร์[1,*] และ วนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์[1]

[1]หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

**Email: daungdaws66@nu.ac.th*

บทคัดย่อ

การคิดเชิงคณิตศาสตร์เป็นทักษะสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง และนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล อย่างไรก็ตาม งานวิจัยและประสบการณ์ในชั้นเรียนพบว่า นักเรียนยังไม่สามารถคิดวิเคราะห์โจทย์เรขาคณิตได้อย่างเป็นระบบ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 8 คน ของโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ รวมเวลา 11 ชั่วโมง การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน (มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมเท่ากับ 4.88) ใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ (มีค่า IOC เท่ากับ 1 ทุกข้อ) การวิเคราะห์ข้อมูลแบบองค์ประกอบรายด้านของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยจากใบกิจกรรมพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีโดยในช่วงแรกนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 และ 2 เป็นจำนวนใกล้เคียงกัน และจากทั้ง 3 ใบกิจกรรมนักเรียนมีการคิดเชิงคณิตศาสตร์รายด้านระดับสูงสุด อยู่ในระดับ 2 โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ การแก้ปัญหา การนำเสนอตัวแทนความคิด และการให้เหตุผล ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการวิจัยจากแบบวัดความสามารถการคิดเชิงคณิตศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนสามารถสรุปคำตอบของปัญหาได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลของการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการทำความเข้าใจปัญหาได้มากขึ้น

คำสำคัญ: การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์; การคิดเชิงคณิตศาสตร์; รูปหลายเหลี่ยม

ลิขสิทธิ์โดย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้การคิด การวางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรของชาติให้มีคุณภาพ พัฒนาประเทศให้ทัดเทียมกับนานาอารยประเทศ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพแวดล้อม สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (Office of the Basic Education Commission, 2017) ซึ่งการที่จะพัฒนาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น องค์ประกอบสำคัญที่ควรพัฒนาก็คือทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะทักษะการแก้ปัญหาที่มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการใช้เหตุผลอย่างเป็นระบบ ทั้งยังมีส่วนช่วยในการพัฒนาทักษะด้านอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ควบคู่กันไปอย่างเป็นองค์รวม สอดคล้องกับ Kriegler (2004) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาเปรียบเสมือนหัวใจหลักของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้น หากนักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาที่ดีย่อมส่งผลให้เกิดการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ในด้านอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และถือเป็นรากฐานสำคัญต่อการเรียนรู้ในระยะยาว

เมื่อพิจารณาจากผลการประเมินต่าง ๆ ที่สะท้อนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า ควรจะต้องพัฒนาการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งผลการประเมิน PISA 2022 ที่ผ่านมาพบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 394 คะแนน และมีผลการประเมินที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD รวมถึงมีแนวโน้มลดลง ตั้งแต่ PISA 2000 จนถึง PISA 2022 และมีผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2566 วิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย 29.96 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน เป็นวิชาที่นักเรียนทำคะแนนเฉลี่ยได้น้อยที่สุดซึ่งในสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มีคะแนนเฉลี่ย 27.72 คะแนน ร่วมกับประสบการณ์ของผู้วิจัยที่ผ่านมาพบว่า แม้นักเรียนจะมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่เพียงพอ แต่ยังไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ ไม่สามารถแยกแยะองค์ประกอบสำคัญของปัญหา และไม่สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งข้อบกพร่องเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อทักษะด้านการให้เหตุผลและการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ล้วนแล้วมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันดังที่ National Council of Teachers of Mathematics (2000) ได้ให้ความเห็นว่า การขาดทักษะการแก้ปัญหาส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงได้ อีกทั้งยังเป็นอุปสรรคต่อการสร้างความเข้าใจเชิงลึกในเนื้อหาคณิตศาสตร์ทำให้ไม่สามารถต่อยอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับประถมศึกษาโดยทั่วไปมักเริ่มต้นด้วยการใช้สื่อรูปธรรม เพื่อให้นักเรียนได้สัมผัสและเข้าใจแนวคิดพื้นฐานได้ง่ายขึ้น ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้เรขาคณิต นอกจากนี้ก็ยังมีการนำแนวคิดการเรียนรู้ผ่านเกม หรือการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันเข้ามาใช้ยังช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ สิ่งสำคัญในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ คือ การเน้นให้นักเรียนได้ฝึกฝน การใช้สถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวันที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาเรขาคณิต จะทำให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย อีกทั้งการใช้คำถามกระตุ้นคิดที่เป็นคำถามปลายเปิดก็จะช่วยให้นักเรียนประยุกต์ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงได้ และครูควรใช้กิจกรรมกลุ่มที่ส่งผลทำให้นักเรียนมีโอกาสอภิปรายเพื่อนำความรู้ไปใช้ในการหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมสู่การลงมือปฏิบัติ และส่งผลให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดที่หลากหลาย อย่างเช่นงานวิจัยของ Khawthong and Bongkotphet (2021) ที่จัดกิจกรรมโดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การพานักเรียนไปทัศนศึกษาดูปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงเรียนหรือชุมชนโดยนักเรียนต้องบูรณาการความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่ผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณร่วมกัน ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม และงานวิจัยของ Thanawiboonkiat, Aksornkit and Lertamornphong (2023) ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดโดยใช้กิจกรรมกลุ่มและกิจกรรมคู่ที่ทำให้นักเรียนมีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนกับนักเรียนคนอื่น ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม อีกทั้งยังส่งผลให้นักเรียนมีความกล้าแสดงออกทางความคิดที่มากขึ้น ซึ่งในงานวิจัยให้ข้อเสนอแนะว่า ควรจัดกิจกรรมที่เน้นการคิดโดยครูต้องคอยกระตุ้นนักเรียนให้คิดโดยใช้คำถาม เพื่อให้นักเรียนอธิบายแนวทางการคิดของตนเอง และทำให้นักเรียนคนอื่น ๆ เข้าใจวิธีคิดที่นักเรียนนำเสนอโดยคำถามที่ใช้ควรมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด เพื่อให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดได้อย่างหลากหลาย สอดคล้องกับ National Council of Teachers of Mathematics (2000) ที่ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอความคิดของตนเองและมีส่วนร่วมในการประเมินข้อคิดเห็นของกันและกันผ่านการอภิปรายในชั้นเรียน เน้นให้นักเรียนสามารถคิดหาวิธีโดยใช้การนำเสนอความคิดที่หลากหลาย และสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ได้ดีและง่ายขึ้น

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ช่วยลดความเป็นนามธรรม และสร้างความเข้าใจสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ส่งผลให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย

วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่สอดคล้องกับหลักการและงานวิจัยข้างต้น คือ การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Argumentation) เป็นกระบวนการสนทนาแบบกลุ่มซึ่งครูและนักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุป (Cervantes-Barraza, Cabañas-Sánchez and Reid 2019) ซึ่ง Knudsen *et al*. (2018) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์จะสามารถพัฒนานักเรียนในการแก้ปัญหา การฝึกฝนหาคำตอบได้หลายแบบหรือหลากหลายวิธีนักเรียนสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการอธิบายให้เหตุผลผ่านการโต้แย้งเพื่อสนับสนุนวิธีการนั้น เน้นการตั้งคำถามที่ท้าทายให้นักเรียนคิดลึกซึ้ง ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์เพื่อหาเหตุผลสนับสนุนการตัดสินใจของตนเอง และนำเสนอความคิดโดยใช้แผนภาพหรือกราฟเพื่อแสดงแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองช่วยอธิบาย และสนับสนุนความคิดของตนได้ชัดเจนยิ่งขึ้นฝึกให้นักเรียนใช้สัญลักษณ์และสูตรคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องเพื่อแสดงการแก้ปัญหา และสนับสนุนเหตุผล ซึ่งการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสร้างกรณี ครูจะกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียน หารูปแบบความสัมพันธ์ร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย จากนั้นนักเรียนสร้างกรณีต่าง ๆ ที่คาดว่าเป็นไปได้ 2) การคาดเดา นักเรียนจะต้องคาดเดาสิ่งที่เป็นจริงโดยอ้างอิงจากสิ่งที่ตนเองรู้โดยยังไม่ได้ตัดสินใจว่าสิ่งที่คาดเดานั้นเป็นจริงหรือไม่ ซึ่งครูใช้คำถามกระตุ้นความคิด เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อนต่างกลุ่ม 3) การแสดงเหตุผล นักเรียนจะได้แสดงเหตุผลสำหรับการคาดเดาของตนเองพร้อมอภิปรายแสดงวิธีที่แตกต่างกัน ซึ่งนักเรียนสามารถโต้แย้ง วิจารณ์ เหตุผลของเพื่อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเหตุผล และ 4) การสรุป เป็นการอธิบายร่วมกันตัดสินใจว่าการคาดเดานั้นเป็นจริงหรือเท็จโดยพิจารณาจากเหตุและผลจากนั้นจึงร่วมกันสรุปการโต้แย้ง การคาดเดา การแสดงเหตุผลและตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อสรุปที่ได้ ซึ่งเห็นได้จากงานวิจัยของ Phuangsuea and Poonpaiboonpipat (2022) ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ส่งเสริมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ส่งผลให้นักเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผลมากขึ้น อีกทั้งงานวิจัยของ Jaroenphon and Kitkuakul (2023) ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และการสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสามเหลี่ยม ส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการทางความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้สื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ และช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเรขาคณิตได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เนื่องจากเนื้อหา เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมเป็นเนื้อหาพื้นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ ช่วยเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงเรขาคณิตและการคำนวณ นอกจากนี้ยังเป็นรากฐานสำหรับการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ ปริมาตร และรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าถ้านักเรียนได้รับการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์จะส่งผลให้นักเรียนมีการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการตามรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Action Research) ตามกรอบแนวคิดของ (Kitkuekul, 2014) โดยดำเนินการ 3 วงรอบที่ต่อเนื่องกัน แต่ละวงรอบประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan: P) คือออกแบบการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้หลังจากได้วิเคราะห์จุดประสงค์หรือกำหนดประเด็นปัญหาที่ชัดเจนแล้ว ขั้นที่ 2 ปฏิบัติการ (Act: A) คือปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ ขั้นที่ 3 สังเกต (Observe: O) คือการเก็บรวมรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติรวมทั้งสังเกตตนเองขณะปฏิบัติว่าวิธีการนั้นได้ผลหรือไม่ และขั้นที่ 4 สะท้อนผล (Reflect: R) คือนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสะท้อนผล สังเคราะห์จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนาหรือแก้ไข เพื่อนำไปวางแผนในวงรอบถัดไป

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ณ โรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่ง อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้องเรียนที่มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 8 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้สร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัยโดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ศึกษา 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน 1 ท่าน มีรายละเอียด ดังนี้

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน รวมทั้งหมด 11 ชั่วโมง เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยม จำนวน 3 ชั่วโมง พื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม จำนวน 4 ชั่วโมง และโจทย์ปัญหาของรูปหลายเหลี่ยมจำนวน 4 ชั่วโมง ผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ท (Likert) แล้วนำไปเทียบเกณฑ์การแปลความหมาย 4.50 - 5.00 หมายถึง ความเหมาะสมมากที่สุด 3.50 - 4.49 หมายถึงความเหมาะสมมาก 2.50 - 3.49 หมายถึง ความเหมาะสมปานกลาง 1.50 - 2.49 หมายถึง ความเหมาะสมน้อย 1.00 - 1.49 หมายถึง ความเหมาะสมน้อยที่สุด ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมมากที่สุด เท่ากับ 4.88 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.13 ซึ่งถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขแล้ว คือ ปรับเครื่องมือและเกณฑ์การวัด และประเมินผลของจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านความรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.2 ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีข้อคำถามให้นักเรียนเขียนตอบแบบอิสระ ประกอบด้วย 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะมี 4 คำถามย่อย ได้แก่ ใบกิจกรรมที่ 1 วิศวกรน้อย ใบกิจกรรมที่ 2 ค่ายผจญภัยลูกเสือ และใบกิจกรรมที่ 3 โคกหนองนาโมเดล ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขแล้ว คือ ข้อคำถามให้มีความชัดเจน และเพิ่มข้อคำถามให้ครอบคลุมในการวัดองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์

3.3 แบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์โดยมีข้อคำถามให้นักเรียนเขียนตอบแบบอิสระ ประกอบด้วย 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะมี 4 คำถามย่อย โดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของแบบทดสอบ ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่า IOC ทุกข้อเท่ากับ 1 ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขแล้ว คือ ปรับแก้ข้อคำถามให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย

ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่มีองค์ประกอบรายด้าน ประเมินผลจากใบกิจกรรมระหว่างเรียน และแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบองค์ประกอบย่อย (Analytic rubrics) โดยการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแบ่งออกตามเกณฑ์รายด้านของการคิดเชิงคณิตศาสตร์

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

4.1 ปฐมนิเทศพร้อมทั้งชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

4.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในชั่วโมงปกติของโรงเรียนโดยใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 11 ชั่วโมง

4.3 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและเขียนคำตอบหรือแสดงวิธีคิดในใบกิจกรรมที่กำหนดให้ พร้อมทั้งมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม เพื่อระดมแนวคิดที่หลากหลายและลงมือแก้สถานการณ์ปัญหาได้ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สังเกตและจดบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.4 เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำตอบหรือแสดงวิธีการคิดลงในใบกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะให้คะแนนใบกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และผู้วิจัยจะทำการสะท้อนผลการทำกิจกรรมให้นักเรียนทราบในชั่วโมงสุดท้ายของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

4.5 เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดให้อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมสะท้อนผล เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

4.6 หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน หรือ 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เป็นรายบุคคล ซึ่งมีจำนวน 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถามย่อย 4 ข้อซึ่งวัดและประเมินครอบคลุมทุกองค์ประกอบย่อยของ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด รวมทั้งหมด 12 ข้อ โดยใช้เวลาในการทดสอบ 2 ชั่วโมง

4.7 นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากกลุ่มเป้าหมายมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา และใช้สถิติเชิงพรรณนาสำหรับข้อมูลเชิงตัวเลข จัดกลุ่มระดับคำตอบของนักเรียนแบ่งออกตามเกณฑ์รายด้านของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 องค์ประกอบ โดยจะทำการวิเคราะห์เมื่อสิ้นสุดในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดเมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกันเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1 ผู้วิจัยตรวจคำตอบและจัดกลุ่มระดับคำตอบของนักเรียนตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด ตามเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกประเด็นตามระดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา

คะแนน	**เกณฑ์การพิจารณา**
P1 การทำความเข้าใจปัญหา	
2	- ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ในโจทย์และเชื่อมโยงข้อมูลได้อย่างแม่นยำ
1	- ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบ และเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน หรือ ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบของเงื่อนไขของปัญหาไม่ครบถ้วน หรือเข้าใจความสัมพันธ์ของข้อมูลได้บางส่วน
0	- ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบ และเงื่อนไขของปัญหาผิด หรือ ไม่ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบเงื่อนไขของปัญหา หรือ ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในโจทย์ หรือมีการตีความผิด
P2 การดำเนินการแก้ปัญหา	
2	- ใช้สูตร ทฤษฎีบท หรือหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาทุกขั้นตอนและมีความชัดเจน
1	- ใช้สูตร ทฤษฎีบท หรือหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน หรือ แสดงการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่ครบทุกขั้นตอน หรือ
0	- ใช้สูตร ทฤษฎีบท หรือหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงการแก้ปัญหาผิด หรือ ไม่แสดงการแก้ปัญหา
P3 การสรุปคำตอบของปัญหา	
2	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง และครบถ้วนตามประเด็นที่ปัญหาต้องการทราบ
1	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วนหรือสรุปคำตอบได้ถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วนตามประเด็นที่ปัญหาต้องการทราบ
0	- สรุปคำตอบผิด หรือ ไม่สรุปคำตอบ

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกประเด็นตามระดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล

คะแนน	**เกณฑ์การพิจารณา**
R1 การอธิบายเหตุผลของการนำความรู้หรือข้อมูลมาใช้เพื่อทำความเข้าใจปัญหา	
2	- ระบุความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบกับเงื่อนไขของปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง
1	- ระบุความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบกับเงื่อนไขของปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
0	- ระบุความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบกับเงื่อนไขของปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องผิด หรือ ไม่ระบุความสอดคล้อง
R2 การอธิบายเหตุผลของการดำเนินการแก้ปัญหา	
2	- อธิบายเหตุผลของการดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล
1	- อธิบายเหตุผลของการดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผลในบางส่วน หรืออธิบายไม่ชัดเจน
0	- อธิบายเหตุผลของของการดำเนินการแก้ปัญหาไม่สมเหตุสมผล หรือ ไม่สามารถอธิบายได้

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
R3 การอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหา	
2	- นำคำตอบที่ได้ไปตรวจสอบกับเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้อง หรือ ระบุความสอดคล้องระหว่างคำตอบและเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้อง
1	- นำคำตอบที่ได้ไปตรวจสอบกับเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน หรือ ระบุความสอดคล้องระหว่างคำตอบและเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
0	- นำคำตอบที่ได้ไปตรวจสอบกับเงื่อนไขของปัญหาผิด หรือ ระบุความสอดคล้องระหว่างคำตอบและเงื่อนไขของปัญหาผิด หรือ ไม่เขียนอธิบายความสมเหตุสมผล

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกประเด็นตามระดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
Re1 การใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา	
2	- วาดภาพ เน้นข้อความ หรือกำหนดสัญลักษณ์จากปัญหาเพื่อระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน
1	- วาดภาพ เน้นข้อความ หรือกำหนดสัญลักษณ์จากปัญหาเพื่อระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาไม่เหมาะสม แต่สื่อความหมายได้อย่างชัดเจน หรือ เขียนแผนภาพ เน้นข้อความ หรือกำหนดสัญลักษณ์จากปัญหาเพื่อระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาได้อย่างเหมาะสม แต่สื่อความหมายไม่ชัดเจน
0	- วาดภาพ เน้นข้อความ หรือกำหนดสัญลักษณ์จากปัญหาเพื่อระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาไม่เหมาะสม และสื่อความหมายไม่ชัดเจน หรือ ไม่ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหา
Re2 การใช้ตัวแทนความคิดในการดำเนินการแก้ปัญหา	
2	- นำสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาแสดงการดำเนินการการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน
1	- นำสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาแสดงการดำเนินการการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม แต่สื่อความหมายได้อย่างชัดเจน หรือ นำสัญลักษณ์ แผนภาพ รูปภาพ กราฟ หรือข้อความมาแสดงการดำเนินการการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม แต่สื่อความหมายไม่ชัดเจน
0	- นำสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาแสดงการดำเนินการการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม และสื่อความหมายไม่ชัดเจน หรือ ไม่แสดงการแก้ปัญหา
Re3 การใช้ตัวแทนความคิดเพื่อสรุปคำตอบของปัญหา	
2	- นำสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาใช้สรุปคำตอบได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน
1	- นำสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาใช้สรุปคำตอบไม่เหมาะสม แต่สื่อความหมายได้อย่างชัดเจน หรือ นำสัญลักษณ์ แผนภาพ รูปภาพ กราฟ หรือข้อความมาใช้ได้อย่างเหมาะสม แต่สื่อความหมายไม่ชัดเจน
0	- นำสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาใช้สรุปคำตอบไม่เหมาะสม และสื่อความหมายไม่ชัดเจน หรือ ไม่สรุปคำตอบ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากใบกิจกรรมและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยมีผลการวิจัยดังนี้

1. ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ดังแสดงในตารางที่ 4

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ตารางที่ 4 จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ จากทั้ง 3 ใบกิจกรรม จำนวน 3 กลุ่ม

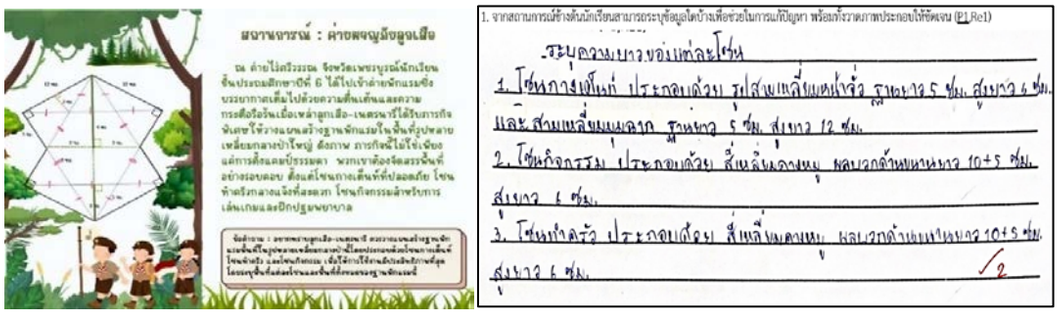
การคิดเชิงคณิตศาสตร์	องค์ประกอบ	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)								
		ใบกิจกรรมที่ 1			ใบกิจกรรมที่ 2			ใบกิจกรรมที่ 3		
		ระดับ			ระดับ			ระดับ		
		0	1	2	0	1	2	0	1	2
1. การแก้ปัญหา (P)	P1	0 (0)	0 (0)	3 (100)	0 (0)	0 (0)	3 (100)	0 (0)	1 (33)	2 (67)
	P2	0 (0)	0 (0)	3 (100)	0 (0)	1 (33)	2 (67)	0 (0)	1 (33)	2 (67)
	P3	0 (0)	2 (67)	1 (33)	0 (0)	2 (67)	1 (33)	0 (0)	2 (67)	1 (33)
2. การให้เหตุผล (R)	R1	0 (0)	2 (67)	1 (33)	0 (0)	3 (100)	0 (0)	0 (0)	1 (33)	2 (67)
	R2	0 (0)	1 (33)	2 (67)	0 (0)	1 (33)	2 (67)	0 (0)	2 (67)	1 (33)
	R3	0 (0)	2 (67)	1 (33)	0 (0)	2 (67)	1 (33)	0 (0)	1 (33)	2 (67)
3. การนำเสนอตัวแทนความคิด (Re)	Re1	0 (0)	1 (33)	2 (67)	0 (0)	2 (67)	1 (33)	0 (0)	3 (100)	0 (0)
	Re2	0 (0)	1 (33)	2 (67)	0 (0)	1 (33)	2 (67)	0 (0)	1 (33)	2 (67)
	Re3	0 (0)	2 (67)	1 (33)	0 (0)	2 (67)	1 (33)	0 (0)	1 (33)	2 (67)

ตารางที่ 4 จำนวนกลุ่มนักเรียนและค่าร้อยละตามระดับคุณภาพของการคิดเชิงคณิตศาสตร์จากทั้ง 3 ใบกิจกรรม สำหรับความสามารถการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา (P) พบว่า กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำความเข้าใจปัญหา (P1) และสามารถดำเนินการแก้ปัญหา (P2) อยู่ในระดับ 2 จากทั้ง 3 ใบกิจกรรมในขณะที่กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสรุปคำตอบของปัญหา (P3) อยู่ในระดับ 1 จากทั้ง 3 ใบกิจกรรม

ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล (R) พบว่า จากใบกิจกรรมที่ 1-2 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายเหตุผลของการนำความรู้หรือข้อมูลมาใช้เพื่อทำความเข้าใจปัญหา (R1) สามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหา (R3) อยู่ในระดับ 1 ในขณะที่อธิบายเหตุผลของการดำเนินการแก้ปัญหา (R2) อยู่ในระดับ 2 และจากใบกิจกรรมที่ 3 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายเหตุผลของการนำความรู้หรือข้อมูลมาใช้เพื่อทำความเข้าใจปัญหา (R1) และสามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหา (R3) อยู่ในระดับ 2 จำนวน 2 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 67

ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด (Re1) พบว่า ใบกิจกรรมที่ 1 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา (Re1) อยู่ในระดับ 2 ในขณะที่ใบกิจกรรมที่ 2-3 อยู่ในระดับ 1 และจากใบกิจกรรมที่ 1-3 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ตัวแทนความคิดในการดำเนินการแก้ปัญหา (Re2) อยู่ในระดับ 2 จำนวน และใบกิจกรรมที่ 1-2 มีกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ตัวแทนความคิดเพื่อสรุปคำตอบของปัญหา (Re3) อยู่ในระดับ 1 จำนวน 2 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 67

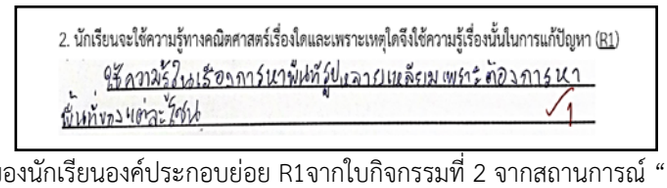
ภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาในการทำความเข้าใจปัญหา (P1) อยู่ในระดับ 2 ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การเขียนคำตอบของนักเรียนองค์ประกอบย่อย P1 จากใบกิจกรรมที่ 2 สถานการณ์ “ค่ายผจญภัยลูกเสือ”

ภาพที่ 1 พบว่านักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาโดยสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาได้อย่างถูกต้องครบถ้วน มีการเขียนอธิบายการระบุความยาวของแต่ละโซนได้ครบถ้วน และสามารถวางแผนฐานพักแรมรูปหลายเหลี่ยมแบ่งเป็น 3 โซนตามเงื่อนไขของปัญหาโดยสามารถระบุโซนฐานพักแรมแต่ละโซนประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติที่ชัดเจน สามารถจำแนกลักษณะรูปเรขาคณิตสองมิติ ระบุชื่อของรูปเรขาคณิตสองมิติและขนาดความยาวได้ถูกต้อง

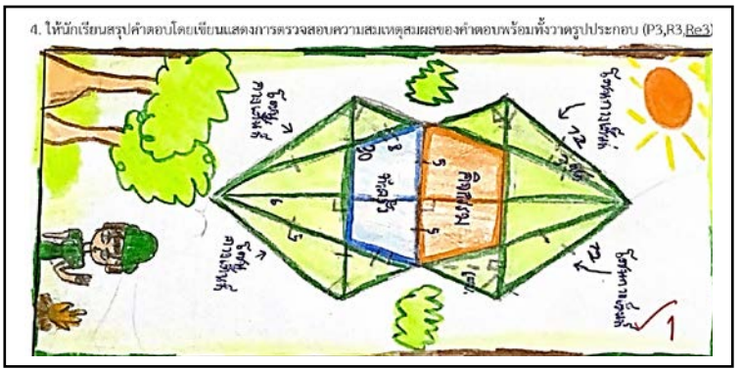
ภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลในการอธิบายเหตุผลของการนำความรู้หรือข้อมูลมาใช้เพื่อทำความเข้าใจปัญหา (R1) อยู่ในระดับ 1 ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเขียนคำตอบของนักเรียนองค์ประกอบย่อย R1จากใบกิจกรรมที่ 2 จากสถานการณ์ “ค่ายผจญภัยลูกเสือ”

ภาพที่ 2 พบว่า นักเรียนสามารถระบุความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบกับเงื่อนไขของปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เนื่องจากไม่ได้ระบุเหตุผลในการเชื่อมโยงสาระสำคัญของหัวข้อคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาเป็นการระบุเพียงหัวข้อการหาพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมเท่านั้น ยังไม่ได้เชื่อมโยงการหาพื้นที่ในแต่ละโซนรวมถึงไม่ได้ระบุรายละเอียดของการหาพื้นที่รูปหลายเหลี่ยม ซึ่งนักเรียนควรระบุชื่อสูตรการหาพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมให้ชัดเจน โดยอาจยกตัวอย่างใช้สูตรการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู รูปสามเหลี่ยม หรือความรู้อื่น ๆ ที่สอดคล้องกับการแก้ปัญหา

ภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดในการใช้ตัวแทนความคิดเพื่อสรุปคำตอบของปัญหา (Re3) อยู่ในระดับ 1 ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การเขียนคำตอบของนักเรียนองค์ประกอบย่อย Re3 จากใบกิจกรรมที่2 จากสถานการณ์“ค่ายผจญภัยลูกเสือ”

ภาพที่ 3 พบว่า นักเรียนสามารถนำสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาใช้สรุปคำตอบมาใช้ได้อย่างเหมาะสม แต่สื่อความหมายไม่ชัดเจน เนื่องจากนักเรียนนำเสนอรูปภาพเพียงแค่การระบุความยาวด้านและชื่อของแต่ละโซนเท่านั้นยังไม่สรุปคำตอบของพื้นที่แต่ละโซน ซึ่งนักเรียนควรมีการใช้ข้อความหรือตัวเลขระบุพื้นที่รวมในแต่ละโซนและพื้นที่รวมทั้งหมดเพื่อให้การสรุปคำตอบสอดคล้องกับเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้องและสื่อความหมายอย่างชัดเจน

2. ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ดังแสดงในตารางที่ 5

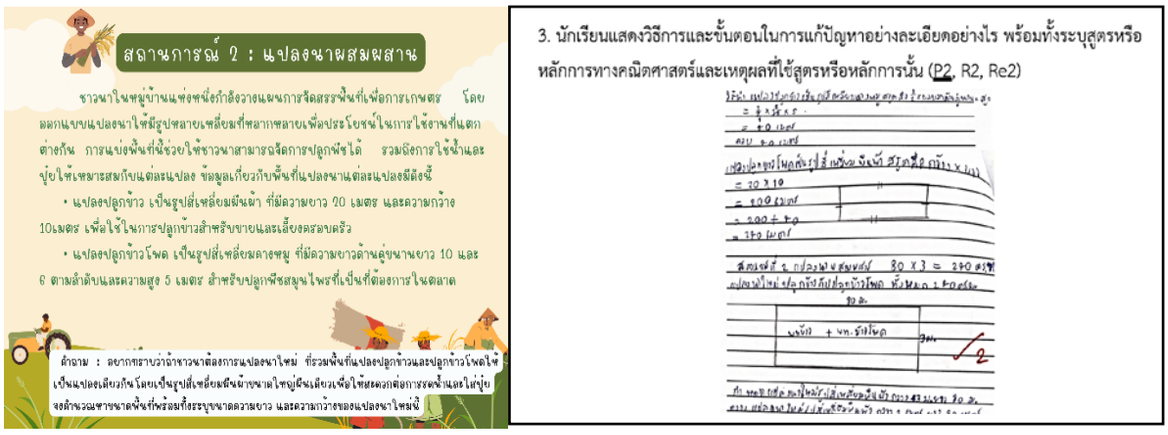
Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ตารางที่ 5 สรุประดับคุณภาพของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่จากแบบทดสอบทั้ง 3 สถานการณ์ ตามองค์ประกอบย่อย จำนวน 8 คน

องค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคณิตศาสตร์	สถานการณ์ที่	ระดับ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
P1 การทำความเข้าใจปัญหา	1	2	5	62.50
	2	2	5	62.50
	3	2	5	62.50
P2 การดำเนินการแก้ปัญหา	1	2	4	50.00
	2	2	5	62.50
	3	2	4	50.00
P3 การสรุปคำตอบของปัญหา	1	1	4	50.00
	2	2	4	50.00
	3	1	5	62.50
R1 การอธิบายเหตุผลของการนำความรู้หรือข้อมูลมาใช้เพื่อทำความเข้าใจปัญหา	1	2	5	62.50
	2	2	5	62.50
	3	1	7	87.50
R2 การอธิบายเหตุผลของการดำเนินการแก้ปัญหา	1	2	4	50.00
	2	2	5	62.50
	3	1	7	87.50
R3 การอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหา	1	1	4	50.00
	2	2	4	50.00
	3	2	4	50.00
Re1 การใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา	1	1	4	50.00
	2	1	4	50.00
	3	1	5	62.50
Re2 การใช้ตัวแทนความคิดในการดำเนินการแก้ปัญหา	1	2	5	62.50
	2	2	5	62.50
	3	1	5	62.50
Re3 การใช้ตัวแทนความคิดเพื่อสรุปคำตอบของปัญหา	1	1	4	50.00
	2	2	5	62.50
	3	1	4	50.00

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิจัยจากแบบทดสอบทั้งสามสถานการณ์ที่นักเรียนส่วนใหญ่มีในระดับความสามารถของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบย่อย อยู่ในระดับ 2 ในองค์ประกอบที่ P1-P2, R1-R3, และ Re2 สำหรับองค์ประกอบย่อยที่ P3, Re1, และ Re3 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 เป็นจำนวนใกล้เคียงกัน เนื่องจากนักเรียนเขียนประเด็นการสรุปคำตอบ และ การนำเสนอตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจและสรุปคำตอบได้ถูกต้อง ยังขาดการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างคำตอบกับเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา และยังไม่สามารถสรุปคำตอบโดยใช้รูปภาพ ข้อความ หรือสัญลักษณ์ในการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

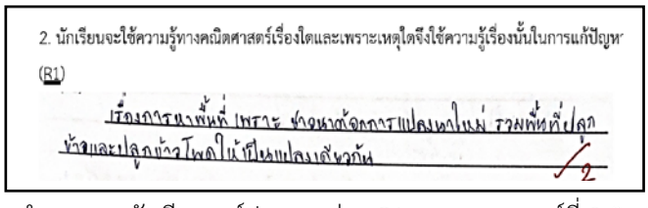
ภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาในการดำเนินการแก้ปัญหา (P2) อยู่ในระดับ 2 ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การเขียนคำตอบของนักเรียนองค์ประกอบย่อย P2 จาก สถานการณ์ที่ 2 “แปลงนาผสมผสาน”

ภาพที่ 4 พบว่า นักเรียนสามารถใช้สูตรหรือหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาแสดงการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาทุกขั้นตอนอย่างชัดเจน ระบุสูตรการหาพื้นที่และคำนวณการหาแปลงปลูกข้าวที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และแปลงปลูกข้าวโพดที่เป็นสี่เหลี่ยมคางหมูได้ถูกต้อง แสดงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาแทนค่าในสูตรได้ชัดเจนทุกขั้นตอน พร้อมทั้งมีการวาดภาพประกอบการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และ ประยุกต์ความรู้ในการออกแบบนาแปลงใหม่ได้โดยระบุความกว้าง และความยาวของนาแปลงใหม่ได้สอดคล้องกับเงื่อนไขของการแก้ปัญหา

ภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลในการอธิบายเหตุผลของการนำความรู้หรือข้อมูลมาใช้เพื่อทำความเข้าใจปัญหา (R1) อยู่ในระดับ 2 ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การเขียนคำตอบของนักเรียนองค์ประกอบย่อย R1 จากสถานการณ์ที่ 2 “แปลงนาผสมผสาน”

ภาพที่ 5 พบว่า นักเรียนสามารถระบุความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบกับเงื่อนไขของปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง โดยสามารถระบุเหตุผลในการเชื่อมโยงการนำหลักทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการพื้นที่ของนาแปลงใหม่ ซึ่งสามารถให้เหตุผลในการเชื่อมโยงพื้นที่แปลงนาปลูกข้าวและแปลงปลูกข้าวโพดเพื่อนำมาอธิบายการแก้ปัญหาได้

ภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดในการใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา (Re1) อยู่ในระดับ 2 ดังภาพที่ 6

ภาพที่ 6 การเขียนคำตอบของนักเรียนองค์ประกอบย่อย Re1 จากสถานการณ์ที่ 2 “แปลงนาผสมผสาน”

ภาพที่ 6 พบว่า นักเรียนสามารถนำสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือกำหนดสัญลักษณ์จากปัญหาเพื่อระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบ และเงื่อนไขของปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจนโดยสามารถวาดรูปแปลงนาข้าว และแปลงข้าวโพด พร้อมทั้งระบุขนาดความยาวตามเงื่อนไขของโจทย์ได้ถูกต้อง และระบุรายละเอียดรูปเรขาคณิตสองมิติแต่ละแปลงนาได้สอดคล้องกับเงื่อนไขของปัญหา

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

การอภิปรายผล

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เริ่มต้นกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการทบทวนความรู้เดิมผ่านเกมที่เน้นให้อธิบายเหตุผลและสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจอย่างไม่เป็นทางการเพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมในการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ และใช้สถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงบริบทกับชีวิตประจำวันของนักเรียนเพื่อให้ตระหนักถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้สึกร่วมกับปัญหา ซึ่งในงานวิจัยนี้มีการนำเสนอสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบริบทส่วนตัวและบริบทอาชีพในชีวิตของนักเรียน คือ “วิศวกรน้อย” “ค่ายผจญภัยลูกเสือ” และ“โคกหนองนาโมเดล”ซึ่งมีความเหมาะสมกับบริบทของนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัยเนื่องด้วยเป็นสถานการณ์ที่สะท้อนให้เห็นถึงวิถีชีวิตของชุมชนซึ่งเป็นถิ่นฐานที่นักเรียนอาศัยอยู่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ayalon, Wilkie and Swaid (2024) ที่พบว่า การใช้สถานการณ์จริงที่นักเรียนมีประสบการณ์คุ้นเคยกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การรดน้ำต้นไม้โดยการวาดกราฟสถานการณ์ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันส่งผลทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rocha, Viseu and Matos (2024) ที่พบว่า การใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับบริบทชีวิตจริง เช่น การซื้อแผ่นซีดีเพลงร็อกให้ได้มากที่สุดช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจการแก้ปัญหาส่งผลให้นักเรียนมองเห็นความหมายของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และตระหนักถึงความเป็นไปได้ของการประยุกต์ใช้แนวคิดที่เรียนมาแสดงให้เห็นถึงการสร้างความเข้าใจในเชิงบูรณาการนำความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดในงานวิจัยนี้ใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดที่หลากหลาย จากนั้นใช้คำถามกระตุ้น เช่น นักเรียนจะมีวิธีการหาคำตอบอย่างไรบ้าง และเพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าสามารถใช้วิธีการหาคำตอบข้างต้นในการแก้ปัญหาสถานการณ์นี้ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Aziza (2017) ที่พบว่า การใช้คำถามปลายเปิดมีความหลากหลายโดยเริ่มต้นจากใช้คำถามปลายเปิดร่วมกับภาพประกอบเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดและอธิบายความหมายของ “มุม” จากนั้นครูใช้คำถามต่อเนื่อง เช่น “ทำไม”, “อย่างไร” และ “อะไร” เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนขยายแนวคิดให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นส่งผลให้นักเรียนสามารถแสดงกระบวนการคิดวิเคราะห์และต่อยอดความเข้าใจได้อย่างมีเหตุผลและชัดเจน และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Cervantes-Barraza, Cabañas-Sánchez and Reid (2019) ที่พบว่า ครูมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมและพัฒนาการโต้แย้งของนักเรียนโดยครูใช้คำถามกระตุ้น เช่น “ใครอยากเสนอคำตอบอีกแบบไหม” และ “คุณเห็นอะไรเกี่ยวกับสิ่งนี้บ้าง” เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคนอื่นมีส่วนร่วม กิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ยังการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักเรียนผ่านการอภิปรายกลุ่ม โดยนักเรียนมีโอกาสนำเสนอวิธีการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย พร้อมทั้งอธิบายกระบวนการอย่างชัดเจน และให้เหตุผลประกอบ เปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นภายในกลุ่มของตน และร่วมกันพิจารณาความแตกต่างระหว่างแนวคิดกลุ่มของเพื่อนผ่านการอภิปราย โดยมีการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงเหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเองหรือของเพื่อน เช่น นักเรียนคิดว่าสามารถแสดงการคาดเดาด้วยวิธีการหาคำตอบอื่นได้อีกหรือไม่อย่างไร ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ช่วยส่งเสริมทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ Calgary Board of Education (2024) กล่าวว่า การอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการพูดคุย ยืนยันความคิดเห็น และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในกระบวนการนี้ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดที่หลากหลาย ซึ่งรวมถึงความคิดเริ่มต้น การไม่เห็นด้วย และการคาดเดาต่าง ๆ พร้อมทั้งเปรียบเทียบความคิดเห็นซึ่งกันและกัน กระบวนการเหล่านี้นำไปสู่การสร้างความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์ร่วมกัน

2. ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความสามารถอยู่ในระดับ 2 ทั้งระหว่างและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งนี้ขั้นตอนสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คือขั้นที่ 1-3 กล่าวคือ นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมผ่านการเล่นเกมจับคู่ เกมบิงโก เกมการ์ด2D ซึ่งเป็นเกมที่เน้นให้นักเรียนอธิบายเหตุผลและสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจอย่างไม่เป็นทางการผ่านการอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติอันเป็นการสร้างและทดสอบความเข้าใจเนื้อหาเบื้องต้นพร้อมทั้งเป็นฐานของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Doğan and Sönmez (2019) ที่พบว่า การใช้เกมในการจัดเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบไม่เป็นทางการ ส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและรู้สึกสนุก เมื่อเรียนด้วยเกมนักเรียนได้แสดงความคิดเห็นทางบวกเกี่ยวกับบทเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกม จากนั้นนักเรียนได้ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับบริบทของนักเรียนในชุมชนโดยสถานการณ์ปัญหาที่สะท้อนวิถีชีวิตชุมชนของนักเรียนช่วยกระตุ้นให้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและวิเคราะห์โจทย์ได้ถูกต้อง โดยนักเรียนสามารถระบุปัญหาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ตรงตามเงื่อนไขของปัญหาแม้บางคนจะสรุปสั้น ๆ รวมถึงมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ซึ่งในการจัดกิจกรรมมีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาที่ทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหาของสถานการณ์ปัญหาผ่านการวาดภาพ การใช้สัญลักษณ์ หรือนำหลักการทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและชัดเจน สามารถสรุปคำตอบได้ถูกต้องและสื่อความหมายได้ชัดเจนเกี่ยวกับพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม แม้ยังมีบางคนที่สรุปคำตอบ

ไม่ครบทุกประเด็นในการตรวจคำตอบให้สอดคล้องกับเงื่อนไขปัญหา แต่โดยรวมนักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับ Tsamir *et al*. (2010) ที่กล่าวว่า คำถามแบบปลายเปิด เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถตอบได้มากกว่าหนึ่งวิธีหรือให้คำตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบโดยส่งเสริมความหลากหลายทางความคิดกระตุ้นกระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์และเปิดโอกาสให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดในระดับสูง

3. ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความสามารถอยู่ในระดับ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งนี้เกิดจาก 4 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กล่าวคือ เมื่อนักเรียนได้นำเสนอแนวคิดการตอบคำถามปลายเปิดที่หลากหลาย และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองพร้อมเปิดโอกาสให้เพื่อนร่วมชั้นอภิปรายระหว่างการนำเสนอถ้าหากเพื่อนมีประเด็นโต้แย้งหรือข้อสงสัยผู้นำเสนอสามารถอธิบายเหตุผล หรือหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายให้เพื่อนเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นโต้แย้งได้ นักเรียนได้ทำกิจกรรมโหวตกลุ่มที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่มีความสมเหตุสมผลมากที่สุด และกลุ่มที่สามารถอธิบายเหตุผลในการแสดงข้อโต้แย้งได้สมบูรณ์ที่สุดพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบการเลือกโหวต ส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกอธิบายแนวคิดของตนเองและได้เปรียบเทียบความคิดที่แตกต่างกัน สามารถอธิบายเหตุผลของการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องความยาวรอบรูปหลายเหลี่ยมและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ นักเรียนยังสามารถอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผลและใช้สูตรได้ถูกต้อง แต่สำหรับโจทย์ปัญหาของรูปหลายเหลี่ยมที่ซับซ้อนต้องอาศัยองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นที่ได้มาจากชั่วโมงก่อนหน้าเกี่ยวกับเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติ ความยาวรอบรูป และการหาพื้นที่เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนยังขาดการอธิบายเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา แต่กลับพบว่าในการสรุปคำตอบนั้นนักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบกับเงื่อนไขของโจทย์ได้ และอธิบายเหตุผลของคำตอบได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Aziza (2017) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการใช้คำถามปลายเปิดที่มีความหลากหลายโดยเริ่มต้นจากใช้คำถามปลายเปิดร่วมกับภาพประกอบเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดและอธิบายความหมายของ “มุม” จากนั้นครูใช้คำถามต่อเนื่อง เช่น “ทำไม”, “อย่างไร” และ “อะไร” เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนขยายแนวคิดให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นส่งผลให้นักเรียนสามารถแสดงกระบวนการคิดวิเคราะห์และต่อยอดความเข้าใจได้อย่างมีเหตุผลและชัดเจน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Juniati and Khabibah (2024) ที่พบว่า การอภิปราย และการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกอธิบายแนวคิด แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ และโต้แย้งด้วยเหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนได้เปรียบเทียบแนวคิดที่หลากหลาย หากในสถานการณ์ที่นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจะมีวิธีการตั้งคำถามเปิดประเด็นเพื่อให้ร่วมกันพิจารณาและอภิปราย การจัดการชั้นเรียนในลักษณะนี้ส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้ที่ปลอดภัยและเปิดกว้างสำหรับการแลกเปลี่ยนความคิดทางคณิตศาสตร์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Doğan and Sır (2022) ที่พบว่า การโต้แย้งเชิงเหตุผลเป็นการเปิดพื้นที่ให้นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนอย่างมีเหตุผลและตรวจสอบซึ่งกันและกัน โดยนักเรียนสามารถคิดค้นกลยุทธ์ด้วยตนเองจากการที่นักเรียนได้เปรียบเทียบแนวคิดของตนเองที่มีการใช้สัญลักษณ์หรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและเรียนรู้จากการแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่ม

4. ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความสามารถอยู่ทั้งในระดับ 1 และ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งนี้ขั้นตอนสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คือขั้นที่ 1-3 กล่าวคือ นักเรียนได้เขียนตอบคำถามปลายเปิดเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เชื่อมโยงบริบทกับชีวิตประจำวันของนักเรียนโดยสามารถนำเสนอแนวคิดที่หลากหลาย สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Tarigan, Azis and Nasution (2022) ที่พบว่า การใช้คำถามแบบเปิดส่งผลต่อโอกาสให้นักเรียนเข้าถึงปัญหาด้วยแนวทางแนวคิดที่หลากหลาย ก่อให้เกิดการแสดงออกทางความคิดที่แตกต่าง ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความพยายามในการพัฒนาแนวทางของตนเอง ทั้งในการวิเคราะห์ วางแผน และใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากนั้นในกิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาซึ่งในใบกิจกรรมมีข้อคำถามข้อที่ 1 และ 4 ที่ให้นักเรียนวาดภาพประกอบอธิบายวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถใช้ภาพ สัญลักษณ์ และข้อความเพื่อช่วยทำความเข้าใจปัญหาและแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ดีขึ้นโดยเฉพาะเรื่องการหาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม อย่างไรก็ตามการใช้ตัวแทนความคิดเพื่อสรุปคำตอบในบางโจทย์ยังไม่ชัดเจนโดยเฉพาะในโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนต้องอาศัยองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นที่ได้มาจากชั่วโมงก่อนหน้าเกี่ยวกับเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติ ความยาวรอบรูป และการหาพื้นที่ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีในการใช้ภาพและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ช่วยสื่อความหมายในการสรุปคำตอบ โดยเฉพาะในการหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมซึ่งสามารถสื่อสารแนวคิดได้ชัดเจน สอดคล้องกับ National Council of Teachers of Mathematics (2000) ที่กล่าวว่า การจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้นำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายเป็นแนวทางในการพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างมีความหมายให้กับนักเรียน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการที่นักเรียนได้นำเสนอตัวแทนความคิดที่หลากหลายจะช่วยพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดของนักเรียนได้

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้จากใบกิจกรรมและหลังการจัดการเรียนรู้จากแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ระหว่างการทำใบกิจกรรม นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 และ 2 ในจำนวนใกล้เคียงกัน เมื่อเรียงลำดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์รายด้านที่อยู่ในระดับ 2 จากมากไปน้อย ได้แก่ การแก้ปัญหา การนำเสนอตัวแทนความคิด และการให้เหตุผล เรียงลำดับจากมากไปน้อยโดยพิจารณาองค์ประกอบย่อยด้านการแก้ปัญหาโดยพบว่า P1, P2 และ P3 องค์ประกอบย่อยด้านการนำเสนอตัวแทน พบว่า Re2, Re3 และ Re1 และ ในขณะที่ผลจากแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์มีความสอดคล้องกัน ในส่วนองค์ประกอบย่อยด้านการให้เหตุผลจากใบกิจกรรมเมื่อเรียงลำดับจากมากไปน้อยที่พบว่า R2, R3 และ R1 ซึ่งแตกต่างจากผลจากแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่พบว่า R1, R3 และ R2 ทั้งนี้ นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลของการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการทำความเข้าใจปัญหาได้มากขึ้น แต่อธิบายความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาลดลง เนื่องจาก เนื้อหาเรื่องโจทย์ปัญหาของรูปหลายเหลี่ยมมีความซับซ้อนซึ่งต้องอาศัยองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติ ความยาวรอบรูป และการหาพื้นที่มาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลของนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนควรมีพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ก่อนที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับโจทย์ปัญหาของรูปหลายเหลี่ยม ซึ่งความรู้พื้นฐานที่สำคัญ ได้แก่ รูปเรขาคณิตสองมิติ ความยาวรอบรูป และการหาพื้นที่ โดยครูควรตรวจสอบและสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในความรู้พื้นฐานเหล่านี้ก่อน เพื่อให้การเรียนรู้เรื่องรูปหลายเหลี่ยมมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า มีนักเรียนจำนวนน้อยที่มีผลการพัฒนาความสามารถด้านการให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิดอยู่ในระดับ 2 เป็นจำนวนใกล้เคียงกัน งานวิจัยครั้งต่อไปจึงควรหาแนวทางในการพัฒนาการอธิบายความสมเหตุสมผลและการใช้ตัวแทนความคิดเพื่อสรุปคำตอบของปัญหาเพิ่มเติมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อยกระดับความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลและการนำเสนอตัวแทนความคิดของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีจากการได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษา นอกจากนี้ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบ คณาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้เชี่ยวชาญ ผู้บริหาร คณะครู นักเรียนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ขอความยินยอมโดยใช้เอกสารจากผู้เข้าร่วมวิจัยอย่างถูกต้องตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ หลักความเคารพในบุคคล หลักคุณประโยชน์ ไม่ก่ออันตรายต่อผู้เข้าร่วมวิจัย และหลักความยุติธรรม

References

Ayalon, M., Wilkie, K. J. and Swaid, R. (2024). Investigating students' arguments with real-life functional situations throughout a sequence of collaborative activities. **Eurasia Journal of Mathematics**, Science and Technology Education, 20(11), em2526.

Aziza, M. (2017). The use of open-ended question pictures in the mathematics classroom. **New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences**, 4(9), 1–9.

Calgary Board of Education. (2024). Kindergarten to grade 12 mathematics framework. Retrieved 4 Mar 2025 from **GoToKnow**: https://www.cbe.ab.ca/FormsManuals/Education-Plan.pdf

Cervantes-Barraza, J., Cabañas-Sánchez, G. and Reid, D. (2019). Complex argumentation in elementary school. **PNA: Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática,** 13(4), 221–246.

Doğan, A. and Sır, H. K. Y. (2022). Development of primary school fourth-grade students' fraction calculation strategies through the argumentation method. **Journal of Education and Learning**, 16(2), 262–272.

Doğan, Z. and Sönmez, D. (2019). The effect of using mathematical games on primary school 4th grade students' attitudes towards mathematics course and their visual metaphorical perceptions. **Journal of Education and E-Learning Research**, 6(2).

Jaroenphon, K. and Kitkuakul, S. (2023). Enhancing reasoning and mathematical communication skills of Grade 6 students on triangles through mathematics argumentation-based learning (in Thai). **Roykaensan Journal of Education**, 8(8), 187–202.

Juniati, D. and Khabibah, S. (2024). Collective argumentation and participation in solving geometry problems in the mathematics classroom. **Journal of Mathematics Education**, 9(2), 259–272.

Khawthong, P. and Bongkotphet, T. (2021). Problem-based learning management based on the STEM education approach to promote creative problem-solving ability on polygons of Grade 6 students (in Thai). **Journal of MCU Peace Studies**, 10(7), 2866–2879.

Knudsen, J., Stevens, H. S., Lara-Meloy, T., Kim, H. J. and Shechtman, N. (2018). **Image mathematical argumentation: Why and what. In Mathematical Argumentation in Middle School–The What, Why, and How: A Step-by-Step Guide with Activities, Games, and Lesson Planning Tools.** SAGE Publications, Inc.

Kriegler, S. (2004). **Justifying the case for problem solving in mathematics education**. University of California, Los Angeles.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). **Principles and standards for school mathematics**. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Office of the Basic Education Commission. (2017). Indicators and core mathematics content (Revised Edition 2017) according to the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008) (in Thai). Office of the Basic Education Commission.

Phuangsuea, K. and Poonpaiboonpipat, W. (2022). The effects of mathematics learning activities using a mathematical argumentation approach on Grade 5 students' mathematical reasoning ability (in Thai). **Naresuan University Journal of Education**, 24(1), 65–75.

Rocha, H., Viseu, F. and Matos, S. (2024). Problem-solving in a real-life context: An approach during the learning of inequalities. **European Journal of Science and Mathematics Education**, 12(1), 21–37.

Kitkuekul, S. (2014). Organizing science learning activities: **Directions for 21st century teachers** (in Thai). Bangkok: Juladis.

Tarigan, M. S., Azis, Z. and Nasution, M. D. (2022). Improved Mathematical Representation of Students with The Open-Ended Approach. **JMEA: Journal of Mathematics Education and Application**, 1(3), 130-134.

Thanawiboonkiat, L., Aksornkit, S. and Lertamornphong, C. (2023). A study of critical thinking ability on polygons of Grade 6 students through thinking-based learning (in Thai). **Kasetsart Journal of Education**, 41(2), 123–140.

Tsamir, P., Tirosh, D., Tabach, M. and Levenson, E. (2010). Multiple solution methods and multiple outcomes - Is it a task for kindergarten children?. **Educational Studies in Mathematics**, 73, 217–231.

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

JSSE
JOURNAL OF SCIENCE & SCIENCE EDUCATION
Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
Vol. 8 No. 1 (Jan. – Jun. 2025): 123 - 139
http://doi.org/10.14456/jsse.2025.11

Research Article in Science Education

Development of Learning Achievement, Learning Progress, and Advanced Science Process Skills of Grade-9 Students through Inquiry-Based Learning with Virtual Experimental Media on the Topic of Waves and Light

Karnpitcha Bunrangsri[1,*]
[1]*Hatyaiwittayalai School, Hatyai District, Songkhla Province*
**Email: pitcha21312_1@hotmail.com*

Received <3 May 2025>; Revised <28 May 2025>; Accepted <4 June 2025>

Abstract

This research aimed to (1) develop and evaluate the efficiency of virtual experimental media on the topic waves and light using Scratch, for Grade-9 students, based on the 80/80 criterion, (2) investigate students' post-instruction learning achievement against a 70% benchmark, (3) compare students' pre- and post-instruction achievement, (4) examine students' learning progress, (5) evaluate students' advanced scientific process skills, (6) explore the relationship between their learning achievement and the advanced science process skills, and (7) assess students' satisfaction with the media. The samples included two groups, (1) 45 Grade-9 students for evaluating the media's efficiency, and (2) 159 Grade-9 students for evaluating learning outcomes, selected via cluster sampling from Hatyaiwittayalai School, Songkhla Province. The research instruments included (1) virtual experimental media on the topic of waves and light, (2) inquiry-based learning lesson plans integrated with the media, (3) pre- and post-tests of learning achievement, (4) a science process skills assessment and (5) a student satisfaction questionnaire. Data were analyzed using mean, percentage, standard deviation, t-test for dependent samples, and Pearson's correlation coefficient. The results revealed that (1) the developed virtual experimental media had an efficiency of 83.07/82.67, exceeding the 80/80 standard. (2) the students' average post-test score was 24.23 out of 30, significantly exceeding the 70% benchmark (21 points) at the .05 significance level, (3) students' post-test scores were significantly higher than their pre-test scores at the .05 significance level, (4) over 80% of students demonstrated moderate to high learning gains (gain = 0.62), (5) 77.36% of students achieved good to excellent levels of advanced science process skills, (6) students' learning achievement was positively correlated with advanced science process skills (r = 0.774) at the .05 significance level and (7) students reported high levels of satisfaction with the media.

Keywords: Virtual experimental media; Scratch program; Waves and light; Learning achievement; Advanced science process skills

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทความวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับสื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง

กานต์พิชชา บุญรังศรี[1,*]

[1]*โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา*

**Email: pitcha21312_1@hotmail.com*

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สร้างและหาประสิทธิภาพของสื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง ที่พัฒนาด้วยโปรแกรม Scratch สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (4) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน (5) ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง (6) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และ (7) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อการทดลองเสมือนจริง กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย (1) กลุ่มตัวอย่างสำหรับหาประสิทธิภาพของสื่อ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 45 คน (2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 159 คน โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย จังหวัดสงขลา ปีการศึกษา 2567 ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ซึ่งเป็นคนละกลุ่มกับกลุ่มที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของสื่อ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) สื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง ที่พัฒนาด้วยโปรแกรม Scratch (2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับสื่อการทดลองเสมือนจริง (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (4) แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และ (5) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อการทดลองเสมือนจริง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน และค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน ผลการวิจัยพบว่า (1) สื่อการทดลองเสมือนจริงมีประสิทธิภาพ 83.07/82.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 (2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 24.23 คิดเป็นร้อยละ 80.77 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 (21คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (4) นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน ในระดับปานกลางขึ้นไป (gain = 0.62) มากกว่าร้อยละ 80 (5) นักเรียนร้อยละ 77.36 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงในระดับดีขึ้นไป (6) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง (r=0.774) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (7) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อการทดลองเสมือนจริงในระดับมาก

คำสำคัญ: สื่อการทดลองเสมือนจริง; โปรแกรม Scratch; คลื่นและแสง; ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน; ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทนำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญและส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพตามธรรมชาติ (Ministry of Education, 2017) อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (PISA) และระดับชาติ (O-NET) (OECD, 2019; National PISA Center, Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2021; National Institute of Educational Testing Service (Public Organization), 2023) สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไทยยังมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาระวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง คลื่นและแสง ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความซับซ้อน เข้าใจยาก แต่เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการต่อยอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูง และเกี่ยวข้องโดยตรงกับการเข้าใจปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน ผลการประเมิน O-NET ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2565-2566 ของโรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย จังหวัดสงขลา พบว่านักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเรื่องการเกิดภาพ การหักเหของแสงผ่านเลนส์ และการเขียนแผนภาพรังสีของแสง โดยในปีการศึกษา 2565 นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับ 1) การเกิดภาพจากกระจกเงาราบ และ 2) การเขียนรังสีของแสงแสดงการเกิดภาพจากเลนส์นูนถูกต้องเพียงร้อยละ 22.44 และ 56.89 ตามลำดับ และในปีการศึกษา 2566 นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับ 1) แว่นขยาย และ 2) การเคลื่อนที่ของแสงผ่านเลนส์เว้า ถูกต้องเพียงร้อยละ 18.82 และ 6.86 ตามลำดับ โดยสาเหตุอาจเกิดจากข้อจำกัดของปรากฏการณ์ทางแสงซึ่งไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงด้วยตาเปล่า อีกทั้งการทดลองในห้องเรียนทั่วไปมักไม่สามารถแสดงผลการทดลองได้อย่างชัดเจน หรืออาจแสดงผลที่คลาดเคลื่อนไปจากข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความซับซ้อนของเนื้อหา เวลา และข้อจำกัดด้านทรัพยากรที่ไม่สามารถทำซ้ำหรือนำไปใช้นอกห้องเรียนได้ ทำให้ครูมักเน้นการสอนแบบบรรยาย (Mazur, 1997; Roberts and Lau, 2017; Smith and Johnson, 2018; OECD, 2019) ซึ่งไม่เอื้อต่อการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการใช้สื่อการทดลองเสมือนจริง (Virtual Experimental Media) เรื่อง คลื่นและแสง ที่พัฒนาด้วยโปรแกรม Scratch เพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ และปรากฏการณ์ทางแสง โดยสื่อการทดลองเสมือนจริงออกแบบให้ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนตัวแปรสำคัญต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคลื่นและแสงได้ด้วยตนเอง เช่น ความยาวคลื่น แอมพลิจูด ชนิดของตัวกลาง หรือตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสง แล้วสังเกตผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นได้ทันที ในรูปแบบของภาพเคลื่อนไหวและกราฟิกอย่างชัดเจน นักเรียนสามารถทบทวนหรือทำซ้ำได้ตามต้องการ จึงช่วยลดข้อจำกัดด้านทรัพยากรและความปลอดภัย อีกทั้งยังเพิ่มความน่าสนใจและแรงจูงใจภายในของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อได้อย่างอิสระ (Dalgarno *et al*., 2009; Smetana and Bell, 2012; Makransky, Borre-Gude and Myer, 2019; Chiu, DeJaegher and Chao, 2015) ซึ่งงานวิจัยก่อนหน้านี้สนับสนุนว่า สื่อการทดลองเสมือนจริงสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Siripattanakulkhajorn, 2004; Maneekham, 2008; Kaewkoy, 2011; Boonlert, 2013; Artswang, 2015; Boonchaiyuthasak, 2021; Soratyatorn, 2022; Assawasowan *et al*., 2024)

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพ เป็นปัจจัยสำคัญที่สะท้อนผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งยังเอื้อต่อการวางแผนพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การวัดผลไม่เพียงแต่ชี้วัดระดับความรู้ในแต่ละช่วงเวลาเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ครูสามารถติดตามและส่งเสริมความก้าวหน้าทางการเรียนได้อย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ นอกจากการศึกษา เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้ว ยังได้นำแนวคิดการวัดความก้าวหน้าทางการเรียน (Gain) ของ Hake (1998) มาใช้ในการศึกษาผู้เรียนว่าสามารถพัฒนาการเรียนรู้ไปจากจุดเริ่มต้นมากน้อยแค่ไหนจากศักยภาพทั้งหมดที่พัฒนาได้ อีกทั้งยังเป็นดัชนีที่ใช้ประเมินว่า สื่อหรือรูปแบบการสอนที่ใช้มีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด โดยความก้าวหน้าทางการเรียน วัดจากค่าการเพิ่มขึ้นของคะแนนหลังเรียนเทียบกับคะแนนที่สามารถพัฒนาได้จากคะแนนก่อนเรียนถึงคะแนนเต็ม

ในขณะเดียวกัน ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อหรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ถือเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อแรงจูงใจ การมีส่วนร่วม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เรียนที่มีความพึงพอใจต่อสื่อและกระบวนการเรียนรู้จะเกิดแรงจูงใจในการเรียนสูงขึ้น ใช้กลยุทธ์การเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และพร้อมเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง ทั้งยังลด

ความวิตกกังวล ส่งเสริมความกล้าแสดงออก และส่งผลให้เกิดการเรียนรู้เชิงลึก ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ (Fredricks, Blumenfeld and Paris, 2004; Artino, 2009; Chiu, DeJaegher and Chao, 2015) งานวิจัยของ Kamcharean and Kuadnok (2023) พบว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียนต่อสื่อการทดลองเสมือนจริง ช่วยพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของคะแนนหลังเรียน หรือ ความก้าวหน้าทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญ

งานวิจัยนี้นำสื่อการทดลองเสมือนจริงมาใช้ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบ (Inquiry-Based Learning, IBL) ซึ่งเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตั้งคำถาม สังเกต ทดลอง ปรับเปลี่ยนตัวแปร และค้นหาคำตอบด้วยตนเอง อันเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Bell *et al*., 2010; Lazonder and Harmsen, 2016) หนึ่งในแนวทางที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายคือ การเรียนรู้แบบสืบสอบ 5E (5E Model) ซึ่งพัฒนาโดย Roger Bybee และทีมงานที่ Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) (Bybee *et al*., 2006) การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ได้รับการสนับสนุนจากงานวิจัยว่า ช่วยพัฒนาความเข้าใจเชิงลึกในแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ และเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนสามารถมีส่วนร่วมในการตั้งคำถาม ทดลอง วิเคราะห์ผล และสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งเสริมการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา นำไปสู่การเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ (Bell *et al*., 2010; Lazonder and Harmsen, 2016) งานวิจัยหลายฉบับยืนยันว่าการใช้สื่อการทดลองเสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5E ส่งผลทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในเนื้อหาที่มีความซับซ้อน ยากต่อการเข้าใจ นักเรียนสามารถทดลองและเข้าใจแนวคิดได้ง่ายขึ้นเมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อและสามารถปรับเปลี่ยนองค์ประกอบของการทดลองได้ด้วยตนเอง (Siripattanakulkhajorn, 2004; Boonchaiyuthasak, 2021; Kamcharean and Kuadnok, 2023) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาและศึกษาผลของการใช้สื่อการทดลองเสมือนจริงร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของสื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับสื่อการทดลองเสมือนจริง เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับสื่อการทดลองเสมือนจริง
4. เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับสื่อการทดลองเสมือนจริง
5. เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับสื่อการทดลองเสมือนจริง
6. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับสื่อการทดลองเสมือนจริง
7. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อสื่อการทดลองเสมือนจริง

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แบบแผนการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของ Borg and Gall (1983) เพื่อพัฒนาสื่อการทดลองเสมือนจริงที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับการเรียนรู้ โดยจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับสื่อการทดลองเสมือนจริง และศึกษาผลของการใช้สื่อต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักเรียน โดยมีขั้นตอนหลักดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิจัยและรวบรวมข้อมูล ศึกษาทฤษฎี งานวิจัย และหลักสูตรที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานในการออกแบบสื่อและแผนการจัดการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 การวางแผน กำหนดวัตถุประสงค์ ตัวแปร ประชากร กลุ่มตัวอย่าง ออกแบบสื่อและเครื่องมือวิจัย ขั้นที่ 3 การพัฒนารูปแบบขั้นต้น สร้างสื่อ แผนการจัดการเรียนรู้ คู่มือ เครื่องมือวัดผล แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ขั้นที่ 4-7 การทดลองและปรับปรุง ทดลองใช้สื่อ เครื่องมือ และแผนการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างย่อย และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ขั้นที่ 8 การหาประสิทธิภาพ ทดลองใช้สื่อ และเครื่องมือ กับกลุ่มตัวอย่างสำหรับหาประสิทธิภาพของสื่อ และหาประสิทธิภาพของสื่อตามเกณฑ์ที่กำหนด ขั้นที่ 9 การดำเนินการและการประเมินผล จัดกิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง และศึกษาผลของการใช้สื่อต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ ขั้นที่ 10 การเผยแพร่และรายงานผล สรุปและรายงานผลการวิจัย

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5 จำนวน 204 คน (5 ห้องเรียน)

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

2.2.1 กลุ่มตัวอย่างสำหรับหาประสิทธิภาพของสื่อ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย จำนวน 45 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

2.2.2 กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย จำนวน 159 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เป็นห้องเรียนที่คละความสามารถ มีผลการเรียนไม่ต่างกัน และเป็นคนละกลุ่มกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของสื่อ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 สื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง พัฒนาโดยใช้โปรแกรม Scratch เป็นสื่อเชิงโต้ตอบ ที่จำลองอุปกรณ์การทดลองให้ใกล้เคียงกับห้องทดลองจริง ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ผ่านกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การสังเกตปรากฏการณ์ การปรับเปลี่ยนค่าตัวแปร การวัดค่าต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงนั้น และบันทึกผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองเสมือนจริง โดยแสดงผลการทดลองด้วยภาพเคลื่อนไหว สามารถสังเกตผลลัพธ์จากการทดลองได้ทันที และนักเรียนควบคุมการทดลองด้วยตนเอง เช่น การเลือก ลาก วาง ปรับค่าตัวแปร วัดค่า ควบคุมตัวละคร มีปุ่มควบคุมชัดเจน ไม่ซับซ้อน เช่น ปุ่มเริ่ม-หยุดการทดลอง ปรับค่า รีเซ็ตฯ นักเรียนสามารถเรียนรู้หรือทำการทดลองได้ไม่จำกัดสถานที่และเวลา โดยสามารถทดลองซ้ำหรือลองผิดลองถูกได้ในสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย และสามารถใช้งานได้ทั้งในรูปแบบออนไลน์และออฟไลน์ บนคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือสมาร์ทโฟน

สื่อการทดลองเสมือนจริงประกอบกิจกรรมการทดลอง จำนวน 19 กิจกรรม ซึ่งถูกออกแบบให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ เรื่องคลื่นและแสง ดังตารางที่ 1

การใช้งาน สื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง

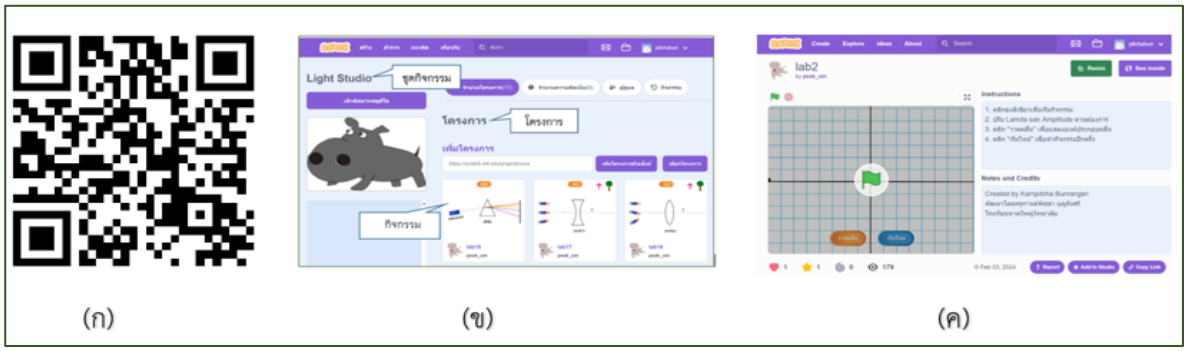
1. สามารถเข้าใช้งานผ่านลิงก์ https://scratch.mit.edu/studios/27624077 หรือ QR Code ดังภาพที่ 1(ก)

2. เมื่อเข้ามาแล้วจะปรากฏหน้าต่างชุดกิจกรรมชื่อ Light Studio ดังภาพที่ 1(ข) ซึ่งมีโครงการ ที่ประกอบด้วยกิจกรรมทั้งหมด 19 กิจกรรม คลิกเลือกกิจกรรมที่ต้องการใช้งาน ดังภาพที่ 1(ค)

ตารางที่ 1 โครงสร้างกิจกรรม เนื้อหาและปฏิสัมพันธ์ของสื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง

ลำดับที่	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สื่อการทดลองเสมือนจริง	ลักษณะปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียน
1	สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดคลื่นและบรรยายส่วนประกอบของคลื่น	การเกิดคลื่น และส่วนประกอบของคลื่น	การทดลองการเกิดคลื่นตามยาวและคลื่นตามขวาง และส่วนประกอบของคลื่น จำนวน 2 กิจกรรม	นักเรียนออกแบบการทดลอง เลือกหรือเปลี่ยนค่าตัวแปรต้น (แอมพลิจูด, ทิศทางสปริง) และสังเกตผลของตัวแปร (ลักษณะของคลื่น, ทิศทางของคลื่น)
2	ออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายกฎการสะท้อนของแสง	กฎการสะท้อนของแสง	การทดลองการสะท้อนของแสง จำนวน 1 กิจกรรม	นักเรียนออกแบบการทดลอง ปรับค่าตัวแปรต้น (มุมตกกระทบ) สังเกตและวัดค่าของตัวแปรตาม (มุมหักเห)
3	เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพจากกระจกเงา	การเกิดภาพจากกระจกเงา	การทดลองการเกิดภาพจากกระจกเงาราบและกระจกเงาโค้ง จำนวน 7 กิจกรรม	1. นักเรียนปรับค่าตัวแปรต้น (ระยะวัตถุ, ขนาดวัตถุ) สังเกตและวัดค่าตัวแปรตาม (ระยะภาพ, ขนาดภาพ) 2. นักเรียนทดลอง ปรับค่าระยะวัตถุ แล้วสังเกตขนาดและชนิดของภาพที่เกิดขึ้น
4	อธิบายการหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน และอธิบายการกระจายแสงของแสงขาวเมื่อผ่านปริซึมจากหลักฐานเชิงประจักษ์	1. การหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลางโปร่งใส 2. การกระจายของแสงขาวเมื่อผ่านปริซึม	การทดลองการหักเหของแสง และ การกระจายของแสง จำนวน 5 กิจกรรม	1. นักเรียนทดลอง ปรับเปลี่ยนตัวแปรต้น (ขนาดมุมตกกระทบหรือชนิดของตัวกลางตัวกลาง) สังเกตตัวแปรตาม(มุมหักเห) วัดขนาดของมุมตกกระทบและมุมหักเห บันทึกผล 2. ทดลองสังเกตปรากฏการณ์การกระจายของแสงขาว
5	เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง แสดงการเกิดภาพจากเลนส์บาง	การเกิดภาพจากเลนส์นูนและเลนส์เว้า	การทดลองการหักเหของแสงผ่านเลนส์และการเกิดภาพจากเลนส์ จำนวน 4 กิจกรรม	นักเรียนทดลอง ปรับค่าตัวแปรต้น (แนวรังสีตกกระทบตำแหน่งวัตถุ) สังเกตตัวแปรตาม(แนวรังสีหักเห,ชนิดและขนาดของภาพ)

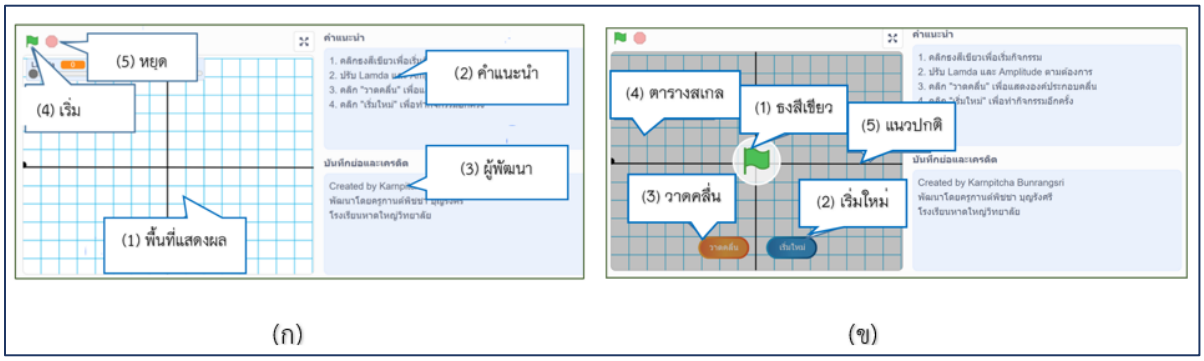
Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University



ภาพที่ 1 QR Code (ก) ชุดกิจกรรม Light Studio (ข) กิจกรรมส่วนประกอบของคลื่น (ค)

3. เมื่อเข้าสู่กิจกรรม แต่ละกิจกรรมจะมีองค์ประกอบ ดังนี้ 1) พื้นที่แสดงผล เป็นพื้นที่สำหรับทำกิจกรรมและแสดงผลการทำกิจกรรม 2) คำแนะนำ เป็นพื้นที่แนะนำการใช้แถบเครื่องมือต่าง ๆ ที่ปรากฏในกิจกรรม สำหรับผู้ใช้งาน 3) ผู้พัฒนา เป็นพื้นที่สำหรับแสดงข้อมูลหรือรายละเอียดของผู้พัฒนากิจกรรม 4) เริ่ม คลิกเพื่อเริ่มทำกิจกรรม 5) หยุด คลิกหยุดการทำกิจกรรม ดังภาพที่ 2(ก)

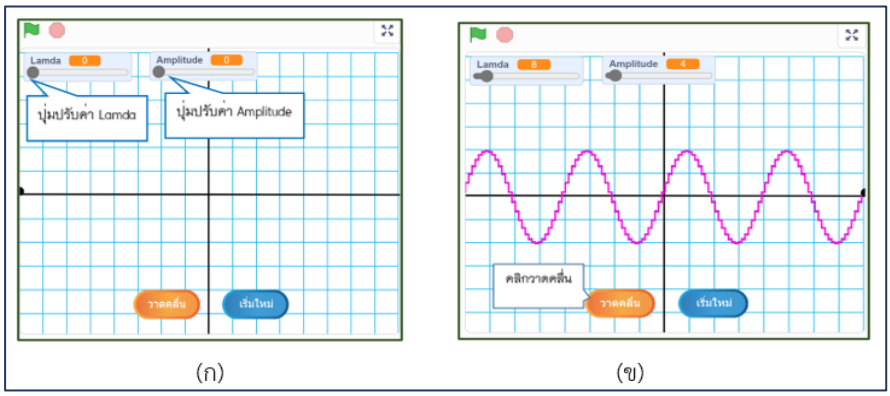
4. ตัวอย่างการเข้าใช้งานกิจกรรม การทดลอง เรื่อง ส่วนประกอบของคลื่น (Lab 2) เครื่องมือที่กำหนดไว้ในกิจกรรมประกอบด้วย 1) ธงสีเขียว คลิกเพื่อเริ่มทำกิจกรรม 2) เริ่มใหม่ คลิกเมื่อต้องการเคลียร์พื้นที่แสดงผลแล้วเริ่มทำกิจกรรมใหม่ 3) วาดคลื่น คลิกเพื่อวาดคลื่น 4) ตารางสเกล สำหรับวัดขนาดของความยาวคลื่น (Lamda) และแอมพลิจูด (Amplitude) และ 5) แนวปกติ แนวระดับเมื่อไม่มีคลื่น ดังภาพที่ 2 (ข)



ภาพที่ 2 องค์ประกอบของกิจกรรม (ก) หน้าต่างของกิจกรรม (ข)

5. คลิกธงเขียวเพื่อเข้าสู่กิจกรรม เลื่อนแถบเพื่อปรับ Lamda และ Amplitude ให้มีขนาดตามต้องการ ดังภาพที่ 3 (ก)

6. คลิกวาดคลื่นเพื่อศึกษา Lamda และ Amplitude ของคลื่น ดังภาพที่ 3 (ข)



ภาพที่ 3 เครื่องมือทำกิจกรรม (ก) ผลการทำกิจกรรม (ข)

หาคุณภาพและประสิทธิภาพของสื่อ โดยนำสื่อ คู่มือ และวิดีโอแนะนำการใช้งาน ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และด้านเทคโนโลยี จำนวน 3 ท่าน ประเมินคุณภาพของสื่อ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามรูปแบบของ Likert 5 ระดับ (Joshi *et al*., 2015) ผลการประเมินโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.87, SD = 0.18) นำสื่อที่ผ่านการประเมินคุณภาพ และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดสอบประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (Phromwong, 2013) ใน 3 ขั้นตอน ได้แก่ การทดสอบแบบรายบุคคล (3 คน) แบบกลุ่ม (9 คน) และแบบภาคสนาม (45 คน) เมื่อสื่อผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพแล้ว จัดทำสื่อและคู่มือฉบับสมบูรณ์ นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 159 คน เพื่อศึกษาผลของการใช้สื่อต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อ

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับสื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง มี 5 ขั้นตอน (Bybee *et al.,* 2006; Soratyatorn, 2022) ได้แก่ ขั้นกระตุ้นความสนใจ ขั้นสำรวจ ขั้นอธิบาย ขั้นขยายความ และขั้นสรุป นักเรียนจะใช้สื่อการทดลองเสมือนจริงในขั้นของการสำรวจ และ ขั้นขยายความ โดยแผนการจัดการเรียนรู้มีทั้งหมด 11 แผน ใช้เวลา 18 คาบ หาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านหลักสูตรและการสอน และด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ทาน ตรวจสอบความสอดคล้องของแผนกับรูปแบบ จากนั้นนำกลับมาปรับปรุงตามขอเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ผลการประเมินพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 11 แผน มีดัชนีความสอดคล้องของความคิดเห็น (IOC) เท่ากับ 1.0

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง คลื่นและแสง เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ผู้วิจัยสร้างข้อสอบจำนวน 60 ข้อ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับตัวชี้วัดรายวิชา พร้อมให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงข้อคำถามให้เหมาะสม ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ และการวัดและประเมินผล ผลการตรวจสอบพบว่า แบบทดสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จำนวน 58 ข้อ ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ความสอดคล้องทางเนื้อหา จึงเลือกข้อสอบดังกล่าวมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 45 คน ซึ่งเคยเรียนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นและแสงมาแล้ว และนำผลมาวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบโดยพิจารณาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแต่ละข้อ คัดข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.44 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.22 ถึง 0.57 ไว้จำนวน 30 ข้อ จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ คะแนนเต็ม 30 คะแนน หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (KR-20) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 ซึ่งอยู่ในระดับสูงมาก

3.4 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ประกอบด้วยแบบบันทึกการทำกิจกรรมการทดลองและเกณฑ์การประเมิน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยอ้างอิงจากกรอบแนวคิดของ Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2021) จำนวน 6 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2) ทักษะการกำหนดและ

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ควบคุมตัวแปร 3) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 4) ทักษะการทดลอง 5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และ 6) ทักษะการสร้างแบบจำลอง ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาความสอดคล้องของเกณฑ์การประเมินกับระดับคุณภาพของทักษะ (คะแนน) ผลการพิจารณา พบว่า แบบประเมินมีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.985 แสดงถึงความเหมาะสมในระดับสูง สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนใช้รูปแบบ Scoring Rubric (Nitko and Brookhart, 2014) ระดับคุณภาพ 4 ระดับ ได้แก่ 0, 1, 2 และ 3 คะแนน ตามลำดับความสามารถจากระดับต่ำสุดไปสู่ระดับสูงสุด โดยพิจารณาจากผลการปฏิบัติกิจกรรมและความบกพร่องที่ปรากฏในแต่ละทักษะ ดังตารางที่ 2 นำแบบประเมินไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 45 คน ในขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของสื่อการทดลองเสมือนจริง เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบประเมิน โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบัค (Cronbach, 1951) พบว่า แบบประเมินมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.81 แสดงถึงความเชื่อมั่นในระดับดี การแปลผลคะแนนใช้เกณฑ์ร้อยละเพื่อจัดระดับความสามารถทางทักษะของนักเรียน แบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก (≥ 80%), ดี (70–79%), ปานกลาง (60–69%) และต้องปรับปรุง (< 59%)

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง

ทักษะ	ระดับคุณภาพ (คะแนน)			
	3	2	1	0
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	ตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับปัญหาอย่างชัดเจนและครอบคลุมทุกประเด็นสำคัญ	ตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับปัญหา แต่ยังไม่ครอบคลุมทุกประเด็น	ตั้งสมมติฐานที่ไม่สอดคล้องกับปัญหา หรือมีความคลุมเครือ	ไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรสำคัญทุกตัวได้อย่างชัดเจน ครอบคลุม และวัดได้จริง	กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรสำคัญได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วนหรือไม่ชัดเจน	ระบุตัวแปรที่ต้องกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการได้ แต่ไม่สามารถให้นิยามตัวแปรเหล่านั้นได้	ไม่สามารถระบุตัวแปรหรือกำหนดนิยามนิยามเชิงปฏิบัติการได้เลย
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมทั้งหมดได้อย่างถูกต้องและชัดเจน	ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	ระบุตัวแปรได้บางประเภทหรือมีข้อผิดพลาดในการกำหนดตัวแปร	ไม่สามารถระบุตัวแปรใดๆได้หรือระบุผิดหมด
4. ทักษะการทดลอง	1. ออกแบบและปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ 2. บันทึกข้อมูลจากการทดลองอย่างเป็นระบบ ครบถ้วน ถูกต้อง และชัดเจนโดยใช้ตารางหรือวิธีการจัดกระทำข้อมูลที่เหมาะสม และแสดงหน่วยของข้อมูลอย่างถูกต้อง	1. ออกแบบและปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด มีข้อผิดพลาดเพียงเล็กน้อย 2. บันทึกข้อมูลจากการทดลองได้ แต่ยังมีบางส่วนที่ขาดหายไป ไม่ถูกต้องหรือไม่ชัดเจน โดยใช้ตารางหรือวิธีการจัดกระทำข้อมูลได้ แต่ยังไม่เหมาะสมที่สุด	1. ออกแบบและปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดได้บางขั้นตอน หรือมีข้อผิดพลาดมาก 2. บันทึกข้อมูลจากการทดลองได้ไม่ครบถ้วนและไม่ชัดเจน โดยไม่สามารถใช้ตารางหรือวิธีการจัดกระทำข้อมูลได้	1.ไม่สามารถออกแบบการทดลอง 2. ไม่สามารถบันทึกข้อมูลหรือจัดกระทำข้อมูลได้
5. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	วิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองได้อย่างมีเหตุผล สรุปผลสอดคล้องกับข้อมูลและสมมติฐาน	วิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองได้แต่สรุปผลยังไม่สอดคล้องหรือยังไม่เชื่อมโยงสมมติฐาน	วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลไม่สัมพันธ์กับข้อมูล หรือแปลความผิดพลาด	ไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลหรือลงข้อสรุปได้เลย
6. การสร้างแบบจำลอง	สร้างแบบจำลองที่สามารถอธิบายแนวคิด กระบวนการหรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและสื่อความหมายชัดเจน	สร้างแบบจำลองที่สามารถอธิบายแนวคิด กระบวนการหรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่สื่อสารไม่ชัดเจน	สร้างแบบจำลองที่แบบจำลองที่ไม่ตรงกับแนวคิด หรือมีข้อผิดพลาดชัดเจน	ไม่สามารถสร้างแบบจำลองได้เลย หรือไม่พยายามทำ

3.5 แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง เป็นมาตราสวนประมาณคา 5 ระดับ จำนวน16 ข้อ แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านภาพ ภาษา ตัวอักษร และสี 3) ด้านความรู้สึกนึกคิดต่อสื่อการทดลองเสมือนจริง 4) ด้านการแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ นำแบบประเมินเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินกับข้อคำถาม พบว่าแบบประเมินมีดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.0 แสดงถึงความสอดคล้องในระดับสูงทุกข้อ จากนั้นนำแบบประเมินความพึงพอใจไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของสื่อ และหาความเชื่อมั่นของแบบประเมินด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.939 ซึ่งอยู่ในระดับสูงมาก การแปลผลความพึงพอใจใช้เกณฑ์ 5 ระดับ (Srisa-ard, 2010) ได้แก่ มากที่สุด (4.50-5.00) มาก (3.50-4.49) ปานกลาง (2.50-3.49) น้อย (1.50-2.49) และ น้อยที่ สุด (1.00-1.49)

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ดำเนินการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใน 3 ขั้นตอน ได้แก่ การทดสอบแบบรายบุคคล (3 คน) แบบกลุ่ม (9 คน) และแบบภาคสนาม (45 คน) เพื่อวัดค่า E1 (ระหว่างเรียน) และ E2 (หลังเรียน)

4.2 ทำการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง คลื่นและแสง ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที ดำเนินการกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 159 คน (4 ห้องเรียน) ก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้

4.3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้สื่อการทดลองเสมือนจริง โดยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 11 แผน พร้อมทั้งประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของนักเรียนจากแบบบันทึกกิจกรรมการทดลองในแต่ละแผน

4.4 ดำเนินการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดียวกับที่ใช้ก่อนเรียน จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน เพื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

4.5 ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อการทดลองเสมือนจริง โดยใช้ประเมินความพึงพอใจ เพื่อรวบรวมข้อมูลด้านความคิดเห็น ความรู้สึก และข้อเสนอแนะของนักเรียน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง โดยพิจารณาค่าประสิทธิภาพกระบวนการ (E1) จากผลการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และค่าประสิทธิภาพผลสัมฤทธิ์ (E2) จากคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน โดยคำนวณเป็นร้อยละตามสูตร E1/E2 เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

5.2 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วทดสอบสมมติฐานทางสถิติ เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบค่าที แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (One Sample t-test)

5.3 วิเคราะห์ความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (Paired Samples t-test)

5.4 วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน (Average Normalized Gain) จากคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยคำนวณจากสูตรของ Hake (1998)

5.5 วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง โดยหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินในแต่ละด้าน

5.6 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง โดยใช้สถิติ Pearson Product Moment Correlation Coefficient

5.7 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยสื่อการทดลองเสมือนจริง โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบสอบถามความพึงพอใจในแต่ละด้าน

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง โดยใช้เกณฑ์ 80/80 พบว่าสื่อมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.07/82.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) และผลลัพธ์ (E2) ในขั้นตอนภาคสนามอยู่ที่ 83.07 และ 82.67 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสื่อมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจริง ทั้งนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Borg and Gall (1983) ที่เน้นการพัฒนาสื่อด้วยกระบวนการอย่างเป็นระบบและมีการประเมินคุณภาพในแต่ละขั้นตอน เพื่อให้มั่นใจว่าสื่อที่พัฒนามีคุณภาพและส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างแท้จริง นอกจากนี้ Mery *et al.* (2024) ได้ศึกษาการใช้สื่อจาก Scratch ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่าสื่อ Scratch มีศักยภาพในการช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น โดยเฉพาะเนื้อหาที่เป็นนามธรรม และยังช่วยกระตุ้นความสนใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้

ตารางที่ 3 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง ในขั้นตอนการทดลองรายบุคคล กลุ่มย่อย และภาคสนาม

ขั้นตอนการทดลอง	ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	ประสิทธิภาพ E1/E2
รายบุคคล	77.78	71.11	77.78/71.11
กลุ่มย่อย	79.63	79.26	79.63/79.26
ภาคสนาม	83.07	82.67	83.07/82.67

* เกณฑ์มาตรฐานที่ใช้คือ 80/80

4.2 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยใช้ One Sample t-test เพื่อทดสอบสมมติฐานทางสถิติ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 24.23 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.77 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 (21 คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 18.65$, $df = 158$, $p < .05$) ดังแสดงในตารางที่ 4 แสดงว่าสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในการทดลองสามารถส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่สูงกว่ามาตรฐานได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chotimuk and Khochon (2024) ที่พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบ อยู่ในระดับดี และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตัวแปร	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ			ค่าเกณฑ์70%
		$\overline{X}$	S.D.	t	
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน	30	24.23	2.18	18.65*	21

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, df = 158

4.3 ผลการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนโดยใช้ Paired Sample t-test พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอยู่ที่ 14.86 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 49.53 ขณะที่หลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 24.22 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.73 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 5 แสดงว่าการจัดการ

เรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบสอบร่วมกับสื่อการทดลองเสมือนจริง สามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Srirasa, Chaiprasert and Sirisawat (2021) ที่พบว่า การเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ช่วยพัฒนานักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สะท้อนให้เห็นว่าสื่อการทดลองเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความเข้าใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบสอบร่วมกับสื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง

การทดสอบ	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ		
			$\overline{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	159	30	14.86	2.33	37.30*
หลังเรียน	159	30	24.22	2.17	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, df = 158

4.4 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน (Average Normalized Gain) จากคะแนนก่อนและหลังเรียน พบว่านักเรียนมีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนอยู่ที่ 14.86 คะแนน (ร้อยละ 49.53) และหลังเรียนอยู่ที่ 24.22 คะแนน (ร้อยละ 80.73) โดยมีค่า Gain เท่ากับ 0.62 ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลางค่อนไปทางสูง ตามเกณฑ์ของ Hake (1998) ($0.30 \leq g \leq 0.70$) ดังตารางที่ 6 ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียนนี้ สะท้อนให้เห็นอย่างชัดเจนว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยสื่อการทดลองเสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบสอบ ส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ผ่านการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น เกิดการพัฒนาความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อความก้าวหน้าทางการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) ที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อหรือกิจกรรมและเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง (Bybee *et al*., 2006) โดยเชื่อว่าความรู้เกิดจากการลงมือปฏิบัติ การมีประสบการณ์ตรง และการสะท้อนคิดของผู้เรียนเอง (Zacharia and Olympiou 2011) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Smetana and Bell (2012) ซึ่งรายงานว่า การใช้สื่อการทดลองเสมือนจริงในวิชาวิทยาศาสตร์สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์เพิ่มขึ้นจาก 62% เป็น 81% ภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อการทดลองเสมือนจริง เนื่องจากสื่อการทดลองเสมือนจริงช่วยให้ผู้เรียนสามารถสังเกตผลการทดลองที่ซับซ้อนได้อย่างชัดเจน ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ และช่วยให้เกิดความเข้าใจแนวคิดเชิงลึกมากยิ่งขึ้น ในขณะที่ Herga and Dinevski (2012)และ Rutten, van Joolingen and van der Veen (2012) ระบุว่าการใช้สื่อการทดลองเสมือนจริง ช่วยพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะแนวคิดที่เป็นนามธรรมของนักเรียนให้สูงขึ้นได้เทียบเท่าหรือดีกว่าการทดลองในห้องปฏิบัติการจริง โดยสื่อช่วยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ทดลองซ้ำ เข้าใจแนวคิดและเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองจริงซึ่งมีข้อจำกัดด้านการแสดงผล อุปกรณ์และเวลา ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยฉบับนี้ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการทดลองเสมือนจริงมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีความก้าวหน้าทางการเรียนระดับปานกลาง ($g=0.62$)

ตารางที่ 6 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 159 คน

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	ร้อยละ	S.D.	<g>	ระดับความก้าวหน้า
ก่อนเรียน	30	14.86	49.53	2.33	0.62	ปานกลาง
หลังเรียน	30	24.22	80.73	2.17		

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

4.5 ผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง

ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของนักเรียนโดยใช้ One Sample t-test พบว่า คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 74.73 (S.D.= 8.44) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70 ดังตารางที่ 7 สามารถแปลผลตามเกณฑ์ระดับคุณภาพได้ว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงอยู่ในระดับ ดี และเป็นไปตามเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ ในขณะที่ค่า S.D. = 8.44 หมายความว่า คะแนนของผู้เรียนส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 74.73±8.44 คะแนน มีการกระจายตัวในระดับปานกลางถึงน้อย ผู้เรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ใกล้เคียงกัน คุณภาพของการเรียนรู้มีความเสถียรและน่าเชื่อถือ แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับสื่อการทดลองเสมือนจริง ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gunawan *et al*. (2019) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการทดลองเสมือนจริงมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 87.72 ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีคะแนนร้อยละ 77.93 โดยเฉพาะทักษะด้านการตั้งสมมติฐาน การปฏิบัติการทดลอง และการสื่อสารผลลัพธ์ เช่นเดียวกับ Biswal and Behera (2023) ที่พบว่าการเรียนรู้แบบสืบสอบมีผลเชิงบวกต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของผู้เรียนในระดับต่าง ๆ และแนะนำให้มีการบูรณาการกับสื่อการทดลองเสมือนจริงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบสอบร่วมกับสื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง

ตัวแปร	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ			ค่าเกณฑ์
		$\bar{X}$	S.D.	t	
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง	100	74.73	8.44	7.05*	70

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, df = 158

4.6 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's r) แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูงกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($r = 0.774$, $p < .001$) ดังแสดงในตารางที่ 9 แสดงว่านักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง มักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงตามไปด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Suman (2020) ที่พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลางถึงสูง โดยสื่อและกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะเหล่านี้ ได้แก่ การเรียนรู้แบบสืบเสาะและการใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม ซึ่งมีผลช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ Dolapcioglu and Subasi (2022) ยังรายงานว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีผลเชิงบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในภาพรวม เช่นเดียวกับ Klankeson (2017) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับชุดการทดลองเสมือนจริงช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจาก สื่อการทดลองเสมือนจริง ทำให้การทดลองมีประสิทธิภาพ ชัดเจน และปลอดภัย ช่วยพัฒนาความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และการคิดเชิงวิพากษ์ ดังนั้นจึงส่งเสริมทั้ง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปพร้อมกัน

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง

ตัวแปร	r (Pearson)	p-value	ความสัมพันธ์
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	0.774	< .0001	เชิงบวก ระดับสูง (strong)

4.7 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อสื่อการทดลองเสมือนจริง

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อสื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่องคลื่นและแสง โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย= 4.24 , S.D. = 0.75) โดยนักเรียนมีความพึงพอใจ ด้านความรู้สึกนึกคิดต่อสื่อ (ค่าเฉลี่ย=4.46) เป็นลำดับที่ 1 สะท้อนว่าสื่อมีความเหมาะสมในการกระตุ้นแรงจูงใจและการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสนใจ มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าด้านการแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อการทดลองเสมือนจริง (ค่าเฉลี่ย=4.07) ได้รับความพึงพอใจต่ำที่สุด แต่ก็ยังอยู่ในระดับพอใจมาก แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้มีส่วนร่วมในการทดลองทุกขั้นตอน ได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง สนใจเรียนมากขึ้น มีความกระตือรือร้น มีความสนุกสนาน และตื่นเต้นกับการเรียนด้วยสื่อการทดลองเสมือนจริง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Artswang (2015) ที่พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนในระดับมาก ซึ่งเป็นการยืนยันว่า สื่อการทดลองเสมือนจริงส่งผลดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนและได้รับการยอมรับในระดับมาก

ตารางที่ 9 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อสื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง

รายการ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ	ลำดับที่
1. ด้านเนื้อหา	4.12	0.75	มาก	3
2. ด้านภาพ ภาษา ตัวอักษร และสี	4.32	0.73	มาก	2
3. ด้านความรู้สึกนึกคิดต่อสื่อการทดลองเสมือนจริง	4.46	0.67	มาก	1
4. ด้านการแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือนจริง	4.07	0.84	มาก	4
เฉลี่ยรวม	**4.24**	**0.75**	**มาก**	**-**

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า 1) สื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง ที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Scratch มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.07/82.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับปานกลางขึ้นไปมากกว่าร้อยละ 80 (gain = 0.62) 5) นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงในระดับดีขึ้นไปร้อยละ 77.36 ของนักเรียนทั้งหมด โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 74.15 6) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (r=0.774) และ 7) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อการทดลองเสมือนจริง เรื่อง คลื่นและแสง อยู่ในระดับมาก ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับสื่อการทดลองเสมือนจริงมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1) การใช้สื่อการทดลองเสมือนจริงเหมาะสมสำหรับบริบทของห้องเรียนที่ขาดแคลนอุปกรณ์จริง โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่ต้องส่งเสริมการเรียนรู้แบบ Anywhere Anytime Learning (AAL)

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

2) การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ควรส่งเสริมให้ครูมีบทบาทในฐานะผู้อำนวยความรู้ (facilitator) โดยใช้คำถามกระตุ้นความคิดอย่างมีเป้าหมาย เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการตั้งสมมติฐาน วิเคราะห์ และค้นหาคำตอบจากกิจกรรมการทดลอง

3) ครูผู้สอนควรจัดอบรมหรือแนะแนวเบื้องต้น แก่นักเรียนเกี่ยวกับวิธีใช้สื่อการทดลองเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจ ลดอุปสรรคในการใช้งาน และเพิ่มประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนมีทักษะดิจิทัลที่จำเป็นในยุคเทคโนโลยี

4) ควรมีการออกแบบกิจกรรมที่มีความน่าสนใจมากขึ้น เช่น เกมวิทยาศาสตร์ การจำลองสถานการณ์ หรือการเรียนรู้แบบแข่งขัน (Gamification) เพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วมและเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้

5) ควรศึกษาการประยุกต์ใช้สื่อการทดลองเสมือนจริงร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) การใช้เกมเพื่อการเรียนรู้ (Game-Based Learning) หรือการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ (Online Learning) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในบริบทการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

6) ควรขยายการวิจัยไปยังบทเรียนวิทยาศาสตร์หัวข้ออื่น โดยเฉพาะหัวข้อที่มีลักษณะนามธรรม ซับซ้อน หรือยากต่อการทดลองจริง เช่น เรื่อง ไฟฟ้า หรือ แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของสื่อในบริบทที่กว้างขึ้น

References

Artino, A. R. Jr. (2009). Think, feel, act: Motivational and emotional influences on military students' online academic success. **Journal of Computing in Higher Education***,* 21(2), 146–166.

Artswang, P. (2015). The Development of Virtual Chemistry Laboratory for the Properties of Elements and Compound for Mathayomsuksa 4 Students (in Thai). **Master's Thesis.** Nakhon Pathom: Silpakorn University.

Assawasowan, A., Butsayanon, K., Laksana, K., Phakhaphol, P., Mahaman, Y., Kulamat, K. and Phonrat, T. (2024). Effects of learning activities using inquiry-based learning with virtual museums on learning achievement and knowledge construction ability of social studies major students (in Thai). **Journal of Roi Kaensarn Academy**, 9(3), 249–264.

Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S. and Ploetzner, R. (2010). Collaborative Inquiry Learning: Models, Tools, and Challenges. **International Journal of Science Education**, 32(3), 349–377.

Biswal, S. and Behera, B. (2023). Enhancing Science Process Skills through Inquiry-Based Learning: A Comprehensive Literature Review and Analysis. **International Journal of Science and Research**, 12(8), 1583–1589.

Boonchaiyuthasak, J. (2021). The effectiveness of learning management using virtual laboratory on acid and base solutions for Mathayomsuksa 1 students (in Thai). **The 1st National Conference on Sarattaprasanmit Research: Educational Research and Innovation Under the New Normal** (pp. 125-135). Bangkok: Srinakharinwirot University.

Boonlert, S. (2013). The study of learning achievement and satisfaction for Mathayomsuksa 1 students using virtual laboratory for acid – base solution (in Thai). **Master's Thesis**. Bangkok: Srinakharinwirot University.

Borg, W. R. and Gall, M. D. (1983). **Educational research: An introduction (4th ed.)**. Longman.

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A. and Landes, N. (2006). **The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications.** Colorado Springs, CO: BSCS.

Chiu, J. L., DeJaegher, C. J. and Chao, J. (2015). The effects of augmented virtual science laboratories on middle school students' understanding of gas properties. **Computers & Education***,* 85, 59–73.

Chotimuk, A. and Khochon, K. (2024). The development of inquiry-based learning activities integrated with a virtual laboratory to enhance scientific explanation ability of Grade 11 students (in Thai). **Journal of Mahasarakham Rajabhat University**, 18(1), 252–266.

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, 16(3), 297–334.

Dalgarno, B., Bishop, A. G., Adlong, W. and Bedgood, D. R. Jr. (2009). Effectiveness of a virtual laboratory as a preparatory resource for distance education chemistry students. **Computers & Education**, 53(3), 853-865.

Dolapcioglu, S. and Subasi, M. (2022). The relationship between scientific process skills and science academic achievement: A meta-analysis study. **Journal of Science Learning**, 5(2), 363–372

Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C. and Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. **Review of Educational Research**, 74(1), 59–109.

Gunawan, G., Harjono, A., Sahidu, H. and Suranti, N. M. Y. (2019). Guided Inquiry Model through Virtual Laboratory to Enhance Students' Science Process Skills on Heat Concept. **International Journal of Instruction**, 12(2), 307–318.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics***,* 66(1), 64-74.

Herga, N. R. and Dinevski, D. (2012). Virtual laboratory in the role of visualization of chemistry experimental work. **Turkish Online Journal of Educational Technology**, 1(4), 113–120.

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2021). **A teacher's manual for assessing science process skills**. Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology

Joshi, A., Kale, S., Chandel, S. and Pal, D. K. (2015). Likert Scale: Explored and explained. **British Journal of Applied Science & Technology***,* 7(4), 396–403.

Kaewkoy, J. (2011). Effects of inquiry-based virtual laboratory with and without guidance on analytical thinking and science learning achievement of secondary school students. **Journal of Science Education**, 53(3), 321-334.

Kamcharean, C., Kuadnok.K. (2023). Development of Fundamental Physics Laboratory by using Interactive Simulations (in Thai). **Journal of Library and Information Science Srinakharinwirot University**, 16(2), 51-61

Klankeson, P. (2017). The development of science activity packages to enhance scientific process skills using inquiry-based learning with virtual media (in Thai). **Master's thesis.** Srinakharinwirot University.

Lazonder, A. W. and Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance. **Review of educational research**, 86(3), 681-718

Maneekham, S. (2008). Effects of using virtual field trips through virtual classrooms, Strand 4: History, Social Studies, Religion and Culture Learning Area for lower secondary school students (in Thai). **Master's Thesis**. Bangkok: Srinakharinwirot University.

Makransky, G., Borre-Gude, S. and Mayer, R. E. (2019). Motivational and cognitive benefits of training in immersive virtual reality based on multiple assessments. **Journal of Computer Assisted Learning**, 35(6), 691–707.

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

Mazur, E. (1997). **Peer instruction: A user's manual**. Pearson Education.

Mery, B., Nurazidawati, M. A., Dilva, H., Yovita. and Nasution, D. N. (2024). Development of Scratch Learning Media to Improve Scientific Literacy and Computational Thinking in Primary Education in The Society 5.0 Era. **Journal of Natural Science and Integration**, 7(1), 94-110.

Ministry of Education. (2017). **Indicators and core science content (Revised Edition 2017) according to the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)** (in Thai). Bangkok: Cooperative League of Thailand Press

National Institute of Educational Testing Service (Public Organization). (2023). O-NET 2023 examination results report (in Thai). Retrieved 12 December 2023, from **NIETS**; https://www.niets.or.th

National PISA Center, Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2021). **PISA 2018 assessment results: Reading, mathematics, and science** (in Thai). Bangkok: Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).

Nitko, A. J. and Brookhart, S. M. (2014). **Educational Assessment of Students** (7th ed.). Pearson Education.

OECD. (2019). **PISA 2018 results (Volume I): What students know and can do**. Paris: OECD Publishing.

Phromwong, C. (2013). Testing the efficiency of media or teaching kits. **Silpakorn Educational Research Journal**, 5(1), 7–20.

Rutten, N., van Joolingen, W. R. and van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. **Computers & Education**, 58(1), 136–153.

Roberts, D. and Lau, T. (2017). The effects of hands-on activities on students' science achievement: A meta-analysis. **Journal of Research in Science Teaching**, 54(8), 1033-1052

Siripattanakulkhajorn, S. (2004). The development of a virtual classroom model using simulation with practice on television program production (in Thai). **Doctoral Dissertation.** Bangkok: Srinakharinwirot University.

Smetana, L. K. and Bell, R. L. (2012). Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature. **International Journal of Science Education**, 34(9),1337-1370

Smith, J. and Johnson, R. (2018). **Challenges and opportunities in science education reform**. Routledge.

Soratyatorn, J. (2022). Development of inquiry-based learning activities with virtual laboratory to enhance science concepts under the COVID-19 pandemic situation for Prathomsuksa 6 students (in Thai). **Master's Thesis**. Phitsanulok: Naresuan University.

Srirasa, N., Chaiprasert. P. and Sirisawat, C. (2021). The Learning Achievement and Satisfaction of Upper Secondary School Students on Learning Management of Inquiry-Based Learning (5E) with an Electronic Book (in Thai). **Journal of Education Studies**, 49(4), 1-13

Srisa-ard, B. (2010). **Introduction to research** (8th ed.). Bangkok: Suwiriyasarn.

Suman, S. (2020). Relationship between science process skills and achievement in science of secondary school students. **International Journal of Creative Research Thoughts**, 8(10), 3719–3725.

Zacharia, Z. C. and Olympiou, G. (2011). Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. **Learning and Instruction**, 21(3), 317-331.

JSSE JOURNAL OF SCIENCE & SCIENCE EDUCATION Vol. 8 No. 1 (Jan. – Jun. 2025): 140 - 151
Faculty of Science, Ubon Ratchathani University http://doi.org/10.14456/jsse.2025.12

Research Article in Science Education

The Effects of Learning Activities Based on the GPAS 5 Steps Approach on Mathematical Concepts of Division Among Grade-2 Students

Teerachot Lokkathat[1,*], Natthaphon Hongthong[1] and Mahdee Waedramae[2]

[1]*Master of Education Program in Research and Evaluation, Faculty of Education, Prince of Songkla University.*

[2]*Department of Research and Evaluation, Faculty of Education, Prince of Songkla University.*

**Email: Teerachot.lo@ksu.ac.th*

Received <29 April 2025>; Revised <27 May 2025>; Accepted <4 June 2025>

Abstract

The objectives of this study were: (1) to compare the level of mathematical conceptual understanding of division among Grade-2 students before and after participating in learning activities based on the GPAS 5 Steps approach, (2) to compare the mathematical conceptual understanding of division among Grade-2 students after participating in the learning activities based on the GPAS 5 Steps approach with the criterion of 70%, and (3) to examine the retention of learning in division among Grade-2 students after participating in the learning activities based on the GPAS 5 Steps approach. The sample group consisted of one Grade-2 classroom, comprising eight students, at Chum chon Song Dao School, under the Sakon Nakhon Primary Educational Service Area Office 2, during the second semester of the 2024 academic year. The sample was selected using cluster sampling, with the school as the sampling unit. The research instruments included a lesson plan, which was rated at 4.76, indicating the highest level of appropriateness, and a mathematical conceptual understanding test with a reliability coefficient of 0.90. Data were analyzed using basic statistical methods and t-tests. The research findings revealed that: (1) the mathematical conceptual understanding of division among Grade-2 students after participating in the learning activities based on the GPAS 5 Steps approach was significantly higher than before at the .01 level, (2) the students' mathematical conceptual understanding of division after participating in the learning activities based on the GPAS 5 Steps approach exceeded the 70% criterion at a statistically significant level of .01, and (3) Grade-2 students who participated in learning activities based on the GPAS 5 Steps approach demonstrated retention of mathematical learning on the topic of division after a two-week interval.

Keywords: Mathematical concept; Division; GPAS 5 Steps approach

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทความวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ธีรโชติ โลกธาตุ[1,*] ณัฐพล หงษ์ทอง[1] และ มัฮดี แวดราแม[2]

[1]หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมิน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

[2]สาขาวิชาการวิจัยและประเมิน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

**Email: Teerachot.lo@ksu.ac.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบระดับความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps 2) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 3) เพื่อศึกษาความคงทนทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การหาร หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนส่องดาว สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้อง รวมจำนวน 8 คน กลุ่มตัวอย่างถูกคัดเลือกโดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมที่ 4.76 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .90 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน และสถิติทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า 1) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps เกิดความคงทนทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร หลังจากเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์

คำสำคัญ: มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์; การหาร; แนวคิด GPAS 5 Steps

ลิขสิทธิ์โดย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

การพัฒนาคนไทยจะต้องเน้นในเรื่องความสามารถของการเรียนรู้โดยเฉพาะผู้เรียนให้มีทักษะชีวิตในการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง คณิตศาสตร์ช่วยให้เราคิดได้ชัดเจนและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในการสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ และมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบด้านและรอบคอบ การมองการณ์ไกล การวางแผน การตัดสินใจ และการแก้ปัญหาล้วนเป็นทักษะที่สำคัญ คณิตศาสตร์เป็นวิธีคิดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยสัญลักษณ์เหล่านี้สามารถช่วยให้เราเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้น แม้ว่าสิ่งที่กำลังคิดอยู่นั้นจะเป็นนามธรรม ตั้งแต่การคำนวณที่ใช้ในชีวิตประจำวันไปจนถึงการสร้างเทคโนโลยีที่ซับซ้อน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาที่เป็นระบบ ซึ่งได้รับจากการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาทักษะการดำเนินชีวิต และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง (Ministry of Education, 2017) แต่ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์นั้นมีลักษณะเป็นนามธรรม และเน้นการใช้สัญลักษณ์ในการสื่อความหมาย จึงเป็นเรื่องยากที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจ และจดจำรายละเอียดของคณิตศาสตร์ได้ทั้งหมด

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concept) เป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาหรือใช้งาน ครูที่ดีควรเข้าใจเกี่ยวกับความหมายที่มาและความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันของมโนทัศน์ บทนิยาม ทฤษฎีบท กฎ สูตร หรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพราะมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนของครู และการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2012) จะเห็นได้ว่าหากนักเรียนมีมโนทัศน์พื้นฐานที่ดี จะส่งผลต่อการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ที่มีลักษณะเชื่อมโยงกับมโนทัศน์เดิม สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในเรื่องอื่น ๆ ได้มากมาย และนำไปสู่การค้นพบความรู้ใหม่ได้ เนื่องจากมโนทัศน์เป็นพื้นฐานของการคิดและการคิดมีความสำคัญต่อการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ (Kowtrakul, 2010) ด้วยเหตุนี้มโนทัศน์จึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเรียนรู้ของนักเรียนโดยเฉพาะในวิชาคณิตศาสตร์

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาหลักสูตรและวิธีการสอนที่หลากหลาย แต่การพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังคงเป็นปัญหาที่หลายประเทศต้องเผชิญ สถิติเผยให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในการเข้าใจแนวคิดเชิงนามธรรม และการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ผู้วิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนต้น ได้ประสบกับปัญหาในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนที่ทำการสอนเช่นกัน นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจการลำดับเหตุการณ์ สถานการณ์และโจทย์ปัญหา ที่จะต้องแสดงขั้นตอนการแก้ไขปัญหาของการหาร ทำให้ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ และส่งผลให้เกิดการแปลความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ไม่เข้าใจความสัมพันธ์และคำสำคัญของการดำเนินการ การหาร รวมถึงยังไม่สามารถสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้เท่าที่ควร จึงไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาหรือดำเนินการแก้ปัญหาผิด แล้วยังส่งผลต่อเนื่องให้ทำแบบฝึกหัดที่แตกต่างจากตัวอย่าง หรือสิ่งที่ครูเคยสอนมาแล้วไม่ได้ สิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ซึ่งเป็นพื้นฐานของการเรียนเนื้อหาต่าง ๆ ที่อาจจะส่งผลต่อเนื่องถึงการเรียนคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่น ๆ และระดับสูงขึ้นต่อไป

การจัดกิจกรรมให้ตรงกับพัฒนาการของนักเรียน และต้องคำนึงถึงพัฒนาการทางร่างกายและสติปัญญาด้วย นอกจากนี้ยังต้องสร้างแนวคิดที่ง่ายสำหรับนักเรียนที่จะเข้าใจด้วยตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม เด็กในวัยประถมศึกษาอยู่ในช่วงพัฒนาการทางความคิด และสามารถเข้าใจเหตุผลเบื้องหลังการแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมได้ อย่างไรก็ตามครูควรพยายามทำให้คณิตศาสตร์เป็นรูปธรรมมากขึ้นสำหรับนักเรียนและทำให้พวกเขาเข้าใจแนวคิดเร็วขึ้นโดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้พวกเขาได้รับประสบการณ์ใช้คำอธิบายและการเลือกกิจกรรมที่ตรงกับวัตถุประสงค์ สอดคล้องกับสังคมปัจจุบันและในอนาคต จึงต้องอาศัยการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดขั้นสูงเชิงระบบ (GPAS 5 Steps) ที่สร้างแบบแผนการสร้างองค์ความรู้และแบบแผนการปฏิบัติที่ควบคู่กับการคิดสะท้อน (Reflective thinking) มีการประเมินผลงานและการปฏิบัติตามสภาพจริงที่สร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อคุณภาพชีวิตของตนและสังคมแล้วค่อย ๆ หล่อหลอมเป็นค่านิยมที่ดี

แนวคิด GPAS 5 Steps คือ กระบวนการคิดขั้นสูงเชิงระบบ ซึ่งเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการเรียนรู้แบบ Active Learning ซึ่งจะช่วยผู้เรียนสามารถนำไปเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติจริงได้ จึงนับว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในการเพิ่มพูนทักษะในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนมีวิธีการเรียนรู้ที่ดีขึ้น รวมถึงช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตัวเองได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น GPAS 5 Steps เป็นขั้นตอนและจุดเน้นในการจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถที่จะสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถที่จะนำไปใช้ในการปฏิบัติจริงในการแก้ปัญหาสำหรับสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งสิ่งที่ได้จากกระบวนการเหล่านี้จะตกผลึกภายในตัวของผู้เรียน และแปรเปลี่ยนเป็นตัวตนและบุคลิกภาพของผู้เรียน อันจะสะท้อนออกมาในรูปแบบของผลงานต่าง ๆ โดยประกอบด้วยโครงสร้างทักษะกระบวนการคิด 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 การรวบรวมและเลือกข้อมูล (Gathering) เป็นการกำหนดประเด็นในการรวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 2 วิเคราะห์และสรุปความรู้ (Processing) เป็นการใช้แผนภาพความคิดมาช่วยจัดความคิดให้เป็นระบบ ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติและสรุปความรู้หลังการปฏิบัติ (Applying and constructing the

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

knowledge) การปฏิบัติงานและลงมือทำ ขั้นที่ 4 ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Applying and communication skill) เป็นขั้นสรุปสิ่งที่เข้าใจเป็นความรู้ร่วมกัน และ ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่า (Self-regulating) นักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่เข้าใจนำมาอภิปรายและสรุปความคิดรวบยอดร่วมกัน จะเห็นว่ากระบวนการ GPAS 5 Steps นั้นเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถเพิ่มทักษะกระบวนการคิดได้เป็นอย่างดี ดังนั้นจึงสามารถนำไปบูรณาการกับกิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะอื่น ๆ ได้ และสามารถนำไปใช้ได้กับทุกรายวิชา สอดคล้องกับแนวคิดของ Wadeesirisak and Makanong (2024) สรุปว่ากระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (GPAS 5 Steps) เป็นกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง และสามารถสังเคราะห์ความรู้ที่เป็นหลักการไปประยุกต์ใช้และตกผลึกความรู้ที่ได้นำไปสู่การสร้างและเปลี่ยนแปลงตนเองและสังคม ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

จากที่กล่าวมาข้างต้น การจัดการเรียนรู้ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จึงมีความสำคัญอย่างมาก เพื่อสร้างความเข้าใจและทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน เพราะจะเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระยะยาว ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมุ่งหมายที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps
2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อศึกษาความคงทนทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การหาร หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps

สมมติฐานการวิจัย

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps
2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps เกิดความคงทนทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบแผนการทดลองขั้นต้น (Pre-experimental design) แบบกลุ่มเดียววัดผลการทดลองก่อน-หลัง (One-Group Pretest-posttest Design) โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัย

Group	Pretest	Treatment	Posttest	Follow-up
n	T_1	X	T_2	T_3

n แทน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย
X แทน การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 step
T_1 แทน การทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องการหาร ก่อนการจัดการเรียนรู้
T_2 แทน การทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องการหาร หลังการจัดการเรียนรู้
T_3 แทน การทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องการหาร ซ้ำหลังการจัดการเรียนรู้ 2 สัปดาห์

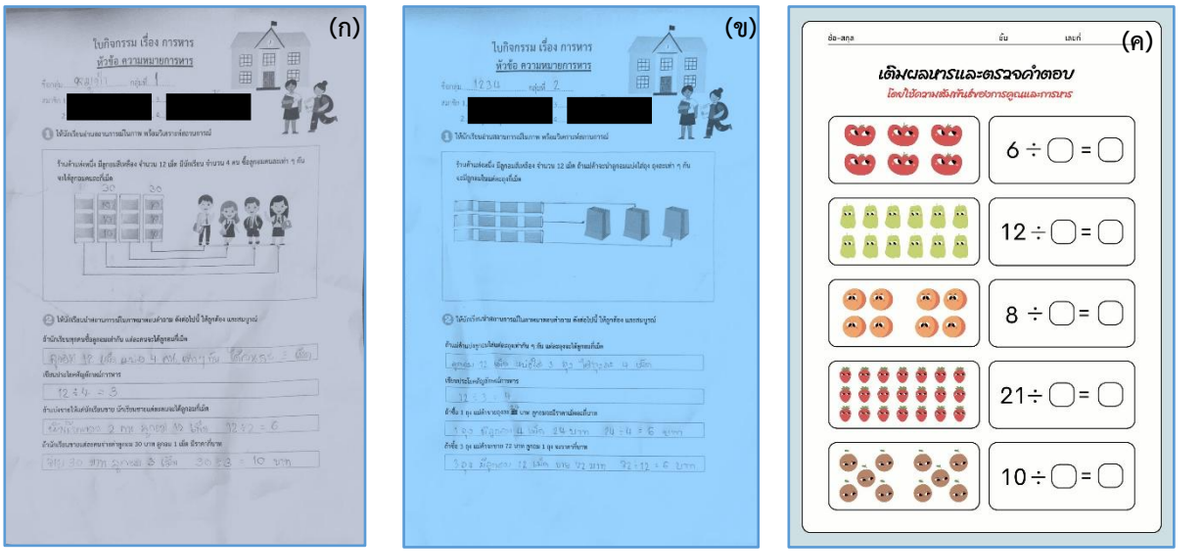
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขนาดเล็กในศูนย์เครือข่ายการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ 11 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนส่องดาว สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 8 คน ที่ได้จากสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 step จำนวน 10 แผน แผนละ 1 คาบ รวมทั้งสิ้น 10 คาบ โดยผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 10 แผน ซึ่งมีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ครบถ้วน และเหมาะสม และจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 step โดยขั้นแรก ขั้นสังเกต รวบรวมข้อมูล (Gathering) ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้กระตุ้นความสนใจของนักเรียน ขั้นที่ 2 ขั้นคิดวิเคราะห์และสรุปความรู้ (Processing) นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาตามประสบการณ์ของนักเรียนร่วมกัน ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติและสรุปความรู้หลังการปฏิบัติ (Applying and Constructing the Knowledge) นักเรียนลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่กำหนด และสรุปความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ขั้นสื่อสารนำเสนอ (Applying the Communication Skill) เมื่อผู้เรียนความรู้หลังจากการปฏิบัติแล้ว จะนำข้อสรุปที่ได้มาสื่อสาร และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และขั้นที่ 5 ขั้นประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่าบริการสังคมและจิตสาธารณะ (Self-Regulating) นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปช่วยสอนเพื่อนที่ยังไม่เข้าใจ จากนั้นได้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการประเมินพบว่า ค่าเฉลี่ยของการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม ที่ 4.76 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด



ภาพที่ 1 ใบกิจกรรม (ก) ตัวอย่างการออกแบบตามแนวคิด GPAS 5 Steps (ข) และ ตัวอย่างใบกิจกรรม (ค)

3.2 แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน โดยครอบคลุมตัวชี้วัดหาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์แสดงการหารที่มีตัวตั้งไม่เกิน 2 หลัก ตัวหาร 1 หลัก โดยที่ผลหารมี 1 หลัก ทั้งหารลงตัวและหารไม่ลงตัว และหาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์แสดงการคูณของจำนวน 1 หลัก กับจำนวนไม่เกิน 2 หลัก รวมจำนวน 15 ข้อ ดังแสดงในตารางที่ 2

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ตารางที่ 2 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ตัวชี้วัด	ตัวอย่างแบบทดสอบ
หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์แสดงการหารที่มีตัวตั้งไม่เกิน 2 หลัก ตัวหาร 1 หลัก โดยที่ผลหารมี 1 หลัก ทั้งหารลงตัวและหารไม่ลงตัว	ข้อที่ 1 มีลูกบอล 12 ลูก ต้องแบ่งให้เด็ก 4 คน เด็กแต่ละคนจะได้จำนวนกี่ลูก ก. 2 ลูก ข. 3 ลูก ค. 4 ลูก พื้นที่ทด
	ข้อที่ 4 มีเวลา 60 นาที ต้องแบ่งให้ 3 วิชาเท่า ๆ กัน วิชาละกี่นาที ก. 15 นาที ข. 20 นาที ค. 30 นาที พื้นที่ทด
	ข้อที่ 10 20 ÷ 4 = ☐ ก. 3 ข. 4 ค. 5 พื้นที่ทด
หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์แสดงการคูณของจำนวน 1 หลักกับจำนวนไม่เกิน 2 หลัก	ข้อที่ 11 สมชายมีลูกอม 24 เม็ด เขาต้องการแบ่งลูกอมให้เพื่อน 6 คน โดยให้เพื่อนแต่ละคนได้จำนวนเท่ากัน สมชายจะต้องให้ลูกอมแต่ละคนกี่เม็ด ใช้ความสัมพันธ์ 6×☐=24 ก. 4 เม็ด ข. 5 เม็ด ค. 6 เม็ด พื้นที่ทด
	ข้อที่ 12 ร้านขายของแห่งหนึ่งมีไข่ไก่ 36 ฟอง และบรรจุลงในกล่อง กล่องละ 6 ฟอง ถ้าต้องบรรจุไข่ทั้งหมดจะใช้กล่องกี่ใบ ใช้ความสัมพันธ์ 6×☐=36 ก. 5 ใบ ข. 6 ใบ ค. 7 ใบ พื้นที่ทด
	ข้อที่ 15 พ่อเลี้ยงวัวทั้งหมด 63 ตัว และต้องการแบ่งวัวออกเป็นคอก คอกละ 9 ตัว จะได้ทั้งหมดกี่คอก ใช้ความสัมพันธ์ 9×☐=63 ก. 5 คอก ข. 6 คอก ค. 7 คอก พื้นที่ทด

โดยผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยคัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 15 ข้อ ที่มีค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) เท่ากับ 1.00 มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.25 – 0.58 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.33 – 1.00 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.90

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนส่องดาว สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 ปฐมนิเทศนักเรียน ชี้แจงวัตถุประสงค์ และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4.2 ทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

4.3 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps จำนวน 10 แผน แผนละ 1 คาบ รวมทั้งสิ้น 10 คาบ ระยะเวลาสัปดาห์ละ 4 คาบ รวมทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ โดยการจัดการเรียนรู้จะเริ่มจากการขั้นแรก ขั้นสังเกต รวบรวมข้อมูล (Gathering) ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้กระตุ้นความสนใจของนักเรียน ขั้นที่ 2 ขั้นคิดวิเคราะห์และสรุปความรู้ (Processing) นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาตามประสบการณ์ของนักเรียนร่วมกัน ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติและสรุปความรู้หลังการปฏิบัติ (Applying and Constructing the Knowledge) นักเรียนลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่กำหนด และสรุปความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา ชั้นที่ 4 ขั้นสื่อสารนำเสนอ (Applying the Communication Skill) เมื่อผู้เรียนความรู้หลังจากการปฏิบัติแล้ว จะนำข้อสรุปที่ได้มาสื่อสาร และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และขั้นที่ 5 ขั้นประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่าบริการสังคมและจิตสาธารณะ (Self-Regulating) นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปช่วยสอนเพื่อนที่ยังไม่เข้าใจ

4.4 เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ฉบับเดิม

4.5 นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ และนำเสนอผลการวิจัยในลำดับต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps โดยนำข้อมูลตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล Normality Test (Shapiro-Wilk) พบว่าข้อมูลที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ (ดังตารางที่ 3) จึงนำข้อมูลไปทดสอบสมมติฐาน ด้วยสถิติทดสอบที (Paired t-test)

ตารางที่ 3 ผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล Normality Test (Shapiro-Wilk)

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	$\overline{x}$	S.D.	w	p
หลังเรียน	8	15	11.13	3.09	0.860	0.120
ก่อนเรียน			6.63	2.92		

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยแบ่งการสรุปผลออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และใช้สถิติทดสอบที (Paired sample t-test) ผลปรากฏดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	$\overline{x}$	S.D.	ร้อยละ	t	p
หลังเรียน	8	15	11.13	3.09	74.20	11.900**	<.001
ก่อนเรียน			6.63	2.92	44.20		

**ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

จากตารางที่ 4 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.13 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.20 และก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.63 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 44.20 กล่าวคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และใช้สถิติทดสอบที (one sample t-test) ผลปรากฏดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps กับเกณฑ์ร้อยละ 70

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ร้อยละ 70	$\overline{x}$	S.D.	t	p
หลังเรียน	8	15	10.50	11.13	3.09	10.200**	<.001

**ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 5 พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.13 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.20 และเกณฑ์ต้องมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.50 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70 กล่าวคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps และเว้นระยะหลังจากการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps ระยะเวลา 2 สัปดาห์ โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และใช้สถิติทดสอบที (Paired sample t-test) ผลปรากฏดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps กับเว้นระยะหลังจากการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps ระยะเวลา 2 สัปดาห์

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	$\overline{x}$	S.D.	t	p
หลังเรียน	8	15	11.13	3.09	1.930	.095
หลังเรียน 2 สัปดาห์			10.50	2.83		

จากตารางที่ 6 พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.13 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.20 และเว้นระยะเวลาหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ 2 สัปดาห์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.50 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.00 โดยมีค่า p-value เท่ากับ .095 กล่าวคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps ไม่แตกต่างกันกับการเว้นระยะหลังจากการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps ระยะเวลา 2 สัปดาห์

อภิปรายผล

การดำเนินการวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. สมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ที่ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps เมื่อได้ดำเนินการ

จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps และได้ทำการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (Paired t-test) ดังตารางที่ 4 พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.13 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.20 และก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.63 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 44.20 กล่าวคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก ผู้สอนได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการตั้งคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่ทำการจัดการเรียนรู้ในแผนนั้น ๆ เพื่อเป็นการกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความสนใจในการจัดการเรียนรู้ ทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยเรียนมา เมื่อผู้เรียนให้ความสนใจผู้สอนได้กำหนดสถานการณ์ โจทย์ปัญหา แล้วแบ่งกลุ่ม โดยในแต่ละกลุ่มจะมีนักเรียนคละความสามารถทั้งอ่อน ปานกลาง และเก่ง เพื่อให้ผู้เรียนที่มีการรับรู้ เรียนรู้ได้เร็ว ช่วยครูถ่ายทอดคำสั่ง สถานการณ์ และการทำกิจกรรมต่าง ๆ เมื่อผู้เรียนได้รับโจทย์ปัญหาที่ผู้สอนได้เตรียมให้ จะให้เวลาแต่ละกลุ่มวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่ได้รับ แล้วให้ช่วยกันเสนอแนวคิดของตนเองที่จะนำมาช่วยวิเคราะห์โจทย์ปัญหา และหาข้อสรุปจากการเสนอแนวคิด ว่าแนวคิดใด สามารถนำมาวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง แล้วเมื่อได้แนวคิดก็นำมาสู่การแก้โจทย์ปัญหา เพื่อให้ได้ซึ่งคำตอบที่ต้องการ จากนั้นในกลุ่มร่วมกันสรุปแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่พบเจอ เมื่อผู้เรียนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาแล้ว แต่ละกลุ่มต้องช่วยกันคิดวิธีการนำเสนอเพื่อให้สามารถสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้สมบูรณ์ และเข้าใจได้ง่าย เมื่อแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการแก้สถานการณ์ โจทย์ปัญหาได้แล้วนั้น จึงไปถ่ายทอดแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาให้กับเพื่อนที่ยังมีความเข้าใจแต่ไม่สมบูรณ์ และเข้าใจคลาดเคลื่อน ให้มีความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ได้กำหนด เพราะการกระทำเช่นนี้เป็นการแสดงถึงความมีจิตอาสาของผู้ที่ให้เพื่อนได้เข้าใจเนื้อหาครบถ้วน รวมถึงให้เพื่อนได้ใช้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นเกาะป้องกัน เป็นอาวุธในการต่อสู้ในการเรียนในระดับที่สูงขึ้นไป จากที่กล่าวมาข้างต้นนั้น สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps ที่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ ตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนดึงความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนมาวิเคราะห์คำถาม จากนั้นผู้สอนได้กำหนดสถานการณ์ ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ปัญหา ความต้องการ สิ่งที่ต้องรับรู้ รวมไปถึงแนวทางการแก้ปัญหา แล้วร่วมกันเสนอแนวคิดการแก้ปัญหาของตนเอง เพื่อให้เพื่อนร่วมกันวิเคราะห์ว่าวิธีการใดที่จะสามารถนำมาแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง และสมบูรณ์ เมื่อได้วิธีการแก้ปัญหาแล้ว ในกลุ่มร่วมกันลงมือปฏิบัติ ช่วยกันนำวิธีการที่กลุ่มเลือกมาวิเคราะห์หาคำตอบ เมื่อได้ข้อสรุปในการแก้ปัญหาแล้ว นำเสนอผลการวิเคราะห์ปัญหามาสื่อสารกับเพื่อน และผู้สอน ให้ผู้ฟังเข้าถึงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และสมบูรณ์ ขั้นสุดท้ายคือให้ผู้ที่เข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่สมบูรณ์ ไปถ่ายทอดให้ผู้ที่มีความเข้าใจไม่สมบูรณ์ และเข้าใจคลาดเคลื่อนให้มีความรู้ที่สมบูรณ์ และเข้าใจเชิงนามธรรมของคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ Chuenmala, Chuntra and Ugsonkid (2023) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ตามกระบวนการ GPAS 5 Steps เป็นการสอนโดยใช้การเรียนรู้เชิงรุก มุ่งให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ สร้างความรู้ด้วยตนเอง และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ผ่านกระบวนการคิดขั้นสูงเชิงระบบ 5 ขั้น (GPAS 5 Steps) เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดวิเคราะห์ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถาม อภิปรายในชั้นเรียน โดยใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดตลอดเวลา และการประเมินเพื่อการเรียนรู้ เป็นการประเมินที่สะท้อนให้ผู้เรียนได้ทราบจุดอ่อน จุดแข็งของตนเอง เพื่อนำไปปรับปรุงและแก้ไขให้ดีขึ้น สอดคล้องกับวิจัยของ Naktamna, Kuharueangrong and Othakanon (2020) ที่พบว่า ความรู้ของผู้เรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด GPAS 5 Steps สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากผู้สอนได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ชัดเจน ยึดตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ จัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเกิดทักษะความรู้ความเข้าใจจากสื่อต่าง ๆ ที่ใช้ในการสอน มีการยกตัวอย่างหรือการปฏิบัติให้ผู้เรียนเห็นภาพอย่างชัดเจน เป็นการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามกระบวนการ GPAS 5 Steps และสอดคล้องกับวิจัยของ Papun and Kongnavang (2022) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ นักเรียนได้รับความรู้และประสบการณ์จากการจัดการเรียนรู้ด้วยความสนใจ ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ซึ่งกระบวนการ GPAS 5 Steps ร่วมกับสื่อมัลติมีเดียทั้งห้าขั้น ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในการฝึกและปฏิบัติ โดยมีสื่อมัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นดึงดูดความสนใจและสามารถเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนอย่างแท้จริง แต่ถ้านักเรียนไม่เข้าใจก็ยังสามารถนำไปศึกษาด้วยตนเองได้

2. สมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ที่ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps และได้ทำการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (One sample t-test) ดังตารางที่ 5 พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.13 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.20 และเกณฑ์ที่กำหนดมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.50 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70 กล่าวคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีมโนทัศน์ทาง

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

คณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps โดยผู้สอนได้นำเอาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps5 ขั้นตอนซึ่งเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถในด้านกระบวนการคิดและทำให้เกิดการเรียนรู้ทางด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจและการนำไปใช้ได้ ถือเป็นยุทธวิธีในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยเฉพาะในขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 ขั้นคิดวิเคราะห์และสรุปความ ซึ่งจะเป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนได้นำเอาความรู้ที่ได้จากการสืบค้นและรวบรวมข้อมูลในประเด็นที่สงสัยและสนใจมาวิเคราะห์และสรุปเป็นองค์ความรู้ และนำความรู้นั้นมาเป็นการนำความรู้สู่การปฏิบัติหรือประกอบการตัดสินใจในประเด็นสถานการณ์ต่าง ๆ ในขั้นตอนที่ 3 จากนั้นก็สรุปการปฏิบัติและสถานการณ์ที่ได้ร่วมกันแก้ไขในกลุ่ม แล้วจึงได้นำผลงานนั้นมานำเสนอในขั้นตอนที่ 4 เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการสื่อสาร และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์แก่ผู้อื่นไปด้วย ว่าจะสามารถถ่ายทอดแนวคิด วิธีการ และข้อสรุปของกลุ่มตนเอง ให้ผู้อื่นเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้เข้าใจถูกต้อง และสมบูรณ์ได้อย่างไร และขั้นตอนที่ 5 คือการทบทวนเนื้อหาที่ตนเองและกลุ่มได้แก้ปัญหาช่วยกัน แล้วนำความรู้ และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปถ่ายทอดให้เพื่อนที่ยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน รวมถึงเพื่อนที่มความเข้าใจแต่ไม่สมบูรณ์ ซึงก็สอดคล้องกับขั้นตอนที่ 5 คือ มีจิตอาสาช่วยเหลือผู้อื่น ที่กล่าวมานี้อาจส่งผลให้ผู้เรียนนั้นมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มากขึ้นหลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของ Chanmala and Bhiasiri (2025) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Active Learning โดยใช้รูปแบบ GPAS 5 Steps ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง (AR) ในการจัดกิจกรรมแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้สามารถฝึกให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการพูดอย่างเป็นระบบช่วยให้นักเรียนได้ฝึกความสามารถ ซึ่งเป็นทักษะการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานที่สำคัญอย่างยิ่งที่จะนำไปสู่การเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นและการสื่อสารด้วยภาษาอังกฤษอย่างมั่นใจ ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Active Learning โดยใช้รูปแบบ GPAS 5 Steps ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง (AR) เป็นกลวิธีที่ช่วยพัฒนาความสามารถด้านการพูดภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารอย่างเป็นลำดับขั้น ทั้งยังช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้เป็นกลุ่ม การจัดข้อมูลให้เป็นระบบ การวางแผนการทำงานกลุ่ม การค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง การแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลรวมถึงการสรุปความรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับวิจัยของ Po Ngern *et al*. (2021) ที่พบว่า ผลการศึกษาความสามารถในการคิดขั้นสูงของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษามีความคิดขั้นสูง ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี เนื่องมาจากครูได้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5Steps เป็นขั้นตอนและเป็นระบบซึ่งในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนสอนตามแนวคิด GPAS 5 Steps ฝึกกระบวนการคิดที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาและการสร้างสรรค์ โดยผู้เรียนลงมือปฏิบัติได้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ชัดเจนเป็นกิจกรรมในลักษณะ Active Learning ผสมผสานกับแนวทางการออกแบบการเรียนรู้แบบ Backward Design ให้สอดคล้องสัมพันธ์กันสู่เป้าหมายของการเรียนรู้ พัฒนาผู้เรียนให้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น มีทักษะการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อครูในการจัดการจัดการเรียนรู้ไปสู่ประเทศไทย 4.0 และสอดคล้องกับวิจัยของ Jaihow and Chumsukon (2024) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps ร่วมกับการ์ดเกมกลยุทธ์ โดยผู้วิจัยได้นำเอาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps 5 ขั้นตอน ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถในด้านกระบวนการคิด และทำให้เกิดการเรียนรู้ทางด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจและการนำไปใช้ได้ ถือเป็นยุทธวิธีในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยเฉพาะในขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 ขั้นคิดวิเคราะห์และสรุปความ ซึ่งจะเป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนได้นำเอาความรู้ที่ได้จากการสืบค้นและรวบรวมข้อมูลในประเด็นที่สงสัยและสนใจมาวิเคราะห์และสรุปเป็นองค์ความรู้ และนำความรู้นั้นมาเป็นการนำความรู้สู่การปฏิบัติหรือประกอบการตัดสินใจในประเด็นสถานการณ์ในประเด็นทางประวัติศาสตร์ในขั้นตอนที่ 3 รวมทั้งนำผลงานนั้นมานำเสนอในขั้นตอนที่ 4

3. สมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ที่ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps เกิดความคงทนทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร เมื่อวิเคราะห์โดยใช้สถิติทดสอบที (Paired sample t-test) ผลปรากฏดังตารางที่ 6 พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.13 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.20 และเว้นระยะเวลาหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ 2 สัปดาห์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.50 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.00 โดยมีค่า p-value เท่ากับ .095 กล่าวคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps ไม่แตกต่างกันกับการเว้นระยะหลังจากการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps ระยะเวลา 2 สัปดาห์ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถในด้านกระบวนการคิดและทำให้เกิดการเรียนรู้ทางด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจและการนำไปใช้ได้ เมื่อผู้เรียนได้มีกระบวนการคิดที่ได้จากการเรียนรู้ แล้วนำไปปรับใช้กับเหตุการณ์ สถานการณ์ รวมถึงโจทย์ปัญหา ได้อย่างมีคุณภาพ เพราะว่าการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps เป็นการใช้ความคิดขั้นสูง ที่

ผู้เรียนต้องจัดการ วางแผน วิเคราะห์ นำเสนอแนวคิด และเป็นผู้มีจิตอาสา เมื่อผู้เรียนสามารถนำมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และสมบูรณ์ไปถ่ายทอดให้เพื่อนกลุ่มอ่อนกว่า นั้นเป็นสิ่งบ่งบอกสำคัญว่าผู้เรียนได้มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร อย่างถาวร ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ และช่วยเหลือผู้อื่นได้ เมื่อเป็นเช่นนี้แล้ว มโนทัศน์ของผู้เรียน เมื่อเว้นระยะเวลาออกไป 2 สัปดาห์ แล้วนำแบบทดสอบชุดเดิมที่สลับตัวเลือก นำมาทดสอบซ้ำอีกรอบ จะเห็นได้ว่า คะแนนการทดสอบหลังเรียนกับการเว้นระยะเวลาไป 2 สัปดาห์นั้น ไม่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงทำให้สามารถสรุปได้ว่า การที่ผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps แล้วนั้น มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ที่คงทนในการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps เป็นวิธีการสอนที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน เน้นการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน สมาชิกในกลุ่มจะมีความสามารถแตกต่างกัน ส่งเสริมผู้เรียนให้รู้จักช่วยเหลือกัน คนที่เก่งกว่าช่วยเหลือคนที่อ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มจะต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม เพราะยึดแนวที่ว่าความสำเร็จของสมาชิกทุกคนจะรวมเป็นความสำเร็จของกลุ่ม ด้วยเหตุนี้จึงให้ผู้เรียนสามารถจดจำและระลึกถึงการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี เพราะผู้เรียนได้ประสบและเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อน ๆ ในกลุ่ม ซึ่งจะเป็นส่วนที่ช่วยกระตุ้นความคิด การจดจำในการเรียนรู้หรือบทเรียนที่ผ่านมาได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wingworn, Sucher and Jaradrawiwat (2022) ที่พบว่า การเรียนรู้ตามแบบ GPAS 5 Steps คือแนวทางการสอนที่จัดกิจกรรมทำให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ร่วมกัน เน้นสร้างการมีส่วนร่วมระหว่างนักเรียน ซึ่งสร้างการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถต่างกัน ส่งเสริมให้ผู้เรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยผู้ที่มีความรู้มากกว่าจะสนับสนุนผู้ที่มีความรู้น้อยกว่า สมาชิกทั้งหมดในกลุ่มต้องร่วมกันรับผิดชอบการเรียนรู้ของทุกคนในกลุ่ม เพราะเชื่อว่าความสำเร็จของแต่ละคนคือความสำเร็จของกลุ่ม ดังนั้นผู้เรียนจึงสามารถจดจำและเห็นคุณค่าในบทเรียนได้ดี เพราะว่าผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเองและได้รับการสนับสนุนจากเพื่อน จึงกระตุ้นความคิดและช่วยให้ความจำเกี่ยวกับการเรียนรู้และบทเรียนก่อนหน้าเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับวิจัยของ Kaewsuk (2007) ที่ได้อธิบายถึงทฤษฎีความจำสองกระบวนการ (Two process theories of memory) ซึ่งเกี่ยวข้องกับความจำระยะสั้น (Short term memory) และความจำระยะยาว (Long term memory) ว่าถ้าหากไม่มีการทบทวนสิ่งต่าง ๆ ที่เข้ามาเป็นความจำระยะสั้นบ่อย ๆ ได้ สิ่งที่ไม่ได้ทบทวนจะสลายไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้น จำนวนของสิ่งที่จดจำได้ในความจำระยะสั้นจึงมีจำกัด ดังนั้นการทบทวนซ้ำ ๆ จะทำให้ข้อมูลยังคงอยู่ในความจำระยะสั้น และทำให้ข้อมูลยังคงอยู่ในความจำระยะยาวด้วย ซึ่งความคงทนในการเรียนรู้นั้นถือได้ว่าเป็นความจำระยะยาว

สรุปผลการวิจัย

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับการเว้นระยะหลังจากการเรียนรู้ตามแนวคิด GPAS 5 Steps ระยะเวลา 2 สัปดาห์

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ได้ ต้องขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.มัฮดี แวดราแม อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยและการพัฒนานวัตกรรมเพื่อใช้ในการทำวิจัย ขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาเครื่องมือวิจัย ตลอดจนผู้บริหาร คณะครู นักเรียนที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้

จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยในชั้นเรียน ผู้วิจัยได้มีการขออนุญาตผู้เข้าร่วมวิจัย และปิดบังรายชื่อของผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคน โดยได้คำนึงหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ หลักความเคารพในบุคคล หลักคุณประโยชน์ไม่ก่ออันตราย และหลักความยุติธรรม

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

References

Chanmala, K, and Bhiasiri, S. (2025). The Development of Listening and Speaking English Ability for Communication Using Active Learning Based on GPAS 5 Steps Model with Augmented Reality of Grade 6 Students. (in Thai). **Journal of Intellect Education**, 4(1), 12-26.

Chuenmala, K., Chuntra, C. and Ugsonkid, S. (2023). The Study of Mathematics Learning Achievement and Ability in Solving Problems of Mathayomsuksa Five Students on Sequences and Series by Using Active Learning GPAS 5 STEPSs. (in Thai). **Journal of Legal Entity Management and Local Innovation**, 9(7), 531-543

Jaihow, N. and Chumsukon, M. (2024). The Development Of Critical Thinking Skills and Learning Achievement Using the GPAS 5 Steps with Strategy Card Game in Social Studies Course of Grade 12 Students at Sisaketwitthayalai 2 Huaykla (Promdirek - Anusorn) School (in Thai). **Journal of Association of Professional Development of Educational Administration of Thailand**, 6(1), 276-291.

Kaewsuk, C. (2007). The Effects of Biology Teaching Using the Experiential-Dynamic-Diverse Model with Computer-Based Simulation on Science Process Skills and Learning Persistence of High School Students. (in Thai). **Master's Thesis**. Bangkok: Chulalongkorn University.

Ministry of Education. (2017). **Indicators and Core Content Mathematics Department (Revised Version B.E. 2560, A.D.2017) The Basic Education Care Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008).** (in Thai). The Agricultural Cooperative Federation of Thailand Limited

Naktamna, Y., Kuharueangrong, N. and Othakanon, L. (2020). Creative music club activity on the concept of gpas 5 steps to develop creative thinking skills for students in secondary school. (in Thai). **Valaya Alongkorn Review Journal**, 10(3), 14-18.

Kowtrakul, S. (2010). **Educational Psychology**. 9th printing. Bangkok: Chulalongkorn University.

Papun, L. and Kongnavang, S. (2022). The development of Practical Skills and Academic Achievement on Editing Graphics Using the 5-Steps GPAS Process with Multimedia of the Second year Vocational Certificate Students. (in Thai). **Northeastern University Academic and Research Journal**, 12(3) 89-101.

Po Ngern, W., Sithsungnoen, C., Nilapun, M. and Poomraruen, A. (2021). The effect of using the model to enhance the quality of teaching Based on learning according to GPAS 5 Steps to enhance students' learning skills in Thailand 4.0 of the elementary education. (in Thai). **Journal of Research and Curriculum Development**, 11(1) 22-35.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012). **Professional Math Teachers: Path to Success**. Bangkok: 3-Q Media.

Wingworn, O., Sucher, S. and Jaradrawiwat, S. (2022). Effects of CIRC Model to Develop Reading Comprehension Ability, Summary Writing and Learning Retention of Prathomsuksa 3 Students. (in Thai). **Association of Private Higher Education Institutions of Thailand Humanities and Social Sciences Journal**, 28(2), 1-13.

Wadeesirisak, P. and Makanong, A., (2024). Effects of Organizing Learning Activities Using Case-based Learning and Higher OrderQuestions on Media and Information Literacy of High School Students. (in Thai). **An Online Journal of Education**, 19(1), 1-12.

JSSE
JOURNAL OF SCIENCE & SCIENCE EDUCATION
Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
Vol. 8 No. 1 (Jan. – Jun. 2025): 152-167
http://doi.org/10.14456/jsse.2025.13

Research Article in Science

Empirical Comparison of Root-Finding Algorithms between Classical Methods and Hybrid Method

Jiratchaya Jaisaardsuetrong[1] and Wasana Ngaogate[1,*]

[1]Department of Mathematics, Statistics and Computer, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

**Email: wasana.n@ubu.ac.th*

Received <6 November 2024>; Revised <17 February 2025>; Accepted <18 February 2025 >

Abstract

This research presents a novel method derived from combination of traditional techniques, namely the Bisection method, False position method and Edmond-Halley's method, to enhance the efficiency of root finding algorithms. The research also compares the performance of this traditional methods with the new hybrid method by coding in Python. The results show that the new method demonstrates superior efficiency than the classical methods. Furthermore, a classe's structure based on the strategy design pattern was developed for code implementation, facilitating systematic coding and improving maintainability and scalability of the algorithms.

Keywords: Bisection method; False position method; Edmond-Halley's method; Hybrid method; Strategy design pattern

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทความวิจัยทางวิทยาศาสตร์

การเปรียบเทียบเชิงประจักษ์ของอัลกอริธึมการหารากระหว่างวิธีดั้งเดิมและวิธีผสม

จิรัชยา ใจสะอาดซื่อตรง[1] และวาสนา เหง้าเกษ[1,*]

[1]ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

**Email: wasana.n@ubu.ac.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้นำเสนอวิธีการใหม่ที่พัฒนาขึ้นจากการผสมผสานเทคนิคดั้งเดิม ได้แก่ วิธีแบ่งครึ่งช่วง วิธีแก้ตำแหน่งผิด และวิธีของเอ็ดมอนด์-ฮัลเลย์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของอัลกอริธึมในการหาค่าราก การวิจัยยังเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการแบบดั้งเดิมเหล่านี้กับวิธีผสมใหม่โดยการเขียนโค้ดในภาษาไพธอน ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าวิธีการใหม่มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ ยังได้พัฒนาโครงสร้างของคลาสที่อิงกับการออกแบบแบบรูปกลยุทธ เพื่อการนำโค้ดไปใช้ที่อย่างเป็นระบบ เพื่อช่วยเพิ่มความสามารถในการบำรุงรักษาและการขยายตัวของอัลกอริธึม

คำสำคัญ: วิธีแบ่งครึ่งช่วง; วิธีแก้ตำแหน่งผิด; วิธีของเอ็ดมอนด์-ฮัลเลย์; วิธีผสม; แบบรูปกลยุทธ

Introduction

In solving the equation $f(x) = 0$, sometimes it is not possible to find the solution directly, as the equation might be difficult to solve. However, there are numerical methods that can approximate the root. The simplest method is the bisection method, which involves dividing the interval in half. Another widely used method is Newton's method, which uses the slope of the graph and an initial reference point to approximate the root. Another method is the false position method. There are several research articles that study the approximation of roots. Gemechu and Thota (2020), proposed new iterative algorithms aimed at

determining the roots of nonlinear transcendental equations. These algorithms utilize nonlinear Taylor polynomial interpolation combined with a modified error correction term grounded in fixed-point principles. Furthermore, the study examines the potential to extend these higher-order iterative methods from single-variable cases to higher dimensions. Jun and Jeon (2019), extended the bisection method to solve nonlinear equations. The paper discusses convergence properties and iteration counts, and includes visual graphs. Sabharwai (2019), proposed a dynamic blend of the bisection method and the regula falsi (false position) method to enhance the performance of root-finding algorithms. The blended algorithm demonstrated superior performance, requiring fewer computational steps to converge and offering a robust solution for root-finding problems where classical methods may struggle. Tanakan (2013), presented a computational algorithm that enhances the traditional bisection method for solving nonlinear equations, with the goal of increasing both efficiency and accuracy in root approximation. Burden and Faires (2021), introduced hybrid algorithm that combines the strengths of the trisection method and the false position method. The results show that the proposed algorithm surpasses the secant, trisection, Newton-Raphson, bisection, and regula falsi methods, in terms of both iterations count and average runtime. Bogdanov and Volkov (2013), modified quadratic interpolation method for finding the roots of a continuous function is proposed, focusing on the positioning of a parabola that interpolates the original function. The method identifies the conditions under which two interpolating parabolas will be situated on opposite sides of the given function. Cortez *et al.* (2023), introduced two novel hybrid methods for solving nonlinear equations by leveraging classical techniques like bisection, trisection, and modified false position. These hybrid methods, termed bisection-modified false position and trisection-modified false position.

This research brings together three well-known methods: The Bisection method, the False Position method, and Edmond Halley's Method, to create a new approach called the Hybrid Bisection False Position Edmond method (or Hybrid method). The goal is to develop an optimized method that combines the strengths of each individual approach, leading to more precise and efficient solutions. By leveraging the stability of the Bisection method, the adaptability of the False Position method, and the fast convergence of Edmond Halley's Method, the method aims to achieve faster convergence while maintaining high accuracy. The research emphasizes how each method’s unique advantages enhance the overall effectiveness of this hybrid approach, ultimately improving performance in solving nonlinear equations.

Research Objectives

1. To develop an efficient estimation method for finding the roots of nonlinear equations by refining and integrating traditional techniques to enhance accuracy.
2. Evaluate and compare the effectiveness of traditional methods and hybrid methods to identify which approach demonstrates superior performance.
3. Designing appropriate coding strategies to achieve effective results in solving complex problems.

Review of Literature

In numerical analysis, finding the roots of nonlinear equations is a critical task with significant applications in various fields. There are many methods in numerical method for finding roots, two widely used methods for this purpose are the bisection method and the false position method. The bisection method employs the intermediate value theorem to progressively narrow down an interval containing a root, ensuring convergence but often at a slower rate. On the other hand, the false position method enhances this process by applying linear interpolation, typically leading to faster convergence when the function behaves consistently near the root. In the following sections, we will explore the algorithms, advantages, and limitations of these methods, providing a clear understanding of their roles in solving nonlinear equations.

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

Traditional Root-Finding Algorithm methods

1. Bisection Method

The most basic method for finding roots of f(x) = 0 is Bisection method. The bisection method divides the interval in half at each step. Before starting to approximate the root, it is necessary to check if there is a root within the interval by examining the signs of the function at the endpoints. If the signs at the endpoints are opposite, then a root exists within that interval. Following each halving of the interval, the newly calculated x-value undergoes evaluation to verify whether the value represents the root or lies within an acceptable error margin close to the root. If the criteria remain unmet, the method proceeds by identifying the subinterval most likely to contain the root, based on examining the signs of the function at the endpoints and at the newly calculated x-value. Any pair of points with opposite signs indicates the presence of a root within that interval. The interval then undergoes further bisection to compute the next x-value, and the iterative process continues until achieving a satisfactory solution. The formula for approximate value of the root finding with Bisection method is $x = \frac{x_L + x_R}{2}$, where x_L is x-value on the left of the interval and x_R is x-value on the right of the interval.

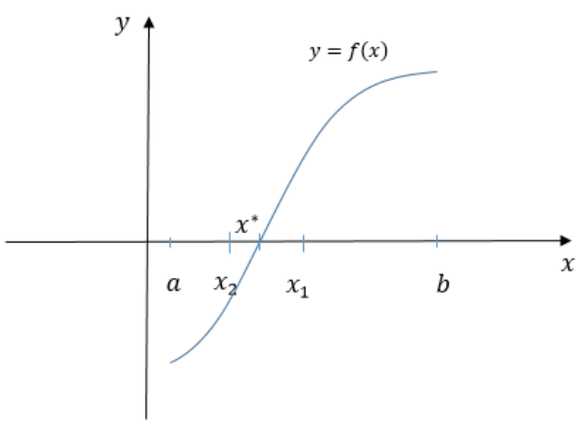


Figure 1 Bisection method

Figure 1 illustrates the bisection of the interval, with the initial interval is $[a, b]$. The first midpoint obtained is x_1, and the next interval to consider is $[a, x_1]$. This process continues, yielding x_2 and so forth, until a value close to or equal to the root x^* is reached.

The Bisection method, while conceptually straightforward, exhibits notable drawbacks. This method converges slowly, resulting in the potential loss of valuable intermediate approximations. However, the most significant advantage remains the guarantee of convergence to a solution. As a result, this method is frequently employed as a preliminary step before applying more efficient techniques, Burden and Faires (2001); Kincaid and Cheney (1990).

2. False Position Method

The False position method or Regular falsi method is an approximation technique for finding roots that begins with an initial interval, that requires examination to confirm the existence of a root. The two endpoints are then used to find the intersection point on the x-axis, yielding the first approximation of the

root, denoted as x_1. Subsequently, the interval containing the root is considered, similar to the Bisection Method, by examining the signs of the function at the endpoints and at x_1. If the signs are opposite, a root exists within that interval. This process continues until a root or a value close to the root, within an acceptable error margin, is found. The formula for approximate value of the root finding with False position method is $x = \frac{x_L f(x_R) - x_R f(x_L)}{f(x_R) - f(x_L)}$, where x_L is x-value on the left of the interval and x_R is x-value on the right of the interval.

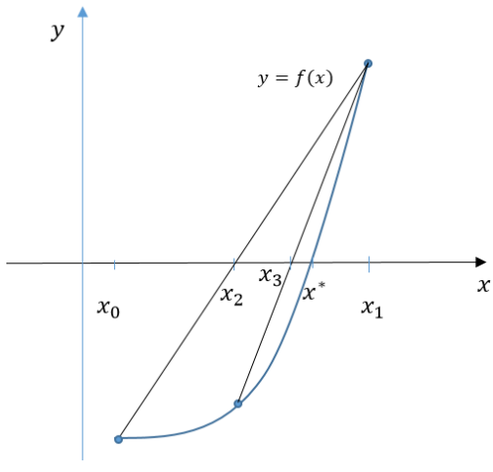
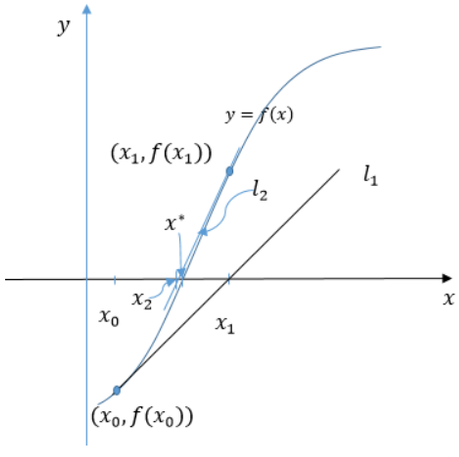


Figure 2 False position method

From Figure 2, the exact root value is x^*. The line connecting the points $(x_0, f(x_0))$ and $(x_1, f(x_1))$ intersects the x-axis at $(x_2, 0)$. The line formed by $(x_2, f(x_2))$ and $(x_1, f(x_1))$ intersects the x-axis at $(x_3, 0)$. This process continues until an approximate root value close to x^* or the true root is obtained.

3. Newton's method

The Newton's method or Newton Richardson's method uses the principle of the slope of the tangent line to the graph to find an approximate root value. At the beginning of root-finding, it is not necessary to specify an initial interval; only an initial approximation of the root is needed to estimate the next root value. The formula for estimating the next root value is $x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)}{f'(x_{i+1})}$.



Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

Figure 3 Newton's method

From Figure 3, the initial root approximation is x_0. The l_1 is the tangent line to the graph at the point $(x_0, f(x_0))$ and intersects the x-axis at $(x_1 0)$, where x_1 is the approximate root value. From $(x_1, f(x_1))$, the line l_2 forms the next tangent to the graph and intersects the x -axis at $(x_2, 0)$, where x_2 is the new root approximation. This process continues until the true root is obtained or an approximate root value within the desired error tolerance is reached.

4. Edmond**-Halley's Method**

Edmond-Halley' s Method or Halley' s Method is a root approximation technique that offers faster convergence than the Newton's method. While the formula resembles that of Newton's, this utilizes both the first and second derivatives for root estimation, Noor and Noor (2007). The Edmond-Halley method, named after the renowned English mathematician and astronomer who lived from 1656 to 1742, represents an extension of Newton's method through the incorporation of Taylor series expansion up to the second derivative. This method is particularly suitable for functions where the second derivative can be computed efficiently. In cases where the computation of the second derivative is challenging, Newton's method serves as a viable alternative, as it relies solely on the first derivative. This method requires only a single initial root approximation and does not need an initial interval. This method is particularly suitable for functions where calculating the first and second derivatives is straightforward.

To find $f(x) = 0$, Taylor's expansion can be used for the function $f(x)$, resulting in

$$f(x_i) + (x - x_i)f'(x_i) + \frac{(x-x_i)^2}{2}f''(x_i) = 0.$$

Therefore, $x_{i+1} = x_i - \frac{2f(x_i)f'(x_i)}{2\left(f'(x_i)\right)^2 - f(x_i)f''(x_i)}$. This formula becomes representative of Newton's method when $f''(x_i) = 0$.

All four methods are effective in solving $f(x) = 0$. A comparison of their strengths and weaknesses is provided in the table 1.

Table 1 Comparision of root-finding method.

Method	Derivatives Required	Robustness	Speed	Applicability
Bisection	None	Highly robust	Slow	Suitable for any function that guarantees a root within the specified interval
False Position	None	Robust	Moderate	Appropriate for continuous functions, particularly those that are not excessively flat

Newton	First derivative	Sensitive to initial guess	Fast	Effective for functions with derivatives and when a good initial guess close to the root is available
Edmond-Halley	First and second derivatives	Sensitive to initial guess	Fast	Ideal for applications demanding highly accurate results and when second derivatives are accessible

The Hybrid Edmond-Halley Method

This section focuses on integrating and enhancing all three methods: bisection, false position and Edmond-Halley method to develop a new, more effective approach. The combined strengths of the bisection and false position methods will be utilized, as these methods rely on an initial interval where a root is assured to exist, guaranteeing a successful outcome.

Algorithm for Hybrid Edmond-Halley method (Hybrid method)

To solve $f(x) = 0$, this approach combines three methods: the Bisection method, the False Position method, and Edmond-Halley's method to improve efficiency. The bisection method is a reliable root-finding approach that ensures convergence when a sign change exists across the interval, though its convergence rate tends to be slow. In contrast, the false position method often achieves faster convergence through a secant-based approximation. While bisection is preferred for its reliability, false position is advantageous for faster convergence under suitable conditions. A hybrid approach that combines the strengths of both methods with an additional corrective technique, the Edmond-Halley method, can yield more efficient and accurate root approximations.

The process proceeds as follows:

1. Initialized Parameters:
   1.1 Define function $f(x)$ and the first and second derivatives of $f(x)$.
   1.2 Set the initial interval $[a, b]$.
   1.3 Define the tolerance *tol* and the maximum number of iterations *max_iter*.
2. Check Initial Interval Validity: If $f(a) \cdot f(b) < 0$, there is a root in the interval. If not, exit the algorithm.
3. Choose method: Use Bisection or False position only one iteration to find an approximated root x_i.
   3.1. If absolute error of f(x_Bisection) < absolute error of f(x_False Position), choose Bisection. Else choose False position.
   3.2 Check tolerance: if $|f(x_i)| < tol$, return x_i as the root.
4. Improve root: Use Edmond-Halley's method with initial guess x_i from 3.1.
   Iterate to find root: For each iteration up to *max_iter*:
   If both $f'(x_i)$and $f''(x_i)$ exist: $x_{i+1} = x_i - \frac{2f(x_i)f'(x_i)}{2f'(x_i)^2 - f(x_i)f''(x_i)}$. Evaluate $f(x_{i+1})$.
   If x_{i+1} falls outside the interval $[a, b]$, reset the initial guess of Edmond-Halley' s method as the root from the previously selected root and repeat Edmond-Halley.
5. Check Convergence:
   If $|f(x_{i+1})| < tol$, return x_{i+1} as a root.

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

6. Iteration Loop: Increment number of iteration. If number of iteration > *max_iter,* terminate and report no convergence.
7. Repeat Steps 3-6 until convergence is achieved

The hybrid method begins with the application of the bisection method and the false position method to estimate the root in the interval. If the estimated root does not meet the condition $|f(x_i)| < tol$, the root obtained from the method yielding the smaller absolute value of approximated root is selected as the initial root for the Edmond-Halley method. The Edmond-Halley method is then employed to refine the root approximation. The updated approximation is evaluated against the same convergence criterion, $|f(x_i)| < tol$. If this condition remains unmet, the process advances to the next iteration. If the updated root fall outside the interval, the root from the previous method is reselected as the initial guess for the Edmond-Halley method. This cycle continues until the condition $|f(x_i)| < tol$ is satisfied, at which point the root is obtained. Thus, each iteration consists of an initial estimation through the bisection and false position methods, followed by refinement of the root approximation using the Edmond-Halley method. The total number of iterations involves one iteration of the bisection method, one iteration of the false position method, and additional iterations from the Edmond-Halley method, as required to achieve convergence.

Advantages of the Hybrid Method

1. The hybrid method incorporates bisection and false position techniques to effectively manage cases where the initial guesses are far from the root, ensuring reliable starting approximations.

2. By utilizing the cubic convergence property of the Edmond-Halley method, the algorithm achieves rapid refinement of the root approximation, significantly reducing the number of iterations required near the root.

3. The method enhances reliability by seamlessly reverting to the more robust approaches of bisection or false position in situations where Newton's method or Edmond-Halley method fail to converge, thereby avoiding computational failure.

4. The hybrid approach dynamically selects the most appropriate method based on error minimization at each iteration, ensuring accuracy and efficiency throughout the root-finding process

Performance Evaluation

In order to test the efficiency of the Hybrid Edmond-Halley method, a series of examples will be employed with a tolerance of 10^{-10}. We will compare its performance to established techniques, including the bisection method, false position method, Newton's method, Edmond-Halley method, and Hybrid Edmond-Halley method. This approximation aims to highlight the strengths and weaknesses of each method in terms of accuracy and computational efficiency. There are 6 example tests.

1. $f(x) = 0.3x^2 - 4.5x - 15$, with exact solution is x =-2.807764064044151.
2. $f(x) = e^x + 0.2x^2 - 10$, with exact solution is x =-7.070767433290999.
3. $f(x) = x^2 + x - 48.75$, with exact solution is x =6.500000000000000.
4. $f(x) = \sin(x-1) + x^2 - 9$, with exact solution is x =2.834533011882032.
5. $f(x) = 10ln(x) + \frac{2}{x} - 5$, with exact solution is x =1.434103727265730.

6. $f(x) = x^3 + 9.41361457x^2 + 15.23940620x - 15.50505725,$ with exact solution is $x =$0.696039315664213.

The results of these example tests are in Table 2-7.

Table 2 Approximate root of $f(x) = 0.3x^2 - 4.5x - 15$.

methods	Initial interval/ guess	Number of iterations	Root	Absolute error	CPU time (seconds)
Bisection	[-10,10]	32	-2.807764064054936	0.000000000066700	0.035902500152588
False position	[-10,10]	21	-2.807764064028455	0.000000000097076	0.000996589660645
Newton	-10	6	-2.807764064044152	0.000000000000000	0.000998258590698
Edmon Halley	-10	4	-2.807764064044152	0.000000000000000	0.002987146377563
Hybrid	[-10,10]	5	-2.807764064044151	0.000000000000000	0.001994609832764

Table 3 Approximate root of $f(x) = e^x + 0.2x^2 - 10$.

methods	Initial interval/guess	Number of iterations	Root	Absolute error	CPU time (seconds)
Bisection	[-10,0]	34	-7.070767433324363	0.000000000094336	0.041887283325195
False position	[-10,0]	16	-7.070767433281620	0.000000000026516	0.000996589660645
Newton	-10	5	-7.070767433290999	0.000000000000000	0.000996351242065

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

Edmon-Halley	-10	4	-7.070767433290999	0.000000000000000	0.003029823303223
Hybrid	[-10,0]	5	-7.070767433291000	0.000000000000003	0.035856962203979

Table 4 Approximate root of $f(x) = x^2 + x - 48.75$

methods	Initial interval/guess	Number of iterations	Root	Absolute error	CPU time (seconds)
Bisection	[-10,0]	38	6.500000000021828	0.000000000025466	0.031914949417114
False position	[-10,0]	13	6.499999999995794	0.000000000058876	0.000954151153564
Newton	-10	5	6.500000000000000	0.000000000000000	0.001015901565552
Edmon-Halley	-10	4	6.500000000000000	0.000000000000000	0.003029823303223
Hybrid	[-10,0]	6	6.500000000000000	0.000000000000000	0.003989458084106

Table 5 Approximate root of $f(x) = \sin(x-1) + x^2 - 9$

methods	Initial interval/guess	Number of iterations	Root	Absolute error	CPU time (seconds)
Bisection	[-2,4]	37	2.834533011860912	0.000000000003829	0.047030448913574
False position	[-2,4]	14	2.834533011879617	0.000000000013061	0.000996589660645

Newton	4	5	2.834533011882032	0.000000000000000	0.001000165939331
Edmon-Halley	4	4	2.834533011882032	0.000000000000000	0.002995967864990
Hybrid	[-2,4]	5	2.834533011881290	0.000000000004036	0.075797080993652

Table 6 Approximate root of $f(x) = 10lnx + \left(\frac{2}{x}\right) - 5$

methods	Initial interval/guess	Number of iterations	Root	Absolute error	CPU time (seconds)
Bisection	[0.2,4]	34	1.434103727276670	0.000000000065662	0.057822227478027
False position	[0.2,4]	24	1.434103727274182	0.000000000050734	0.000995874404907
Newton	0.2	Exceeded maximum iterations	Failed to identify the root	-	-
Edmon-Halley	0.2	-	Failed to identify the root	-	-
Hybrid	[0.2,4]	5	1.434103727265730	0.000000000000000	0.067799091339111

Table 7 Approximate root of $f(x) = x^3 + 9.41361457x^2 + 15.23940620x - 15.50505725$

methods	Initial interval/guess	Number of iterations	Root	Absolute error	CPU time (seconds)
Bisection	[0,10]	33	0.696039315662347	0.000000000055609	0.042885065078735

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

False position	[0,10]	Exceeded maximum iterations	Failed to identify the root	-	-
Newton	10	8	0.696039315664213	0.000000000000000	0.001022577285767
Edmon-Halley	10	6	0.696039315664213	0.000000000000000	0.024210691452026
Hybrid	[0.2,4]	5	0.696039315664213	0.000000000000000	0.002997159957886

Performance testing of the Hybrid Edmond-Halley method (hybrid method) across various types of functions reveals mixed results regarding time consumption. In some cases, it requires less time to find the root, while in others, it takes more time, with moderate results in certain examples. However, a clear advantage, as shown in Tables 2–7, is the hybrid method's consistent success in approximating the root across all test cases, unlike other methods that occasionally fail. For example, the Edmond-Halley method fails in Table 6, whereas the hybrid method successfully finds the root. Furthermore, in Table 6, the Newton method exceeds the iteration limit, and in Table 7, the false position method also surpasses the iteration limit of 1,000 iterations. Additionally, the hybrid method employs a number of iterations comparable to Newton's method and Edmond-Halley's method but fewer than the bisection and false position methods. Overall, the hybrid method demonstrates exceptional efficiency and the ability to handle all problem scenarios effectively.

Strategy Design Pattern

The Strategy Design Pattern addresses the growing complexity of mathematical problems in fields like computational mathematics, data science, and engineering by offering a flexible framework for algorithm management. This approach allows for seamless integration and interchange of diverse mathematical methods without altering the core codebase, significantly improving software maintainability, scalability, and efficiency. By enabling dynamic selection of appropriate algorithms based on specific contexts or constraints, it overcomes the limitations of traditional, rigid software solutions. This bridging of software design principles with mathematical problem-solving not only enhances system flexibility but also fosters innovation in computational mathematics, providing a versatile framework for managing algorithms across a wide range of applications and facilitating rapid advancements in the field.

Experts can provide class diagrams as recommended practices in addition to the fundamental ones made by software engineers. The most popular best practices are the Gang of Four (GoF) design patterns, which were first presented by Gamma *et al*. (1994). The programs written using most of the design patterns were simpler compared to the programs written without using design patterns, Qamar and Malik (2020). A family of algorithms is defined by the Strategy Design Pattern, Sarcar (2022), which encapsulates and renders replaceable each algorithm. It permits variations in the algorithm that are not dependent on the clients using it. Also, the clients ought not to be aware of the data. Avoiding exposing intricate, algorithm-specific data structures is encouraged by the Strategy pattern. It describes, enumerates, and makes a family of algorithms interchangeable. Khairin, Kusumo and Priyadi (2022), analyzed the impact of design patterns on mobile

application performance. They found that design patterns can affect application performance depending on the design pattern used. The Strategy pattern and Visitor pattern optimize memory usage by 1%. Ngaogate *et al.* (2024), suggested the Strategy pattern for implementation of two machine learning techniques, Back propagation and Hybrid with Fixed point.

This study employs five distinct algorithms to determine root values for various functions. Implementing these algorithms in Python is essential to enable the mathematician to more easily assess their efficiency. To support this, we present the following class structure and strategy design for code implementation in the research on comparing machine learning algorithms, as shown in Figure 4.

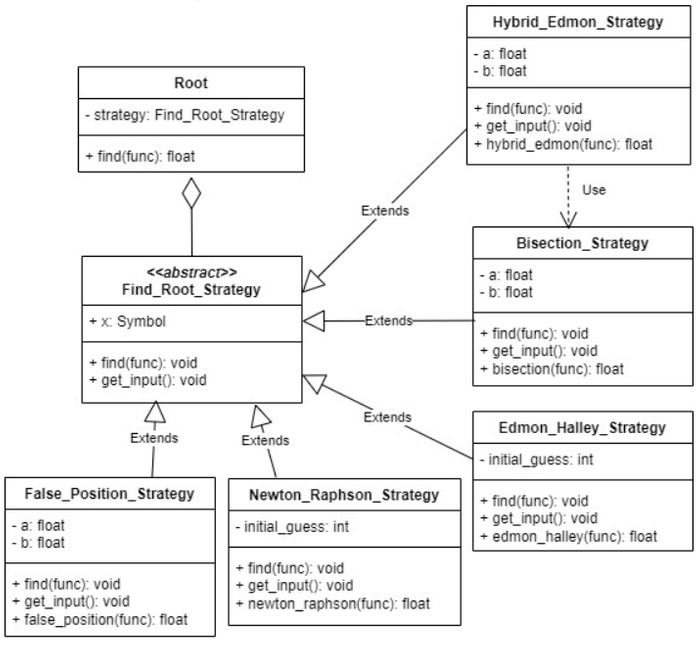


Figure 4 classes' structure based on the strategy design pattern

The Strategy pattern enhances flexibility and algorithm switching between methods dynamically without changing the structure of the underlying code. The main program simply calls each method by using the same instruction as below.

```
1.  # get function from user
2.  func = input("function: ")
3.
4.  x = symbols('x')
5.
6.  # call Bisection method
7.  root = Root(Bisection_Strategy(x))
8.  root.find(func)
9.
10. # call Hybrid Edmon method
11. root = Root(Hybrid_Edmon_Strategy(x))
12. root.find(func)
```

The codes at lines 7 and 11 above demonstrate how simple it was to switch between the Bisection approach and the Hybrid Edmond-Halley's method. Additionally, the Edmond- Halley, Newton Raphson, and False position were the three additional research methodologies that were simply called.

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

The Root class contains “strategy” as an attribute in order to support polymorphism of strategies defined by the Find_Root_Strategy class.

```
class Find_Root_Strategy (ABC):
        # attribute
    x = symbols('x')
    @abstractmethod
    def find(self, func):
        pass
    @abstractmethod
    def get_input(self):
        pass
```

Furthermore, the Strategy Pattern improves the mathematical software's maintainability and extensibility because it allows us to easily add a new class that implements the necessary method while maintaining the same interface and integrate it into the current system without changing other code. For instance, all we would have to do is develop a new class that implements the Find_Root_Strategy interface if a new algorithm called the Fixedpoint method were created.

The FixedPointStrategy : another mathematical method for finding Root

```
class FixedPointStrategy(Find_Root_Strategy):
    def find(self, func):
        its algorithms
```

The Strategy design pattern brings several benefits to mathematical applications by decoupling algorithm selection from core logic. This approach reduces code duplication, improves modularity, and streamlines testing. By encapsulating each algorithm in its own class, the codebase becomes more modular and easier to understand. Modularity is essential for testing and validation, allowing for the independent testing of individual algorithms. This separation simplifies debugging and ensures errors are traceable to specific algorithms rather than being intertwined within the larger system. For instance, to verify the functionality of the Hybrid Edmond method, the Hybrid_Edmon_Strategy class can be unit tested independently, without concern for the rest of the system.

Conclusion

The hybrid method integrates the bisection method, false position method, and Edmond-Halley method, utilizing the strengths of each to efficiently approximate roots. In all seven test cases, the method

requiring the fewest iterations was the Hybrid Edmond-Halley method, followed by Newton's method, the false Position method, and the bisection method, respectively, under the same tolerance of 10^{-10}. In some cases, the Edmond-Halley method and Newton's method fail to find roots due to the selection of an initial guess. A poorly selected initial guess can obstruct the convergence of these methods to a root. The Hybrid Edmond-Halley method addresses this limitation by incorporating adjustments that ensure the selection of a suitable initial guess, enabling successful root-finding. Additionally, methods such as bisection and false position often require an excessive number of iterations in some cases. The Hybrid Edmond-Halley method, however, achieves convergence with a significantly reduced number of iterations when compared to these methods.

The Hybrid Edmond-Halley method provides an exceptionally efficient solution for root-finding, requiring very few iterations. Employing a hybrid framework effectively addresses the convergence limitations of both Newton's method and the Edmond-Halley method. Additionally, the computational time remains practical, underscoring reliability and suitability for practical implementations.

For coding, the Strategy design pattern is a valuable tool for building adaptable mathematical software systems. By decoupling algorithms from their clients, it allows for seamless switching between different solving methods without requiring extensive modifications. This flexibility is crucial in fields like computational fluid dynamics, data approximation, and machine learning, where problem characteristics or performance requirements may necessitate different approaches. The Strategy design pattern also enhances maintainability by reducing code duplication and promoting modularity, making it easier to integrate new algorithms and maintain existing ones.

Future work may involve developing a hybrid approach for root approximation, combining various methods to overcome the shortcomings of traditional techniques.

References

Bogdanov, V. V. and Volkov, Y. S. (2013). A modified quadratic interpolation method for root finding. **Journal of Applied and Industrial Mathematics**, 17(3), 491-497.

Burden, R. L. and Faires, J. D. (2001). **Numerical Analysis**. USA: Brooks/Cole.

Cortez, M. V., Ali, N. Z., Khan, A. G. and Awan M. U. (2023). Numerical analysis of new hybrid algorithms for solving nonlinear equations. **Axioms**, 12(7), 684.

Gemechu, T. and Thota, S. (2020). On new root finding algorithms for solving nonlinear transcendental equations. **International Journal of Chemistry Mathematics and Physics**, 4(2), 18-24.

Gamma, E., Helm, R., Johnson, R. and Vlissides J. (1994). **Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software**. Addison-Wesley. Indianapolis: Addison-Wesley.

Jun, Y. and Jeon, J. (2019). Modified bisection method for solving nonlinear equations. **International Journal of Scientific and Innovation Mathematical Research**, 7(9), 8-11.

Khairin, A., Kusumo, D. and Priyadi, Y. (2022). Analysis of The Impact of Software Detailed Design on Mobile Application Performance Metrics. Building of Informatics. **Technology and Science (BITS)**, 4(1), 226–234.

Kincaid, D. and Cheney, W. (1990). **Numerical analysis mathematics of scientific computing**. USA: Brook/Cole.

Ngaogate, W., Jean, A., Wattanataweekul, R., Janngam, K. and Alherbe, T. (2024). Hybrid Machine Learning Algorithm with Fixed Point Technique for Medical Data Classification Problems Incorporating Data Cryptography. **Thai Journal of Mathematics**, 22(2), 295–310.

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

Noor, K. I. and Noor, M. A. (2007). Predictor-Corrector Halley method for nonlinear equations. **Applied Mathematics and Computation**, 188, 1587-1591.

Qamar, N and Malik, A. A. (2020). Impact of Design Patterns on Software Complexity and Size. **Mehran University Research Journal of Engineering and Technology**, 39(2), 342-352.

Sabharwai, C. L. (2019). Blended root finding algorithm outperforms bisection and regula falsi algorithm. **Mathematics**, 7(11), 1-16.

Sarcar, V. (2022). **Java Design Patterns: A Hands-On Experience with Real-World Examples (Third Edition)**. USA: Apress.

Tanakan, S. (2013). A new algorithm of modified bisection method for nonlinear equation. **Applied Mathematical Sciences**, 7(123), 16107-16114.

JSSE
JOURNAL OF SCIENCE & SCIENCE EDUCATION
Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
Vol. 8 No. 1 (Jan. – Jun. 2025): 168-179
http://doi.org/10.14456/jsse.2025.14

Research Article in Science

Pest Insect Classification from Photographic Images Using Pre-Trained Deep Learning Models: A Case Study in Ubon Ratchathani Province

Phaichayon Kongchai[1] and Wichit Sombat[1*]

[1]Department of Mathematics, Statistics and Computer, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani

**Email: wichit.s@ubu.ac.th*

Received <18 December 2024>; Revised <10 February 2025>; Accepted <17 February 2025>

Abstract

This research aims to compare the performance of pre-trained deep learning models, namely MobileNetV2, ResNet50, and VGG19, with traditional machine learning algorithms, including Random Forest, Support Vector Machine (SVM), and Logistic Regression (LR), in classifying images of 10 pest insect species that impact key economic crops in Ubon Ratchathani Province. A dataset consisting of 4,875 images was utilized for this study. The research methodology involved feature extraction using pre-trained deep learning models, followed by training traditional algorithms with the extracted features. The experiments were conducted under a supervised learning framework, with parameter settings kept constant to ensure fair comparisons. The results showed that feature extraction with MobileNetV2 combined with Logistic Regression achieved the best performance, yielding the highest accuracy of 0.898 and an F1-Score of 0.869. This study highlights the potential of integrating deep learning techniques with traditional algorithms as an effective approach for improving classification tasks. Such integration can play a pivotal role in enhancing agricultural sustainability and efficiency in the future.

Keywords: Deep Learning; Image Classification; Pre-trained Models; Pest Insects; Sustainable Agriculture

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทความวิจัยทางวิทยาศาสตร์

การจำแนกแมลงศัตรูพืชจากภาพถ่าย โดยใช้แบบจำลองที่ผ่านการฝึกสอนล่วงหน้าด้วยการเรียนรู้เชิงลึก : กรณีศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี

ไพชยนต์ คงไชย[1] และ วิชิต สมบัติ[1,*]

[1]ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

**Email: wichit.s@ubu.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกที่ผ่านการฝึกสอนล่วงหน้า ได้แก่ อัลกอริทึม MobileNetV2 อัลกอริทึม ResNet50 และอัลกอริทึม VGG19 กับอัลกอริทึมการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ได้แก่ อัลกอริทึม Random Forest อัลกอริทึม Support Vector Machine และอัลกอริทึม Logistic Regression ในการจำแนกภาพถ่ายแมลงศัตรูพืช 10 ชนิด ซึ่งส่งผลกระทบต่อพืชเศรษฐกิจหลักในจังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้ข้อมูลภาพจำนวน 4,875 ภาพ กระบวนการวิจัยประกอบด้วยการสกัดคุณลักษณะจากแบบจำลองที่ผ่านการฝึกสอนล่วงหน้า เพื่อนำไปฝึกกับอัลกอริทึมแบบดั้งเดิม การทดลองดำเนินการภายใต้กรอบการเรียนรู้แบบมีผู้สอน พร้อมการควบคุมค่าพารามิเตอร์ให้คงที่เพื่อความยุติธรรมในการเปรียบเทียบ ผลการวิจัยพบว่าการสกัดคุณลักษณะด้วยอัลกอริทึม MobileNetV2 แล้วนำไปสร้างแบบจำลองจำแนกประเภทข้อมูลด้วยอัลกอริทึม Logistic Regression ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยมีค่าความถูกต้องสูงสุดที่ 0.898 และ F1-Score สูงสุดที่ 0.869 การศึกษานี้เน้นให้เห็นถึงศักยภาพของการผสานเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกกับอัลกอริทึมแบบดั้งเดิม ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพและความยั่งยืนของการเกษตรในอนาคต

คำสำคัญ: การเรียนรู้เชิงลึก; การจำแนกภาพ; การฝึกสอนล่วงหน้า; แมลงศัตรูพืช; การเกษตรยั่งยืน

ลิขสิทธิ์โดย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

จังหวัดอุบลราชธานีเป็นหนึ่งในพื้นที่สำคัญด้านการเกษตรของประเทศไทยที่มีการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น ข้าว มันสำปะหลัง ข้าวโพด มะพร้าว และยางพารา ผลผลิตทางการเกษตรในพื้นที่มักประสบปัญหาจากแมลงศัตรูพืชที่สร้างความเสียหายอย่างมาก (The Government Public Relations Department, 2024) ทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพ ตัวอย่างของความเสียหายได้แก่ การกัดกินใบพืชจนเสียรูป การทำลายลำต้นที่ส่งผลต่อกระบวนการดูดซึมสารอาหาร และการขัดขวางกระบวนการสังเคราะห์แสงผ่านการทำลายเนื้อเยื่อใบ ซึ่งทั้งหมดนี้ล้วนเป็นอุปสรรคต่อการเพิ่มผลผลิต การจัดการแมลงศัตรูพืชด้วยสารเคมีเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมในหมู่เกษตรกรเนื่องจากความสะดวกรวดเร็วและประสิทธิภาพสูง แต่การใช้สารเคมีก่อให้เกิดปัญหาตามมาหลายประการ เช่น การลดจำนวนแมลงที่เป็นประโยชน์ การสะสมของสารเคมีในดินและแหล่งน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานและผู้บริโภค (Chagkornburee and Chaiklieng, 2024) ดังนั้น แนวทางการควบคุมแมลงศัตรูพืชที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจึงเป็นที่ต้องการมากขึ้น แม้ว่าจะมีข้อจำกัดในด้านประสิทธิภาพ ตัวอย่างหนึ่งของแนวคิดนี้คือการใช้ศัตรูธรรมชาติ ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นแนวทางที่ช่วยลดการใช้สารเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ และการปลูกพืชหมุนเวียนยังช่วยลดประชากรแมลงศัตรูพืชในระยะยาว (Plodkornburee, 2021) อย่างไรก็ตาม เกษตรกรจำนวนมากยังคงพึ่งพาสารเคมี เนื่องจากผลลัพธ์ที่รวดเร็วและชัดเจน และต้นทุนที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ แต่จะเป็นปัญหากับสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

ปัจจุบันมีงานวิจัยที่นำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) เข้ามาช่วยในการจัดการแมลงศัตรูพืช โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) และการวิเคราะห์ภาพถ่ายเพื่อจำแนกประเภทแมลงอย่างแม่นยำ ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Praharsha, Poulose and Badgujar (2024) งานวิจัยนี้ใช้อัลกอริทึม Convolutional Neural Networks (CNN) ในการจำแนกภาพแมลงศัตรูพืชของมะเขือเทศ โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวปรับค่าต่าง ๆ โดย RMSprop (Optimizer) ให้ความแม่นยำสูงถึง 0.89 อัลกอริทึม CNN ที่ปรับค่าเหล่านี้ยังถูกเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมที่ล้ำสมัยอื่น ๆ เช่น อัลกอริทึม ResNet และอัลกอริทึม MobileNet เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับแมลงศัตรูพืชแบบอัตโนมัติ นอกจากนี้ งานวิจัยของ Chen *et al*. (2020) ได้รวม AI กับอุปกรณ์ IoT เพื่อพัฒนาระบบติดตามและคาดการณ์การระบาดของแมลงศัตรูพืชในแปลงเกษตร ซึ่งช่วยให้เกษตรกรสามารถวางแผนการจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดการใช้สารเคมีที่เกินความจำเป็น และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว นอกจากนี้การประยุกต์ใช้แบบจำลองปัญญาประดิษฐ์ที่ผ่านการฝึกสอนล่วงหน้า (Pre-trained Models) เช่น อัลกอริทึม MobileNetV2 อัลกอริทึม ResNet50 และอัลกอริทึม VGG19 ได้รับการพิสูจน์ว่าเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการประมวลผลภาพ เนื่องจากความสามารถในการวิเคราะห์และเรียนรู้คุณลักษณะสำคัญของภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Bansal *et al*., 2024; Ahsan *et al*., 2023) อย่างไรก็ตาม แบบจำลองเหล่านี้ยังมีข้อจำกัดที่สำคัญ เช่น ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของแสงและมุมมองของภาพ ซึ่งอาจส่งผลต่อความแม่นยำในการจำแนกแมลง นอกจากนี้ การปรับแต่งแบบจำลองให้เหมาะสมกับข้อมูลเฉพาะกลุ่มยังต้องการทรัพยากรในการประมวลผลที่สูง และการฝึกสอนแบบจำลองซ้ำอาจใช้เวลาและต้นทุนมาก (Chen *et al*., 2022; Mazzawi *et al*., 2024)

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาเทคโนโลยีการจำแนกแมลงศัตรูพืช 10 ชนิดที่ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรรมในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี โดยการทดสอบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริทึม MobileNetV2 อัลกอริทึม ResNet50 และอัลกอริทึม VGG19 รวมถึงอัลกอริธึมการจำแนกแบบดั้งเดิม อัลกอริทึม Random Forest อัลกอริทึม Support Vector Machine และอัลกอริทึม Logistic Regression เพื่อศึกษาความเหมาะสมของเทคโนโลยีสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาแอปพลิเคชันหรืออุปกรณ์ที่สามารถจำแนกแมลงศัตรูพืช ลดการใช้สารเคมีในการจัดการศัตรูพืช และสนับสนุนแนวทางการเกษตรที่ยั่งยืนในระยะยาว เทคโนโลยีนี้ยังสามารถขยายผลไปสู่การพัฒนาระบบอัตโนมัติ เช่น หุ่นยนต์สำหรับจัดการแมลงในพื้นที่เพาะปลูก ช่วยเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกรในยุคดิจิทัล (Papakie, 2023)

วัตถุประสงค์การวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกที่ผ่านการฝึกสอนล่วงหน้ากับอัลกอริทึมการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ในการจำแนกภาพแมลงศัตรูพืชที่พบในพืชเศรษฐกิจของจังหวัดอุบลราชธานี

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เป็นสาขาวิชาที่สำคัญของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาอัลกอริทึมที่สามารถเรียนรู้และปรับตัวจากข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลองที่มีความสามารถในการวิเคราะห์

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

คาดการณ์ และแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยหนึ่งในกระบวนการที่สำคัญที่สุดของการเรียนรู้ของเครื่อง คือ การจำแนกประเภท (Classification) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดกลุ่มหรือคาดการณ์คลาสของข้อมูลใหม่ที่ยังไม่ทราบล่วงหน้า กระบวนการนี้มีบทบาทสำคัญในการวิจัยด้านต่าง ๆ ที่ต้องจัดการกับข้อมูลขนาดใหญ่และซับซ้อน เช่น การวินิจฉัยโรค การวิเคราะห์พฤติกรรมผู้บริโภค และการตรวจสอบความผิดปกติในระบบต่าง ๆ งานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่หลากหลาย โดยเลือกใช้อัลกอริทึมดั้งเดิมที่ได้รับความนิยมในด้านความแม่นยำและความน่าเชื่อถือ เช่น อัลกอริทึมการถดถอยแบบโลจิสติก อัลกอริทึมแรนดอมฟอร์เรส และอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ควบคู่กับการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมด้านการเรียนรู้เชิงลึกที่ทันสมัย เช่น อัลกอริทึม MobileNetV2 อัลกอริทึม ResNet50 และอัลกอริทึม VGG19 ซึ่งถูกปรับแต่งในรูปแบบฝึกสอนล่วงหน้า เพื่อเพิ่มศักยภาพในการดึงลักษณะเด่นเชิงลึกจากข้อมูล (Feature Extraction) งานวิจัยนี้เน้นการผสานการทำงานระหว่างการเรียนรู้เชิงลึกและอัลกอริทึมดั้งเดิม เพื่อค้นหาแนวทางที่เหมาะสมในการจำแนกประเภท โดยมีรายละเอียดของแต่ละอัลกอริทึมดังต่อไปนี้

อัลกอริทึมการถดถอยแบบโลจิสติก (Logistic Regression : LR) เป็นอัลกอริทึมพื้นฐานที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในงานจำแนกประเภททั้งในรูปแบบ Binary Classification และ Multiclass Classification โดยแบบจำลองนี้มีพื้นฐานอยู่บนหลักการคำนวณความน่าจะเป็น (Probability) ซึ่งช่วยให้สามารถคาดการณ์ได้อย่างแม่นยำว่าวัตถุหรือข้อมูลที่กำหนดจะจัดอยู่ในประเภทใด ภายใต้เงื่อนไขหรือคุณลักษณะที่มีอยู่ จุดเด่นของการถดถอยแบบโลจิสติก คือ ความสามารถในการแสดงผลลัพธ์เป็นค่าความน่าจะเป็นที่ตีความได้ง่าย ซึ่งทำให้เหมาะสำหรับงานที่ต้องการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่างตัวแปรอิสระ (Independent Variables) และตัวแปรเป้าหมาย (Dependent Variable) นอกจากนี้ แบบจำลองยังรองรับการขยายไปสู่ Multinomial Logistic Regression สำหรับกรณีที่ตัวแปรเป้าหมายมีมากกว่าสองคลาส (Multiclass) โดยใช้แนวทางการคำนวณเชิงสถิติ โดยมีสมการดังสมการที่ (1) (Bourel and Segura, 2018)

$$\ln\left(\frac{p_c(x)}{p_c(x)}\right) = \beta_0^{(c)} + \sum_{i=1}^{d} \beta_i^{(c)} x^{(i)}, \quad \forall\, c = 1,\ldots,C-1 \tag{1}$$

$p_k(x)$: ความน่าจะเป็นของ x ที่จะอยู่ในคลาส c

$p_K(x)$: ความน่าจะเป็นของ x สำหรับหมวดหมู่ฐาน (reference category)

$\boldsymbol{b}_0^{(c)}$: ค่าคงที่ของหมวดหมู่ c

$\boldsymbol{b}_i^{(c)}$: ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ $x^{(i)}$ สำหรับหมวดหมู่ c

C : จำนวนหมวดหมู่ทั้งหมด

d : จำนวนตัวแปรอิสระ

อัลกอริทึมแรนดอมฟอร์เรส (Random Forest : RF) ใช้หลักการของต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เป็นพื้นฐานในการสร้างแบบจำลอง โดยกระบวนการทำงานของอัลกอริทึมประกอบด้วยการสร้างต้นไม้ตัดสินใจจำนวน N ต้น โดยในแต่ละต้นไม้จะถูกสร้างขึ้นจากการสุ่มตัวอย่างข้อมูล (Bootstrap Sampling) และการสุ่มเลือกตัวแปรอิสระบางส่วนในแต่ละโหนด (Feature Subset Selection) เพื่อเพิ่มความหลากหลาย (Diversity) และลดความเสี่ยงจากการเกิด Overfitting ในกระบวนการสร้างโหนดของต้นไม้แต่ละต้น จะใช้มาตรวัด Gini Index เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกตัวแปรและเกณฑ์การแยกข้อมูล (Splitting Criterion) โดย Gini Index มีนิยามดังสมการที่ (2) (Kongchai, Hiranpongsin and Ditcharoen, 2024)

$$\text{Gini}(t) = 1 - \sum_{i=1}^{C} p_i^2 \tag{2}$$

t : โหนดใด ๆ ในต้นไม้ตัดสินใจ

C : จำนวนคลาสทั้งหมดในข้อมูล

p : สัดส่วนของข้อมูลในคลาสที่ i ในโหนดนั้น

อัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine : SVM) เป็นอัลกอริทึมการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) ที่ถูกออกแบบมาเพื่อแก้ปัญหาการจำแนกประเภท (Classification) โดยใช้หลักการค้นหาไฮเปอร์เพลน (Hyperplane) ที่เหมาะสมที่สุดในเชิงเรขาคณิต เพื่อแยกข้อมูลของคลาสต่าง ๆ ออกจากกัน โดยการเพิ่ม Margin ระหว่างคลาสให้มากที่สุด ซึ่งตัวอย่างข้อมูลที่อยู่ใกล้ไฮเปอร์เพลน ที่สุดจะเรียกว่า เวกเตอร์สนับสนุน สามารถจัดการกับข้อมูลที่ไม่สามารถแยกได้แบบเส้นตรงได้ผ่าน Kernel Trick ซึ่งช่วยเปลี่ยนข้อมูลไปยังมิติที่สูงขึ้น เพื่อให้ข้อมูลในมิติใหม่นั้นสามารถแยก

ออกได้ง่ายขึ้น โดย Kernel Function ที่นิยมใช้ ได้แก่ Linear Kernel, Polynomial Kernel, Radial Basis Function (RBF) และ Sigmoid Kernel อัลกอริทึม SVM มีความสามารถในการควบคุมความสมดุลระหว่างการพอดีกับข้อมูล (Fitting) และการหลีกเลี่ยง Overfitting ผ่านพารามิเตอร์สำคัญ เช่น C ซึ่งควบคุมความยืดหยุ่นของการแยกข้อมูล และ gamma ซึ่งกำหนดลักษณะความโค้งของไฮเปอร์เพลน โดยสมการพื้นฐานของ S ถูกนิยามในรูปของการแก้ปัญหาการเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimization Problem) ดังสมการที่ (3) (Cortes and Vapnik, 1995)

$$\text{minimize} \quad \frac{1}{2}\|w\|^2 + C\sum_{i=1}^{n}\xi_i \tag{3}$$

$$\text{เมื่อ} \qquad y_i(w \cdot x_i + b) \geq 1 - \xi_i, \quad \forall i$$

โดยที่

w : เวกเตอร์น้ำหนักของไฮเปอร์เพลน

b : *Bias* สำหรับปรับตำแหน่งไฮเปอร์เพลน

ξ_i : ค่า Slack Variable ซึ่งอนุญาตให้ข้อมูลบางตัวอย่าง อยู่ผิดด้านของไฮเปอร์เพลนในกรณีที่ข้อมูลซับซ้อน

C : ควบคุมค่าปรับ (Penalty) สำหรับข้อมูลที่ไม่สามารถแยกได้สมบูรณ์

การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เป็นเทคนิคที่ช่วยสร้างลำดับชั้นของคุณลักษณะ (Feature Hierarchy) จากข้อมูลนำเข้าโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมหลายชั้น (Multi-layer Neural Networks) ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับความนิยม เนื่องจากแตกต่างจากการสกัดคุณลักษณะด้วยมือในระบบการเรียนรู้ของเครื่องแบบดั้งเดิม (Traditional Machine Learning) โดยวิธีนี้สามารถสกัดคุณลักษณะจากภาพได้โดยอัตโนมัติ เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกหลากหลายอัลกอริทึมถูกนำมาใช้เพื่อบรรลุเป้าหมายที่กำหนด โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน เป็นวิธีการเรียนรู้เชิงลึกที่ถูกใช้บ่อยในการจำแนกประเภทและแบ่งส่วนภาพ (Image Classification and Segmentation) และยังเป็นโครงสร้างพื้นฐานของอัลกอริทึมทางด้านการเรียนรู้เชิงลึกที่นำมาทดลองในงานวิจัยนี้ อีกทั้ง CNN ยังมีความสามารถในการสกัดคุณลักษณะจากภาพโดยอัตโนมัติ โครงสร้างพื้นฐานของ CNN ประกอบด้วยชั้นการคอนโวลูชัน (Convolution) ชั้นการดึงคุณลักษณะ (Pooling) ชั้นการกระตุ้น (Activation) และชั้นเชื่อมโยงแบบสมบูรณ์ (Fully-Connected) (Anwar *et al*., 2018) ในกระบวนการทำงานของ CNN จะรับข้อมูลที่ถูกจัดประเภทไว้แล้วตามคลาส เพื่อนำไปใช้ปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ที่สามารถฝึกสอนได้ (Trainable Parameters) เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการจำแนก นอกจากนี้ยังนำไปใช้ในการถ่ายทอดการเรียนรู้ (Transfer Learning) คือกระบวนการถ่ายโอนค่าน้ำหนัก (Weights) จากแบบจำลองที่ได้รับการฝึกสอนไว้ล่วงหน้า (Pre-Trained Model) ซึ่งผ่านการฝึกสอนอย่างเข้มข้นด้วยข้อมูลจำนวนมาก แล้วทำการถ่ายโอนน้ำหนักไปยังแบบจำลองอื่นที่ถูกออกแบบมาเพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกัน การถ่ายทอดการเรียนรู้มีประโยชน์อย่างยิ่งในงานวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์ที่มีจำนวนภาพจำกัด เช่น ในงานวิจัยของ Krishnapriya and Karuna (2023) ได้ใช้แบบจำลองถ่ายทอดการเรียนรู้ที่ผ่านการฝึกสอนมาแล้ว ได้แก่ อัลกอริทึม VGG19 อัลกอริทึม ResNet50 และอัลกอริทึม Inception V3 เพื่อจำแนกภาพ MRI ของสมอง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการจำแนกประเภท ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดลองกับอัลกอริทึม VGG19 อัลกอริทึม ResNet50 และอัลกอริทึม MobileNetV2 โดยมีรายละเอียดของแต่ละอัลกอริทึมดังต่อไปนี้

อัลกอริทึมวีจีจี19 (Visual Geometry Group : VGG19) เป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบ CNN ที่ได้รับการพัฒนาเพื่อใช้ในงานการจำแนกประเภทภาพและการจดจำวัตถุในภาพ โครงสร้างของอัลกอริทึม VGG19 ถูกออกแบบมาให้เรียบง่ายแต่มีความลึก โดยมีทั้งหมด 19 เลเยอร์ ประกอบด้วย 16 Convolutional Layers และ 3 Fully Connected Layers จุดเด่นของอัลกอริทึม VGG19 คือ การใช้ Convolutional Filters ขนาดเล็ก 3×3 ที่มี Padding และ Stride คงที่ ทำให้สามารถจับลักษณะเด่นเชิงพื้นที่ในภาพได้อย่างละเอียด อีกทั้งยังใช้โครงสร้างแบบลำดับชั้น (Sequential) ที่เลเยอร์จะต่อกันเป็นชั้น ๆ ซึ่งช่วยให้การคำนวณมีความเป็นระบบและง่ายต่อการนำไปใช้งาน อัลกอริทึม VGG19 ได้รับการฝึกสอนบนชุดข้อมูล ImageNet และกลายเป็นหนึ่งในแบบจำลองพื้นฐานที่ได้รับความนิยมในงานวิจัยด้านคอมพิวเตอร์วิทัศน์ในการจำแนกประเภทภาพ การตรวจจับวัตถุ และการแยกส่วนภาพโดยยังคงถูกใช้งานในหลายบริบททั้งในรูปแบบดั้งเดิมและแบบ Pretrained Models ที่นำไปปรับใช้ในงานเฉพาะทาง (Simonyan and Zisserman, 2015)

อัลกอริทึมเรสเน็ต50 (Residual Network 50 : ResNet50) เป็นโครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึกที่มีโครงสร้างทั้งหมด 50 เลเยอร์ ซึ่งออกแบบมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ข้อมูลที่ซับซ้อนโดยใช้แนวคิด Residual Learning โครงสร้างของ ResNet50 ประกอบด้วย ชั้น Convolutional Layers ชั้น Batch Normalization และ ชั้น Fully Connected Layers พร้อมการใช้ Bottleneck Architecture ที่ช่วยลดจำนวนพารามิเตอร์และเพิ่มความเร็วในการคำนวณ Skip Connections หรือเส้นทางลัดระหว่างเลเยอร์ ถูกนำมาใช้เพื่อให้ข้อมูลและกราเดียนสามารถไหลผ่านโครงข่ายได้โดยตรง ช่วย

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ลดปัญหา Gradient Vanishing และเพิ่มความสามารถในการฝึกสอนโครงข่ายที่มีความลึกสูง ResNet50 มีความสามารถในการทำงานในหลากหลายงาน เช่น การจำแนกประเภทภาพ การตรวจจับวัตถุ และการแยกส่วนภาพ โดยมีจุดเด่นในการรองรับการประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่และซับซ้อนอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เป็นหนึ่งในแบบจำลองมาตรฐานที่ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางในงานด้านคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (He *et al*., 2016)

อัลกอริทึมโมบายเน็ตวี2 (MobileNetV2) เป็นโครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึกที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานบนอุปกรณ์ที่มีทรัพยากรจำกัด เช่น สมาร์ทโฟนและอุปกรณ์ IoT โดยมุ่งเน้นการลดจำนวนพารามิเตอร์และความซับซ้อนของการคำนวณ โครงสร้างของอัลกอริทึม MobileNetV2 ใช้แนวคิด Depthwise Separable Convolution ซึ่งแบ่งกระบวนการ Convolution ออกเป็นสองขั้นตอน ได้แก่ Depthwise Convolution ที่กรองข้อมูลแยกตามช่อง (Channel) และ Pointwise Convolution ที่รวมข้อมูลจากทุกช่องผ่านการคำนวณแบบ 1x1 Convolution พร้อมทั้งเพิ่มแนวคิด Inverted Residual Block ซึ่งแตกต่างจาก Residual Block แบบดั้งเดิม โดยใช้การขยายมิติข้อมูล (Expansion) ก่อนที่จะลดมิติลง (Projection) ทำให้โครงสร้างมีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาข้อมูลเชิงลึกพร้อมลดการสูญเสียข้อมูล และใช้ Linear Bottleneck แทน ReLU Activation ในบางขั้นตอนเพื่อป้องกันการสูญเสียข้อมูลในมิติที่ต่ำ จุดเด่นของอัลกอริทึม MobileNetV2 คือ ความสามารถในการรักษาความแม่นยำของแบบจำลองในขณะที่ลดการใช้หน่วยความจำและพลังงาน ทำให้เหมาะสำหรับการประมวลผลข้อมูลภาพในงานที่ต้องการความเร็วและประสิทธิภาพสูงภายใต้ข้อจำกัดของทรัพยากร (Sandler *et al*., 2018)

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยการจำแนกแมลงศัตรูพืชจากภาพถ่าย โดยใช้แบบจำลองที่ผ่านการฝึกสอนล่วงหน้าด้วยการเรียนรู้เชิงลึก : กรณีศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี ประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล การเตรียมข้อมูล การเลือกแบบจำลองและการฝึกสอนแบบจำลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิจัยนี้ใช้ชุดข้อมูลภาพถ่ายแมลงศัตรูพืช 10 ชนิด ได้จากเว็บไซต์ iNaturalist (2024) ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มชุมชนออนไลน์สำหรับการบันทึกและแบ่งปันข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพ โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในงานวิจัยมีจำนวนทั้งหมด 4,875 ภาพ ภาพที่นำมาใช้งานเป็นภาพที่ไม่ติดลิขสิทธิ์หรือข้อจำกัดในการใช้งาน งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายแมลงศัตรูพืชที่สำคัญต่อพืชเศรษฐกิจในจังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งสรุปได้ในตารางที่ 1

การเตรียมข้อมูล การเตรียมข้อมูลเริ่มต้นด้วยการกำหนดพาธของชุดข้อมูล (data path) ซึ่งจัดโครงสร้างเป็นโฟลเดอร์ย่อยแยกตามคลาส (Class) เช่น class1/ และ class2/ โดยใช้ ImageDataGenerator เพื่อโหลดและแปลงข้อมูลภาพ พร้อมทั้งปรับค่าสเกลของพิกเซลให้อยู่ในช่วง [0, 1] และแบ่งข้อมูลเป็นชุดสำหรับการฝึก (ร้อยละ 80) และชุดสำหรับการตรวจสอบ (ร้อยละ 20) ด้วย validation_split=0.2 และ stratify=y เพื่อให้สัดส่วนของแต่ละคลาสเท่ากัน ภาพทั้งหมดถูกปรับขนาดให้ตรงกับอินพุตของแบบจำลอง (224x224 พิกเซล) และจัดการในรูปแบบแบตช์ (batch_size=32) นอกจากนี้ ยังใช้การตั้งค่า seed (seed_value=42) เพื่อให้ผลลัพธ์การแบ่งข้อมูลมีความคงที่และสามารถทำซ้ำได้ในทุกครั้งที่รันโปรแกรม ในการดึงคุณลักษณะ (Feature Extraction) ใช้ส่วนของแบบจำลองที่ผ่านการเทรนล่วงหน้า (Pre-Trained model) เพื่อแปลงภาพในชุดข้อมูลให้เป็นเวกเตอร์คุณลักษณะ ซึ่งจะถูกใช้ในแบบจำลอง RF SVM และ LR เพื่อสร้างแบบจำลอง

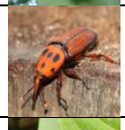
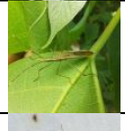
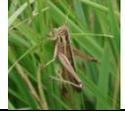
การเลือกแบบจำลองและการฝึกสอนแบบจำลอง การวิจัยนี้มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกร่วมกับเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล โดยดำเนินการผ่านโปรแกรม Jupyter Notebook เพื่อวิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองที่เลือก โดยแบ่งการศึกษาออกเป็นสองส่วนหลัก ดังนี้

เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล ในขั้นตอนการจำแนกประเภทข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) แบบ Supervised Learning เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของการสกัดคุณลักษณะ (Feature Extraction) จากแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึก ซึ่งประกอบด้วย อัลกอริทึม RF อัลกอริทึม SVM และ อัลกอริทึม LR การทดลองนี้ดำเนินการผ่านไลบรารี scikit-learn โดยตั้งค่าพารามิเตอร์เป็นค่าตั้งต้น (Default Parameters) สำหรับทุกอัลกอริทึม เพื่อรักษายุติธรรมในการเปรียบเทียบผลลัพธ์

เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก ในส่วนของการเรียนรู้เชิงลึก ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้เทคนิค Transfer Learning ผ่านสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมที่ผ่านการฝึกฝนบนชุดข้อมูล ImageNet ซึ่งประกอบด้วย อัลกอริทึม MobileNetV2 อัลกอริทึม ResNet50 และ อัลกอริทึม VGG19 การทดลองนี้ได้ดำเนินการผ่านไลบรารี Keras และกระบวนการฝึกสอนโมเดลถูกตั้งค่าตามกรอบการทดลองอย่างเป็นระบบ ดังภาพที่ 1 โดยผลลัพธ์จากการถ่ายทอดการเรียนรู้นำเสนอในรูปแบบกราฟดังภาพที่ 2 ซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพและแนวโน้มการเรียนรู้ของแต่ละอัลกอริทึม โดยแกน x แสดงจำนวนรอบ (Epochs) ส่วนแกน Y แสดงผลค่าความถูกต้อง (Accuracy) ส่วนเส้นสีทึบ คือ Training Accuracy และเส้นเส้นประ คือ Validation Accuracy

ผลการฝึกทำให้เห็นว่าอัลกอริทึม VGG เป็นตัวเลือกที่ดีที่สุด เนื่องจากมีค่า Training และ Validation Accuracy ใกล้เคียงกัน มีความผันผวนน้อย ขณะที่อัลกอริทึม MobileNetV2 อาจเกิด Overfitting และอัลกอริทึม ResNet มีความผันผวนสูง

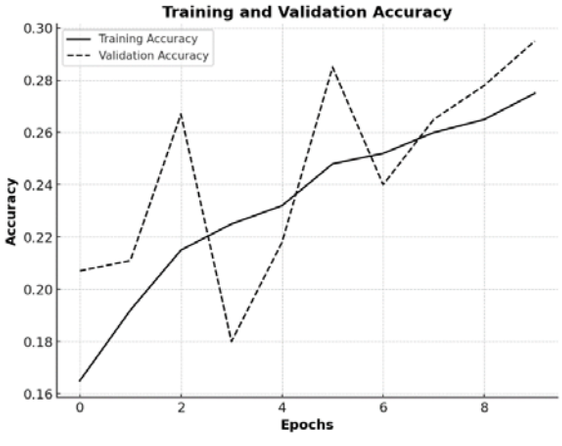
ตารางที่ 1 รายละเอียดแมลงศัตรูพืชที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้

ชื่อ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ภาพ	จำนวนภาพ
หนอนร่านกินใบ	*Parasa lepida*		256
ด้วงงวงมะพร้าว	*Rhynchophorus ferrugineus*		769
ด้วงแรดมะพร้าว	*Oryctes rhinoceros*		390
แมลงค่อมทอง	*Hypomeces squamosus fabricius*		548
แมลงวันทอง	*Bactrocera dorsalis*		93
ผีเสื้อหนอนกระทู้ผัก	*Spodoptera litura*		769
แมลงสิง	*Leptocorisa acuta*		680
ผีเสื้อกลางคืน	*Conogethes punctiferalis*		762
ด้วงบ่าหนามจุดนูนดำ	*Batocera rufomaculata*		462
ตั๊กแตนปาทังกา	*Patanga succincta*		146

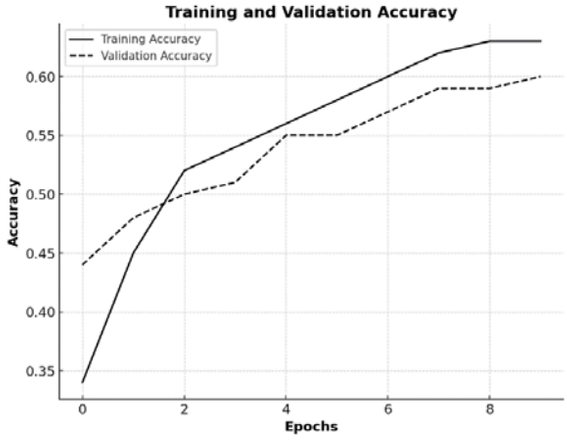
Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

```python
# Define a pretrained model
base_model = tf.keras.applications.VGG19(weights='imagenet', include_top=False, input_shape=(img_height, img_width, 3))
#base_model = tf.keras.applications.ResNet50(weights='imagenet', include_top=False, input_shape=(img_height, img_width, 3))
#base_model = tf.keras.applications.MobileNetV2(weights='imagenet', include_top=False, input_shape=(img_height, img_width, 3))

base_model.trainable = False  # Freeze the pretrained layers

# Add a custom classification head
model = tf.keras.Sequential([
    base_model,
    tf.keras.layers.GlobalAveragePooling2D(),
    tf.keras.layers.Dense(train_data.num_classes, activation='softmax')
])

model.compile(optimizer='adam', loss='categorical_crossentropy', metrics=['accuracy', Precision(name='precision'), Recall(name='recall')])

# Train the model and store the history
history = model.fit(train_data, validation_data=val_data, epochs=10)

# Extract features for comparison with another algorithm
feature_extractor = tf.keras.Model(inputs=base_model.input, outputs=base_model.output)

def extract_features(data):
    features, labels, image_data = [], [], []
    for images, label_batch in data:
        extracted_features = feature_extractor.predict(images)
        features.append(extracted_features.reshape(extracted_features.shape[0], -1))
        labels.append(label_batch)
        image_data.append(images)
        if len(features) * batch_size >= len(data.filenames):
            break
    return np.vstack(image_data), np.vstack(features), np.argmax(np.vstack(labels), axis=1)

train_images, train_features, train_labels = extract_features(train_data)
val_images, val_features, val_labels = extract_features(val_data)
```

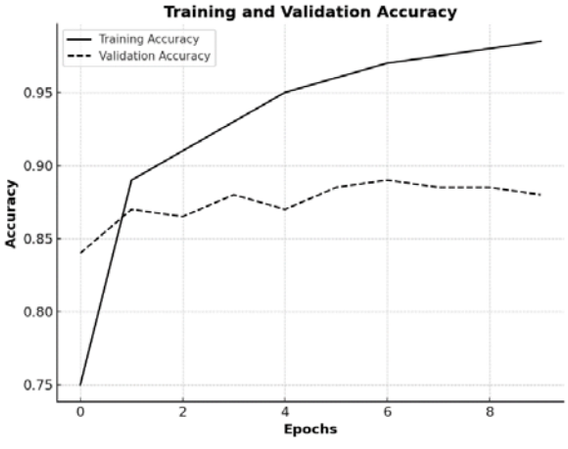
ภาพที่ 1 คำสั่งตั้งค่าการฝึกสอนและสั่งการสกัดคุณลักษณะ



(ก) ผลการฝึกสอนของอัลกอริทึม ResNet50



(ข) ผลการฝึกสอนของอัลกอริทึม VGG19



(ค) ผลการฝึกสอนของอัลกอริทึม MobileNetV2

ภาพที่ 2 กราฟแสดงค่าความถูกต้องของอัลกอริทึม ResNet50 (ก) อัลกอริทึม VGG19 (ข) และอัลกอริทึม MobileNetV2 (ค)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การทดลองนี้ดำเนินการเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมการเรียนรู้เชิงลึกที่ผ่านการฝึกสอนล่วงหน้า ได้แก่ อัลกอริทึม MobileNetV2 อัลกอริทึม ResNet50 และอัลกอริทึม VGG19 ร่วมกับอัลกอริทึมการจำแนกแบบดั้งเดิม อัลกอริทึม RF อัลกอริทึม SVM และอัลกอริทึม LR ในการจำแนกภาพถ่ายแมลงศัตรูพืช 10 ชนิด ซึ่งมีจำนวนรวม 4,875 ภาพ ข้อมูลได้มาจากเว็บไซต์ iNaturalist.org ดังภาพตัวอย่างตารางที่ 1 โดยแบ่งข้อมูลเป็นชุดการฝึกร้อยละ 80 และชุดการตรวจสอบร้อยละ 20 หลังจากเตรียมข้อมูลและทำ Feature Extraction ด้วยการเรียนรู้เชิงลึก แต่ละอัลกอริทึมถูกทดสอบผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบ Supervised Learning ภายใต้เงื่อนไขที่ควบคุมด้วยค่าพารามิเตอร์เริ่มต้น (Default Parameters) การวัดประสิทธิภาพจะพิจารณาผลลัพธ์เชิงสถิติที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 (เลข 0 หมายถึงน้อยที่สุด ส่วนเลข 1 หมายถึงมากที่สุด) ได้แก่ ค่า Accuracy ค่า Precision ค่า Recall และค่า F1-Score (Sombat *et al*., 2024) โดยมีผลการทดลองดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการเรียนรู้เชิงลึกและอัลกอริทึมการจำแนกประเภท

Feature Extraction	Classification Model	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
MobileNetV2		0.880	0.909	0.861	0.885
ResNet50		0.290	0.600	0.003	0.006
VGG19		0.607	0.926*	0.311	0.465
ไม่มี	RF	0.134	0.096	0.099	0.097
	SVM	0.404	0.297	0.286	0.266
	LR	0.390	0.308	0.310	0.307
MobileNetV2	RF	0.804	0.772	0.651	0.660
	SVM	0.871	0.909	0.809	0.841
	LR	0.898*	0.894	0.853*	0.869*
ResNet50	RF	0.386	0.259	0.271	0.250
	SVM	0.236	0.148	0.152	0.101
	LR	0.422	0.346	0.328	0.324
VGG19	RF	0.583	0.635	0.418	0.399
	SVM	0.647	0.648	0.493	0.493
	LR	0.752	0.711	0.678	0.690

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการเรียนรู้เชิงลึกและอัลกอริทึมการจำแนกประเภท แสดงให้เห็นว่า

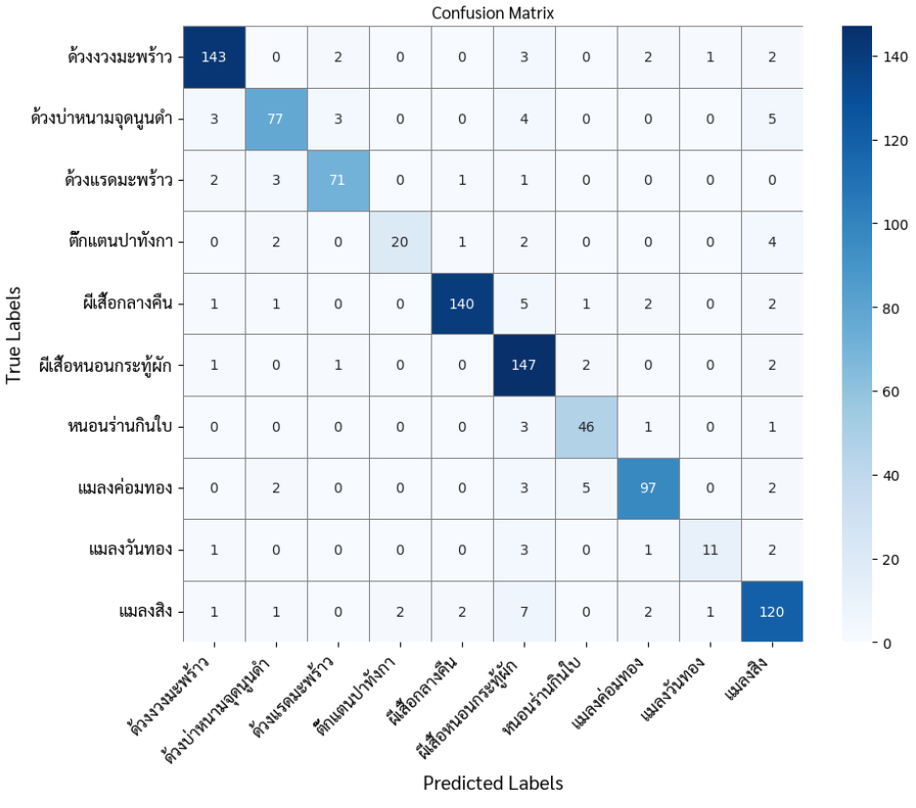
อัลกอริทึม MobileNetV2 เป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดเมื่อเทียบกับแบบจำลองอื่น โดยเฉพาะเมื่อนำไปใช้ร่วมกับอัลกอริทึม LR ซึ่งได้ Accuracy สูงสุดถึง 0.898 และ F1-Score สูงสุดที่ 0.869 แสดงให้เห็นถึงความสมดุลในการจำแนกข้อมูลทั้งด้าน Precision และ Recall นอกจากนี้ การจับคู่กับ SVM ให้ค่า Precision สูงสุด (0.909) ซึ่งเหมาะสำหรับงานที่ให้ความสำคัญกับความแม่นยำในการจำแนกประเภท โดยมีผลลัพธ์จากการทำ Confusion Matrix แสดงดังภาพที่ 3 ซึ่งเป็นผลที่น่าพึงพอใจ แต่มีบางคลาสที่ยังมีความถูกต้องในการจำแนกไม่มาก เช่น แมลงวันทอง และ ตั๊กแตนปาทังกา ที่มีความถูกต้องในการจำแนกคลาสที่ร้อยละ 61.11 และ 74.07 ตามลำดับ เนื่องจากแบบจำลองเรียนรู้ไม่ดีพอในคลาสที่มีตัวอย่างน้อยหรือมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ทำให้เกิดความสับสน

อัลกอริทึม ResNet50 มีผลลัพธ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานอย่างชัดเจน โดยเฉพาะเมื่อทำงานแบบ Standalone ที่ให้ค่า Recall เพียง 0.003 และ F1-Score 0.006 ซึ่งสะท้อนว่าแบบจำลองนี้ไม่เหมาะสำหรับข้อมูลที่ใช้ในการทดลองแต่เมื่อนำ ResNet50 มาใช้ร่วมกับ LR ได้ผลลัพธ์ดีที่สุดในกลุ่ม ResNet50 (Accuracy 0.422, F1-Score 0.324) แต่ยังคงต่ำกว่า MobileNetV2 และ VGG19

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

อัลกอริทึม VGG19 มีความโดดเด่นในด้าน Precision โดยได้ค่า Precision สูงสุดในแบบ Standalone (0.926) อย่างไรก็ตาม Recall และ F1-Score ยังต่ำ (Recall 0.311 และ F1-Score 0.465) ซึ่งแสดงถึงปัญหาความไม่สมดุลของการจำแนก แต่เมื่อนำอัลกอริทึม VGG19 มาร่วมกับอัลกอริทึม LR พบว่าได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น (Accuracy 0.752 และ F1-Score 0.690) แต่ยังน้อยกว่าอัลกอริทึม MobileNetV2

อัลกอริทึมที่ไม่มีการทำ Feature Extraction ประกอบด้วย อัลกอริทึม RF อัลกอริทึม SVM และอัลกอริทึม LR โดยไม่มีการทำการสกัดคุณลักษณะด้วยแบบจำลอง Pre-trained ให้ผลลัพธ์ต่ำที่สุดในทุกด้าน โดยเฉพาะ Accuracy ต่ำสุดเพียง 0.134 และอัลกอริทึม RF ค่า F1-Score ต่ำสุดอยู่ที่ 0.097 แสดงให้เห็นว่าการใช้ Feature Extraction ด้วย Pre-trained Model ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลองได้อย่างชัดเจน



ภาพที่ 3 Confusion Matrix ของ อัลกอริทึม MobileNetV2 (Feature Extraction) ร่วมกับอัลกอริทึม LR (Classification Model)

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าอัลกอริทึม MobileNetV2 ร่วมกับอัลกอริทึม LR ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยมีค่า Accuracy สูงสุดที่ 0.898 และ F1-Score สูงสุดที่ 0.869 ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถในการจำแนกภาพแมลงศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่แบบจำลอง ResNet50 ให้ผลลัพธ์ต่ำสุด โดยเฉพาะเมื่อใช้งานแบบ Standalone เนื่องจากปัญหาความไม่สมดุลของข้อมูลและความซับซ้อนของโมเดล (He and Garcia, 2009) ในทางกลับกัน VGG19 มีความโดดเด่นในด้าน Precision แต่ยังขาดสมดุลใน Recall การวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า การผสานการเรียนรู้เชิงลึกกับอัลกอริทึมแบบดั้งเดิมช่วยเพิ่มความแม่นยำในการจำแนกประเภทข้อมูลได้อย่างชัดเจน ดังนั้น จึงแนะนำให้นำแบบจำลอง MobileNetV2 ในรูปแบบผสมผสานกับ LR ไปพัฒนาเป็นระบบตรวจจับแมลงศัตรูพืชเชิงปฏิบัติการ เช่น แอปพลิเคชันสำหรับเกษตรกรหรืออุปกรณ์ IoT เพื่อลดการใช้สารเคมีที่ไม่จำเป็น สนับสนุนการเกษตรแบบยั่งยืน และเพิ่มขีดความสามารถในการจัดการศัตรูพืชอย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี สำหรับการสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยเรื่อง "การจำแนกแมลงศัตรูพืชจากภาพถ่ายโดยใช้แบบจำลองที่ผ่านการฝึกสอนล่วงหน้าด้วยการเรียนรู้เชิงลึก: กรณีศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี" ใช้ข้อมูลภาพถ่ายแมลงจากเว็บไซต์ iNaturalist (https://www.inaturalist.org) ซึ่งเผยแพร่ภายใต้สัญญาอนุญาตแบบ Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC-BY-NC) ที่อนุญาตให้ใช้เพื่อการศึกษาและวิจัยโดยไม่แสวงหาผลกำไร การดำเนินงานวิจัยนี้ไม่มีการทดลองในมนุษย์หรือสัตว์ และไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงหรือผลกระทบทางลบต่อบุคคล สัตว์ หรือสิ่งแวดล้อม โดยปฏิบัติตามหลักจริยธรรมการวิจัยอย่างเคร่งครัด ได้แก่ หลักความเคารพในบุคคล (Respect for Person) ผ่านการใช้ข้อมูลจากแหล่งที่อนุญาตและให้เครดิตอย่างถูกต้อง หลักคุณประโยชน์ ไม่ก่ออันตราย (Beneficence) มุ่งเน้นสร้างองค์ความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อภาคการเกษตร และหลักความยุติธรรม (Justice) โดยใช้ข้อมูลที่เข้าถึงได้อย่างเท่าเทียมและเหมาะสมตามหลักจริยธรรมการวิจัยสากล

References

Ahsan, M. M., Uddin, M. R., Ali, M. S., Islam, M. K., Farjana, M., Sakib, A. N. and Luna, S. A. (2023). Deep transfer learning approaches for Monkeypox disease diagnosis. **Expert Systems with Applications**, 216, 119483.

Anwar, S. M., Majid, M., Qayyum, A., Awais, M., Alnowami, M. and Khan, M. K. (2018). Medical image analysis using convolutional neural networks: a review. **Journal of medical systems**, 42, 1-13.

Bansal, M., Kumar, M., Sachdeva, M. and Mittal, A. (2023). Transfer learning for image classification using VGG19: Caltech-101 image data set. **Journal of ambient intelligence and humanized computing**, 1-12.

Bourel, M. and Segura, A. M. (2018). Multiclass classification methods in ecology. **Ecological Indicators**, 85, 1012-1021.

Chagkornburee, C. and Chaiklieng, S. (2024). The prevalence of symptoms from pesticide exposure among agriculturists: A systematic review and meta-analysis (in Thai). **Safety and Environment Review**, 7(1), 1–12.

Chen, C., Yin, Y., Shang, L., Jiang, X., Qin, Y., Wang, F., Wang, Z., Chen, X., Liu, Z. and Liu, Q. (2022). bert2BERT: Towards reusable pretrained language models. **Proceedings of the 60th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics** (pp. 2134–2148).

Chen, C. J., Huang, Y. Y., Li, Y. S., Chang, C. Y. and Huang, Y. M. (2020). An AIoT based smart agricultural system for pests detection. **IEEE access**, 8, 180750-180761.

Cortes, C. and Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. **Machine learning**, 20(3), 273-297.

He, H. and Garcia, E. A. (2009). Learning from imbalanced data. **IEEE Transactions on knowledge and data engineering**, 21(9), 1263-1284.

He, K., Zhang, X., Ren, S. and Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. **Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)** (pp. 770–778). Las Vegas: IEEE.

INaturalist. Connect with nature. Retrieved 10 December 2024, from **iNaturalist**: https://www.inaturalist.org.

Kongchai, P., Hiranpongsin, S. and Ditcharoen, N. (2024). Creating a prediction model for prospective university student admissions during the COVID-19 pandemic situation: A case study of the faculty of science at Ubon Ratchathani university (in Thai). **The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok**, 34(2), 1–10.

Krishnapriya, S. and Karuna, Y. (2023). Pre-trained deep learning models for brain MRI image classification. **Frontiers in Human Neuroscience**, 17, 1150120.

Mazzawi, H., Gonzalvo, X., Wunder, M., Jerome, S. and Dherin, B. (2024). Deep fusion: Efficient network training via pre-trained initializations. **Proceedings of Machine Learning Research**. 235:35225-35239.

Papakie, K. (2023). CMU team develops autonomous robot to stave off spotted lanternflies. Retrieved 17 December 2024, from **Carnegie Mellon University**: https://www.cs.cmu.edu/news/2023/tartan-pest.

Plodkornburee, W. (2021). Integrated pest management for improving production of economic crops. Department of Agriculture. Retrieved 17 December 2024, from **Department of Agriculture**: https://www.doa.go.th/plan/wp-content/uploads/2023/08/54-1.pdf.

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

Praharsha, C. H., Poulose, A. and Badgujar, C. (2024). Comprehensive Investigation of Machine Learning and Deep Learning Networks for Identifying Multispecies Tomato Insect Images. **Sensors**, 24(23), 7858.

Sandler, M., Howard, A., Zhu, M., Zhmoginov, A. and Chen, L. C. (2018). MobileNetV2: Inverted residuals and linear bottlenecks. **Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)** (pp. 4510-4520). Salt Lake City: IEEE.

Simonyan, K. and Zisserman, A. (2015). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. **Proceedings of the International Conference on Learning Representations (ICLR)** (pp. 1–14).

Sombat, W., Kaensar, C., Hiranpongsin, S. and Baokham, S. (2024). A student graduation prediction system using random forest technique (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 7(2), 245-259.

The Government Public Relations Department. (2024). Warns farmers to monitor and prevent major crop diseases and pests such as rice and vegetables. Retrieved 10 February 2025, from **Ubon Ratchathani.prd.go.th**: https://ubonratchathani.prd.go.th/th/content/category/detail/id/9/iid/343404.

JSSE
JOURNAL OF SCIENCE & SCIENCE EDUCATION
Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
Vol. 8 No. 1 (Jan. – Jun. 2025): 180 – 189
http://doi.org/10.14456/jsse.2025.15

Academic Article in Science Education

Digital Learning: GeoGebra Digital Tools for Mathematics Education

Wuttichai Phoodee[1]

[1]*Uthen Pattana School, The Secondary Education Service Area Office, Nakhon Phanom, Thailand*

**Email: W.phoodee@gmail.com*

Received <20 November 2024>; Revised <17 December 2024>; Accepted <19 December 2024>

Abstract

Technology plays an important role in both everyday life and education, particularly in facilitating online learning. Digital learning uses digital technology to creates dynamic, flexible learning environments that encourage interaction between students and teachers as well as amongst students. This method places a strong emphasis on problem-solving techniques, critical thinking skill development, and cooperative learning. To successfully incorporate technology into learning experiences that are in line with pedagogy and content, educators should utilize the TPACK framework. GeoGebra is a recognized digital tool for teaching mathematics that improves teaching and learning methods in the digital era. GeoGebra, which is appropriate for students of all ages, promotes conceptual comprehension and mathematical thinking abilities by allowing experimentation and inquiry. Additionally, the use of GeoGebra encourages self-directed learning, aligning with the demands of 21st- century education.

Keywords: Digital learning; TPACK framework; GeoGebra; Self-directed learning

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทความวิชาการวิทยาศาสตร์ศึกษา

การเรียนรู้แบบดิจิทัล: GeoGebra เครื่องมือดิจิทัลสำหรับคณิตศาสตร์ศึกษา

วุฒิชัย ภูดี[1]

[1]โรงเรียนอุเทนพัฒนา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครพนม จังหวัดนครพนม

**Email: W.phoodee@gmail.com*

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญทั้งในชีวิตประจำวันและด้านการศึกษา โดยเฉพาะในการสนับสนุนการเรียนรู้แบบดิจิทัล ซึ่งเป็นกระบวนการที่อาศัยเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่หลากหลาย และส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน หรือระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง แนวทางดังกล่าวเน้นการส่งเสริมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนควรนำกรอบแนวคิด TPACK มาใช้เพื่อประยุกต์เทคโนโลยีให้เหมาะสมกับเนื้อหาและวิธีการสอน GeoGebra เป็น เครื่องมือดิจิทัลที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในฐานะเครื่องมือสำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในยุคดิจิทัล เครื่องมือนี้สามารถนำไปใช้กับผู้เรียนในทุกช่วงวัย ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสำรวจและทดลอง เพื่อพัฒนาความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และเสริมสร้างทักษะกระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ GeoGebra ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบดิจิทัล; กรอบแนวคิด TPACK; GeoGebra; การเรียนรู้ด้วยตนเอง

ลิขสิทธิ์โดย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

ในยุคดิจิทัล เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญทั้งในชีวิตประจำวันและด้านการศึกษา โดยถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ เทคโนโลยีช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสนใจส่วนบุคคล พร้อมทั้งส่งเสริมการประเมินและพัฒนาทักษะของตนเองได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ ผู้สอนยังสามารถใช้เทคโนโลยีในการออกแบบลำดับการเรียนรู้ที่เหมาะสม รวมถึงบริหารจัดการกระบวนการเรียนการสอนได้อย่างเป็นระบบ ด้วยเหตุนี้ การใช้เทคนิคและเครื่องมือการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นผ่านเทคโนโลยี เช่น การเรียนรู้แบบมีผู้ช่วยแนะนำ (Scaffolded Learning) หรือการเรียนรู้แบบเสริมแรง (Reinforcement Learning) จึงมีศักยภาพสูงในการสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้และพัฒนาทักษะของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ ในทางการสอนคณิตศาสตร์เทคโนโลยียังมีบทบาทสำคัญ สำหรับสนับสนุนการสอนคณิตศาสตร์หลายแง่มุม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ด้านการส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองและการพัฒนาความเข้าใจเชิงลึกของผู้เรียน

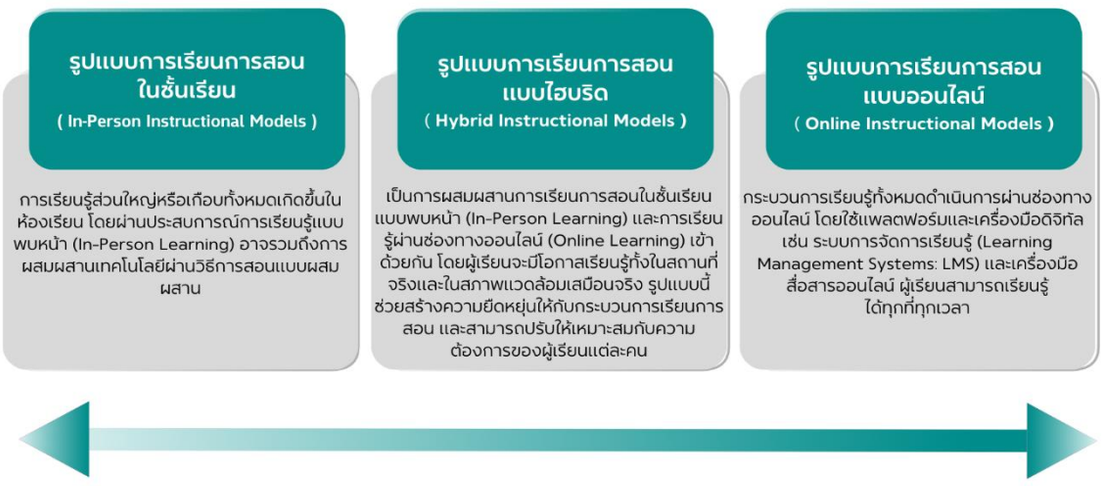
GeoGebra เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยให้ผู้สอนสามารถสร้างสรรค์กิจกรรมการเรียนรู้ ที่ตอบสนองต่อความต้องการและความสามารถของผู้เรียน ทั้งนี้ การออกแบบกิจกรรมที่มีกลไกการตอบกลับอัตโนมัติ (Automatic Feedback) ช่วยให้ผู้เรียนได้รับคำแนะนำที่เหมาะสมในระหว่างการเรียนรู้ พร้อมทั้งช่วยให้ผู้สอนปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับปัญหาที่ ผู้เรียนเผชิญ (Dos Santos, Abar and Almeida, 2022) และในกระบวนการจัดการเรียนรู้ยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถประเมินผล และปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ การตอบกลับแบบอัตโนมัติช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้เชิงปฏิสัมพันธ์ และส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ผ่านกระบวนการเรียนรู้ ที่ใช้ข้อมูลสะท้อนกลับเพื่อปรับปรุงทักษะ (Narciss, 2008) อีกทั้งช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างภาพแบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive) และเรียนรู้ผ่านการทดลองในบริบทที่สมจริง การเรียนรู้ในลักษณะนี้ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดนามธรรม กับการประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดแบบเชิงกระบวนการและการทำงานเป็นทีม (Febriani *et al*., 2024)

จากการเข้ามาของเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ดังนั้นผู้สอนคณิตศาสตร์ต้องมีการปรับตัวและพัฒนาตนเอง เพื่อให้จัดการเรียนการสอนให้เข้ากับยุคสมัยและความต้องการของผู้เรียน บทความนี้ได้นำเสนอเกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบดิจิทัลด้วย GeoGebra ซึ่งเป็นโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นไดนามิก (Dynamic Mathematic Software: DMS) เพื่อส่งเสริมให้ผู้สอนได้มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางการออกแบบการเรียนรู้แบบดิจิทัล (Digital Learning) และการประยุกต์ใช้เครื่องมือดิจิทัลเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รวมถึงสามารถนำความรู้นี้ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้และการบริหารจัดการชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเรียนรู้แบบดิจิทัล (Digital Learning)

การเรียนรู้แบบดิจิทัล (Digital Learning) คือ กระบวนการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ในการสนับสนุนการเรียนการสอน เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่มีความหลากหลาย มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง เน้นการส่งเสริมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา โดยมีจุดมุ่งหมายในการเสริมสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับแนวคิดที่ซับซ้อน โดยจะเปลี่ยนแปลงจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนแบบเดิม ไปสู่การเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) จนกระทั่งถึงการเรียนรู้แบบออนไลน์เต็มรูปแบบ โดยเน้นการใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ที่ปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการเฉพาะของผู้เรียน สนับสนุนการคิดเชิงวิพากษ์ ส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Gupta, Rana and Raj, 2024) และการเรียนรู้ในห้องเรียนที่มีการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การเรียนรู้แบบดิจิทัลยังมีศักยภาพในการปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน และช่วยอำนวยความสะดวกในกระบวนการประเมินผลและกลยุทธ์การสอนของผู้สอน (Cirneanu and Moldoveanu, 2024) อีกทั้งยังเพิ่มการเข้าถึงและความเท่าเทียมในกระบวนการเรียนรู้ ผ่านการใช้เครื่องมือและเทคนิคการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างเต็มประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การเรียนรู้ในรูปแบบนี้ยังส่งเสริมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ การทำงานร่วมกัน และการประเมินผลที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดย Oregon Department of Education (2023) ได้กำหนดสเปกตรัมของโมเดลการเรียนการสอนแบบดิจิทัล (Spectrum of Digital Instructional Models) ออกเป็น 3 รูปแบบดังภาพที่ 1

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University



ภาพที่ 1 สเปกตรัมของโมเดลการเรียนการสอนแบบดิจิทัล

จากภาพที่ 1 สเปกตรัมของโมเดลการเรียนการสอนแบบดิจิทัล มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการสนับสนุนการเรียนการสอน จากระดับชั้นเรียนไปจนถึงการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบออนไลน์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนในชั้นเรียน (In-Person Instructional Models) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่จัดการเรียนรู้โดยที่ผู้สอนและผู้เรียนพบหน้ากันในสถานที่จริงในห้องเรียน การเรียนรู้รูปแบบนี้มีจุดเด่นที่การมีปฏิสัมพันธ์โดยตรงระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ซึ่งสามารถนำเทคโนโลยีมาประยุกต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนได้ เช่น การใช้การเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) ซึ่งเป็นการผสมผสานการสอนแบบเดิมเข้ากับเทคโนโลยีดิจิทัล โดยมีลักษณะสำคัญดังนี้ 1) การเรียนรู้แบบพบหน้า (Face-to-Face Learning) ผู้เรียนและผู้สอนพบกันในสถานที่เดียวกัน เช่น ห้องเรียน และเหมาะสำหรับกิจกรรมที่ต้องการปฏิสัมพันธ์โดยตรง เช่น การทดลองในห้องปฏิบัติการ หรือการทำกิจกรรมกลุ่ม 2) การใช้เทคโนโลยีสนับสนุนการสอน เป็นการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อเพิ่มคุณภาพการเรียนการสอน เช่น การใช้ Smartboard หรือการสอนผ่านสื่อมัลติมีเดีย 3) การสร้างความสัมพันธ์และการมีส่วนร่วม ซึ่งการพบหน้ากันช่วยเสริมสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน รวมถึงระหว่างเพื่อนร่วมชั้น ทำให้มีปฏิสัมพันธ์แบบเรียลไทม์ช่วยให้ผู้สอนสามารถปรับเปลี่ยนการสอนให้เหมาะสมกับสถานการณ์ได้ทันที 4) การสนับสนุนการเรียนรู้เฉพาะบุคคล โดยผู้สอนสามารถให้คำแนะนำเฉพาะบุคคลได้ง่ายขึ้น และสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในสถานที่จริง

รูปแบบการเรียนการสอนในชั้นเรียน (In-Person Instructional Models) ยังคงเป็นรูปแบบการเรียนการสอนหลักที่เหมาะสำหรับกิจกรรมที่ต้องการการมีส่วนร่วมโดยตรง หรือการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ อย่างไรก็ตามการผสมผสานเทคโนโลยีช่วยให้การสอนในชั้นเรียนมีความหลากหลายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. รูปแบบการเรียนการสอนแบบไฮบริด (Hybrid Instructional Models) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ผสมผสานระหว่าง การเรียนการสอนในชั้นเรียน (In-Person Learning) และ การเรียนการสอนผ่านช่องทางออนไลน์ (Online Learning) โดยรูปแบบนี้ช่วยสร้างความยืดหยุ่นให้กับผู้เรียนและผู้สอนในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสามารถออกแบบและปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการและบริบทของผู้เรียน มีลักษณะสำคัญดังนี้ 1) การผสมผสานรูปแบบการเรียนรู้ เป็นการรวมการเรียนการสอนในชั้นเรียนจริงเข้ากับการใช้สื่อและแพลตฟอร์มออนไลน์ ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกเรียนบางส่วนผ่านระบบออนไลน์ และบางส่วนในชั้นเรียนจริงตามความสะดวก 2) การเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น โดยผู้เรียนสามารถจัดตารางเวลาเรียนที่เหมาะสมกับตัวเองได้ ซึ่งเหมาะสำหรับผู้เรียนที่มีความต้องการเฉพาะ เช่น ผู้เรียนที่อยู่ห่างไกลหรือผู้ที่มีข้อจำกัดด้านเวลา 3) การบูรณาการเทคโนโลยี เป็นการนำใช้เทคโนโลยี เช่น Learning Management Systems (LMS), วิดีโอคอนเฟอเรนซ์, และสื่อการสอนออนไลน์ เพื่อสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ทั้งในชั้นเรียนและออนไลน์ 4) การเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา ในการเรียนรู้สามารถออกแบบให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียน เช่น การเรียนรู้เชิงลึกในชั้นเรียน และการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษานอกเวลาเรียน ซึ่ง รูปแบบการจัดการเรียนรู้มี ดังนี้

1) ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาเบื้องต้นผ่านวิดีโอหรือสื่อออนไลน์ก่อนมาเข้าชั้นเรียน เพื่อใช้เวลาในห้องเรียนในการอภิปรายหรือทำกิจกรรมเชิงปฏิบัติ

2) กิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning Activities) ผู้เรียนเข้าร่วมในกิจกรรมทั้งในห้องเรียนจริงและผ่านระบบออนไลน์ เช่น การทำงานกลุ่มในห้องเรียนและการทำแบบฝึกหัดออนไลน์

3) การหมุนเวียนการเรียนการสอนในชั้นเรียนและห้องเรียนเสมือน (Virtual and In-Person Rotations) การแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม โดยกลุ่มหนึ่งเรียนในชั้นเรียนจริงขณะที่อีกกลุ่มหนึ่งเรียนออนไลน์ จากนั้นสลับกันตามตารางเวลา

รูปแบบการเรียนการสอนแบบไฮบริด (Hybrid Instructional Models) เป็นการเรียนการสอนที่เหมาะสมสำหรับการศึกษายุคใหม่ เนื่องจากสามารถปรับเปลี่ยนตามความต้องการของผู้เรียน และผสมผสานการใช้เทคโนโลยีเข้ากับการเรียนรู้เชิงปฏิสัมพันธ์ได้อย่างลงตัว

3. รูปแบบการเรียนการสอนแบบออนไลน์ (Online Instructional Models) คือรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ดำเนินการทั้งหมดผ่านช่องทางออนไลน์ โดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน รูปแบบนี้มักใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้ เช่น Learning Management Systems (LMS) หรือเครื่องมือประชุมทางไกล เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยประเภทของรูปแบบการเรียนการสอนแบบออนไลน์ (Online Instructional Models) มีดังต่อไปนี้

1) การเรียนรู้แบบซิงโครนัส (Synchronous Learning) เป็นการเรียนการสอนเกิดขึ้นในเวลาเดียวกันผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ เช่น Zoom, Microsoft Teams หรือ Google Meet มีปฏิสัมพันธ์แบบเรียลไทม์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน และเหมาะสำหรับการอภิปราย การบรรยายสด และการทำกิจกรรมกลุ่ม

2) การเรียนรู้แบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Learning) โดยผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ได้ตามเวลาที่สะดวก เนื้อหาอาจเป็นวิดีโอการสอน เอกสารออนไลน์ หรือแบบฝึกหัดในระบบ LMS และเหมาะสำหรับผู้เรียนที่ต้องการความยืดหยุ่นในการจัดตารางเวลา

3) การเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Online Learning) เป็นการรวมข้อดีของการเรียนแบบซิงโครนัสและอะซิงโครนัส ซึ่งผู้เรียนอาจศึกษาทฤษฎีผ่านเนื้อหาออนไลน์ล่วงหน้า (อะซิงโครนัส) และเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มในเวลาที่กำหนด (ซิงโครนัส)

โดยลักษณะสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอนแบบออนไลน์ (Online Instructional Models) มีดังต่อไปนี้

1) การใช้แพลตฟอร์มดิจิทัล
   - LMS เช่น Moodle, Blackboard หรือ Canvas ใช้สำหรับการจัดการเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้
   - แพลตฟอร์มการสื่อสาร เช่น Zoom หรือ Microsoft Teams ใช้สำหรับการสอนสด

2) การเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น
   - ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้จากทุกที่ที่มีอินเทอร์เน็ต
   - เหมาะสำหรับผู้เรียนที่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่

3) การพัฒนาเนื้อหาดิจิทัล
   - เนื้อหาการเรียนรู้มักพัฒนาในรูปแบบมัลติมีเดีย เช่น วิดีโอการสอน อินโฟกราฟิก หรือบทเรียนแบบโต้ตอบ

4) การติดตามและประเมินผลออนไลน์
   - ระบบ LMS ช่วยติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน และให้การประเมินผลแบบออนไลน์ เช่น แบบทดสอบ การบ้าน หรือโครงการกลุ่ม

ดังนั้นรูปแบบการเรียนการสอนแบบออนไลน์ (Online Instructional Models) เป็นทางเลือกที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่มีข้อจำกัดทางด้านเวลาและสถานที่ นอกจากนี้ การใช้เทคโนโลยียังช่วยสร้างโอกาสในการเรียนรู้ที่หลากหลายและยืดหยุ่นมากขึ้น

แนวทางการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในยุคดิจิทัล

การเรียนรู้แบบดิจิทัลในวิชาคณิตศาสตร์ควรออกแบบให้ส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียนในแนวคิดที่ซับซ้อน และสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์ โดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ในหลากหลายมิติ ได้แก่

1) การใช้สื่อการเรียนรู้แบบโต้ตอบ (Interactive Learning Tools) ผ่านการใช้เครื่องมือดิจิทัล เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการแก้สมการ กราฟแบบไดนามิก และแอปพลิเคชันคณิตศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ผ่านการลงมือทำและการทดลอง ตัวอย่างเช่น GeoGebra ที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจกราฟและเรขาคณิตได้ดียิ่งขึ้น (Cirneanu and Moldoveanu, 2024)

2) การบูรณาการการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Collaborative Digital Platforms) โดยใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัลที่ส่งเสริมการทำงานกลุ่ม เช่น การแก้ปัญหาร่วมกันใน Google Sheets หรือ Microsoft Teams ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบกลุ่มและการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน (Nguyen and Tuamsuk, 2022)

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

3) การสร้างสถานการณ์จำลองที่เหมือนจริง (Realistic Simulations) การใช้สถานการณ์จำลองในวิชาคณิตศาสตร์ เช่น การสร้างแบบจำลองสมการที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือการใช้ MATLAB และ Python เพื่อแสดงผลสมการที่ซับซ้อน ช่วยให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับการใช้งานในชีวิตจริง (Cirneanu and Moldoveanu, 2024)

4) การประเมินผลแบบดิจิทัล (Digital Assessment Tools) เป็นการใช้ระบบประเมินผลแบบดิจิทัล เช่น Kahoot หรือ Google Forms ช่วยให้ผู้สอนสามารถประเมินความเข้าใจของผู้เรียนได้อย่างรวดเร็วและปรับปรุงเนื้อหาการสอนให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน (Gupta, Rana and Raj, 2024)

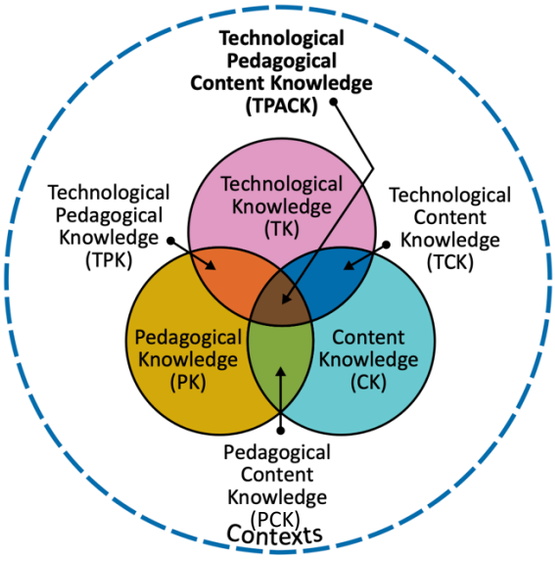
5) การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem-Solving Skills) การเรียนรู้แบบดิจิทัลในวิชาคณิตศาสตร์ควรมุ่งเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเชิงวิเคราะห์และแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยการสร้างสถานการณ์ที่ต้องใช้การวิเคราะห์ข้อมูล การออกแบบกราฟ และการใช้โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง เช่น Mathematica หรือ MATLAB เพื่อพัฒนาทักษะดังกล่าว (Nguyen and Tuamsuk, 2022)

6) การสนับสนุนการเรียนรู้เฉพาะบุคคล (Personalized Learning) ซึ่งเทคโนโลยีดิจิทัลสามารถปรับเนื้อหาและกิจกรรมให้เหมาะสมกับความต้องการเฉพาะบุคคล เช่น การใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่ช่วยระบุจุดอ่อนของผู้เรียนและแนะนำเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาเพิ่มเติม (Gupta, Rana and Raj, 2024)

ดังนั้นการเรียนรู้แบบดิจิทัลในวิชาคณิตศาสตร์ควรออกแบบโดยใช้เทคโนโลยีที่สร้างสรรค์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนและพัฒนาทักษะสำคัญ ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร การคิดสร้างสรรค์และการทำงานร่วมกับผู้อื่น

กรอบแนวคิด TPACK ในการสอนคณิตศาสตร์

การบูรณาการเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้ไม่ใช่แค่เรื่องเกี่ยวกับอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้ แต่ควรคำนึงถึงวิธีการและเหตุผลที่ใช้เทคโนโลยีด้วย (Earle, 2002) โดยการนำเทคโนโลยีมาใช้ในห้องเรียนของผู้สอนอาจจะส่งผลทั้งทางบวกและทางลบให้กับผู้เรียน ดังนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้สอนจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจ ทัศนคติ และความเชื่อของเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางการศึกษา เพื่อปรับใช้เทคโนโลยีในห้องเรียนให้เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียน (Kartal, Kiziltepe and Kartal, 2022) กรอบแนวคิด TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) จะช่วยให้ผู้สอนสามารถกำหนดความรู้และการใช้เทคโนโลยีมาปรับปรุงแนวทางการสอนของตนเอง และส่งเสริมผู้สอนให้มีเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและมีความมั่นใจในตนเองเกี่ยวกับการสอนด้วยเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น (Kartal and Çınar, 2024) ซึ่ง TPACK เป็นแนวคิดที่พัฒนาโดย Mishra and Koehler (2006) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างองค์ความรู้สามด้านสำคัญที่จำเป็นสำหรับการสอนในยุคดิจิทัล ได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK), ความรู้ด้านการสอน (Pedagogical Knowledge: PK), และความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge: TK) โดยที่จุดตัดระหว่างสามองค์ความรู้ดังกล่าวจะก่อให้เกิดการสอนที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับการใช้เทคโนโลยี ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิด TPACK

ซึ่งจากภาพที่ 2 ได้อธิบายองค์ประกอบของ กรอบแนวคิด TPACK ไว้ 7 องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1) ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) คือความรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ลุ่มลึกไปตามเนื้อหาวิชาและระดับชั้น (Koehler, Mishra and Yahya, 2007)

2) ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge: TK) เกี่ยวข้องกับความรู้ในการใช้เครื่องมือที่ใช้เทคโนโลยีและความสามารถในการปรับตัวในสภาวะของการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยี (Özgün-Koca, Meagher and Edwards, 2010)

3) ความรู้ด้านการสอน (Pedagogical Knowledge: PK) เกี่ยวกับ เทคนิค กระบวนการ วิธีการ แนวทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ (Koehler, Mishra and Yahya, 2007; Özgün-Koca, Meagher and Edwards, 2010)

4) ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกศาสตร์การสอน (Pedagogical Content Knowledge: PCK) เกี่ยวกับวิธีการหนึ่งในการทำความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ และค้นหาเทคนิค กระบวนการ วิธีการ แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย และปรับเนื้อหาให้เหมาะกับการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิมของผู้เรียน (Mishra and Koehler, 2008)

5) ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกเทคโนโลยี (Technological Content Knowledge: TCK) หมายความถึงวิธีการบูรณาการใช้เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ร่วมกัน ซึ่ง TCK ช่วยให้ผู้สอนสามารถระบุได้ว่าเทคโนโลยีใดมีประโยชน์มากที่สุดในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์กับเทคโนโลยีมีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร (Mishra and Koehler, 2008)

6) ความรู้ด้านศาสตร์การสอนผนวกเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Knowledge: TPK) หมายความถึงความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการสอนและการเรียนรู้ในการบูรณาการใช้เทคโนโลยี (Mishra and Koehler, 2008)

7) ความรู้ด้านเนื้อหา ผนวกศาสตร์การสอน และเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) คือ ความรู้ที่เกิดขึ้นเมื่อโดเมนความรู้หลัก 3 โดเมนมาบรรจบกัน TPACK ช่วยให้เข้าใจว่าฐานความรู้เหล่านี้มีปฏิสัมพันธ์กัน (Mishra and Koehler, 2008) ผู้สอนสามารถระบุการปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอน เนื้อหา และเทคโนโลยีได้มากก็จะบูรณาการเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นเท่านั้น (Angeli, Valanides and Christodoulou, 2016)

ซึ่ง กรอบแนวคิด TPACK ได้สนับสนุนการใช้เทคโนโลยีในกระบวนการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้สอนสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีให้สอดคล้องกับเนื้อหาและวิธีการสอน ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยการผสมผสานเทคโนโลยีช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วม ความสนใจ และความเข้าใจของผู้เรียน และยังช่วยปรับปรุงคุณภาพการสอนในยุคดิจิทัล โดยผู้สอนสามารถออกแบบกิจกรรมที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ซึ่งผู้สอนสามารถเลือกใช้เทคโนโลยี เพื่อสร้างเนื้อหาทางดิจิทัลหรือซอฟต์แวร์ทางคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยสามารถใช้งานได้ตั้งแต่การสาธิตการสอนไปจนถึงการให้ผู้เรียนได้สำรวจตรวจสอบจนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โปรแกรมคณิตศาสตร์แบบไดนามิก (Dynamic Mathematics Software: DMS) เครื่องมือดิจิทัลที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงของวัตถุพร้อมกันและช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้นเกี่ยวกับโครงสร้างที่สร้างขึ้น เนื่องจากโปรแกรมคณิตศาสตร์แบบไดนามิกมีความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง (Akyuz, 2018) ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถประเมินสถานการณ์ ตัดสินใจ สื่อสารทางคณิตศาสตร์ และกำหนดคำอธิบายทางคณิตศาสตร์ในสภาพแวดล้อมทางเรขาคณิตแบบไดนามิกที่แตกต่างจากสภาพแวดล้อมแบบเดิม (Gökçe and Güner, 2022)

GeoGebra เครื่องมือดิจิทัลในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

GeoGebra เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์แบบไดนามิก (Dynamic Mathematics Software: DMS) ที่มีความสามารถหลากหลายสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์รองรับการสอนและการเรียนรู้เกี่ยวกับเรขาคณิต พีชคณิต สเปรดชีต กราฟ สถิติ และแคลคูลัส ซอฟต์แวร์นี้ถูกพัฒนาขึ้นในปี 2001 โดย Markus Hohenwarter โดยมีเป้าหมายเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในเชิงพีชคณิตและเรขาคณิตเข้าด้วยกัน GeoGebra สามารถใช้งานได้ฟรีและเปิดกว้างสำหรับผู้เรียน ผู้สอน และนักวิจัย ซึ่งช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ และสนับสนุนการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์และการแก้ปัญหา (Hohenwarter and Jones, 2007) โดยมีจุดเด่นสำคัญที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างและสำรวจแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนสามารถสร้างกราฟ ฟังก์ชัน และรูปเรขาคณิตที่ซับซ้อน พร้อมทั้งทดลองเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรเพื่อสังเกตผลลัพธ์ทันที ซึ่งช่วยเพิ่มความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และผู้สอนยังสามารถออกแบบบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ (interactive) สร้างทัศนคติเชิงบวกต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านการใช้สื่อการสอน (Sugandi and Bernard, 2020) อีกทั้งยังกระตุ้นทัศนคติของผู้สอนในการบูรณาการสอนคณิตศาสตร์ด้วยเครื่องมือดิจิทัล (Alabdulaziz *et al*., 2021) ที่สามารถกระตุ้นการเรียนรู้ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Marasabessy and Helsa, 2024) ซึ่งสามารถใช้ในการ

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

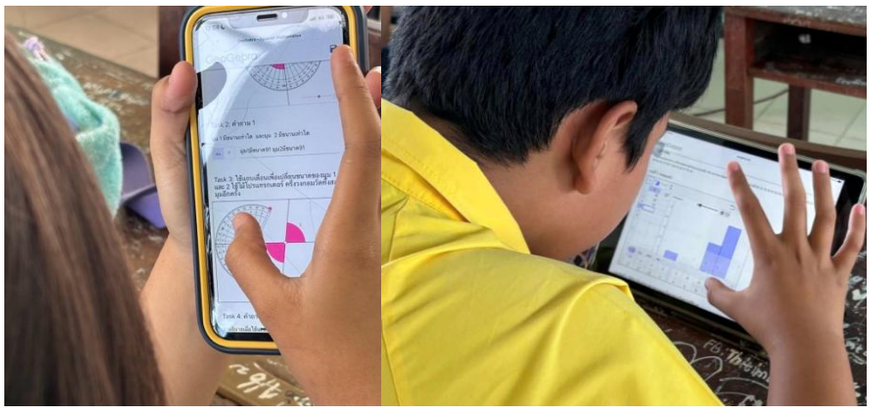
เรียนการสอนคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้น (Bueno, Lieban and Ballejo, 2021) และยังส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนและส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีความมั่นใจตอบคำถามและขอความช่วยเหลือจากผู้สอน ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองในชั้นเรียนคณิตศาสตร์จนทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ (Phoodee, 2023) โดยซอฟต์แวร์นี้ยังสามารถรองรับการใช้งานบนหลากหลายแพลตฟอร์ม ได้แก่ คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือสมาร์ทโฟน ทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์สามารถเข้าถึงได้ในทุกที่และทุกเวลา (Phoodee, 2020) นอกจากนี้ GeoGebra ยังช่วยให้ผู้สอนสามารถแบ่งปันสื่อการเรียนการสอนและกิจกรรมในรูปแบบออนไลน์ได้ง่ายผ่าน GeoGebra Materials ซึ่งเป็นคลังทรัพยากรที่ผู้ใช้จากทั่วโลกสามารถอัปโหลดและดาวน์โหลดได้ ซึ่งในปัจจุบัน GeoGebra ได้กลายเป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมในวงการศึกษาคณิตศาสตร์ทั่วโลก ด้วยความสามารถในการเชื่อมโยงเทคโนโลยีกับการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ GeoGebra ช่วยให้ทั้งผู้เรียนและผู้สอนมีโอกาสพัฒนาทักษะด้านคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งและกว้างขวางยิ่งขึ้น นอกจากซอฟต์แวร์หลักแล้ว GeoGebra ยังมีทรัพยากรการเรียนรู้ที่หลากหลายและมีคุณภาพสูง ผู้สอนสามารถนำมาใช้เป็นกิจกรรมในชั้นเรียนได้ โดยชุดกิจกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในห้องเรียนคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษา เช่น ทรัพยากรสำหรับการเรียนรู้เกี่ยวกับมุม รูปทรงเรขาคณิต และสมการ ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 (ก) สื่อเกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิต (ข) สื่อเกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็น (ค) สื่อเกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิต

จากภาพที่ 3 พบว่า GeoGebra มีทรัพยากรการเรียนรู้ที่หลากหลายและครบถ้วนตามสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดไว้ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น ซึ่งสื่อเหล่านี้ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและน่าสนใจโดยผู้สอนสามารถเข้ามาเลือกใช้ให้สอดคล้องกับบริบทของตนเองได้ ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสำรวจและทดลองด้วยตนเอง เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัย

GeoGebra เป็นแอปพลิเคชันหนึ่งที่มีความโดดเด่นในเรื่องของการบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในยุคดิจิทัล ด้วยคุณสมบัติที่สนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิสัมพันธ์ (Interaction) และสามารถปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งช่วยเสริมสร้างความเข้าใจให้กับผู้เรียนเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรม พร้อมทั้งส่งเสริมพัฒนาทักษะสำคัญ ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร การคิดสร้างสรรค์และการทำงานร่วมกับผู้อื่น และยังมีความยืดหยุ่นและความสะดวกในการเข้าถึงทำให้ GeoGebra เป็นทรัพยากรที่ทรงคุณค่าสำหรับการเรียนการสอนในทุกระดับการศึกษาและสามารถนำไปใช้กับผู้เรียนในทุกช่วงวัย ซึ่งการนำ GeoGebra มาใช้สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาวิธีการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการของการศึกษาศตวรรษที่ 21 ผู้สอนจำเป็นต้องพัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยี และปรับใช้แนวทางการสอนที่สร้างสรรค์ ผ่านกรอบแนวคิด TPACK ให้ออกมาในรูปแบบการสอนของแบบดิจิทัลซึ่งจำเป็นต้องอยู่ในบริบทของตนเอง เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนและมีประสิทธิภาพ โดย GeoGebra ไม่เพียงช่วยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เชิงนามธรรมกับการประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง แต่ยังช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ของตนเองผ่านการใช้คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือสมาร์ทโฟน ในการสำรวจ ตรวจสอบและทดลอง ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การใช้ GeoGebra ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน

ดังนั้นการประยุกต์ใช้เครื่องมือดิจิทัล เช่น GeoGebra ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ช่วยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาความเข้าใจที่ลึกซึ้งในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์ ส่งเสริมสร้างทักษะกระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง และสร้างความเท่าเทียมในกระบวนการเรียนรู้ การศึกษาในยุคดิจิทัลจึงต้องเน้นความยืดหยุ่น ความทันสมัย และการตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน เพื่อเตรียมพวกเขาให้พร้อมรับมือกับความท้าทายในโลกที่เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

References

Akyuz, D. (2018). Measuring technological pedagogical content knowledge (TPACK) through performance assessment. **Computers & Education**, 125, 212–225.

Alabdulaziz, M. S., Aldossary, S. M., Alyahya, S. A. and Althubiti, H. M. (2021). The effectiveness of the GeoGebra Programme in the development of academic achievement and survival of the learning impact of the mathematics among secondary stage students. **Education and Information Technologies**, *26*(3), 2685–2713.

Angeli, C., Valanides, N. and Christodoulou, A. (2016). Theoretical considerations of technological pedagogical content knowledge. In **Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPACK) for educators (2nd ed.)**. New York: Routledge.

Bueno, R., Lieban, D. and Ballejo, C. (2021). Mathematics teachers' TPACK development based on an online course with GeoGebra. **Open Education Studies**, 3(1), 110–119

Cirneanu, A. L. and Moldoveanu, C. E. (2024). Use of digital technology in integrated mathematics education. **Applied System Innovation**, 7(4), 66.

Dos Santos, J. M. D. S., Abar, C. A. A. P. and Almeida, M. V. D. (2022). Automatic Feedback GeoGebra Tasks – Searching and Opensource and Collaborative Intelligent Interactive Tutor. In **Proceedings of the 26th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics (WMSCI 2022)** (pp. 77-82). Florida: International Institute of Informatics and Cybernetics.

Earle, R. S. (2002). The integration of instructional technology into public education: Promises and challenges. **ET Magazine**, 42(1), 5–13.

Febriani, P. A., Mandailina, V., Abdillah, A., Syaharuddin, S. and Mehmood, S. (2024). Utilizing GeoGebra-assisted model-eliciting activities (MEAs) in mathematics instruction enhances students' comprehension of concepts and improves their problem-solving abilities. **Jurnal Inovasi Pembelajaran**, 10(1), 19–30.

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

Gökçe, S. and Güner, P. (2022). Dynamics of GeoGebra ecosystem in mathematics education. **Education and Information Technologies**, 27(4), 1–23.

Gupta, A., Rana, N. and Raj, M. (2024). Digital Media Skills among Different Stakeholders and their Attitude towards MOOCs in Higher Education Institutions. **Journal of Educational Science and Technology**, 10(1), 44-53.

Hohenwarter, M. and Jones, K. (2007). Ways of linking geometry and algebra: the case of GeoGebra. **Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics**, 27(3), (pp. 126-131). Northampton: British Society for Research into Learning Mathematics.

Kartal, B. and Çınar, C. (2024). Preservice mathematics teachers' TPACK development when they are teaching polygons with Geogebra. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, 55(5), 1171-1203.

Kartal, T., Kiziltepe, I. S. and Kartal, B. (2022). Extending technology acceptance model with scientific epistemological and science teaching efficacy beliefs: A study with preservice teachers. **Journal of Education in Science, Environment and Health**, 8(1), 1–16.

Koehler, M. J., Mishra, P. and Yahya, K. (2007). Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. **Computers & Education**, 49(3), 740–762.

Marasabessy, R. and Helsa, Y. (2024). Fostering spatial visualization in GeoGebra-assisted geometry lesson: A systematic review and meta-analysis. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, 20(9), em2509.

Mishra, P. and Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, 108(6), 1017–1054.

Mishra, P. and Koehler, M. J. (2008). Introducing technological pedagogical content knowledge. **Annual Meeting of the American Educational Research Association**, 1, 1-16.

Narciss, S. (2008). Feedback strategies for interactive learning tasks. **Handbook of research on educational communications and technology (3rd ed.)**. New York: Routledge.

Nguyen, L. T. and Tuamsuk, K. (2022). Digital learning ecosystem at educational institutions: A content analysis of scholarly discourse. **Cogent Education**, 9(1), 2111033.

Oregon Department of Education. (2023). **Digital learning instructional design and pedagogical considerations**. Retrieved 10 August 2024, from https://www.oregon.gov/ode/educator-resources/teachingcontent/EdTech/Documents/ODE_Digital%20Learning%20Playbook.pdf

Özgün-Koca, S. A., Meagher, M. and Edwards, M. T. (2010). Preservice teachers' emerging TPACK in a technology-rich methods class. **The Mathematics Educator**, 19(2), 10–20.

Phoodee, W. (2020). Mathematics instruction in digital age: Methods and tools (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, *3*(2), 190-199.

Phoodee, W. (2023). Effects of Student Self-Assessment and Using GeoGebra™ on Students' Achievements and Self-Directed Learning in Mathematics Lessons in a Junior High Classroom. **Southeast Asian Mathematics Education Journal**, 13(2), 141-160.

Sugandi, A. I. and Bernard, M. (2020). Application of GeoGebra software to improve problem-solving skills in analytic geometry in prospective teachers and students. **Journal of Physics: Conference Series**, 1657(1), 012077.

SCI UBU ATOMIC

Journal of Science and Science Education (JSSE)

วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา

งานส่งเสริมการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
85 ถนนสถลมาร์ค ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190
โทรศัพท์ 045-353401 ต่อ 4425 โทรสาร 045-353422
Email: jsse.sci.ubu@gmail.com หรือ saksi.s@ubu.ac.th

พิมพ์วันที่ 23 มิถุนายน 2568