



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

JSSE Journal of Science
and Science Education

**วารสารวิทยาศาสตร์
และวิทยาศาสตร์ศึกษา**

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 (ก.ค. - ธ.ค. 2563)
Vol. 3, No. 2 (Jul. - Dec. 2020)



FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
<https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JSSE>

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา

Journal of Science and Science Education (JSSE)

ISSN 2586-9256 (Print)

ISSN 2697-410X (Online)

เจ้าของ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

สำนักงาน

งานส่งเสริมการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

85 ถนนสถลมารค ตำบลเมืองศรีโค อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

โทรศัพท์ 045-353401 ต่อ 4425

โทรสาร 045-353422

Email: jsse.sci.ubu@gmail.com หรือ saksri.s@ubu.ac.th

พิมพ์ที่

โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

85 ถนนสถลมารค ตำบลเมืองศรีโค อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

วันที่พิมพ์ 8 ธันวาคม 2563

ข้อคิดเห็นในบทความของวารสารนี้เป็นทัศนะของผู้เขียน
กองบรรณาธิการของวารสารฯ ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

วัตถุประสงค์และขอบเขตของวารสาร

วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา (Journal of Science and Science Education: JSSE) หมายเลข ISSN 2586-9256 เป็นวารสารที่จัดทำโดยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแหล่งเผยแพร่บทความวิจัย (Research articles) หรือบทความวิชาการ (Review articles) ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ทุกสาขา (เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา จุลชีววิทยา วัสดุศาสตร์ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณิตศาสตร์ สถิติ คอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ) และด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่งหมายรวมถึงเทคโนโลยีและคอมพิวเตอร์ศึกษา และคณิตศาสตร์ศึกษา ทั้งบทความภาษาไทยและบทความภาษาอังกฤษ โดยลักษณะของบทความที่จะนำเสนอเพื่อขอลงตีพิมพ์ในวารสารจะต้องมีสาระที่น่าสนใจ เป็นงานที่เป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ทันสมัย และต้องเป็นงานที่ไม่เคยถูกนำไปตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารใดมาก่อน และทุกบทความจะต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องทางวิชาการจากคณะผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในแต่ละสาขาวิชา (Peer Review) อย่างน้อย 2 ท่าน ผลงานที่ได้รับการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารจะต้องมีสาระน่าสนใจ เป็นงานที่เป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ทันสมัย และต้องเป็นงานที่ไม่เคยถูกนำไปตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารใดมาก่อน ทั้งนี้ วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษามีกำหนดเผยแพร่บทความปีละ 2 ฉบับหรือเล่ม โดยเล่มที่ 1 เป็นเผยแพร่บทความระหว่างเดือนมกราคม – มิถุนายน และเล่มที่ 2 เผยแพร่บทความระหว่าง กรกฎาคม – ธันวาคม ในกรณีที่มิจิจกรรมหรือโอกาสพิเศษของคณะวิทยาศาสตร์และมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 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

กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา

เพื่อให้การจัดทำวารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่งเป็นวารสารสำหรับเผยแพร่ผลงานทางวิชาการของอาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ บุคลากร ตลอดจนผู้สนใจทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เป็นไปด้วยความเรียบร้อย มีประสิทธิภาพเกิดประสิทธิผล วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีจึงมีที่ปรึกษาบรรณาธิการและกองบรรณาธิการ ดังนี้

ที่ปรึกษาวารสาร คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

รองคณบดีฝ่ายวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

หัวหน้ากองบรรณาธิการ รองศาสตราจารย์ศักดิ์ศรี สุภาพร

กองบรรณาธิการจากภายนอกมหาวิทยาลัย

ศาสตราจารย์วิชัย รุ่งตระกูล	มหาวิทยาลัยมหิดล
ศาสตราจารย์ประนอม จันทโรนัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศาสตราจารย์โกสินทร์ จันทน์ไทย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศาสตราจารย์สันติ แม่นศิริ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ศาสตราจารย์วินิช พรหมอารักษ์	สถาบันวิทยสิริเมธี
รองศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ ประกอบผล	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ชาติรี ฝ่ายคำตา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน)
รองศาสตราจารย์อิศรา ก้านจักร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์พัชรินทร์ ปัญญาบุรี	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กริชา แก้วคง	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรรัตน์ วัฒนกลสิวิชัย	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุทธิดา รักกะเปา	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัทธาวิน นาใจแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นันทา จันทร์สุริย์	มหาวิทยาลัยทักษิณ

กองบรรณาธิการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

รองศาสตราจารย์ศิริพร จิ่งสุทธิพงษ์	ภาควิชาเคมี
รองศาสตราจารย์มะลิวรรณ อมตธงไชย	ภาควิชาเคมี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กานต์ตระกูลรัตน์ วุฒิสเลา	ภาควิชาเคมี
รองศาสตราจารย์วรศักดิ์ สุขบท	ภาควิชาฟิสิกส์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อุดม ทิพรราช	ภาควิชาฟิสิกส์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิรภัทร นุตรริยะ	ภาควิชาฟิสิกส์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ช่อทิพย์ กัณทโชติ	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประสงค์สม ปุณยอุปพัทธ์	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพจน์ สิบบุตร	ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วงกต ศรีอุไร	ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัชวิน นามมัน	ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์

ฝ่ายจัดการวารสาร นางสาวอมรรัตน์ ะสุริย์ นายณัฐพงษ์ สืบสุข และนางสุกัญญา พิมพ์บุญมา

คำแนะนำสำหรับผู้เขียนและการเตรียมต้นฉบับบทความ

ทาง JSSE ได้ดำเนินการปรับรูปแบบของการเขียนเอกสารอ้างอิงเป็นภาษาอังกฤษตามระบบ APA ตั้งแต่วารสารปีที่ 2 เล่มที่ 2 (กรกฎาคม – ธันวาคม 2562) เป็นต้นมา โดยเปิดรับบทความวิจัยและบทความวิชาการทั้งภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ต้นฉบับบทความประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนบทคัดย่อ และส่วนเนื้อเรื่อง มีความยาวรวมกันไม่เกิน 16 หน้า ทั้งนี้ ถ้าบทความใดมีความยาวมากกว่า 16 หน้า ทางกองบรรณาธิการจะเป็นผู้พิจารณาตามความเหมาะสมอีกครั้ง โดยจัดพิมพ์ต้นฉบับบทความด้วยโปรแกรม Microsoft Word 2003 - 2016 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 อีเมลของผู้เขียนหลักหรือผู้ประสานงานพิมพ์บรรทัดใหม่ได้ชื่อสถาบันด้วยตัวอักษรขนาด 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 เป็นการเขียนรายการเอกสารที่ใช้ในการอ้างอิงในส่วนเนื้อหาของเนื้อหาทั้งหมด โดยให้ยึดรูปแบบ APA (American Psychological Association) โดยเขียนบรรณานุกรมหรือเอกสารอ้างอิงเป็น

ภาษาอังกฤษทั้งหมด โปรดดูคำอธิบายเพิ่มเติมในส่วนของเอกสารอ้างอิง เอกสารอ้างอิงแต่ละรายการให้พิมพ์ต่อกันยาวจนตกบรรทัดเอง (ใช้การเคาะ space bar ตามความเหมาะสม) แต่ห้ามเคาะ enter เพื่อตัดบรรทัด 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

สุภาพร พรไตร และโรสลีนา อาแวหามะ. (2561). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการถ่ายเทความร้อนที่อยู่บนโครโมโซมเพศด้วยกิจกรรมการลงมือปฏิบัติบนฐานการสืบเสาะวิทยาศาสตร์. **วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา**, 1(1), 38-48.

เขียนรายการอ้างอิงเป็นภาษาอังกฤษเป็น

Porntrai, S. and Awaehama, S. (2018). Developing learning achievement on sex-linked gene inheritance using a science inquiry-based hands-on activity (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 1(1), 38-48.

การอ้างอิงจากบทความในรายงานการประชุมวิชาการ

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

ตัวอย่างบทความภาษาไทย

อิกมะฮ์ อาแวกะจิ และศักดิ์ศรี สุภาพร. (2558). การพัฒนาความเข้าใจโมเดลวิทยาศาสตร์ เรื่องสมดุลเคมี ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายในชั้นขยายความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ใน **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). In **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

อิกมะฮ์ อาแวกะจิ (2558). การพัฒนาความเข้าใจในเคมีด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายในชั้นขยายความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. **วิทยานิพนธ์ปริญญาโท**. 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/administrators/paper/APA%20th%20New.pdf>



ดาวน์โหลดไฟล์เทมเพลตบทความได้ใน

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



ถ้อยแถลงบรรณาธิการ

ปัจจุบันนี้ นักวิชาการหรือผู้ทำงานในสังคมวิชาการส่วนใหญ่มีภารกิจสำคัญหลายอย่าง และหนึ่งในภารกิจเหล่านั้น คือ การเผยแพร่ผลงานวิชาการในวารสารวิชาการหรือการประชุมวิชาการที่มีการกลั่นกรองผลงานโดยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิ (peer review) เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักวิชาการด้วยกันเองและเพื่อการเผยแพร่ให้บุคคลทั่วไปที่สนใจได้อ่านและศึกษาตามความสนใจของแต่ละคน สำหรับในระบบการศึกษานั้น การเผยแพร่และการอ่านผลงานวิชาการนับเป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของประเทศ ในกรณีที่อ่านบทความแล้วเกิดความเห็นที่คล้อยตามหรือเกิดแนวคิดในการทำวิจัยที่คล้ายคลึงหรือใกล้เคียงกัน ผู้อ่านก็จะนำบทความนั้นไปอ้างอิงเพื่อต่อยอดหรือใช้เป็นฐานในการทำวิจัยของตนเองต่อไป ในกรณีที่อ่านแล้วเกิดความคิดเห็นที่แตกต่างหรือมีแนวคิดที่สามารถทำวิจัยในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป น่าจะได้ผลที่ดีขึ้นหรือได้ผลวิจัยที่น่าสนใจเช่นกัน ผู้อ่านก็จะนำบทความวิจัยนั้นมาเป็นแนวคิดในการประยุกต์งานวิจัยของตนเองให้มีความน่าสนใจและมีประโยชน์ต่อแวดวงวิชาการมากขึ้น ทั้งนี้ ผู้เขียนต้องพึงระวังว่า การอ้างอิงผลงานวิชาการเป็นเรื่องที่ต้องใส่ใจเป็นอย่างยิ่งและต้องอ้างอิงอย่างมีวิจารณ์ญาณและมีจริยธรรม ทั้งนี้ ผู้เขียนจะต้องพิจารณาประเด็นเหล่านี้อย่างถี่ถ้วนก่อนส่งมารับการพิจารณาเผยแพร่ในวารสารฯ เพื่อป้องกันการคัดลอกผลงานวิชาการ (plagiarism) ทั้งที่ตั้งใจและไม่ตั้งใจได้ ทั้งนี้ กองบรรณาธิการของวารสารฯ ได้มีการตรวจสอบบทความอย่างเคร่งครัดเพื่อป้องกันการคลาดเคลื่อนจากหลักวิชาการ การคัดลอกผลงานวิชาการ หรือการกระทำที่ผิดต่อจริยธรรมการวิจัย

ทางคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้เล็งเห็นความสำคัญข้างต้น จึงได้จัดทำวารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา ขึ้นมาเพื่อเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการเผยแพร่ผลงานวิชาการทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา โดยวารสารฉบับนี้เป็นวารสารปีที่ 3 เล่มที่ 2 ประจำเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2563 ซึ่งประกอบด้วยบทความทั้งหมด 10 เรื่อง จำแนกเป็นบทความวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 7 เรื่อง บทความวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 2 เรื่อง และบทความวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ 1 เรื่อง

กองบรรณาธิการวารสารฯ ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่เสียสละเวลาในการประเมินบทความและให้ข้อเสนอแนะที่มีค่าเพื่อทำให้บทความเหล่านี้มีความน่าสนใจและมีประโยชน์ต่อแวดวงวิชาการมากขึ้น ทั้งนี้ ขอเชิญชวนนักวิจัยและนักวิชาการ ครูอาจารย์ นิสิตหรือนักศึกษา นักเรียน และผู้สนใจส่งบทความวิจัย บทความวิชาการ บทความวิทยานิพนธ์ หรือบทความโครงการ มาเผยแพร่ในวารสารฯ สุดท้ายนี้ ทางกองบรรณาธิการวารสารฯ จะรักษามาตรฐานคุณภาพและปรับปรุงคุณภาพของวารสารฯ อย่างต่อเนื่องเท่าที่จะทำได้ และขออนุญาตปฏิเสธการเผยแพร่บทความที่ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์หรือบทความมีรูปแบบต้นฉบับไม่ถูกต้องโดยไม่ต้องผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ

อนึ่ง ทางกองบรรณาธิการวารสารฯ ขอแจ้งว่าทางวารสารได้ปรับรูปแบบของการเขียนเอกสารอ้างอิงเป็นภาษาอังกฤษตามระบบ APA ทั้งหมด (รายการที่เป็นภาษาไทยก็ต้องเขียนอ้างอิงเป็นภาษาอังกฤษ) ตั้งแต่วารสารปีที่ 2 เล่มที่ 2 (กรกฎาคม – ธันวาคม 2562) เป็นต้นมา



(รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาพสร)

หัวหน้ากองบรรณาธิการวารสารฯ

สารบัญ

	หน้า
วัตถุประสงค์และขอบเขตของวารสาร	ช
กองบรรณาธิการ	ค
คำแนะนำสำหรับผู้เขียนและการเตรียมต้นฉบับบทความ	ง
ถ้อยแถลงบรรณาธิการ	ช
บทความวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา (Research Articles in Science Education)	
1) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล ตะวันฉาย จอมศรี ปันดดา สังข์ศรีแก้ว และชนกกานต์ สหสัทศน์*	106-115
2) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบซิปปาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ราชนัย ขาวกุลชูร ออมสิน แสนศรี บัณญา ชันธศิลา และประภาพร นอนงหารพิทักษ์*	116-124
3) การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางร่วมกับการใช้เฟซบุ๊กในรายวิชา คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กฤษฎาวัฒน์ ทรัพย์กุล ชนกกานต์ สหสัทศน์* และปันดดา สังข์ศรีแก้ว	125-133
4) การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้เทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไกรวิทย์ ทาระจันทร์ วรณพล พิมพ์สาส์ วรณธิดา ยลวิลาศ* และวัฒนาพร รัชเคราะห์	134-142
5) การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยบริบทเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ส่งเสริมการนำเสนอ ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วรินดา สุพา* และวนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์	143-154
6) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่ส่งเสริมมนต์ทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ เรื่องการบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 รัศมี ศิริกัมพลา* และวนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์	155-164
7) การพัฒนาความเข้าใจโน้ตดนตรีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารประกอบโอออดิก ด้วย การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับโมเดลระดับอนุภาค กฤษฎา พันธ์ชัย* และศักดิ์ศรี สุภาธร	165-176
บทความวิชาการทางวิทยาศาสตร์ศึกษา (Academic Articles in Science Education)	
8) การเรียนรู้ด้านแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง “ปลูกผัก ไร้ดิน” เพื่อเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ภิญญา วงษ์ทอง และพันธ์ชัย น้อยวงศ์*	177-189
9) การสอนคณิตศาสตร์ในยุคดิจิทัล: วิธีการและเครื่องมือ วุฒิชัย ภูดี	190-199
บทความวิชาการทางวิทยาศาสตร์ (Academic Articles in Science)	
10) การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เกี่ยวกับสถานะตลาดหุ้นโดยใช้ระบบ สมการเชิงผลต่าง สุพจน์ สิบบุตร	200-208
ดัชนีผู้เขียน	

บทความวิจัย

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล

ตะวันฉาย จอมศรี¹ ปนัดดา สังข์ศรีแก้ว² และชนกกานต์ สหัทธสน์^{3*}¹หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์²คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์³คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

*Email: Chanokgan2401@gmail.com

รับบทความ: 9 มีนาคม 2563 บทความแก้ไข: 27 เมษายน 2563 ยอมรับตีพิมพ์: 5 พฤษภาคม 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิคบาร์โมเดล ให้มีประสิทธิภาพไปตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เทคนิคบาร์โมเดล และ 3) ศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 42 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร และแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.95/81.60 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูง (mean=24.47, S.D. = 1.13) กว่าก่อนเรียน (mean = 7.79, S.D. = 2.90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิคบาร์โมเดลอยู่ระดับมาก (mean = 4.48, S.D. = 0.52)

คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สมการเชิงเส้นสองตัวแปร เทคนิคบาร์โมเดล**อ้างอิงบทความนี้**

ตะวันฉาย จอมศรี ปนัดดา สังข์ศรีแก้ว และชนกกานต์ สหัทธสน์. (2563). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 3(2), 106-115.

Research Article

The development of the mathematics learning achievement on linear equation with two variables for the grade-7 students through the use of bar model technique

Tawanchai Jomsri¹, Panadda Sungsrikaew² and Chanokgan Sahatsathasana^{3*}

¹*Bachelor of Education course Department of Mathematics Kalasin University*

²*Faculty of Education and Educational Innovation Kalasin University*

³*Faculty of Science and Health Technology, Kalasin University*

**Email: Chanokgan2401@gmail.com*

Received <9 March 2020>; Revised <27 April 2020>; Accepted <5 May 2020>

Abstract

The purposes of this study were to 1) develop the lesson plan on linear equation with two variables for the grade-7 students through the use of Bar model technique based on 80/80 standard, 2) compare students' mathematics learning achievement on linear equation with two variables between pre- and post-learning through the use of Bar model technique, and 3) study the students' satisfaction toward this learning technique. The subjects were 42 grade-7 students from Thatnaraiwitthaya School received from simple random sampling. The research instruments included the developed lesson plans, the achievement test on linear equation with two variables, and the survey of satisfaction on learning through the use of Bar model technique. The results revealed that the developed lesson plans had the efficiency index of 80.95/81.60 which were higher than the committed 80/80 standard. The students obtained the post-achievement test score (mean = 24.47, S.D. = 1.13) statistically higher than the pre-test one (mean = 7.79, S.D. = 2.90) at the significance level of 0.05. The students' satisfaction on learning through the use of Bar model technique was in the high level (mean = 4.48, S.D. = 0.52).

Keywords: mathematics learning achievement, linear equation with two variables, Bar model technique

Cite this article:

Jomsri, T., Sungsrikaew, P. and Sahatsathasana, C. (2020). The development of the mathematics learning achievement on linear equation with two variables for the grade-7 students through the use of bar model technique (in Thai). *Journal of Science and Science Education*, 3(2), 106-115.

บทนำ

คณิตศาสตร์มีความสำคัญและมีบทบาทต่อบุคคลมาก คณิตศาสตร์ช่วยฝึกให้คนมีความคิดรอบคอบ มีเหตุผล คณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญมากกว่าความเจริญในด้านวิทยาการใด ๆ คณิตศาสตร์เป็นรากฐานของวิทยาศาสตร์และเป็นวิชาหลักฝึกในเรื่องการสังเกต และเป็นกฎเกณฑ์นำไปสู่วิชาการใหม่ ๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นทางศิลปศาสตร์ ดนตรี นาฏศิลป์ ประวัติศาสตร์ ฯลฯ หรือด้านวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ (Ministry of Education, 2017) นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนานคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (Bureau of Educational Testing, 2003)

ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา แม้ว่านักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาสาระเป็นอย่างดี แต่มีนักเรียนจำนวนไม่น้อย ยังต้องความสามารถเกี่ยวกับการวิเคราะห์ การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล การสื่อสาร การนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่าง ๆ และความคิดสร้างสรรค์ ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและใช้ในการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017) ถึงแม้จะปรับปรุงหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมอยู่เสมอก็ตาม แต่การเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ก็ยังคงมีปัญหาอยู่เสมอ เนื่องมาจากวิชาคณิตศาสตร์ที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรมและสอนให้นักเรียนเข้าใจได้ยาก อาจมีสาเหตุมาจากหลายประการ เช่น ปัญหาที่เกิดจากเนื้อหาของหลักสูตร ครูผู้สอนและตัวของผู้เรียน ปัญหาด้านเนื้อหาของหลักสูตร เนื่องจากเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์ที่เป็นหลักสูตร กำหนดให้เรียน มีมากเกินไปทำให้ผู้เรียนรับรู้ได้ยาก การสอนมีเวลาจำกัดเนื้อหาบางเรื่องมีความยากและมีปัญหาในการเรียน การสอน ปัญหาของครูผู้สอน ครูผู้สอนไม่มีความรู้และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ขาดทักษะในการสอน ขาดสื่อการสอนไม่รู้จักใช้สื่อและผลิตสื่อการเรียนการสอนไม่สอดคล้องกับการพัฒนาของนักเรียน ครูผู้สอนไม่ได้ ศึกษาถึงความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคนไม่ได้ศึกษาหลักสูตรและเอกสาร ไม่ได้เตรียมการสอนและมีงานอื่นที่ต้อง รับผิดชอบ และในด้านนักเรียน นักเรียนไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนไม่สนใจ นักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ จึงทำให้เกิดการท้อแท้ที่จะเรียนคณิตศาสตร์ (Aunjit and Sahatsathatsana, 2018) ดังนั้นการที่จะจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพนั้น ขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ และการจัดการศึกษาให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลนั้นมียุทธศาสตร์ประกอบที่สำคัญได้แก่ หลักสูตร ผู้สอน วิธีสอน แผนการสอน สื่อและนวัตกรรม

จากสภาพจริงที่ผู้วิจัยได้พบจากการจัดการเรียนการสอนและได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาการเรียนการสอนร่วมกับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนธาดานารายณ์วิทยา จังหวัดสกลนคร พบว่าครูผู้สอนต้องเผชิญกับปัญหาเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ต่างกัน นักเรียนขาดความสนใจที่จะเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนขาดทักษะในการแก้สมการและการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนไม่สามารถแปลความหมายของโจทย์ได้ นักเรียนมองไม่ออกว่าโจทย์กำหนดอะไรและต้องการให้ทำอะไร ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ในปีการศึกษา 2561 นักเรียนสอบได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 42.5 ไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด วิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่ได้ผลวิธีหนึ่ง คือ การเขียนรูป อ่านโจทย์ไป เขียนรูปไป ทำความเข้าใจไปด้วยรูป ช่วยให้ทำให้เราเข้าใจมองภาพของโจทย์ปัญหานั้นได้ง่ายขึ้น กระบวนการหาคำตอบลักษณะนี้จะสอดคล้องกับการทำงานของสมอง วิธีการเขียนรูปเป็นวิธีที่ครูคณิตศาสตร์โดยเฉพาะครูในระดับประถมศึกษาทุกคนในประเทศ สิ่งที่ต้องรู้ ต้องเข้าใจ ต้องคุ้นเคยและชำนาญ ด้วยว่าผลการสอบประเมินระดับนานาชาติ เปรียบเทียบความสามารถของผู้เรียนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นักเรียนสิงคโปร์ทำได้ดีมากใน ระดับต้น ๆ ของโลก วิธีการนี้ในสิงคโปร์เรียกว่า บาร์โมเดล (Bar Model) (Intasang, 2015) (Yothanan, 2017)

บาร์โมเดลเป็นนวัตกรรมที่คิดค้นโดยทีมวิจัยคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาที่ประเทศสิงคโปร์ เพื่อใช้ในการสอนเนื้อหาเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นยุทธวิธีแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอน วิเคราะห์โจทย์ออกมาเป็นภาพ เพื่อช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาให้ง่าย บาร์โมเดลเป็นวิธีการวาดออกมาเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแทนข้อมูลต่าง ๆ ตามที่โจทย์กำหนดให้ เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถมองความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ได้ชัดเจน การวาดรูปบาร์จะแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลในโจทย์คณิตศาสตร์ในเชิงปริมาณ ทั้งจำนวนที่ทราบค่าและไม่ทราบค่า บาร์โมเดลจึงเป็นนวัตกรรมที่เหมาะสมที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น บาร์โมเดล มีรูปแบบทั้งหมด 3 แบบ คือ (Kho, 1987)

1) แบบจำลองแบบแบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็นส่วนๆ (Part - Whole Model) เป็นแบบจำลองที่แบ่งแถบข้อมูลออกเป็นส่วนๆ เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย (part) ซึ่งอาจจะมีเพียงสองส่วนย่อยหรือมากกว่าก็ได้ กับ ส่วนทั้งหมดหรือส่วนรวม (whole) โดยโจทย์อาจให้ข้อมูลแต่ละส่วนมาแล้วหาข้อมูลทั้งหมด หรือให้ข้อมูลทั้งหมดและข้อมูลบางส่วนมาแล้วหาข้อมูลที่เหลือ

2) แบบจำลองแบบเปรียบเทียบ (The Comparison Model) เป็นแบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตั้งแต่ 2 ปริมาณขึ้นไป ซึ่งอยู่ในรูปแบบของการเปรียบเทียบแถบที่ แสดงปริมาณระหว่างจำนวนที่มากกว่ากับจำนวนที่น้อยกว่า

3) แบบจำลองแบบแสดงการเปลี่ยนแปลง (The Change Model) เป็นแบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์กำหนด ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงระหว่างแถบข้อมูลที่มีอยู่เดิมกับข้อมูลที่มีการเพิ่มหรือลดเข้ามาซึ่งทำให้เกิดข้อมูลใหม่

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อแก้ปัญหาให้นักเรียนตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้นให้สามารถเข้าใจกระบวนการและวิธีการของ โจทย์ปัญหา และเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น อันจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนให้สูงขึ้นและผลการวิจัยสามารถนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิคบาร์โมเดล ให้มีประสิทธิภาพไปตามเกณฑ์ 80/80
- 2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เทคนิคบาร์โมเดล
- 3. เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิคบาร์โมเดล เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

วิธีดำเนินงานวิจัย

แบบแผนวิจัย การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยใช้รูปแบบการทดลองที่มี 1 กลุ่มและมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group pretest - posttest Design) (Srisa-Art, 2003) ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 42 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร จำนวน 585 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

- 1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล จำนวน 4 แผน จำนวน 2 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดการจัดการเรียนรู้ (ตารางที่ 1) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

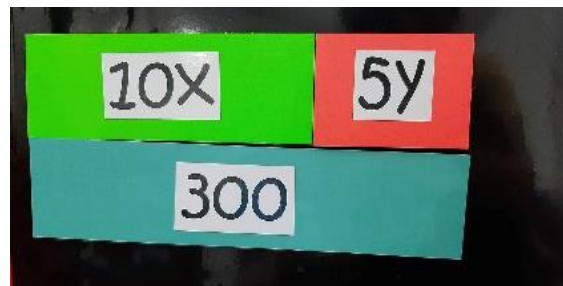
ตารางที่ 1 การจัดการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้หลัก	กิจกรรม
1. สมการเชิงเส้นสองตัวแปร	ใช้บาร์โมเดลจัดรูปสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	ครูยกตัวอย่างสมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่พบเห็นได้บ่อย ครูกำหนดโจทย์มาให้ให้นักเรียน จากนั้นให้นักเรียนทำความเข้าใจโจทย์ ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร ควบคู่กับการใช้บาร์โมเดล ทำกิจกรรมกลุ่ม อภิปรายพร้อมสุ่มถาม
2. การจัดรูปสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	ใช้บาร์โมเดลจัดรูปสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	ยกตัวอย่างสถานการณ์ของปัญหา เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัว เขียนสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในรูปแบบที่กำหนด วางแผนการวาดรูปบาร์โมเดล โดยให้นักเรียนลองคิดและวาดรูปบาร์ออกมาตามสิ่งที่โจทย์ต้องการ ทำกิจกรรมกลุ่ม อภิปรายพร้อมสุ่มถาม
3. คำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	ใช้บาร์โมเดลแสดงคำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	แสดงวิธีทำและลงมือคำนวณ ครูให้นักเรียนลงมือทำตามลักษณะบาร์ที่นักเรียนวาดออกมา ทำกิจกรรมกลุ่ม อภิปรายพร้อมสุ่มถาม
4. ตรวจสอบคำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	ใช้บาร์โมเดลแสดงคำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	ครูทบทวนวิธีหาคำตอบทั้งหมดของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรโดยใช้บาร์โมเดล แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบ ทำกิจกรรมกลุ่ม อภิปรายพร้อมสุ่มถาม และสรุปความคิดรวบยอด

ภาพตัวอย่างการแสดงวิธีหาคำตอบโดยใช้เทคนิคบาร์โมเดลในการวิจัยนี้ ดังภาพที่ 1



ก) คำถามสมการเชิงเส้นสองตัวแปร



ข) การใช้เทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล

ภาพที่ 1 ตัวอย่างการแสดงวิธีหาคำตอบโดยใช้เทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบวัดความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที ดังตัวอย่างในภาพที่ 2

- ตัวเลือกใดต่อไปนี้เป็นรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัว (ข้อสอบวัดความเข้าใจ)
 - ก. $ax + by + c = 0$
 - ข. $ax^2 + by + c = 0$
 - ค. $ax^2 + bx = 0$
 - ง. $ax^3 + bx^2 = 0$
- กำหนดให้ x เป็นจำนวนที่มีค่าน้อยกว่า y อยู่ 30 จากโจทย์กำหนดให้ สามารถเขียนสมการได้ตามข้อใด (ข้อสอบวัดความเข้าใจ)
 - ก. $y + x = 30$
 - ข. $y - x = 30$
 - ค. $x - y = 30$
 - ง. $xy = 30$

ภาพที่ 2 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของ Likert กำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด โดยพิจารณาเนื้อหา 3 ด้าน คือ 1) ด้านปัจจัยนำเข้า ประเมินเกี่ยวกับความเหมาะสมของบรรยากาศการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล 2) ด้านกระบวนการ ประเมินเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล 3) ประเมินด้านผลผลิต ประเมินเกี่ยวกับประโยชน์และความรู้ของนักเรียนที่ได้รับ

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 1) ก่อนทำการทดลองผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวนทั้งสิ้น 30 ข้อ
- 2) ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น จำนวน 4 แผน จำนวน 2 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง
- 3) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ซึ่งเป็นชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน
- 4) นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบ มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ
- 5) ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล

การวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังต่อไปนี้

- 1) หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยใช้สูตร E_1/E_2

ตัวอย่างการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล
ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนในการทำแบบทดสอบระหว่างการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล ดัง
ตัวอย่างในภาพที่ 3

คำตอบของนักเรียน	ผลการวิเคราะห์
คำชี้แจง จงหาคำตอบ 1. กำหนดประโยค "ใจกับเจชายกระเป๋ามีรวมกัน 7 ใบ" 1.1) เขียนประโยคที่กำหนดให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ (ให้ x แทนจำนวนกระเป๋าสีใจและ y แทนจำนวนกระเป๋าสีเจชายได้) x y 1x x แทนจำนวนกระเป๋าสีใจ y y แทนจำนวนกระเป๋าสีเจชาย 5 x y 7 y = 7 - x	นักเรียนสามารถแสดงวิธี หาคำตอบโดยใช้เทคนิค บาร์โมเดลได้ และจาก ตัวอย่างที่ยกตัวอย่างมา ทำ ให้เห็นว่านักเรียนมีความ เข้าใจ สามารถจัดรูป สมการเพื่อหาคำตอบใน รูปแบบคู่อันดับได้

ภาพที่ 3 ตัวอย่างการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล

- 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้
เทคนิคบาร์โมเดล โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05
- 3) ประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล โดยใช้สถิติร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และ
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิคบาร์โมเดล เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิคบาร์โมเดล เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ในการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้จะใช้คะแนน
จากการทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมี
ประสิทธิภาพของผลการจัดการเรียนรู้ ดังปรากฏในตาราง 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิคบาร์โมเดล

ประสิทธิภาพ (E)	คะแนนเต็ม	mean	(%)
ระหว่างเรียน (E ₁)	40	32.38	80.95
หลังเรียน (E ₂)	30	24.47	81.57

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตารางที่ 2 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้
กล่าวคือ ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้ (E₁) คิดเป็นร้อยละ 80.95 ส่วนประสิทธิภาพของ
แผนการจัดการเรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้ (E₂) คิดเป็นร้อยละ 81.57 จะเห็นว่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้สูงกว่า
เกณฑ์ (80/80) ที่ตั้งไว้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล โดยการนำคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (t-test for dependent samples) ดังปรากฏในตาราง 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล

การทดสอบ	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	mean	S.D.	t-test	sig
ก่อนเรียน	42	30	7.79	2.90	34.00*	.00*
หลังเรียน	42	30	24.47	1.13		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.79 และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.47 เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความแตกต่างกันเท่ากับ 16.68 คะแนน ดังนั้นจากการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า ค่าเฉลี่ยของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล

ผลจากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดลในครั้งนี้ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจของนักเรียนโดยภาพรวมอยู่ระดับมาก (mean = 4.48, S.D. = 0.52) โดยมีความพึงพอใจต่อด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด (mean = 4.58, S.D. = 0.44) ด้านการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด (mean = 4.57, S.D. = 0.33) และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก (mean = 4.41, S.D. = 0.30) ดังปรากฏในตาราง 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล

ข้อความ	mean	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล	4.58	0.44	มากที่สุด
1.1 นักเรียนสนุกทุกครั้งในการทำกิจกรรมตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	4.62	0.49	มากที่สุด
1.2 การจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ทำให้นักเรียนมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน	4.52	0.59	มากที่สุด
1.3 การจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ ทำให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ	4.60	0.58	มากที่สุด
2. ด้านการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล	4.57	0.33	มากที่สุด
2.1 นักเรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติได้อย่างเป็นระบบ	4.69	0.47	มากที่สุด
2.2 นักเรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ได้และทำได้ไม่ยาก	4.57	0.50	มากที่สุด
2.3 เป็นการจัดกิจกรรมเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นร่วมกัน	4.45	0.55	มาก
3. ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล	4.41	0.30	มาก
3.1 การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการคิดที่เป็นลำดับขั้นตอน	4.67	0.57	มากที่สุด
3.2 การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะด้านการอ่าน	4.69	0.47	มากที่สุด
3.3 นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ในระยะเวลาที่กำหนดให้	4.12	0.70	มาก
3.4 นักเรียนเกิดความภูมิใจในตนเองที่สามารถเข้าใจเนื้อหาที่ยากได้ด้วยตนเอง	4.55	0.59	มากที่สุด
3.5 การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจโจทย์ปัญหาได้ง่ายขึ้น	4.43	0.55	มาก
3.6 ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองได้	4.36	0.57	มาก
3.7 การจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.24	0.53	มาก
3.8 นักเรียนชอบและความพอใจกับการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้	4.26	0.62	มาก
โดยภาพรวม (ค่าเฉลี่ย)	4.48	0.52	มาก

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถสรุปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.95/81.60
2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ความพึงพอใจที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล อยู่ระดับมาก โดยภาพรวม มีค่าเฉลี่ย (mean) เท่ากับ 4.48 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.52

การอภิปรายผล

จากผลการวิจัย พบว่า

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.95/81.60 หมายความว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดจากการทำใบงานระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ 80.95 และเมื่อทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 81.60 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 อาจเนื่องมาจาก ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามกระบวนการสร้างอย่างเป็นระบบมีแบบแผนและเป็นขั้นตอนซึ่งทุกขั้นตอนได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและได้มีการปรับปรุงแก้ไขจนได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์และมีคุณภาพ จึงทำให้เมื่อทำการทดลองแล้วทำให้แผนการจัดการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Phalawae (2014) ได้พัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก การลบ จำนวน 8 แผน มีประสิทธิภาพรวมเท่ากับ 80.58/89.67 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์คือ 75/75 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Prempreeda (2014) ได้พัฒนาชุดฝึกทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยทฤษฎีบาร์โมเดล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยทฤษฎีบาร์โมเดล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพ 82.13 / 83.11 ซึ่งผ่านเกณฑ์ 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล เป็นยุทธวิธีการทำโจทย์ปัญหาอย่างหนึ่ง ที่ทำให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ข้อความจากโจทย์ปัญหามาเชื่อมโยงกับความคิด วิเคราะห์ ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน แล้ววาดออกมาเป็นรูปบาร์โมเดล เป็นวิธีช่วยทำให้นักเรียนสามารถทำโจทย์ ปัญหาได้อย่างง่ายดายและถูกต้อง และแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 จึงส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ เกิดความคิดรวบยอดและสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนสามารถเข้าใจโจทย์ ว่าโจทย์ให้อะไรมา ถามหาอะไร และสามารถทำโจทย์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Srikasem (2018) ได้ทำวิจัยเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับบาร์โมเดลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับบาร์โมเดล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khemthong (2016) ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยแบบการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sangprasert (2018) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดลกับการเรียนแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการเรียนโดยใช้การแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดลในครั้งนี้ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจของนักเรียนโดยภาพรวมอยู่ระดับมาก (mean = 4.48, S.D. = 0.23) โดยมีความพึงพอใจต่อด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด (mean = 4.58, S.D. = 0.44) ด้านการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด (mean = 4.57, S.D. = 0.33) และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก (mean = 4.41, S.D. = 0.30) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้โดย

ใช้เทคนิค บาร์โมเดล ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ข้อความจากโจทย์ปัญหามานำมาเชื่อมโยงกับความคิดวิเคราะห์ แล้ววาดออกมาเป็นรูปบาร์โมเดล ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเกิดความคิดรวบยอด และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนสามารถทำโจทย์ปัญหาได้อย่างง่าย รวมทั้งนักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องชัดเจน โดยครูคอยช่วยเหลือ สนับสนุนและให้กำลังใจ หลังการเรียนรู้ นักเรียนมีโอกาสตรวจสอบผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง ช่วยให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน และมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Phusuwan (2018) ได้ทำวิจัยเรื่อง พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมวัดสุทธาราม โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล มีความพึงพอใจต่อการ เรียนในด้านครูผู้สอน ด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ ด้าน การวัดและประเมินผล ทุกด้านอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดลนั้น ครูผู้สอนต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิคบาร์โมเดล ต้องเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับนักเรียนและเนื้อหา ต้องวางแผนในการเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ และต้องคอยให้คำแนะนำนักเรียนในทุกกิจกรรม
2. เมื่อสอนจบในแต่ละแผน ครูผู้สอนควรตั้งคำถาม ให้นักเรียนได้ร่วมอภิปราย เพื่อให้ผู้เรียนเข้าถึงกิจกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยสร้างแรงจูงใจและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ช่วยสร้างลักษณะนิสัยการขบคิดให้กับผู้เรียน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล กับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ
2. ควรมีการศึกษาถึงตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนหลังการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล เช่น ความวิตกกังวล ความสนใจและความคงทนทางการเรียน

เอกสารอ้างอิง

- Aunjit, A., and Sahatsathatsana, C. (2018). The development of learning achievement on solving the linear equation with two variables through peer tutoring lesson plans for grade-9 students at Kalasin College of Dramatic Arts (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 1(2), 196-205.
- Bureau of Educational Testing. (2003). **Educational evaluation in classroom** (in Thai). Bangkok: Bureau of Educational Testing. Department of Academic Affairs, Ministry of Education.
- Intasang, S. (2015). Teaching on problem solving using bar model (in Thai). **IPST Magazine**. 43(194), 27-30.
- Kho, T. H. (1987). Mathematical models for solving arithmetic problems. In **Proceedings of the Fourth Southeast Asian Conference on Mathematical Education** (pp. 345-351). Singapore: Institute of Education.
- Ministry of Education, (2017). **Basic education core curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)** (in Thai). Bangkok: Agriculture Co-Operative Federation of Thailand.
- Phalawae, N. (2014). Teaching for developing the mathematics problem solving skill based on the Polya problem solving together with bar model drawing technique for Matthayomsuksa 2 students (in Thai). **Master's Thesis**. Chiangrai: Chiangrai Rajabhat University.
- Phusuwan, P. (2018). The development of mathematics learning achievement on the linear equation with one variable problem solving of Matthayomsuksa 1 students of Watsuttharam School through the use of bar technique (in Thai). **Master's Thesis**. Bangkok: Ramkhanhaeng University.
- Prempreeda, S. (2014). The development of exercise on mathematics problem solving through the use of bar model of Matthayomsuksa 3 students (in Thai). **Master's Thesis**. Bangkok: Dhonburi Rajabhat University.

- Sangprasert, C. (2018). The comparison of mathematics learning achievement on the application of linear equation with one variable of Matthayomsuksa 2 students through the use of problem solving of Polya together with bar Model drawing technique with the traditional teaching (in Thai). **Master's Thesis**. Bangkok: Ramkhanhaeng University.
- Srikasem, P. (2018). Mathematics problem solving through the use of star method together with bar model of Matthayomsuksa 2 students (in Thai). **Master's Thesis**. Chachoengsao: Rajanagarindra Rajabhat University.
- The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). **The result of the Ordinary National Education Test (O-Net) of Matthayomsuksa 3 in the academic year 2017** (in Thai). Bangkok: Khurusapha Latphrao Press.
- Yothanan, W. (2017). The development of skills training for problem solving in mathematics by using drawing techniques Model bar of grade 6 (in Thai). Retrieved December 1, 2017, from **bmamedia**: <http://bmamedia.in.th/bmamedia/wp-content/uploads/2017/09/math6003.pdf>

บทความวิจัย

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบชิปปาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

ราชันย์ ขาวบุญชู¹ ออมสิน แสนศรี¹ ปวีณา ชันธิลา² และประภาพร หนองหารพิทักษ์^{2*}¹หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์²สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

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

รับบทความ: 24 มีนาคม 2563 แก้ไขบทความ: 2 พฤษภาคม 2563 ยอมรับตีพิมพ์: 8 พฤษภาคม 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบชิปปาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนจำปาโมงวิทยาคาร จำนวน 26 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) แบบวัดความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.65/74.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 0.5890 3) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (mean = 14.85, S.D. = 2.65) สูงกว่าก่อนเรียน (mean = 7.46, S.D. = 3.61) ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ใหม่นี้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้ในครั้งนี้อยู่ในระดับมากที่สุด (mean = 4.62, S.D. = 0.62)

คำสำคัญ: การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ รูปแบบชิปปา กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

อ้างอิงบทความนี้

ราชันย์ ขาวบุญชู ออมสิน แสนศรี ปวีณา ชันธิลา และประภาพร หนองหารพิทักษ์. (2563). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบชิปปาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 3(2), 116-124.

Research Article

Development of the mathematics learning achievement in solving of derivative problems topic for grade-12 students base on CIPPA model emphasizing Polya's problem solving processes

Rachun Khaokunchon¹, Oomsin Saensri¹, Paweena Khansila² and Prapaporn Nongharnpituk^{2,*}

¹*Bachelor of Education Program in Mathematics, Kalasin University*

²*Department of Mathematics, Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University*

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

Received <24 March 2020>; Revised <2 May 2020>; Accepted <8 May 2020>

Abstract

The objectives of this study were to: 1) develop mathematics learning lesson plans in solving of derivative problems topic for Grade - 12 students base on CIPPA model emphasizing Polya's problem solving processes with efficiency according to criteria of 70/70, 2) study the effectiveness index of lesson plans, 3) to compare learning achievement before and after learning by using the developed lesson plans, and 4) evaluate students' satisfied toward instruction. The target group included 26 Grade - 12 students, Champamongwittayakarn School, in the second semester of the 2019 academic year. The samples this research were selected by purposive sampling. The instruments of this study consisted of: 1) the lesson management plans, 2) mathematics learning achievement test, and 3) satisfaction rating scale form. The study indicated that: 1) the efficiency of the lesson plans in solving of in solving of derivative problems topic for Grade-12 students based on CIPPA model emphasizing Polya's problem solving processes produced were 73.65/74.25 which was higher than the determination criteria 70/70, 2) the effectiveness index toward instruction was 0.5890, 3) the learning achievement score for the post-test (mean = 14.85, S.D. = 2.65) was statistically significantly higher than that of the pre-test (mean=7.46, S.D.=3.61) at the 0.05 level, and 4) the students were satisfied with learning outcome approach in the highest level (mean = 4.62, S.D. = 0.62).

Keywords: Solving of derivative problems, CIPPA Model, Polya's problem solving processes

Cite this article:

Khaokunchon, R., Saensri, O., Khansila, P. and Nongharnpituk, P. (2020). Development of the mathematics learning achievement in solving of derivative problems topic for grade-12 students base on CIPPA model emphasizing Polya's problem solving processes (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 3(2), 116-124.

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาทักษะการคิดของมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบระเบียบ คิดอย่างมีแบบแผน และสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบช่วยให้คาดการณ์วางแผนตัดสินใจแก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (The ministry of education, 2008) ซึ่งหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบหลักสูตร คือ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎี ในสาระคณิตศาสตร์ที่จำเป็น พร้อมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ได้ มีความสามารถในการแก้ปัญหา สื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงให้เหตุผลและมีความคิดสร้างสรรค์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ เห็นคุณค่าและตระหนักถึงความสำคัญของ คณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้นตลอดจนการประกอบอาชีพ พร้อมทั้งมีความสามารถในการเลือกใช้สื่อ อุปกรณ์เทคโนโลยีและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงานและการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

จากความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญและมีบทบาทมาก ต้องจัดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นต้องฝึกฝนให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน มีระเบียบแบบแผนและรู้จักตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ สนุกสนาน และสามารถนำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญในการจัดการเรียนรู้อย่างมาก แต่ถ้านักเรียนเรียนยังไม่คล่องด้านการท่องจำ คิดคำนวณได้เฉพาะปัญหาที่มีสัญลักษณ์ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้จักกับสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ดังนั้นครูผู้สอนควรสรรหาวิธีที่ทำให้นักเรียนเข้าใจ เรียนรู้ได้อย่างสนุกสนานจนเกิดเจตคติที่ดีต่อการคิด การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และสามารถใช้ความรู้พื้นฐานในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่าง ๆ (Tipkong, 2001)

ในสภาพการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันพบว่ายังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เห็นได้จากค่าสถิติผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนจำปาโม่งวิทยาคาร ปีการศึกษา 2559 – 2561 พบว่าคะแนนวิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ ปีการศึกษา 2559 มีคะแนนเฉลี่ย 18.85 ปีการศึกษา 2560 มีคะแนนเฉลี่ย 14.86 และปีการศึกษา 2561 มีคะแนนเฉลี่ย 18.42 (Champamongwittayakarn School, 2019) ซึ่งจากการสัมภาษณ์ครูประจำรายวิชาคณิตศาสตร์ ทราบว่า โรงเรียนจำปาโม่งวิทยาคาร มีการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ห้องเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตั้งแต่ ปีการศึกษา 2559 – 2561 อยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำและไม่เป็นที่น่าพอใจ จากการสอบถามและสัมภาษณ์เรื่องนี้นักเรียนมีปัญหามากที่สุดคือ เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน ซึ่งสาเหตุเนื่องมาจากการแก้โจทย์ปัญหาเป็นส่วนใหญ่ และไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้

จากปัญหาข้างต้นที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนจะต้องใช้ความคิด ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการ ประสบการณ์ ความรู้ ความพยายาม เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ผู้สอนควรปลูกฝังให้ผู้เรียนเข้าใจถึงขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหา เพราะถ้าผู้เรียนมีความรู้ และเข้าใจขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหา แล้วผู้เรียนก็สามารถแก้ปัญหานั้นได้ดีและมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย Booncherd, Chintim and Trisirat (2014) ได้ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบซิปปา ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง บทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 76.00 และมีจำนวนผู้เรียน ร้อยละ 85 ของจำนวนผู้เรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป และงานวิจัยของ Pongkeaw (2012) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้รูปแบบซิปปาร่วมกับการใช้เทคนิคของโพลยาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นนั้น เห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้รูปแบบซิปปาร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีขึ้น

จากปัญหาและเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยต้องการพัฒนาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนจำปาโม่งวิทยาคาร อำเภอบ้านฝาง จังหวัดอุดรธานี โดยใช้รูปแบบซิปปา ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อให้ผู้เรียนได้มีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

รวมถึงรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนในชั้นเรียนมากกว่ารูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติที่เคยใช้ในห้องเรียน

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1. เพื่อพัฒนาแผนจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ โดยใช้รูปแบบซิปปาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
- 2. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
- 3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา
- 4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิธีดำเนินการวิจัย

แบบแผนการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pre-test/Post-test Design) (Saiyod, 1995) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลองกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

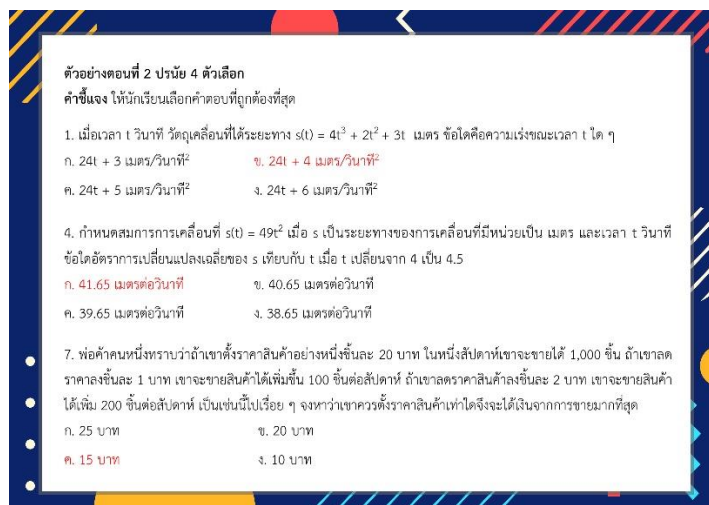
กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
N	T ₁	X	T ₂

เมื่อ	N	แทน	กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย
	T ₁	แทน	การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre – test)
	X	แทน	การจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบซิปปา ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา
	T ₂	แทน	การทดสอบหลังการทดลอง (Post – test)

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนจำปาโมงวิทยา การ ที่กำลังศึกษาภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี จำนวน 26 คน โดยมาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

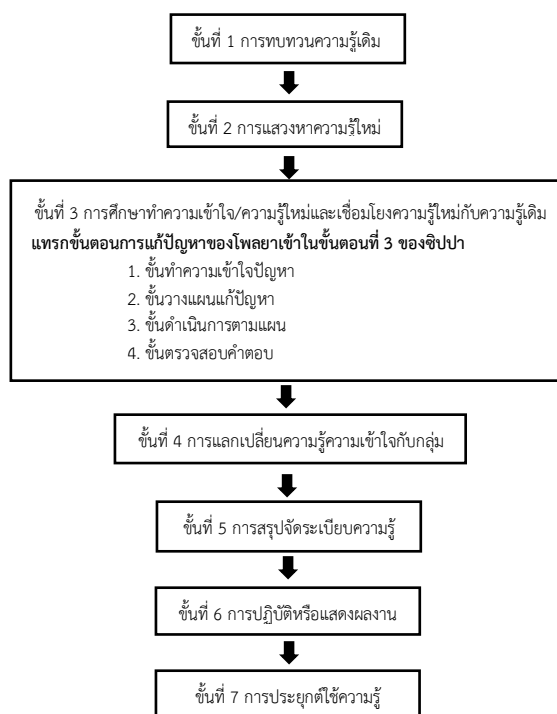
- 1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นของนักเรียน จำนวน 4 แผน ได้แก่ 1) โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอนุพันธ์ของฟังก์ชัน 2) โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตโดยใช้สูตร 3) โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอนุพันธ์อันดับสูง และ 4) โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุด
- 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.40 - 0.95 และได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 1.00 และแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.60 - 0.70 และได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 – 0.87 และมีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.82 (ภาพที่ 1)
- 3. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน ต่อการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 13 ข้อ ทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 – 1.00 และค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach ได้ค่าเท่ากับ 0.78 ถือได้ว่าแบบวัดความพึงพอใจฉบับนี้มีความน่าเชื่อถือสูง



ภาพที่ 1 ตัวอย่างแบบทดสอบ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์

ขั้นตอนในการทดลอง ในการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ทำการทดสอบด้วยตนเอง
2. ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรม โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น จำนวน 4 แผน แผนละ 50 นาที สัปดาห์ละ 1 แผน รวม 4 สัปดาห์ การกำหนดกิจกรรมซึ่งแบ่งเป็น 5 สัปดาห์ และตัวอย่างโครงสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชิปปาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

3. เมื่อสิ้นสุดการทดลองผู้วิจัยดำเนินการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ ชุดเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบวัดผลการเรียนรู้ก่อนการทดลอง ดังภาพที่ 3
4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนโรงเรียนโรงเรียนจำปาโม่งวิทยาคาร ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
5. ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้



ภาพที่ 3 การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้รูปแบบซิปปาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

การวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ ของนักเรียน โดยใช้ (E_1/E_2)
2. วิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผลหลังจากการจัดการเรียนรู้ (Effectiveness index: E.I.)
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้สถิติ (t - test for dependent Samples)
4. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนในครั้งนี้ โดยหาค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการพัฒนาแผนจัดการเรียนรู้และนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มตัวอย่าง สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว มีค่าเฉลี่ยคะแนนระหว่างเรียนเท่ากับ 29.46 คิดเป็นร้อยละ 73.65 และมีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังจากการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 14.85 คิดเป็นร้อยละ 74.25 ดังนั้นจึงได้ว่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่า (E_1/E_2) เท่ากับ 73.65/74.25 จำแนกเป็นคะแนนแบบทดสอบย่อยระหว่างการจัดการเรียนรู้ (E_1) เท่ากับร้อยละ 73.65 และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 74.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70 ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนั้นช่วยให้นักเรียนมีรูปแบบการคิดอย่างเป็นขั้นตอนและมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่มของตนเองอีกด้วย ดังแสดงตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์

จำนวน 26 คน	คะแนนแบบทดสอบย่อยระหว่างการจัดการเรียนรู้					คะแนน แบบทดสอบหลัง เรียน (20 คะแนน)
	แผนที่ 1 (10 คะแนน)	แผนที่ 2 (10 คะแนน)	แผนที่ 3 (10 คะแนน)	แผนที่ 4 (10 คะแนน)	คะแนนรวม แบบทดสอบย่อย (40 คะแนน)	
mean	7.54	7.58	7.42	6.92	29.46	14.85
ร้อยละ (E_1/E_2)	75.38	75.77	74.23	69.23	73.65	74.25
	73.65					74.25

ผลจากการศึกษาประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการขั้นตอนที่สร้างและพัฒนาขึ้นมา ได้ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม ซึ่งจากการศึกษาเอกสารเนื้อหาเทคนิควิธีการจากแหล่งการเรียนรู้ และเอกสารที่เกี่ยวข้องพร้อมทั้งงานวิจัยต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kapthong (2009) ที่ศึกษาเรื่องการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหา การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน โดยใช้ชุดกิจกรรม ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ชุดกิจกรรม ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปามีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.79/82.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 รวมถึงงานของ Suranat, Boontongtherng and Ekkapim (2017) ที่ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบซิปปาประกอบแผนผัง Four Squares เรื่อง การบวก การลบ และการหารทศนิยม พบว่ามีประสิทธิภาพ เท่ากับ 85.61/82.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75

2. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ มีคะแนนเต็มเท่ากับ 520 คะแนน ผลรวมของคะแนนหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนที่สร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 386 คะแนน และผลรวมของคะแนนก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 194 คะแนน เมื่อนำมาหาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนที่สร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.5890 ซึ่งโดยภาพรวมมีคะแนนเพิ่มขึ้น 0.5890 หรือคิดเป็นร้อยละ 58.90 แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลสรุปดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์

ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม	ผลรวมของคะแนนหลังเรียน	ผลรวมของคะแนนก่อนเรียน	E.I.
20×26	386	194	0.5890

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเป็นการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ออกสาได้ปฏิสัมพันธ์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน และฝึกฝนทักษะจากแบบฝึกทักษะ ได้ศึกษาหาความรู้จากเอกสาร พร้อมทั้งแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ได้ทำกิจกรรมหลากหลาย นักเรียนได้มีการเคลื่อนไหวทางกายสติปัญญาอารมณ์และสังคม อย่างเหมาะสม ทำให้มีความตื่นตัว สามารถรับรู้และเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี และนักเรียนได้นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ในการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีตามมา Khammanee (2009) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Saengchali (2006) พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบชิปปากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7107 คิดเป็นร้อยละ 71.07

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ พบว่า มีค่าเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 14.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.61 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.46 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.65 ซึ่งจากการใช้สถิติทดสอบพบว่าค่า t - test เท่ากับ 13.31 ซึ่งสูงกว่าค่าวิกฤต จึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์

การทดสอบ	จำนวน(คน)	คะแนนเต็ม	mean	ร้อยละ	S.D.	t - test	df
ก่อนเรียน	26	20	7.46	37.30	3.61	13.31*	25
หลังเรียน	26	20	14.85	74.25	2.65		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ เป็นกระบวนการของการสร้างองค์ความรู้และจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์กัน ได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การฝึกฝนทักษะกระบวนการต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากแต่ละขั้นตอนช่วยให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมหลากหลาย สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียน และการดำเนินชีวิตในปัจจุบันได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Lawtern (2009) ที่วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้รูปแบบชิปปา พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ และผลการวิเคราะห์พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกทั้ง 5 ด้าน ในการเรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้รูปแบบชิปปา พบว่า วิธีการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนเกิดจากการเคลื่อนไหว ที่มีจุดมุ่งหมายในการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลหรือการศึกษาเอกสาร โดยใช้ผลจากการทำแบบฝึกหัด ประเมินผลการเรียนรู้ที่ปฏิบัติได้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Siriphat, Nongharnpituk and Khansila (2019) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kansomsup, Juithong and Kongthong (2019) ได้ศึกษาการศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ รูปแบบชิปปาร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ผลวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบชิปปาร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ พบว่า คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้ โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย (mean) เท่ากับ 4.62 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.62 ซึ่งทำการประเมิน

ความคิดเห็นหลังการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ด้าน แสดงว่าแบบประเมินความพึงพอใจฉบับนี้ มีค่าความเชื่อมั่นสูง ซึ่งแปลความหมายได้ว่านักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด และภาพรวมรายด้านพบว่า ด้านครูผู้สอน มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.63 ด้านการให้คำปรึกษา มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.63 ด้านความรู้/ความเข้าใจ/และนำไปใช้ มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.63 และด้านสถานที่/ระยะเวลา มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.58 ซึ่งทุกด้านแปลความหมายได้ว่านักเรียนความพึงพอใจมากที่สุด และภาพรวมจะเห็นได้ว่า ด้านความรู้/ความเข้าใจ/และนำไปใช้ เป็นด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดจากทั้ง 4 ด้าน คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.62 ซึ่งอาจมาจากสาเหตุที่ผู้สอนได้ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมาทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เพิ่มขึ้นจากการเรียนแบบปกติ แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหามนุพันธ์

รายการประเมิน	mean	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านครูผู้สอน			
1. การเตรียมตัวและความพร้อมของครูผู้สอน	4.77	0.43	มากที่สุด
2. สามารถอธิบายเนื้อหาได้ชัดเจนและตรงหัวข้อที่สอน	4.35	0.75	มาก
3. ใช้ภาษาที่สุภาพและเข้าใจง่าย	4.69	0.55	มากที่สุด
4. บุคลิกภาพของครูผู้สอน	4.69	0.55	มากที่สุด
รวม	4.63	0.59	มากที่สุด
ด้านสถานที่/ระยะเวลา			
5. ห้องเรียนสะอาด และมีความเหมาะสม	4.54	0.65	มากที่สุด
6. ความพร้อมของสื่อการเรียนการสอน	4.46	0.71	มาก
7. ระยะเวลาการทำกิจกรรมเหมาะสม	4.73	0.53	มากที่สุด
รวม	4.58	0.63	มากที่สุด
ด้านการให้คำปรึกษา			
8. การอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน	4.62	0.70	มากที่สุด
9. การให้คำแนะนำหรือตอบข้อซักถามแก่ผู้เรียน	4.65	0.63	มากที่สุด
รวม	4.63	0.66	มากที่สุด
ด้านความรู้/ความเข้าใจ/และนำไปใช้			
10. มีความรู้ความเข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหามนุพันธ์	4.69	0.62	มากที่สุด
11. สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้	4.54	0.65	มากที่สุด
12. สามารถแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ	4.62	0.64	มากที่สุด
13. สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเองได้	4.69	0.55	มากที่สุด
รวม	4.63	0.61	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.62	0.62	มากที่สุด

ซึ่งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pongkeaw (2012) ที่ได้ศึกษาความพึงพอใจของการจัดการเรียนรู้รูปแบบซิปปา ร่วมกับการใช้เทคนิคของโพลยาในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยที่ 4.85 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.22

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัย สรุปได้ว่าแผนจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหามนุพันธ์ โดยใช้รูปแบบซิปปาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.65/74.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 70/70 มีดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 0.5890 แสดงว่าผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.5890 หรือคิดเป็นร้อยละ 58.90 จัดว่าเป็นความก้าวหน้าระดับปานกลาง ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (กำหนดไว้ที่ 0.50) โดยที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหามนุพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ใน

ระดับมากที่สุด (mean = 4.62, S.D.- 0.62) และยังพบว่าด้านความรู้ ความเข้าใจและนำไปใช้เป็นส่วนที่มีความพึงพอใจมากที่สุดเมื่อเทียบกับทุกด้านแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสนใจในส่วนของการรู้มากขึ้น

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัยในครั้งต่อไปดังนี้

1. ควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นอื่น และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมและพัฒนาด้านทักษะและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

2. ควรมีการศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เช่น ความวิตกกังวล ความสนใจและความคงทนในการเรียน

เอกสารอ้างอิง

- Booncherd, S., Chimtim, K. and Trisirirat, J. (2014). The development of mathematics learning activities based on CIPPA model emphasizing Polya's problem solving processes on application for Prathomsuksa 5 (in Thai). **Journal of Education Khon Kaen University**, 37(4), 149-155.
- Champamongwittayakarn School. (2019). Ordinary national educational test of Grade 12 students for Champamongwittayakarn School in 2016 – 2019 academic year (in Thai). Retrieved July 20, 2019 from Academic Department of Champamongwittayakarn School: <http://www.champamongwit.ac.th>
- Kapthong, K. (2009). The development of mathematics process in addition, subtraction, multiple and fraction division using activities program with CIPPA model for students in Prathomsuksa 6, Office Of Surin Educational Service Area 1(in Thai). **Master's Thesis**. Surin: Surindra Rajabhat University.
- Kansomsup, K., Juithong, S., and Kongthong, U. (2019). A study of the ability to solve word problems of grade 3 students using a teaching approach on CIPPA model integrated with polya's problems solving process (in Thai). **Journal of Valaya Alongkorn Review**, 8(2), 129-139.
- Khammanee, T. (2009). **Science of teaching pedagogy** (in Thai). Bangkok: Darnsutha Press.
- Lawtern, S. (2009). Organizing CIPPA's learning model on the topic of decimal division for Prathom 6 students (in Thai). **Master's Thesis**. Chiangmai: Chiangmai University.
- Poungkeaw, S. (2012). The results of learning management by using CIPPA model instruction and Polya's method on achievement and mathematical solving problem skill (in Thai). **Master's Thesis**. Songkhla: Thaksin University.
- Saengchali, P. (2006). Effects of learning parallels between organization of learning activities based on the CIPPA model and learning activities based on the IPST model on learning outcome of Mathayomsuksa 2 students (in Thai). **Master's Thesis**. Mahasarakham: Mahasarakham University.
- Saiyod, L. and Saiyod, A. (1995). **Techniques in educational research** (in Thai). Bangkok: Suweeriyasarn.
- Siriphat, P., Nongharnpituk, P. and Khansila, P. (2019). The development of mathematics problem solving abilities on the application of linear equations with one variable of Grade-8 students using emphasized on Polya's problem solving methods (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 2(1), 23-33.
- Suranat, C., Boontongtherng, P. and Ekkapim, S. (2017). Development of the mathematics achievement and analytical thinking through CIPPA model accompany with four squares writing graphic organizer for sixth grade students (in Thai). In **Proceedings of 2nd RMU Graduate Research Conference** (pp. 931-937). Maha Sarakham: Rajabhat Maha Sarakham University.
- The ministry of education. (2008). **The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)** (in Thai). Bangkok: Printing Press of the Agricultural Co-operative Federation of Thailand.
- Tipkong, S. (2001). **Solving mathematics problems** (in Thai). Bangkok: Kurusapa Printing Ladphrao.

บทความวิจัย

การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางร่วมกับการใช้เฟซบุ๊ก ในรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กฤษฎาวัฒน์ ทรัพย์กุล¹ ชนกกานต์ สหัทธสน์^{2*} และปนัดดา สังข์ศรีแก้ว³¹หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์³คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

*Email: Chanokgan2401@gmail.com

รับบทความ: 11 มีนาคม 2563 แก้ไขบทความ: 11 เมษายน 2563 ยอมรับตีพิมพ์: 12 พฤษภาคม 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางร่วมกับการใช้เฟซบุ๊ก 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น และ 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสหสกลศึกษา ปีการศึกษา 2562 จำนวน 40 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจ ผลการวิจัย พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางในครั้งนี้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.16/84.38 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานซึ่งตั้งไว้ที่ 80/80 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง หลังเรียน (mean = 16.88, S.D. = 1.26) สูงกว่า ก่อนเรียน (mean = 7.98, S.D. = 2.03) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ครั้งนี้อยู่ในระดับมาก (mean = 4.33, S.D. = 0.62)

คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เลขยกกำลัง ห้องเรียนกลับทาง เฟซบุ๊ก

อ้างอิงบทความนี้

กฤษฎาวัฒน์ ทรัพย์กุล ชนกกานต์ สหัทธสน์ และปนัดดา สังข์ศรีแก้ว. (2563). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางร่วมกับการใช้เฟซบุ๊กในรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 3(2), 125-133.

Research Article

The development of Flipped Classroom learning activities integrated with the Facebook of mathematics for grade-8 students

Kitsadawat Supkul¹, Chanokgan Sahatsathatsana^{2*} and Panadda Sungsrikaew³

¹Bachelor of Education course Department of Mathematics Kalasin University

²Faculty of Science and Health Technology Kalasin University

³Faculty of Education and Educational Innovation Kalasin University

*Email: Chanokgan2401@gmail.com

Received <11 March 2020>; Revised <11 April 2020>; Accepted <12 May 2020>

Abstract

The purposes of this research were to 1) find out the efficiency of mathematics lesson plan using Flipped Classroom integrated with Facebook®, 2) compare the learning achievement of mathematics from using the developed learning activities and 3) study the students' satisfaction from using the developed learning activities. The samples were 40 students of Sahatsakhansuksa School studying in the academic year 2019 selected by using purposive sampling method. The research instruments were the learning management plan, the learning achievement test, and the satisfaction evaluation form. The results revealed that the efficiency of the developed lesson plan was of 86.16/84.38, higher than the committed 80/80 criterion. The students' learning achievement of the mathematics after learning (mean = 16.88, S.D. = 1.26) was significantly higher than before one (mean = 7.98, S.D. = 2.03) at the level of 0.05. In addition, the students' satisfaction of learning via this approach was at a high level (mean = 4.33, S.D. = 0.62).

Keywords: Mathematics achievement Exponential Flipped classroom Facebook®

Cite this article:

Supkul, K., Sahatsathatsana, C. and Sungsrikaew, P. (2020). The development of Flipped Classroom learning activities integrated with the Facebook of mathematics for grade-8 students (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 3(2), 125-133.

บทนำ

การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนในประเทศไทยให้มีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาสื่อการสอน เพราะสื่อการสอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะช่วยให้การสอนเป็นไปตามเจตนารมณ์ของหลักสูตร กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดนโยบายที่สนับสนุนให้มีการใช้และพัฒนาสื่อการเรียนการสอน โดยสนับสนุนให้มีการใช้สื่อการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย และมีการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนทุกประเภท ทุกรูปแบบอย่างต่อเนื่อง (Wiangsuwan and Wiangsuwan, 1999) สื่อสังคมออนไลน์ (social media) ได้เข้ามามีบทบาทในการพัฒนาสื่อการสอนเพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน สื่อสังคมออนไลน์ได้ถูกให้คำนิยามว่า กลุ่มเครื่องมือที่ใช้อินเทอร์เน็ต เป็นพื้นฐานที่ช่วยให้ผู้ใช้เชื่อมต่อการทำงานร่วมกัน และสื่อสารกับผู้อื่นได้แบบทันที (real time) สื่อการสอนมีหลากหลายรูปแบบซึ่งเกิดจากความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีการสื่อสารที่เติบโตอย่างรวดเร็ว เป็นสื่อที่ไร้พรมแดน ซึ่งเราทุกคนสามารถติดต่อ พูดคุย สืบค้นข้อมูลข่าวสารผ่านช่องทางต่าง ๆ เช่น เว็บไซต์ ยูทูบ อีเมล หรือผ่านการสื่อสารแบบสังคมออนไลน์ที่ทุกคนเรียกว่า social เช่น Facebook® และ Twitter™ และจากสถิติการใช้ สื่อสังคมออนไลน์ทั่วโลก พบว่ามีผู้ลงทะเบียนใช้สื่อสังคม ออนไลน์มากถึง 1,870 ล้านคน (Chaffey, 2017)

การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (Institute of Sciences and Technology Teaching Promotion, Ministry of Education, 2017) นั้น ไม่ได้จำกัดอยู่ในห้องเรียน การเรียนรู้สามารถเกิดขึ้นได้ทุกที่ ทุกเวลา ทุกสถานที่ เอื้ออำนวยให้กับ การติดต่อสื่อสารที่รวดเร็ว ไม่จำกัดบุคคล ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน และผู้สอนที่ไม่พร้อม ด้านเวลา ระยะทางในการเรียนได้เป็นอย่างดี และเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการตามการปฏิรูปการศึกษา บทเรียนคอมพิวเตอร์สามารถที่จะดึงดูดใจผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้น ที่จะเรียนและสนุกสนานไปกับการเรียนและการสอนเสริมหรือทบทวนการสอนปกติในชั้นเรียนได้ โดยที่ผู้สอนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการสอนซ้ำกับผู้เรียนที่ตามไม่ทันหรือจัดการสอนเพิ่มเติม โดยการนำสื่อการสอนมาช่วยในการนำเสนอเนื้อหาจากอุปกรณ์ไปสู่นามธรรม เหมาะสมกับสภาพการเรียนการสอนที่ยืดหยุ่นเป็นสำคัญ ผู้เรียนสามารถเรียนตามความสามารถของตนเองไม่ต้องเร่งให้ไปพร้อม ๆ กับเพื่อนในห้องเรียนช่วยแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคล ครูหลายคนเกิดปัญหาในการสอนให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไม่รู้จักเริ่มต้นอย่างไร ให้กิจกรรมแบบใด กำหนดสถานการณ์หรือปัญหาเช่นใด เมื่อต้องจัดการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Yindeephirom, et al., 2014) และการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน นอกจากครูผู้สอนจะเป็นผู้บรรยายในชั้นเรียนแล้ว ก็มีกิจกรรมอีกหลากหลายรูปแบบที่ได้นำมาจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมและครูผู้สอนเป็นที่ปรึกษา เช่น การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง (Flipped Classroom)

การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง (Flipped Classroom) (Bergmann and Sams, 2012) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง เป็นการนำเทคโนโลยีมาช่วยรวมกับการเรียนการสอน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีเรียนรู้ผ่านกิจกรรมรูปแบบของการเรียนรู้เป็นไปได้อย่างหลากหลายรูปแบบ ไม่ยึดติดกับแบบใดแบบหนึ่งหรือรูปแบบเดิม ๆ เหมาะกับสภาพสังคมที่เปลี่ยนไปในศตวรรษที่ 21 ห้องเรียนกลับทางซึ่งเป็นวิธีการที่ครูจะมอบหมาย การกักให้นักเรียนได้ศึกษาสื่อการเรียนรู้อัตโนมัติของ วิดีทัศน์ (Video) การสอนสั้น ๆ ก่อนการเข้าเรียนในชั้นเรียน โดยนักเรียนจะได้ทำความเข้าใจเนื้อหาพื้นฐานผ่านการจดบันทึก และฝึกตั้งคำถามจากบทเรียนมาก่อนล่วงหน้าจากที่บ้านหรือนอกห้องเรียน อีกทั้งสามารถเปิดดูซ้ำหากไม่เข้าใจหรือ ตามไม่ทัน และเมื่อเข้าในชั้นเรียนจริงนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมและเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อต่อยอดจากเนื้อหา หรือถามตอบเกี่ยวกับเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนมาก่อนล่วงหน้าเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนจะเข้าห้องเรียนโดยที่มีเป้าหมาย การเรียนรู้สามารถดูแลและให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนได้อย่างทั่วถึงมากกว่าการเรียนแบบเดิมที่ครู ทำหน้าที่บรรยายอยู่เพียงหน้าชั้นเรียน การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางจึงเป็นการนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือหนึ่งทางการศึกษาที่จะสนับสนุนการเรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการคิด เกิดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ขึ้นในชั้นเรียน ซึ่งกิจกรรมในชั้นเรียนของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางนั้นจะค่อนข้างยืดหยุ่น คืออาจผสมผสานกับรูปแบบการเรียนอื่นได้หลากหลายเพื่อให้เหมาะสมแก่การจัดการเรียนรู้ (Kanjaphan, 2015)

การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับทางที่นำมาใช้กับการสอนคณิตศาสตร์ จะทำให้นักเรียนสนใจเรียนคณิตศาสตร์ เพราะมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้สอน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ทุกที่และทุกเวลา และกลยุทธ์ 5 ด้าน ที่จะช่วยให้การเรียนการสอน แบบห้องเรียนกลับทางกับการสอนคณิตศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จ ดังนี้ 1) การวางแผน (Plan) การวางแผนการเรียนล่วงหน้าของครู จะช่วยให้ครูมีเวลาศึกษาเนื้อหาและพยายามหา รูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจและเข้าใจง่าย นอกจากนี้ การมีแบบทดสอบออนไลน์จะช่วยให้ครูสามารถตรวจสอบ ได้ว่านักเรียนเข้าใจเนื้อหาหรือไม่หรือน้อยเพียงใด 2) แนะนำสิ่งที่นักเรียนต้องเรียนในชั้นเรียน (Introduce Concepts in Class) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ซับซ้อน ครูจะต้องอธิบายให้นักเรียนเข้าใจจุดมุ่งหมายของ เนื้อหาที่จะเรียนก่อนให้นักเรียนไปศึกษาเนื้อหาด้วยตนเอง นอกห้องเรียน 3) การใช้แอปพลิเคชันทางคณิตศาสตร์ (Use Math Apps) จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น ตัวอย่างของแอปพลิเคชันทาง

คณิตศาสตร์ ได้แก่ Operation Math, Power, Math, Apps, DragonBox, MathLab, Geoboard แอปพลิเคชันเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนสนุกและ สามารถนำไปใช้งานได้ทุกที่และทุกเวลา 4) วิดีทัศน์ (Video) การสอนเนื้อหาที่ใช้เรียนผ่าน วิดีทัศน์ควรมีหลายระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก ในการพิจารณาว่านักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ในระดับใด 5) การสอนของนักเรียน (Student Teaching) เมื่อนักเรียนศึกษาเนื้อหาที่ได้รับมอบด้วยตนเองแล้ว ครูจะให้ นักเรียนผลัดกันสอนเพื่อน เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจ เนื้อหานี้มากน้อยเพียงใด และมีอะไรที่ครูควรสอนเพิ่มเติม (Phanthuwanit, 2017)

จากประสบการณ์และการศึกษาการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสหสหัสขันธ์ศึกษา อำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่าการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เลขยกกำลังเป็นเนื้อหาที่นักเรียนมีปัญหาเนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจ ความหมายของสมบัติต่างๆ และลักษณะโจทย์ที่มีความซับซ้อนทำให้นักเรียนที่ไม่ได้ฝึกทักษะเพียงพอไม่สามารถทำโจทย์ได้ จากการศึกษาหลักสูตรและสอบถามคุณครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทำให้ทราบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลนั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำเนื่องจากขาดความเข้าใจความรู้พื้นฐานในเรื่อง เลขยกกำลัง และผู้วิจัยยังได้สอบถาม พูดคุยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสหสหัสขันธ์ศึกษา อำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ เกี่ยวกับสื่อสังคมออนไลน์ที่นักเรียนใช้อยู่มีอะไรบ้าง ซึ่งจากการสอบถามข้อมูล ทำให้ผู้วิจัยทราบว่านักเรียนทุกคนมีเฟซบุ๊ก (Facebook®)

จากเหตุผลดังกล่าว แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ตอบโจทย์ในการฝึกคิดฝึกปฏิบัติของผู้เรียนและสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะการพัฒนาการจัดการจัดการเรียนรู้อย่างห้องเรียนกลับทางในรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผ่าน Facebook® เพื่อแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้เป็นไปตามความต้องการของผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนมีความสำคัญมากที่สุด เพื่อพัฒนาและยกระดับผลสัมฤทธิ์ในเรื่อง เลขยกกำลัง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้สูงขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผล และเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ เพื่อใช้เป็นพื้นฐานการศึกษาในระดับชั้นที่สูงขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางผ่าน Facebook®
- 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการจัดการเรียนรู้อย่างคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางผ่าน Facebook®
- 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการจัดการเรียนรู้อย่างคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางผ่าน Facebook®

วิธีดำเนินการวิจัย

แบบแผนของการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัย แบบหนึ่งกลุ่มมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pre-test/Post-test Design) (Khroot-Nguen, 2014) มีแบบแผนการทดลองดังนี้

$$T_1 \rightarrow X \rightarrow T_2$$

เมื่อ X แทนการใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง ส่วน T_1 และ T_2 แทนการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ตามลำดับ

ในการทดลองผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองด้วยตนเองเดือนธันวาคม 2562 รวม 4 ครั้ง โดยทดสอบก่อนการใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง เรื่อง เลขยกกำลัง และทดสอบหลังการใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง เรื่อง เลขยกกำลัง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสหสหัสขันธ์ศึกษา ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสหสหัสขันธ์ศึกษา จำนวน 40 คน โดยเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือวิจัยในครั้งนี้มี 3 ชนิด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง ตามขั้นตอนดังนี้ 1) ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) 2) ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง 3) วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง 4) สร้างแผนการ

จัดการเรียนรู้ 5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้อง และความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เกี่ยวกับ เนื้อหาสาระ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ 6) หาค่าคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์คุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยกำหนดค่าของคะแนนเป็น 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ โดยระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด และระดับ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด และ 7) นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง หลังจากนั้นนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสหศาสน์ศึกษา อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 40 คน ต่อไป

1.2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวนทั้งสิ้น 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเสร็จสิ้นการสอน ใช้เวลาสอบจำนวน 50 นาที จะเห็นว่าข้อสอบมีความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.23 - 0.79 และมีค่า อำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.19 - 0.74 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (r_{tt}) เท่ากับ 0.73 สำหรับผู้สอบที่ประกอบด้วยกลุ่มเรียนแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง จำนวน 40 คน

1.3) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง ซึ่งผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของ Likert กำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด โดยพิจารณาเนื้อหา 3 ด้าน คือ 1) ด้านปัจจัยนำเข้า ประเมินเกี่ยวกับความเหมาะสมของบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ 2) ด้านกระบวนการ ประเมินเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ 3) ประเมินด้านผลผลิต ประเมินเกี่ยวกับประโยชน์และความรู้ของนักเรียนที่ได้รับ

ขั้นตอนการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อส่งเสริมให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างราบรื่น ช่วยให้นักเรียนเกิดความคล่องตัวในการทำกิจกรรม ผู้วิจัยมีขั้นตอนดังนี้ 1) ก่อนทำการทดลองผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวนทั้งสิ้น 20 ข้อ 2) ดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ทั้ง 8 แผน การสอนใช้เวลาทดลอง 8 คาบ ดังตัวอย่างแสดงในภาพที่ 1 3) หลังสิ้นสุดการสอน ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน และ 4) ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง

การวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังต่อไปนี้

- 1) หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง
- 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางผ่าน Facebook®
- 3) ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางผ่าน Facebook®



ภาพที่ 1 ตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางผ่าน Facebook®

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ในการหาประสิทธิภาพของผลการจัดการเรียนรู้จะใช้คะแนนจากการทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีประสิทธิภาพของผลการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวปรากฏในตาราง 1 ซึ่งจะพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ กล่าวคือ ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้ (E_1) คิดเป็นร้อยละ 86.16 และประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้ (E_2) คิดเป็นร้อยละ 84.38 จะเห็นว่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ (80/80) ที่ตั้งไว้

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางผ่าน Facebook®

ประสิทธิภาพ (E)	คะแนนเต็ม	mean	(%)	S.D.
ระหว่างเรียน (E_1)	80	68.93	86.16	2.03
หลังเรียน (E_2)	20	16.88	84.38	1.26

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียน โดยการนำคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ โดยใช้ t-test for dependent samples ปรากฏในตาราง 2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.98 คะแนนและหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.88 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความแตกต่างกันเท่ากับ 8.9 คะแนน และจากการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า ค่าเฉลี่ยของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้ สูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	mean	S.D.	df	t	Sig.
ก่อนเรียน	40	7.98	2.03	19	31.37*	0.00
หลังเรียน	40	16.88	1.26			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางผ่าน Facebook®

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางผ่าน Facebook® พบว่า ภาพรวมความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้ พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนครั้งนี้ในระดับมาก (mean = 4.33, S.D. = 0.62) ดังปรากฏในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางผ่าน Facebook®

ข้อ	ข้อความ	mean	S.D.	ระดับ
ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้				
1	เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน	4.45	0.59	มาก
2	ทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อนตนเอง	4.38	0.66	มาก
3	ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	4.38	0.62	มาก
4	เปิดโอกาสให้ถามตอบและพูดคุย ขอคำแนะนำจากครูได้ใกล้ชิดขึ้น	4.35	0.61	มาก

ข้อ	ข้อความ	mean	S.D.	ระดับ
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้				
1	มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.38	0.70	มาก
2	ส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ความคิดร่วมกันในห้องเรียน	4.30	0.71	มาก
3	ส่งเสริมการคิดและตัดสินใจ	4.30	0.68	มาก
4	ทำให้นักเรียนกล้าคิดกล้าตอบ	4.23	0.69	มาก
5	ทำให้นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น	4.25	0.66	มาก
6	ทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น	4.30	0.60	มาก
7	ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน	4.30	0.64	มาก
ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้				
1	ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายเพราะได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมากกว่านั่งฟังครูบรรยายเนื้อหา	4.35	0.57	มาก
2	ทำให้จำเนื้อหาได้นาน	4.40	0.54	มาก
3	ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองได้	4.35	0.53	มาก
4	ทำให้นักเรียนนำวิธีการเรียนรู้ไปใช้ในวิชาอื่นๆ	4.28	0.59	มาก
5	ทำให้นักเรียนเกิดความภูมิใจในตนเองที่สามารถเข้าใจเนื้อหาที่ยากได้ด้วยตนเอง	4.33	0.69	มาก
6	ช่วยให้นักเรียนตัดสินใจโดยใช้เหตุผล	4.33	0.65	มาก
7	ทำให้เข้าใจและรู้จักเพื่อนมากขึ้น	4.30	0.60	มาก
8	ทำให้ได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น	4.38	0.53	มาก
9	ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าการฟังบรรยายจากครูหน้าชั้นเรียน	4.35	0.61	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.33	0.62	มาก

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1) จากการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ ห้องเรียนกลับทางตามเกณฑ์ 80/80 พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยมีประสิทธิภาพ 86.16/84.38 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากกระบวนการ ขั้นตอนของการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้าง อย่างมีระบบ ซึ่งในทุกขั้นตอนได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ทางด้านคณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์สอนเป็นเวลานานมากกว่า 10 ปี และนำไปทดลองใช้ (Try out) เพื่อตรวจสอบการใช้ ภาษาและเนื้อหา รวมทั้งเวลาในการทำกิจกรรม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อที่จะได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ที่นำไปใช้ กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Phoonphuttha et al. (2015) ได้วิจัยเรื่องการพัฒนาการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง ด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางด้วยชุดกิจกรรม มี ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางด้วยชุดกิจกรรม (E_1/E_2) เท่ากับ 81.45/83.46

2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.98 คะแนนและหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ ห้องเรียนกลับทางผ่าน Facebook® มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.88 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความแตกต่างกันเท่ากับ 8.9 คะแนน ดังนั้นจากการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า ค่าเฉลี่ยของผู้เรียนหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรม เรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางสูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เพราะ การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็น การเรียนที่บ้านและทำการบ้านหรือทำกิจกรรมที่โรงเรียนทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาต่าง ๆ ก่อนเข้าชั้นเรียนพร้อมจดบันทึกหากยัง ไม่เข้าใจเนื้อหาในวิชิตักัน สามารถดูซ้ำหลายรอบได้จนกว่าจะเข้าใจ และสามารถสืบค้น ความรู้จากสื่อหรือแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ เพิ่มเติม จนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองตามทักษะความรู้ความสามารถและสติปัญญาของแต่ละคน และการจัดกิจกรรม เรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางนี้จะช่วยเหลือเด็กที่มีงานยุ่ง ให้เรียนได้ทันเพื่อน ช่วยเหลือเด็กเรียนอ่อนได้ ขวนขวายหาความรู้เพิ่มเติม โดยในชั้นเรียนปกติเด็กเหล่านี้จะถูกทอดทิ้งแต่ในห้องเรียนกลับทางเด็กจะได้รับการเอาใจใส่จากครูมาก

ที่สุดโดยอัตโนมัติ ช่วยเหลือเด็กที่มีความสามารถแตกต่างกันให้ก้าวหน้าในการเรียนตามความสามารถของตนเอง ช่วยให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างเด็กกับครูเพิ่มขึ้น เป็นการสร้างความเชื่อมั่นในคุณภาพของการเรียน (Phanit, 2013) และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Duangtod and Jermtaisong (2019) ได้ทำวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับทางเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับทางด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

3) การศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ Facebook® ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผลการวิจัยพบว่า ภาพรวมความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.33 ซึ่งอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้และเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามความสามารถของตนเอง ทำให้ผู้เรียนมีความภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง หากยังไม่เข้าใจสามารถดูและฟังวิดีโอที่ค้นหาก็ได้ จนกว่าจะเข้าใจ เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุก ๆ กิจกรรม ส่งเสริมให้มีการเรียนรู้ร่วมกัน โดยผู้เรียนให้ความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางว่า เป็นรูปแบบการสอนของครูที่ส่งเสริมให้ เด็กได้รู้จักที่จะเรียนรู้ค้นคว้าด้วยตนเอง สามารถแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้กับเพื่อนๆ ในห้องเรียน ถือเป็นวิธีที่ดีมากๆ ทำให้ต้องฝึกค้นตัวเองอยู่เสมอ กระตุ้นผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ฝึกผู้เรียนให้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน มีความสนุกสนานในการเรียนรู้ เรียนเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Seubsom and Meeplat (2017) ได้วิจัยเรื่องการพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง (Flipped classroom) ด้วยการบูรณาการการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีมีเดียผ่าน Google Classroom ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางในระดับมาก เพราะผู้เรียนสามารถรังสรรค์ชิ้นงานผ่านวิธีการเรียนรู้แบบโครงการ รวมทั้งสามารถพูดคุยหรือสอบถามครูผู้สอนได้เมื่อมีปัญหาในการเรียน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัยเพื่อที่จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้องได้นำผลวิจัยไปใช้ ดังนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะนำผลการวิจัยไปใช้

1) ในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางนั้น ครูจำเป็นต้องอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจถึงกระบวนการเรียนแบบห้องเรียนกลับทาง ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง

2) การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง ครูจะต้องเตรียมความพร้อม วางแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหา สำรวจความพร้อมของนักเรียน ครูจะต้องทราบข้อมูลและความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ สามารถพัฒนาและส่งเสริมนักเรียนได้เรียนรู้เต็มที่ตามศักยภาพของนักเรียนแต่ละคน และเพื่อจัดเตรียมสื่อให้นักเรียนสามารถเข้าถึงได้ และครูควรคำนึงถึงสื่อที่นำมาให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง ต้องเป็นสื่อที่เข้าใจง่าย อธิบายชัดเจน

3) เวลาในการจัดกิจกรรมแต่ละแผน สามารถยืดหยุ่นได้ แต่ถ้าจะกำหนดเวลาให้ชัดเจนและแน่นอน ครูผู้สอนสามารถปรับกิจกรรมการเรียนการสอนให้น้อยลงตามความเหมาะสม ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์กับนักเรียนอย่างแท้จริง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

1) ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง กับวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอื่น ๆ

2) ควรศึกษาเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง บูรณาการกับวิธีการสอนอื่น ๆ เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนให้มีความหลากหลายเกิดสิ่งใหม่มาพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3) ควรนำรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง ไปทดลองใช้เพื่อศึกษาถึงผลของรูปแบบที่มีต่อตัวแปรอื่น ๆ มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน อาทิ ความสามารถในการแก้ปัญหา ด้านให้เหตุผล ด้านสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอและด้านการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- Bergmann, J., and Sams, A. (2012). **Flip your classroom: Reach every student in every class every day**. Washington: DC International Society for Technology in Education.
- Chaffey, D. (2017). Global social media statistics summary 2017. Retrieved July 21, 2017, from **Smart® Insights**: <http://www.smartinsights.com/social-media-marketing/social-media-strategy/new-global-social-media-research/>
- Duangtod, Y. and Jermtaison, R. (2019). The learning management by using flipped classroom for efficiency of studying development applied in mathematics subject for junior high school grade 3 students (in Thai). **Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and Arts)**, 12(2), 341-358.
- Institute of Sciences and Technology Teaching Promotion, Ministry of Education. (2017). **Manual of the implementation of curriculum of mathematics constrain (edited version on 2017) according to the core curriculum of basic education 2008** (in Thai). Bangkok: Kurusapa Printing Ladphrao.
- Kanjanaphan, T. (2015). Effect of flipped classroom approach on biology achievement, self-regulation and instructional satisfaction of the grade 11 students (in Thai). **Master's Thesis**. Songkla: Prince of Songkla University.
- Phanit, W. (2013). **Development of 21st century learning** (in Thai). Bangkok: Sor. Charoen Printing.
- Wiangsuwan, K. and Wiangsuwan, N (1999). **Concept of the teaching material development and guideline for establishing the center of academic and educational technology for secondary education** (in Thai). Bangkok: Compact Print.

บทความวิจัย

การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้เทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ไกรวิทย์ ทาระจันทร์¹ วรรณพล พิมพะสา² วรรณธิดา ยลวิลาส^{3,*} และวัฒนาพร รังคะราช⁴¹หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์²สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์³สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์⁴โรงเรียนเนินยางประชาสามัคคี อำเภอก้ามวง จังหวัดกาฬสินธุ์

*Email: wantida.yo@ksu.ac.th

รับบทความ: 2 เมษายน 2563 แก้ไขบทความ: 20 พฤษภาคม 2563 ยอมรับตีพิมพ์: 20 พฤษภาคม 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้เทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเนินยางประชาสามัคคีที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 35 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling) โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 2 วงจร เครื่องมือที่ใช้คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ 6 แผน 2) เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผล ได้แก่ แบบบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL และ 3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิผล ได้แก่ ข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ สำหรับวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า ผลลัพธ์ของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 81.26 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียน จำนวน 35 คน ที่ผ่านเกณฑ์ เท่ากับร้อยละ 100.00 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

คำสำคัญ: ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สมการเชิงเส้นสองตัวแปร เทคนิค KWDL

อ้างอิงบทความนี้

ไกรวิทย์ ทาระจันทร์ วรรณพล พิมพะสา วรรณธิดา ยลวิลาส และวัฒนาพร รังคะราช. (2563). การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้เทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 3(2), 134-142.

Research Article

Development of mathematical solving problem skill in linear equation with two Variables using KWDL technique of grade-9 students

Kaiwitt Tharachan¹, Wannapol Pimpasalee², Wannatida Yonwilad^{3,*} and Wattanaporn Rungkarach⁴

¹Bachelor of Education Program in Mathematics, Kalasin University

²Department of Science and Mathematics, Faculty of Science and Health Technology, Kalasin University

³Department of Mathematics, Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University

⁴Nern Yang Prachasamakkee school, Kham Muang district, Kalasin province

* Email: wantida.yo@ksu.ac.th

Received <2 April 2020>; Revised <20 May 2020>; Accepted <20 May 2020>

Abstract

The objective of this research was to develop grade-9 students' mathematical solving problem skill in linear equation with two variables using KWDL technique such that the students could make the percentage of mean score over 70% of the full score and over 70% of all student passed the criterion. The sample consisted of 35 grade-9 students in Nern Yang Prachasamakkee school. The samples of this research were selected through a cluster random sampling during the first semester of the 2019 academic year. This research is an action research conducted in two circuit. The tools used in this research consisted of: 1) the experimental tool was 6 lesson plans, 2) the reflective tool was records of learning results with KWDL technique, and 3) the evaluation tool was subjective test with 5 items evaluating effectiveness of mathematical solving problem skill. The statistics used in data analysis were mean, standard deviation, and percentage. The results of this research were as follows the percentage of students' solving problem skill outcome was 81.26% of the full score and 35 students or 100.00% of the samples passed the desired criterion.

Keywords: Mathematical solving problem skill, linear equation with two variables, KWDL technique

Cite this article:

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 and Science Education*, 3(2), 134-142.

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาทักษะการคิดของมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบมีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์วางแผนตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและ สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ซึ่งหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบหลักสูตร คือ มีความรู้ความ เข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎี ในสาระคณิตศาสตร์ที่จำเป็น พร้อมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ได้ มีความสามารถในการ แก้ปัญหา สื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงให้เหตุผลและมีความคิดสร้างสรรค์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ เห็นคุณค่าและตระหนักถึงความสำคัญของ คณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ใน ระดับการศึกษาที่สูงขึ้นตลอดจนการประกอบอาชีพ พร้อมทั้งมีความสามารถในการเลือกใช้สื่อ อุปกรณ์เทคโนโลยีและ แหล่งข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ การสื่อสารการทำงานและการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ (Ministry of Education, 2010)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดให้กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เป็นกลุ่มสาระ การเรียนรู้หนึ่งในกลุ่มทักษะที่เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ และมุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน ดังนี้ คือ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น ดังนั้น ในการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จึงมีจุดประสงค์เพื่อให้ให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิด คำนวณ นำไปใช้เป็นเครื่องมือการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และในการดำรงชีวิตให้มีคุณภาพ จึงต้องปลูกฝังให้นักเรียนมีความรู้ความ เข้าใจคณิตศาสตร์พื้นฐาน และมีทักษะในการคิดคำนวณ รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล รู้คุณค่าของคณิตศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อ คณิตศาสตร์ และสามารถนำประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และแก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวันได้ (Ministry of Education, 2010) แต่การเรียนคณิตศาสตร์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันยังไม่ประสบผลสำเร็จ เท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบ O-NET รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 มีค่าเฉลี่ยเพียง 26.30 คะแนน (The National Institute of Educational Testing Service, 2020)

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้สำเร็จนั้น นักเรียนต้องรู้จักคิดและมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เพราะฉะนั้นการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จึงเป็นหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนั้นครู ควรปลูกฝังให้นักเรียนเข้าใจถึงขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหา มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่ไม่รู้ว่าควรจะเริ่มต้น แก่ปัญหานั้นอย่างไรและจะดำเนินการแก้ปัญหายังไงต่อไป ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนไม่มีความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนหรือ กระบวนการแก้ปัญหาก็ถูกต้อง แนวทางหนึ่งในการฝึกการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนนั้นคือให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอนละเอียดถี่ถ้วนและทำให้นักเรียนเข้าใจกับโจทย์ปัญหาได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังฝึกให้นักเรียนหาวิธี แก่ปัญหาได้อย่างหลากหลาย อันจะส่งผลให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของตนเองได้ อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผล การนำขั้นตอนของเทคนิค KWDL ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นวิธีที่เหมาะสมอีกวิธี หนึ่ง (Pengjan et al., 2017)

การจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหของเทคนิคการสอนแบบ KWDL เป็นเทคนิคการ สอนรูปแบบหนึ่งที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยเทคนิค KWDL (Know-Want-Do-Learn) พัฒนาจากแนวคิด KWL โดย Ogle (1986) ซึ่งครูสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหการเรียนรู้ เนื่องจาก วิธีการสอนแบบ KWDL เป็นเทคนิคที่ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างหลากหลาย อันจะเป็นผลให้นักเรียนสามารถ นำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของตนเองได้ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ K (What we know) นัก เรียนรู้อะไรบ้างในเรื่องที่จะเรียนหรือสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง เป็นขั้นที่นักเรียนต้องอ่านอย่างวิเคราะห์โดยอาจต้องใช้ ความรู้เดิมที่เรียนไปแล้ว W (What we want to know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้ และ ต้องการค้นหาจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ เพื่อที่จะหาคำตอบและข้อมูลเหล่านั้น D (What we do to find out) นักเรียนจะต้องทำ อะไรบ้าง มีวิธีใดบ้าง เพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ หรือสิ่งที่ตนเองต้องการรู้ โดยดำเนินการแก้ปัญหตามแผนและขั้นตอน ที่วางไว้ ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนลงมือแก้ปัญห และเรียนรู้ขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาย่างกระจ่างชัด L (What we learned) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้โจทย์ต้องการทราบอะไร เป็นขั้นที่นักเรียนต้องตอบคำถามได้ว่าโจทย์ต้องการอะไร คำตอบที่ได้คือ อะไร ได้อย่างไร ถูกต้องหรือไม่ โดยเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ให้ได้รวมถึงขั้นการวางแผนการแก้ปัญหด้วยวิธีการต่าง ๆ จากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนแรกจากการแก้โจทย์ปัญหตามขั้นตอนดังกล่าว จะเห็นได้ว่านักเรียนได้ฝึกกระบวนการทาง

คณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย รู้จักการคิดวิเคราะห์ จะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องหลากหลายวิธีมากขึ้น Lohitya et al. (2012) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบซินดิเคทร่วมกับเทคนิค KWDL ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบซินดิเคทร่วมกับ เทคนิค KWDL ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในภาพรวมระดับมาก และ Trangan and Thongaim (2016) ศึกษาผลการใช้ KWDL เพื่อการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 74.29 ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 9 คนคิดเป็นร้อยละ 25.27 การจัดการเรียนรู้แบบ KWDL จะเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบพื้นฐานความรู้เดิมของเด็กจะทำให้ครู ได้ค้นพบว่า จะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหา นั้น ๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นฐานความรู้เดิมที่เด็กมีทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและไม่เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาด และเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

โรงเรียนเนินยางประชาสามัคคี อำเภอคำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์ มีการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ห้องเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ปี การศึกษา 2561 อยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำไม่เป็นที่น่าพอใจ และเมื่อผู้วิจัยได้วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ พบว่า หน่วยที่มีปัญหา การเรียนการสอนมากก็คือ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร มีคะแนนผลการสอบอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ซึ่งมีนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเนินยางประชาสามัคคี ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินถึง 39 คน จากนักเรียนทั้งหมด 77 คน คิด เป็นมากกว่าร้อยละ 50 จากการศึกษาและกระบวนการรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL ดังกล่าว ผู้วิจัยจะนำวิธีรูปแบบ การจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนา ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ส่งผลให้ ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์เพื่อพัฒนาคุณภาพของชีวิตและพัฒนาคุณภาพของ สังคมไทยให้ดีขึ้นได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้เทคนิค KWDL ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

วิธีดำเนินการวิจัย

แบบแผนการวิจัย การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) โดยยึดหลักการตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) มาเป็นแนวทางในการวิจัย มี 4 ขั้นตอน คือ

- 1) ขั้นการวางแผน (Plan)
- 2) ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น มาดำเนินการจัดการเรียนรู้กับกลุ่ม ตัวอย่าง โดยกำหนดเป็นวงจรปฏิบัติการ 2 วงจร ดังนี้ วงจรที่ 1 ประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-3 วงจรที่ 2 ประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4-6
- 3) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)
- 4) ขั้นสะท้อนการปฏิบัติ (Reflect)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 35 คน ได้มาโดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ห้อง จำนวน 77 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนเนินยางประชาสามัคคี อำเภอคำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหา สมการเชิงเส้นสองตัวแปรด้วยเทคนิค KWDL จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 1 ในการประเมิน คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้กำหนดเกณฑ์ในการประเมินความเหมาะสม 5 ระดับ ได้แก่ 5 มากที่สุด 4 มาก 3 ปาน

กลาง 2 น้อยและ 1 น้อยที่สุด โดยค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป ถือว่าแผนมีคุณภาพเหมาะสมและนำไปใช้สอนได้ (Srisa-ard, 2013) พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ย 4.56

ตารางที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL

วงจร	แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง
1	1	การหาคำตอบของโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร 1
	2	การหาคำตอบของโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร 2
	3	การหาคำตอบของโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร 3
2	4	การนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปใช้ในการแก้ปัญหา 1
	5	การนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปใช้ในการแก้ปัญหา 2
	6	การนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปใช้ในการแก้ปัญหา 3

2. เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติการ ได้แก่ แบบบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 กำหนดรายการประเมิน แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม 2) ขั้นสอนเนื้อหาใหม่และสร้างความเข้าใจข้อมูลและเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมโดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค KWDL 3) ขั้นฝึกทักษะและสร้างความเข้าใจข้อมูลและเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมโดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค KWDL 4) ขั้นสรุปและจัดระเบียบความรู้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แบบบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

กิจกรรมการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ	ข้อเสนอแนะ
1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม		
2) ขั้นสอนเนื้อหาใหม่และสร้างความเข้าใจข้อมูลและเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมโดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค KWDL ดังนี้ - ขั้น K โจทย์บอกอะไร - ขั้น W โจทย์ให้อะไร/วิธีการ/สร้างสมการ - ขั้น D ดำเนินการตามกระบวนการ - ขั้น L สรุปคำตอบ/อภิปรายผล		
3) ขั้นฝึกทักษะและสร้างความเข้าใจข้อมูลและเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค KWDL ดังนี้ - ขั้น K โจทย์บอกอะไร - ขั้น W โจทย์ให้อะไร/วิธีการ/สร้างสมการ - ขั้น D ดำเนินการตามกระบวนการ - ขั้น L สรุปคำตอบ/อภิปรายผล		
4) ขั้นสรุปและจัดระเบียบความรู้		

2.2 หากคุณภาพของแบบบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสม ในการประเมินความเหมาะสมของแบบบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้กำหนดเกณฑ์ในการประเมินความเหมาะสม 5 ระดับ ได้แก่ 5 มากที่สุด 4 มาก 3 ปานกลาง 2 น้อยและ 1 น้อยที่สุด โดยค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป ถือว่าแบบบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมและนำไปใช้สอนได้ (Srisa-ard, 2013) หลังจากนั้นตรวจสอบพิจารณาปรับปรุงแก้ไขตามที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ข้อสอบแบบอัตนัย เรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้สร้างเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ข้อสอบแต่ละข้อมีการให้

คะแนนเป็นแบบรูปรี (Rubric) คะแนนเต็ม 10 คะแนน จำแนกได้เป็นชั้น K 2 คะแนน ชั้น W 3 คะแนน ชั้น D 3 คะแนน และชั้น L 2 คะแนน จากนั้นนำแบบทดสอบไปตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้วิธีการหาค่า IOC ซึ่งพบว่าข้อสอบแบบอัตนัย มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 ทุกข้อ จากนั้นทำการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบแบบอัตนัย ได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.45-0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.50 และทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความเหมาะสม เพื่อนำมาใช้เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 50 คะแนน โดยจำแนกได้เป็นชั้น K 10 คะแนน ชั้น W 15 คะแนน ชั้น D 15 คะแนน และชั้น L 10 คะแนน โดยมีตัวอย่างของข้อสอบแบบอัตนัย ดังนี้

3.1 เมืองคำมั่งและเมืองกาฬสินธุ์ อยู่ห่างกัน 480 กิโลเมตร สมชายขับรถยนต์จากเมืองคำมั่ง ไปเมืองกาฬสินธุ์ ส่วนสมศรีขับรถยนต์จากเมืองกาฬสินธุ์ไปเมืองคำมั่งบนเส้นทางเดียวกันทั้งสองออกเดินทางเวลา 6.00 น. และพบกันเวลา 9.00 น. โดยสมชายขับรถได้ระยะทางมากกว่าสมศรี 30 กิโลเมตร จงหาว่าแต่ละคนขับรถด้วยอัตราเร็วเท่าไร

3.2 จำนวนที่มีสองหลักจำนวนหนึ่ง มีเลขโดดในหลักสิบมากกว่าเลขโดดในหลักหน่วยอยู่ 4 และผลบวกของสองจำนวนนี้กับจำนวนที่ได้จากการสลับที่เลขโดดเป็น 154 จงหาจำนวนนั้น เป็นต้น

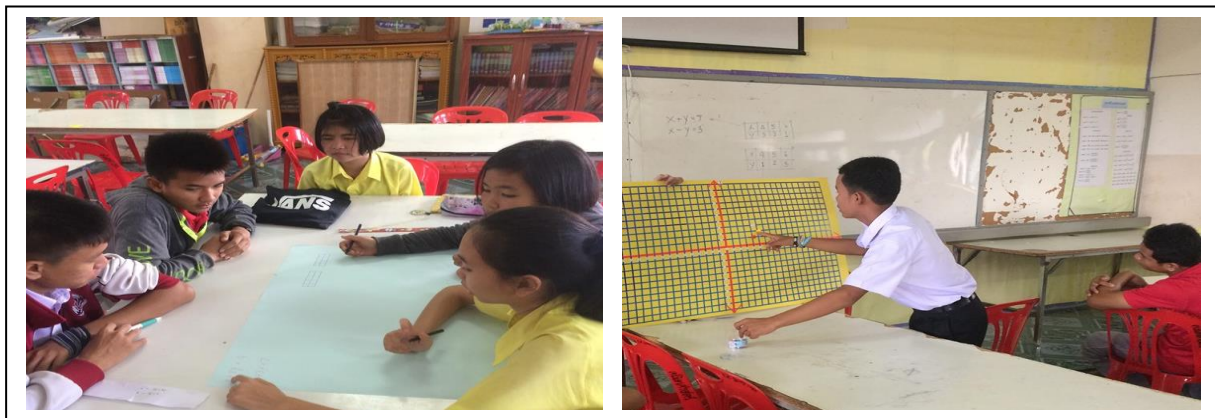
ขั้นตอนในการทดลอง ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ไปตลอดกระบวนการวิจัย โดยมีรายละเอียดในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับต่อไปนี้

1. นำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน ไปทดสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลผลการวัดความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

2. ทำการปรับทักษะและความรู้พื้นฐานในการเรียน เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ให้กับนักเรียนโดยแบ่งออกเป็น 2 กรณีดังนี้

กรณีที่ 1 ทำการปรับทักษะและความรู้พื้นฐานนอกเวลาเรียน ให้กับนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์การวัดความรู้พื้นฐาน ที่มีคะแนนน้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด จำนวน 2 ครั้ง

กรณีที่ 2 ทำการปรับทักษะและความรู้พื้นฐานในเวลาเรียนปกติให้กับนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์การวัดความรู้พื้นฐานที่มีคะแนนน้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดจำนวน 2 ชั่วโมง โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลผลการฝึกทักษะและความรู้พื้นฐาน จากการตรวจแบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะของนักเรียนและแบบบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



ภาพที่ 1 การจัดการเรียนการสอนเรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปรด้วยเทคนิค KWDL

3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปรด้วยเทคนิค KWDLให้กับผู้เรียน แสดงดังภาพที่ 2 จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 6 ชั่วโมง โดยดำเนินการตามขั้นตอนของกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ แบ่งการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ออกเป็น 2 วงจรปฏิบัติการ ดังนี้

3.1 วงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3

3.2 วงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6

โดยเก็บรวบรวมผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการฝึกทักษะให้กับผู้เรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติ สังเกตเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นขณะทำการจัดการเรียนรู้และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนแล้วให้นักเรียนบันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL จากนั้น

ดำเนินการประเมินประสิทธิผลการจัดการเรียนรู้ เมื่อดำเนินการครบทั้ง 2 วงจรปฏิบัติการด้วยข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ นำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์แล้วแปลผลข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการรวบรวมมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. ข้อมูลเชิงปริมาณ คือ คะแนนที่ได้จากข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ นำมาหาค่าเฉลี่ยและร้อยละค่าเฉลี่ย เพื่อเปรียบเทียบโดยกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ นักเรียนมีคะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

2. ข้อมูลเชิงคุณภาพ คือ ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครูและจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน แบบบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์เพื่อประเมินว่าเกิดปัญหาหรือข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขและปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้เทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด โดยแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3 ซึ่งจะพบว่า ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้เทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เท่ากับ 40.63 คิดเป็นร้อยละ 81.26 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 100 ของนักเรียนทั้งหมด

ตารางที่ 3 คะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิค KWDL

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สถานะนักเรียน	
					ผ่าน (ร้อยละ)	ไม่ผ่าน (ร้อยละ)
35	50	40.63	81.26	3.89	100	-

จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 35 คน สามารถวิเคราะห์ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้เทคนิค KWDL เป็นรายชั้นได้ ดังตารางที่ 4 มากที่สุด คือ ชั้น K คะแนนสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 10 ค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 10 คิดเป็นร้อยละ 100 ของคะแนนเต็ม ระดับคุณภาพดีเยี่ยม รองลงมา คือ ชั้น W และ D คะแนนสูงสุด เท่ากับ 15 คะแนนต่ำสุด เท่ากับ 10 ค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 12.5 คิดเป็นร้อยละ 83.33 ของคะแนนเต็ม ระดับคุณภาพดีเยี่ยม และ ชั้น L คะแนนสูงสุด เท่ากับ 10 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 5 ค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 7.5 คิดเป็นร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม ระดับคุณภาพดีมาก ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิค KWDL

ขั้นตอน KWDL	จำนวนผู้เรียน	คะแนน				
		เต็ม	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	ร้อยละ
ชั้น K โจทย์บอกอะไรบ้าง	35	10	10	10	10	100
ชั้น W โจทย์ต้องการอะไร/ มีวิธีการอย่างไรบ้าง	35	15	15	10	12.5	83.33
ชั้น D เดินตามกระบวนการ	35	15	15	10	12.5	83.33
ชั้น L สรุป/อภิปรายผล	35	10	10	5	7.5	75

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้สามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่าทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้เทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 40.63 คิดเป็นร้อยละ 81.26 ของคะแนนเต็ม และมี

นักเรียนจำนวน 35 คนที่ผ่านเกณฑ์ เท่ากับ ร้อยละ 100 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

อภิปรายผล

จากผลการใช้เทคนิค KWDL เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถอภิปรายผลได้ว่า ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้เทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จากการทำข้อสอบแบบอัตนัย 5 ข้อของนักเรียนทั้งหมด 35 คน มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 40.63 คิดเป็นร้อยละ 81.26 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนจำนวน 35 คนที่ผ่านเกณฑ์ เท่ากับ ร้อยละ 100 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด เนื่องจากเทคนิค KWDL นั้นมีการคิดเป็นขั้นตอนชัดเจนทำให้นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น เมื่อนักเรียนที่เข้าใจจะช่วยเหลือเพื่อนในการแก้โจทย์ปัญหาต่อไปได้ ทำให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chaochalat et al. (2018) คือ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ KWDL หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dabthong (2018) ได้ทำการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.22/85.33 มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้และนักเรียนมีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Luenklang et al. (2019) พบว่าทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องอัตราส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ข้อเสนอแนะ

ผู้เขียนมีข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ผู้สอนควรศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค KWDL ทดลองใช้ก่อนนำไปสอนจริง
2. ผู้สอนต้องคอยดูแลให้คำแนะนำช่วยเหลือ เมื่อนักเรียนไม่เข้าใจหรือข้อสงสัยในขณะทีนักเรียนทำแบบฝึกทักษะเทคนิค KWDL เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกทักษะเทคนิค KWDL เสร็จครูควรตรวจผลงาน และอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาเทคนิค KWDL เพื่อให้นักเรียนทราบถึงขั้นตอนในการเรียนรู้เทคนิค KWDL

ผู้เขียนมีข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยที่ต่อยอด KWDL ดังนี้

1. ควรมีการศึกษาตัวแปรหรือปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค KWDL เช่น ความคงทนทางการเรียนรู้ เพื่อจะนำมาพัฒนารูปแบบการสอนให้เหมาะสมที่สุด
2. ควรมีการสร้างการจัดการเรียนรู้เทคนิค KWDL ในเนื้อหาอื่น ๆ ในระดับชั้นที่ต่างกันหรือสาระการเรียนรู้ที่ซับซ้อน เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Chaochalat, P., Niyomsap, N. and Sirithanyarat, C. (2018). Development of learning achievement and mathematical problem-solving ability of Mathayomsuksa 1 students using problem-based learning with KWDL teaching technique (in Thai). **Journal for Social Sciences Research**, 9(1), 180-199.
- Dabthong, B. (2018). The Development of Learning Management Model for Mathematical Problem Solving by Using Inquiry cycle (5E) and K-W-D-L Technique for Students in Prathomsuksa 4 (in Thai). **Journal of Education Prince of Songkla University**, 29(2), 164-174.
- Kemmis, S. and McTaggart, R. (eds). (1988). **The Action Research Planner** (3rd Ed.). Waurm Ponds: Deakin University Press.

- Lohitya, U., Mounnamprang, P., Borvonphongsakul, S. (2012). The result of learning of syndicate and KWDL-technique in development of achievement the problem solving for Prathomsuksa III (in Thai). **Journal of Graduate Studies Valaya Alongkorn Rajabhat University**, 6(1), 11-18.
- Luenklang, P., Hembasat, P. and Pimpasalee, W. (2019). The development of problem-solving skill in ratios and percentages for Grade-8 students by incorporating cooperative learning STAD technique into KWDL technique (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 2(2), 145-153.
- Ministry of Education, Thailand. (2010). **Basic education core curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)** (in Thai). Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand Ltd.
- Ogle, D. M. (1986). K-W-L: A teaching model that develops active reading of expository text. **Reading Teacher**, 39(6), 564-570.
- Pengjan, C., Tanachaikhan, N. and Panyapreuk, S. (2017). The learning management by using KWDL technique to develop learning achievement in mathematics entitle “sentence problems” of Prathomsuksa 6 students (in Thai). **Journal of Graduate Research**, 8(1), 71-82.
- Srisa-ard, B. (2013). **Preliminary research** (ninth Edition). Bangkok: Suweeriyasaan.
- The National Institute of Educational Testing Service, Thailand. (2020). Basic statistics of O-NET test results for grade-9 student during academic year 2014 - 2017 (in Thai). Retrieved 1 March 2020, from **NIETS**: <https://www.niets.or.th/uploads/editor/files/Download/ค่าสถิติพื้นฐาน%20ม3.pdf>
- Trangan, N. and Thongaime, A. (2016). The study of effects of KWDL for problem solving of physics or learning on electricity and magnetism (in Thai). **Journal of Graduate School**, 5(2), 764-775.

บทความวิจัย

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยบริบทเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วรินดา สุพา^{1*} และวรินทร์ พูนไพบูลย์พัฒน์¹¹ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

*Email: vanilla2612@gmail.com

รับบทความ: 19 พฤษภาคม 2563 แก้ไขบทความ: 15 มิถุนายน 2563 ยอมรับตีพิมพ์: 19 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่ส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ 2) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียน จำนวน 23 คน ในโรงเรียนขนาดกลางประจำอำเภอในจังหวัดตาก ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน จำนวน 5 วงจรปฏิบัติการ โดยใช้ระยะเวลาทั้งหมด 17 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมและแบบวัดความสามารถในการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาและตรวจสอบความน่าเชื่อถือแบบสามเส้าโดยใช้แหล่งข้อมูลมากกว่าหนึ่งแหล่ง และใช้เกณฑ์การวิเคราะห์แบบแยกประเด็น ผลการศึกษาพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่ส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดนั้น มีประเด็นที่ควรเน้น คือ ครูควรนำเสนอสถานการณ์เกี่ยวกับรูปทรงในบริบทที่นักเรียนคุ้นเคยหรือพบเจอในชีวิตจริง ตรวจสอบความรู้ของนักเรียนก่อนนำเสนอสถานการณ์ในบริบทที่นักเรียนไม่คุ้นเคย และครูควรส่งเสริมให้นักเรียนจำลองรูปทรงให้อยู่ในรูปแบบเรขาคณิต ลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด ใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนเมื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน อาจให้นำเสนอเพิ่มเติมเป็นภาษากระแสรองเพื่อเพิ่มความเข้าใจกับเพื่อนในชั้นเรียน และให้ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่จะนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี กล่าวคือ นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรที่นำไปสู่การแก้ปัญหาสถานการณ์ และวาดตัวแทนเรขาคณิตที่ได้จากสถานการณ์และนักเรียนสามารถเลือกใช้สูตรได้เหมาะสม และดำเนินการแก้ปัญหาได้

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ พื้นที่ผิวและปริมาตร

อ้างอิงบทความนี้

วรินดา สุพา และวรินทร์ พูนไพบูลย์พัฒน์. (2563). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยบริบทเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 3(2), 143-154.

Research Article

The development of learning implementation based on context-based learning approach in surface area and volume topic to enhance mathematical representations for grade-9 students

Warinda Supa^{1*} and Wanintorn Poonpaiboonpipat¹

¹*Department of Education, Faculty of Education, Naresuan University*

**Email: vanilla2612@gmail.com*

Received <19 May 2020>; Revised <15 June 2020>; Accepted <19 June 2020>

Abstract

The purposes of this research were to study: 1) the appropriate learning implementation based on Context-Based Learning (CBL) approach that enhance mathematical representations, and 2) the effect of learning implementation based on CBL on mathematical representations in surface area and volume topic for grade-9 students. This research was conducted in the first semester of the academic year 2019. The research sample was 23 grade-9 students from a medium sized school in Tak Province. The research applied classroom action research and took 17 hours for learning implementation. The research instruments included five lesson plans, worksheets, and mathematical representations. The data were analyzed by content analysis and the data acquired will be checked for trustworthiness by resource triangulation technique; and data were analyzed by analytic scoring. The findings of the study indicated that the learning implementation based on CBL approach to enhance mathematical representations should emphasize on the mathematics problem solving situations that should be more concerned in context of Karen students' real life, checking students' new knowledge before giving them the inexperienced situations. Moreover, the teacher should encourage students to draw 3D shapes into a geometric model, to do hands on activities, to use mathematical representations in problem solving. When they presented in front of the class, teacher should give them a chance to exchange ideas with friends and sometimes let them presented in Karen in order to increase their understanding, and ask them to give example of situations that related to real life. In addition, most students can express their mathematical representations in a good level. They can determine the related variable in given situation and write in form of mathematical model that apply to solve the problem. Furthermore, the students can use the appropriate formula and proceed to solve the problem well.

Keywords: Context - Based Learning, Mathematical Representation, Surface Area and Volume

Cite this article:

Supa, W. and Poonpaiboonpipat, W. (2020). The development of learning implementation based on context-based learning approach in surface area and volume topic to enhance mathematical representations for grade-9 students (in Thai). *Journal of Science and Science Education*, 3(2), 143-154.

บทนำ

ความเจริญของเทคโนโลยีดิจิทัล และเทคโนโลยีการสื่อสาร (Digital and Communication Technology) ทำให้โลกในศตวรรษที่ 21 ต้องการทักษะของการสื่อสารและความร่วมมือที่กว้างขวางและลึกซึ้ง ต้องการทักษะในการสื่อสารอย่างชัดเจน ตั้งแต่การเรียบเรียงความคิดและมุมมอง สื่อสารเข้าใจง่ายในหลายแบบทั้งการพูด เขียน และกิริยาท่าทาง การฟังอย่างมีประสิทธิภาพ นำไปสู่การถ่ายทอดสื่อสารความหมายและความรู้ แสดงคุณค่า ทักษะและความตั้งใจ การสื่อสารเพื่อการบรรลุเป้าหมายการทำงาน การสื่อสารด้วยหลากหลายภาษาและสภาพแวดล้อมที่หลากหลายอย่างมีประสิทธิภาพ (Partnership for 21st Century Skills, 2015) ซึ่งคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์อย่างหนึ่งที่ช่วยในการพัฒนาทักษะการสื่อสาร เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นภาษาที่ใช้แทนแนวคิด และแสดงแนวคิดหลากหลายได้ชัดเจน เทียบตรงและรัดกุม โดยหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นจุดเน้นที่สำคัญของคณิตศาสตร์ คือ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือกระบวนการคิดของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างชัดเจนและมีประสิทธิภาพและนำมาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน โดยมุ่งให้นักเรียนมีความรู้ ทักษะและความสามารถทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแนวคิด อธิบายแนวคิดและการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ได้ (National Council of Teacher of Mathematical, 2000) การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการสื่อสารผ่านการพูด และการเขียน ซึ่งมีการสื่อสารโดยการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Representation) ที่เป็นรูปแบบหนึ่งของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นการสื่อสารที่สำคัญที่สุด ซึ่งการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์นั้นหมายถึงความสามารถของนักเรียนในการใช้ตัวแทนความคิดในการเข้าใจปัญหา ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหา และใช้ตัวแทนความคิดในการสรุปคำตอบของปัญหา โดยใช้รูปภาพ ข้อความ ตัวแปร สัญลักษณ์ ตัวเลข (Samart, 2012) และ National Council of Teacher of Mathematical (2000) ได้กล่าวไว้ว่า การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นศูนย์กลางการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ และเป็นกุญแจสำคัญในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากช่วยพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับความคิดรวบยอดได้อย่างลึกซึ้ง โดยสามารถแสดงความสัมพันธ์ในสิ่งที่นักเรียนได้สร้างขึ้นหรือเปรียบเทียบกับสิ่งเหล่านั้นผ่านการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ทั้งที่เป็นรูปภาพสัญลักษณ์หรือรูปแบบอื่นซึ่งตัวแทนความคิดข้างต้นจะช่วยให้การสื่อสารของนักเรียนและเป็นที่จำเป็นต่อการทำความเข้าใจความคิดรวบยอดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ นอกจากนั้น การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ใช้การสื่อสารในการอ้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนความเข้าใจของตนเองและผู้อื่น และแสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาในโลกจริงซึ่งจะทำให้การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์กลายเป็นความรู้ที่ลึกซึ้งมาช่วยในการสื่อสารในชีวิตจริง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

แต่ในขณะที่โลกกำลังให้ความสำคัญกับคณิตศาสตร์และต้องการประชากรที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ นักเรียนไทยกลับมีผลการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ที่ลดลงอย่างต่อเนื่องสวนทิศทางกับความต้องการของตลาดแรงงานและความจำเป็นในการดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบัน (Klaynil, 2015) เห็นได้จากการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O – NET) เพื่อทดสอบความรู้และความคิดของนักเรียน ป.6 ม.3 และ ม.6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลการสอบไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนของโรงเรียน จากผลการทดสอบพบว่าในรายวิชคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 พบว่า ระดับประเทศมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.30 คะแนน ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานคือ 50 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยในระดับโรงเรียนเท่ากับ 24.00 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของระดับประเทศ ในรายละเอียดของผลคะแนนที่แยกตามสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะเห็นได้ว่าในสาระการเรียนรู้เรขาคณิตมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 27.60 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาก (National Institute of Educational Testing Service (Public Organization), 2018) และจากการประเมินขั้นเรียนของผู้วิจัยนั้น พบว่าในสาระการเรียนรู้เรื่องเรขาคณิตในส่วนที่เป็นโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนและหลากหลาย เมื่อนักเรียนเจอสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยจะไม่สามารถแปลความจากสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาให้อยู่ในของปัญหาอย่างง่ายได้ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์และตีความจากโจทย์ให้ออกมาในรูปแบบของตัวแบบเรขาคณิต ไม่สามารถใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการกำหนดตัวแปร ขาดการเชื่อมโยงสถานการณ์กับปัญหาในชีวิตจริง ส่งผลให้ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนพัฒนาช้าและโดยบริบทของโรงเรียนเป็นโรงเรียนขนาดกลางประจำอำเภอที่มีพื้นที่ติดกับชายแดนไทย-พม่า และมีนักเรียนในโรงเรียนเป็นชนเผ่าจำนวนมาก ซึ่งนักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารแตกต่างจากนักเรียนที่เป็นเชื้อชาติไทย ในบางครั้งเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของนักเรียนและสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ในหนังสือเรียนไม่สอดคล้องกับบริบทของนักเรียนทำให้นักเรียนไม่สามารถแปลความหมายจากสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย สิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงการมีปัญหาในการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์

แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ควรเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการ มีการเชื่อมโยงสถานการณ์ให้สอดคล้องกับบริบทและประสบการณ์ของ

นักเรียน ช่วยส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสารที่แตกต่างเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิสัมพันธ์ต่อกันและได้ชี้แจงแนวคิดของนักเรียนเอง (National Council of Teacher of Mathematical, 2000) จากบริบทของโรงเรียนที่ผู้วิจัยได้กล่าวไว้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจและเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนคือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context-Based Learning) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่อาศัยความสอดคล้องกันของเนื้อหาในเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร กับสถานการณ์หรือสิ่งแวดล้อมที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวันหรืออาจพบเจอในอนาคตมาเป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความรู้และทักษะในการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจเหล่านั้นไปสู่สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ได้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (Crawford, 2001) ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Relating) ขั้นตอนที่ 2 การเรียนรู้จากประสบการณ์ (Experiencing) ขั้นตอนที่ 3 การนำความรู้ ไปใช้ (Applying) ขั้นตอนที่ 4 การร่วมมือ (Cooperating) และขั้นตอนที่ 5 การถ่ายทอดความรู้ไปยังบริบทอื่น (Transferring) ซึ่งใน ขั้นตอนที่ 2 คือขั้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ เป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา ได้แก่ การวาดตัวแทนเรขาคณิตที่เกิดจากรูปทรงเรขาคณิตสามมิติ เช่น ปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวยและทรงกลม เป็นต้น การใช้การเขียนข้อความ วาดภาพหรือสัญลักษณ์ ใช้การขีดเขียนหรือวงกลมข้อความในโจทย์เพื่อกำหนดตัวแปร และขั้นตอนที่ 3 ขั้นการนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถใช้ตัวแทนความคิดเพื่อแสดงกระบวนการแก้ปัญหา ได้แก่ การใช้แผนภาพแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้ และในขั้นตอนที่ 4 ขั้นการร่วมมือ เป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถใช้ตัวแทนความคิดเพื่อแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาและนำเสนอ ได้แก่ การใช้ตัวแทนเรขาคณิต เพื่อแสดงการสรุปคำตอบได้

จากเหตุผลและความสำคัญของปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญที่จะศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งจะเป็แนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนที่นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารที่แตกต่างกัน เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็นต่อนักเรียนที่ช่วยให้นักเรียนนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่ส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ที่มีต่อการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

1. **รูปแบบการวิจัย** การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (2000) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนใน 1 วงจร ได้แก่ ขั้นวางแผน (Planning) ขั้นปฏิบัติการ (Acting) ขั้นสังเกตการณ์ (Observing) และขั้นสะท้อนผล (Reflecting) ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยมีลักษณะทำซ้ำเป็นวงจรทั้งหมด 5 วงจรตามแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยแล้วนำไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้ผ่านการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป

2. **กลุ่มเป้าหมาย** นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขนาดกลางประจำอำเภอในจังหวัดตาก จำนวน 23 คน และดำเนินการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 เป็นเวลา 17 ชั่วโมง

3. **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย** ประกอบด้วย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยบริบทเป็นฐานเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 5 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 17 ชั่วโมง มีเนื้อหาย่อยคือ พื้นที่ผิวและปริมาตรปริซึม พื้นที่ผิวและปริมาตรทรงกระบอก ปริมาตรพีระมิด ปริมาตรกรวยและปริมาตรทรงกลม

3.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ในขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ทุกวงจรปฏิบัติการจะมีผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์มากกว่า 10 ปี เป็นผู้ร่วมสังเกตการณ์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และจดบันทึกจุดเด่น จุดที่ต้องแก้ไขในแต่ละขั้นตอน จากนั้นเมื่อจบแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้เชี่ยวชาญและผู้วิจัยร่วมพูดคุยสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยแล้วสรุปเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขในวงจรปฏิบัติการถัดไป จนครบ 5 วงจรปฏิบัติการ

3.3 ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน โดยเน้นสถานการณ์ที่ครอบคลุมเนื้อหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปทรงสามมิติที่ใช้สิ่งของเครื่องใช้หรือเครื่องดนตรีของชนเผ่ากะเหรี่ยง เช่น ขา (ที่เก็บข้าวโพด) แกว (เครื่องดนตรี) ขนมนุ่ม (ขนมเทียน) มาประกอบสถานการณ์ เพื่อเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนเขียนบันทึกทุกครั้งที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



ภาพที่ 1 ขา (ซ้าย) แกว (กลาง) ขนมนุ่ม (ขวา) ของชนเผ่ากะเหรี่ยงที่ใช้ประกอบในสถานการณ์ปัญหา

3.4 แบบวัดความสามารถในการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เป็นแบบวัดที่มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ โดยนักเรียนจะทำแบบวัดความสามารถในการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ทุกวงจรแล้ว

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนดังนี้

4.1 ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

4.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ตามชั่วโมงปกติของโรงเรียน โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 17 ชั่วโมง

4.3 ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จะจดบันทึกการทำการกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และนักเรียนเขียนบันทึกการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ลงในใบกิจกรรม

4.4 เมื่อจบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้มาทำการสะท้อนผล เพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

4.5 เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 7 ข้อ เป็นเวลา 50 นาที

4.6 นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยมีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1 การวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ที่ส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จะรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติได้จากผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์มาจำแนกและตีความ ทำการจัดกลุ่มข้อมูล แล้วนำความเขียนเป็นความเรียงเชื่อมโยงข้อสรุปเป็นบทสรุปย่อ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการสามเส้า (Triangulation) ด้านการใช้แหล่งข้อมูลมากกว่า 1 แหล่ง (Resource Triangulation) ว่ามีความสอดคล้องว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ เพื่อหาข้อสรุปของข้อมูลที่ได้แล้วนำไปแก้ไขปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการถัดไปจนครบทั้ง 5 วงจรปฏิบัติการ จึงสรุปเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

5.2 การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ที่ส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยนำข้อมูลจากใบกิจกรรมของนักเรียนที่ได้บันทึกระหว่างเรียนและแบบวัดความสามารถในการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนทำหลังจบกิจกรรมการเรียนรู้ครบ 5 วงจรปฏิบัติการ โดยวิเคราะห์การเขียนคำตอบโดยเกณฑ์การวิเคราะห์แบบแยกประเด็น (Analytic Scoring) ตามกระบวนการของการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ 3 กระบวนการ คือ การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ปัญหาและแสดงการสรุปคำตอบของปัญหา แล้วแสดงผลในรูปของความถี่ตามกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก (3) ดี (2) พอใช้ (1) และควรปรับปรุง (0)

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้จำแนกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่ส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยสรุปประเด็นปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ปัญหาแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งจะพบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 – 4 ปัญหาที่พบในชั้นเรียนจะลดลงเรื่อย ๆ เนื่องจากเมื่อผู้วิจัยพบปัญหาในแต่ละวงจรปฏิบัติการจะหาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เสนอทำให้ในวงจรปฏิบัติการที่ 5 ไม่พบปัญหาในชั้นเรียนเลย ทั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้ค้นพบแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่ส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (ภาพที่ 2) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

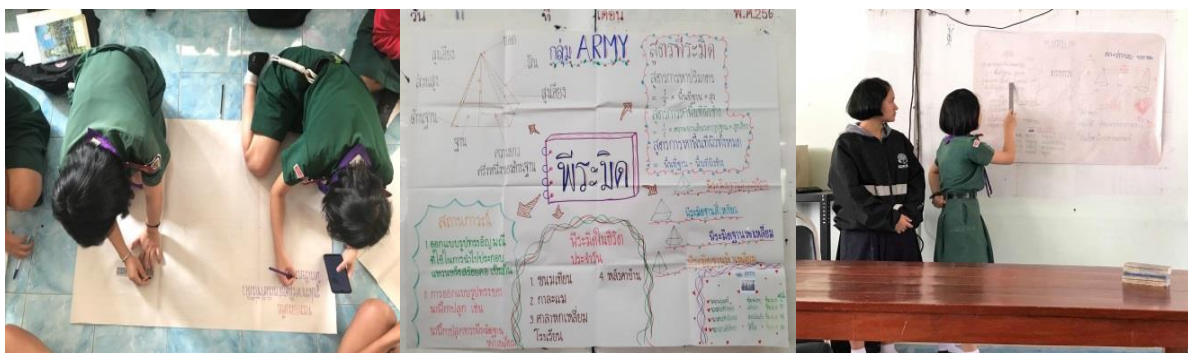
ขั้นตอนที่ 1 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Relating) ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการนำเสนอสถานการณ์ในบริบทที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตของนักเรียนชนเผ่ากะเหรี่ยง ให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งของ เครื่องใช้ที่เป็นรูปทรงต่าง ๆ ที่นักเรียนชนเผ่ากะเหรี่ยงสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ตเพื่อเพิ่มความหลากหลายในการยกตัวอย่างมาแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในชั้น และส่งเสริมให้นักเรียนจำลองรูปทรงเหล่านั้นออกมาให้อยู่ในรูปวาดตัวแบบเรขาคณิต ครูควรทบทวนการวาดรูปเรขาคณิตสามมิติให้แก่ นักเรียนโดยใช้สื่อการสอนจาก YouTube ซึ่งจะทำให้ นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียนที่กำลังเรียนและมีความกระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรมถัดไป

ขั้นตอนที่ 2 การเรียนรู้จากประสบการณ์ (Experiencing) ครูสร้างประสบการณ์ให้นักเรียนโดยการให้ความรู้กับนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ในขั้นนี้เน้นให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวและปริมาตร ส่งเสริมให้นักเรียนใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับบริบทในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับสิ่งของเครื่องใช้ที่เป็นรูปทรงต่าง ๆ ที่นักเรียนชนเผ่ารู้จักและใช้ในชีวิตประจำวันที่ต้องใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรในการแก้ปัญหา เน้นให้นักเรียนแสดงแนวคิดออกมาในรูปแบบตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การขีดเขียนหรือวงกลมข้อความในสถานการณ์ปัญหาที่สำคัญที่นำไปสู่การแก้ปัญหาสถานการณ์ หรือกำหนดตัวแปรลงในสถานการณ์ การวาดตัวแบบเรขาคณิตที่ได้จากสถานการณ์เพื่อประกอบการแก้ปัญหา การแทนค่าตัวแปรลงในสูตรการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรเพื่อหาคำตอบของสถานการณ์

ขั้นตอนที่ 3 การนำความรู้ไปใช้ (Applying) ครูให้สถานการณ์ในบริบทที่นักเรียนชนเผ่าไม่คุ้นเคย เพื่อตรวจสอบการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับสถานการณ์ในบริบทใหม่และส่งเสริมให้นักเรียนใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 การร่วมมือ (Cooperating) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียนและให้เพื่อนในห้องร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนต่างกลุ่ม และอธิบายเพิ่มเติมเป็นภาษากระเหรี่ยง และระหว่างดำเนินกิจกรรมครูต้องคอยควบคุมสถานการณ์ภายในห้องเรียนไม่ให้เกิดความวุ่นวาย เนื่องจากนักเรียนมีความกังวลในการนำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตนเอง ทำให้ไม่ได้ตั้งใจฟังเพื่อนนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นตอนที่ 5 การถ่ายโอนความรู้ไปยังบริบทอื่น (Transferring) ครูให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้รับและยกตัวอย่างสถานการณ์ในบริบทใหม่ที่นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้



ภาพที่ 2 ผลงานและการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

ตารางที่ 1 ตารางประเด็นปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ปัญหาแต่ละวงจรปฏิบัติการ

วงจรปฏิบัติการ	ประเด็นปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ปัญหา
1 พื้นที่ผิวและ ปริมาตรปริซึม	- นักเรียนบางคนไม่สามารถวาดตัวแบบเรขาคณิตและกำหนดองค์ประกอบของรูปจากสิ่งที่เป็นรูปทรงปริซึมในชีวิตประจำวันตามใบกิจกรรมการเรียนรู้ได้	- ก่อนที่นักเรียนจะทำใบกิจกรรมการเรียนรู้ครูควรแนะนำวิธีการวาดรูปเรขาคณิตสามมิติอาจจะให้ดูเป็นคลิปวิดีโอใน YouTube
	- ในขณะที่ดำเนินการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียน นักเรียนใช้เวลาในการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมและความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น	- ผู้วิจัยควรใช้คำถามในการกระตุ้นนักเรียนให้ช่วยกันแสดงความคิดเห็นจนได้ข้อสรุปที่รวดเร็วขึ้น
	- นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการขีดเขียนข้อความสำคัญในสถานการณ์ปัญหาและกำหนดตัวแปร	- ผู้วิจัยควรกำหนดสถานการณ์ปัญหาเพิ่มเติมให้นักเรียน ได้ลงมือแก้ปัญหาเองในขั้นตอนที่ 2
	- นักเรียนบางกลุ่มวาดตัวแบบเรขาคณิตได้แต่ไม่กำหนดองค์ประกอบของรูป	
	- นักเรียนบางกลุ่มสับสนระหว่างสูตรการหาพื้นที่ผิวกับการหาปริมาตรทำให้เลือกสูตรผิด	
	- เกิดความวุ่นวายในช่วงการแลกเปลี่ยนแนวคิด	- ผู้วิจัยควรควบคุมชั้นเรียนให้ดีโดยการจัดลำดับการนำเสนอ
	- นักเรียนสับสนระหว่างโจทย์ปัญหากับสถานการณ์	- ผู้วิจัยอธิบายให้นักเรียนเป็นรายกลุ่ม
2 พื้นที่ผิวและ ปริมาตร ทรงกระบอก	- นักเรียนบางคนไม่สามารถวาดตัวแบบเรขาคณิตที่เป็นรูปคลี่ของทรงกระบอกได้	- ผู้วิจัยควรเพิ่มกิจกรรมโดยใช้อุปกรณ์จริงให้นักเรียนปฏิบัติ เช่น การให้นักเรียนตัดแกนกระดาษชำระแล้วคลี่ออกเพื่อสร้างความเข้าใจให้แก่ นักเรียน
	- นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่ได้กับสถานการณ์ปัญหาที่ต้องลงมือทำเอง	- ผู้วิจัยควรอธิบายสถานการณ์ปัญหาที่เป็นตัวอย่างการแสดงแนวคิดซ้ำจนกว่านักเรียนจะเข้าใจ
	- นักเรียนกำหนดตัวแปรไม่ครบ	- ผู้วิจัยควรอธิบายเพิ่มเติมและกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากขั้นสร้างประสบการณ์มาใช้ในการหาคำตอบ
	- นักเรียนบางกลุ่มวาดตัวแบบเรขาคณิตได้แต่ไม่กำหนดองค์ประกอบของรูป เช่น ไม่ได้กำหนดรัศมี	
	- นักเรียนบางกลุ่มสับสนระหว่างสูตรการหาพื้นที่ผิวกับการหาปริมาตรทำให้เลือกสูตรผิด	
3 ปริมาตรพีระมิด	- ชิ้นงานที่นักเรียนบางกลุ่มขาดการจัดลำดับเนื้อหาทำให้ผู้ที่มาอ่านทำความเข้าใจได้ยาก	- ผู้วิจัยให้คำแนะนำนักเรียนในการจัดเรียงเนื้อหาจากง่ายไปยาก
	- นักเรียนยกตัวอย่างพีระมิดในชีวิตประจำวันได้ไม่หลากหลาย	- ผู้วิจัยควรเปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าเพิ่มเติมจากหนังสือหรืออินเทอร์เน็ต
	- นักเรียนบางคนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่ได้กับสถานการณ์ปัญหาที่ต้องลงมือทำเอง	- ผู้วิจัยควรอธิบายเพิ่มเติมจากสถานการณ์ปัญหาที่เป็นตัวอย่างที่หลากหลายเพื่อนักเรียนเกิดความเข้าใจ
	- นักเรียนบางกลุ่มเลือกสูตรพื้นที่ฐานของพีระมิดไม่ถูกต้อง	- ผู้วิจัยควรอธิบายเน้นย้ำเพิ่มเติมถึงความหลากหลายของฐานพีระมิด
4 ปริมาตรกรวย	- นักเรียนบางกลุ่มไม่เข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาเนื่องจากเป็นสถานการณ์ที่เชื่อมโยงไปยังความรู้เรื่องปริมาตรของปริซึมด้วย	- ผู้วิจัยควรทบทวนความรู้เรื่องปริมาตรของปริซึมก่อนให้นักเรียนทำใบกิจกรรมการเรียนรู้
5	- ไม่พบปัญหา	- ไม่พบปัญหา

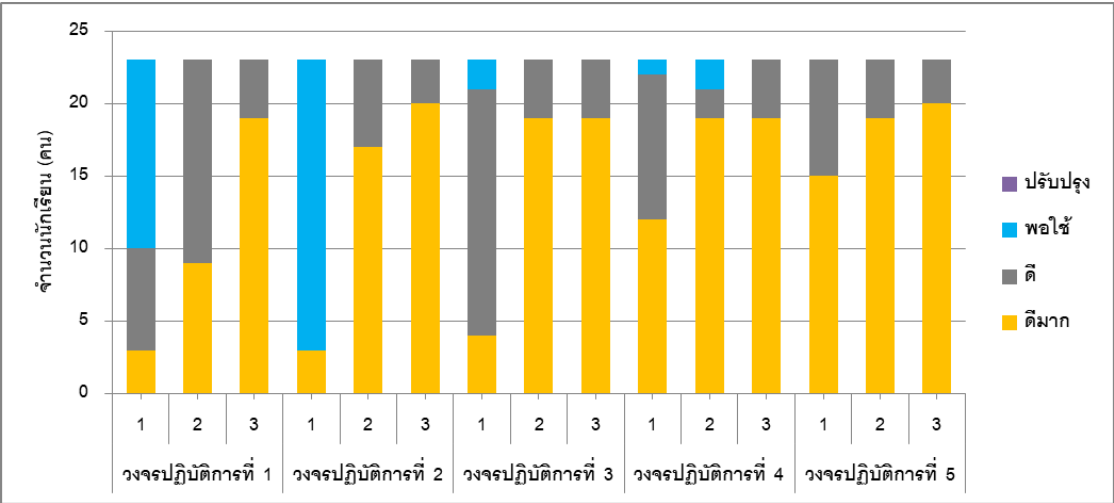
วงจรถวายการ	ประเด็นปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ปัญหา
ปริมาตรทรงกลม		

2. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ที่ส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

ผู้วิจัยแบ่งผลในตอนนี้ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ระหว่างจัดการเรียนรู้โดยบริบทเป็นฐาน ซึ่งรวบรวมจากใบกิจกรรม และ 2) การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์หลังจัดการเรียนรู้โดยบริบทเป็นฐาน ซึ่งรวบรวมจากแบบวัดความสามารถการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ระหว่างจัดการเรียนรู้โดยบริบทเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยวิเคราะห์ใบกิจกรรมของนักเรียนจำนวน 23 คน ในแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 แผน โดยมีประเด็นการบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 3 กระบวนการดังนี้ (1) การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา (2) การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อวางแผนการแก้ปัญหา และ (3) การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงการสรุปคำตอบของปัญหา ซึ่งแสดงผลวิจัยแต่ละแผนดังแสดงตารางในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 จำนวนนักเรียนตามระดับการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ของแต่ละกระบวนการ

จากภาพที่ 3 เป็นการแสดงจำนวนนักเรียนตามระดับการนำเสนอความคิดทางคณิตศาสตร์ของแต่ละกระบวนการจากการเก็บข้อมูลใบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานผลจากวงจรถวายการที่ 5 ซึ่งเป็นวงจรถวายการสุดท้ายของการจัดการเรียนรู้ พบว่า ไม่มีนักเรียนกลุ่มใดอยู่ในระดับควรปรับปรุง พิจารณาโดยรวมตั้งแต่วงจรถวายการที่ 1 ถึง วงจรถวายการที่ 5 มีแนวโน้มที่มีการพัฒนาในทุกกระบวนการ จะเห็นได้ว่าระหว่างวงจรถวายการที่ 1, 2 และ 3 การพัฒนาการนำเสนอความคิดทางคณิตศาสตร์ในแต่ละกระบวนการของนักเรียนในแต่ละระดับไม่แตกต่างกันมากนัก แต่เมื่อพิจารณาในวงจรถวายการที่ 4 และ 5 พบว่ามีความแตกต่างของระดับการนำเสนอความคิดทางคณิตศาสตร์ในกระบวนการที่ 1 อย่างเห็นได้ชัด คือ จากวงจรถวายการที่ 3 นั้น นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนำเสนอตัวแทนความคิดอยู่ในระดับดี แต่ในวงจรถวายการที่ 4 และ 5 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมากทุกกระบวนการ (ภาพที่ 4)

เรขาคณิต เน้นให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรด้วยการลงมือปฏิบัติและส่งเสริมให้นักเรียนใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาสอดคล้องกับ Boonsri (2012) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดทำคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับเครื่องใช้ของชาวชนเผ่า โดยจัดกิจกรรมเน้นการร่วมกันเรียนเป็นกลุ่ม การลงมือปฏิบัติเพื่อให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านเครื่องใช้ของชาวชนเผ่าในชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งได้ผลการศึกษาคือคู่มือนี้ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวันกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ครูควรให้สถานการณ์ในบริบทที่นักเรียนชนเผ่าไม่คุ้นเคย เพื่อตรวจสอบการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับสถานการณ์ในบริบทใหม่และส่งเสริมให้นักเรียนใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับ Pramchoo et al. (2010) ที่ว่า ครูผู้สอนควรนำเสนอบริบทใหม่ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนให้มีการประยุกต์ใช้ความรู้ โดยครูผู้สอนจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการประยุกต์ใช้ความรู้ หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องในสถานการณ์อื่น ๆ และควรส่งเสริมความมั่นใจในการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยการให้นักเรียนออกมาเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้น สอดคล้องกับ Lhongruk (2010) ที่กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทเป็นกิจกรรมแบบร่วมมือให้นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติกิจกรรม เพื่อค้นพบข้อสรุป ทำให้นักเรียนต้องนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่มีอยู่มาใช้ในการเรียนรู้ เกิดการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม ซึ่งการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ วิธีการ และข้อคิดเห็นที่ได้มาแก้ไขปัญหาสถานการณ์ในบริบทที่กำหนดจะทำให้ได้นักเรียนแสดงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ออกมาในรูปแบบของการยกตัวอย่างสถานการณ์ที่จะสามารถนำความรู้ที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับ Gilbert (2006) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานควรมีการประยุกต์ใช้ความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องในสถานการณ์อื่น ๆ หรือการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน

2. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่ส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

ผลการวิจัยระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context-Based Learning) นั้นนักเรียนมีแนวโน้มการพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมากในทุกกระบวนการตั้งแต่การนำเสนอตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา เพื่อวางแผนการแก้ปัญหา และเพื่อแสดงการสรุปคำตอบของปัญหา ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการวิจัยหลังการจัดการเรียนรู้แล้วนั้นในภาพรวมนักเรียนมีความสามารถในการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการวิจัยระหว่างการจัดการเรียนรู้ แต่เมื่อแยกพิจารณาที่กระบวนการพบว่า ในกระบวนการการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหาและเพื่อวางแผนการแก้ปัญหานักเรียนอยู่ในระดับดีมากซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่วิเคราะห์ได้จากไปกิจกรรม แต่กระบวนการการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงการสรุปคำตอบของปัญหานั้นกลับอยู่ในระดับดีเท่านั้นซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการวิจัยระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับดีเยี่ยม ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการที่นักเรียนทำไปกิจกรรมในระหว่างเรียนเป็นกลุ่มนักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันปรึกษากันและดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ออกมาได้ดีกว่าการทำแบบวัดการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับ Phatsoongnern and Sahatsathatsana (2019) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่ได้ข้อค้นพบว่า ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้แบบฝึกเรียนเป็นกลุ่มย่อยสูงกว่าเป็นรายบุคคล ซึ่งการที่นักเรียนมีแนวโน้มการพัฒนาความสามารถในการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในระดับที่ดีขึ้นนั้นเนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นในขั้นตอนที่ 1 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Relating) เนื่องจากในขั้นตอนนี้นักเรียนจะต้องวาดตัวแบบเรขาคณิตจากรูปทรงเรขาคณิตสามมิติที่อยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียน และในการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 2 การเรียนรู้จากประสบการณ์ (Experiencing) และขั้นตอนที่ 3 การนำความรู้ไปใช้ (Applying) ที่มีการส่งเสริมให้นักเรียนใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เพื่อวางแผนการแก้ปัญหาและเพื่อแสดงการสรุปคำตอบของปัญหา และขั้นตอนที่ 4 การร่วมมือ (Cooperating) เป็นการใช้ชิ้นงานที่แสดงการแก้ปัญหาโดยการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ มานำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ ทำให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาได้ และขั้นตอนที่ 5 การถ่ายโอนความรู้ไปยังบริบทอื่น นักเรียนได้ใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดในการสรุปความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร และยกตัวอย่างสถานการณ์ที่จะสามารถนำความรู้ที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาเป็นการเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งจะเห็นว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยบริบทเป็นฐานในแต่ละขั้นตอนนั้นมีการส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มและมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือแนวคิดในการแก้ปัญหาระหว่างกลุ่มและเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนความรู้ที่ได้รับเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งสอดคล้อง Pluempitwiriwajew and Mekanong (2019) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนการสอนตามแนวคิดการสร้างแบบจำลอง

ทางคณิตศาสตร์และแนวทางการเสริมต่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 5 ขั้นตอน คือ 1) การนำเสนอปัญหาเพื่อสร้างความสนใจ 2) การกำหนดเป้าหมายและสร้างแบบจำลอง 3) การดำเนินการแก้ปัญหาและอ้างอิงไปสู่บริบทจริง 4) การประเมินแบบจำลองและการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง และ 5) การขยายความรู้สู่บริบทใหม่ จะเห็นได้ว่าในขั้นตอนการสอนตามแนวทางการสร้างแบบจำลองมีความสอดคล้องกับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยบริบทเป็นฐานที่ผู้วิจัยได้นำเสนอไว้ ซึ่งผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีความสามารถในการเลือกใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและหลากหลายมากขึ้น สามารถสื่อความหมายแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างสอดคล้องกับองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์และนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้นักเรียนแต่ละคนยังแสดงให้เห็นถึงจินตนาการและความถนัดของแต่ละบุคคลในการเลือกใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์แต่ละรูปแบบทั้ง ภาพกราฟ ตาราง ตัวแปรสัญลักษณ์และข้อความทางคณิตศาสตร์ และสอดคล้องกับ Samart (2012) ที่กล่าวว่า การส่งเสริมให้นักเรียนเขียนภาพจากปัญหาเพื่อเพิ่มพูนความเข้าใจปัญหา ใช้การขีดเส้นใต้ในข้อความที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และใช้ตัวแปรแทนข้อความในการทำความเข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น

สรุปผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์นั้น ครูควรนำเสนอสถานการณ์เกี่ยวกับรูปทรงในบริบทที่นักเรียนไม่คุ้นเคย และครูควรส่งเสริมให้นักเรียนจำลองรูปทรงให้อยู่ในรูปแบบเรขาคณิต ลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด ใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนเมื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน อาจให้นำเสนอเพิ่มเติมเป็นภาษากระเบื้องเพื่อเพิ่มความเข้าใจกับเพื่อนในชั้นเรียน และให้ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่จะนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง ส่งผลให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการนำเสนอตัวแทนความคิดระหว่างเรียนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานอยู่ในระดับดีมากทุกกระบวนการซึ่งได้แก่ การนำเสนอตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา เพื่อวางแผนการแก้ปัญหา และเพื่อแสดงการสรุปคำตอบของปัญหา แต่ผลการวิจัยหลังการจัดการเรียนรู้นั้นนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาแต่ละกระบวนการแล้วพบว่านักเรียนมีความสามารถในการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีมาก แต่มีความสามารถในการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาอยู่ในระดับดีเท่านั้น

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ในบริบทที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน ดังนั้นในแต่ละโรงเรียนอาจมีบริบทที่น่าสนใจแตกต่างกัน หรือมีสถานการณ์ที่น่าสนใจในช่วงเวลา ดังนั้นครูจึงควรปรับสถานการณ์ให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและช่วงเวลาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจมากขึ้น

2. ในขั้นตอนการนำความรู้ไปใช้ ครูควรตรวจสอบความรู้ที่นักเรียนได้รับก่อนที่จะให้นักเรียนทำใบกิจกรรมด้วยตนเองเป็นรายบุคคล เนื่องจากว่า หากนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจไม่ถูกต้องในเรื่องของการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปทรงสามมิติต่าง ๆ จะทำให้เป็นอุปสรรคในการแก้ปัญหาได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ที่ส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ในสาระเรขาคณิตเรื่องอื่น ๆ เนื่องจากผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าในแต่ละสถานการณ์นั้นนักเรียนสามารถที่จะวาดตัวแทนเรขาคณิตเพื่อใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหาได้แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

- Boonsri, J. (2012). Construction of Mathematics Instructional Handbook Connecting with Hill Tribe Artifacts, Suksasongkroh Chiang Dao School, Chiang Mai Province (in Thai). **Master's Thesis**. Chiang Mai: Chiang Mai University.
- Crawford, M.L. (2001). **Teaching contextually: research, rationale, and techniques for improving student motivation and achievement in mathematics and science**. Texas: CCI Publishing.

- Gillbert, J.K. (2006). On the nature of “context” in chemical education. **International Journal of science Education**, 28(9), 957-976.
- Klaynil, S. (2015). **Thai science education: Development and recession**. (in Thai). Samut Prakan: Advance Printing Service Company Limited.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2000). Participatory action research. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), **Handbook of qualitative research** (2nd ed., pp. 567–605). Thousand Oaks, CA: Sage
- Lhongruk, W. (2010). The effects of developing contextual learning activities in “statistics” on academic achievement, mathematical connection skills and communication skills of Mathayomsuksa V student (in Thai). **Master’s Thesis**. Bangkok: Srinakharinwirot University.
- National Council of Teacher of Mathematical (NTCM). (2000). **Principles and standards for school mathematics**. Reston, Virginia: NTCM.
- National Institute of Educational Testing Service (Public Organization). (2018). Summary of the national basic educational testing (O-Net), grade 12, Academic year 2017. Retrieved 12 April 2017, From **NIETS**: <http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx?ReturnUrl=%2fAnnouncementWeb%2fSchool%2fReportSchoolBySchool.aspx%3fmi%3d2&mi=2>
- Phatsoongnern, N. and Sahatsathatsana, C. (2019). Development of mathematics learning achievement on linear inequality of one variable for grade-9 students through the use of skill exercise based on constructivist theory (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 2(1), 1-11.
- Pluempitiwiriawej, K. and Mekanong, A. (2019). Development of an instructional process based on mathematical modeling and scaffolding approaches to enhance mathematical problem solving and representation abilities of lower secondary school students (in Thai). **Journal of Education Studies**, 47(4), 86-107.
- Partnership for 21st century skills. (2015). Framework for 21st century skills learning. Retrieved 12 April 2017, from **Battelle for Kids**: <https://www.battelleforkids.org/networks/p21/frameworks-resources>
- Pramchoo, J., Sritunyoo, A. and Meesook, L. (2010). The effect of using context-based learning activities on Grade-11 Students learning achievement in chemistry (in Thai). **Journal of Humanities and Social Sciences**, 2(1), 32-41.
- Samart, P. (2012). Development of mathematical thinking of eighth grade students by using mathematizing process (in Thai). **Master’s Thesis**. Bangkok: Chulalongkorn University.

บทความวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่ส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

รัศมี ศิริกัมพลา^{1*} และวนิทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์¹¹ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

*Email: Ratsmeeae2560@gmail.com

รับบทความ: 19 พฤษภาคม 2563 แก้ไขบทความ: 25 มิถุนายน 2563 ยอมรับตีพิมพ์: 29 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่ส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และเพื่อศึกษานโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA การวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้เข้าร่วมวิจัย คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดชัยภูมิ จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบ CPA แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบฝึก และแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมแล้วจะถูกนำมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA ที่ส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ควรเน้นการใช้วัสดุสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความหมาย ความสัมพันธ์ และลำดับของการดำเนินการ ได้แก่ การบวก การลบ การคูณ และการหาร แล้วเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การสร้างภาพจำลองปัญหาที่มีข้อมูลครบถ้วน เพื่อให้นักเรียนสามารถแปลความหมายของภาพจำลองสู่สัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ผลการวิจัยจากแบบฝึกระหว่างเรียนและแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน มีความสอดคล้องกัน คือ นักเรียนส่วนใหญ่มีโน้ตทัศน์ถูกต้องสมบูรณ์

คำสำคัญ: มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

อ้างอิงบทความนี้

รัศมี ศิริกัมพลา และวนิทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์. (2563). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่ส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 3(2), 155-164.

Research Article

Learning implementation based on Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) approach to enhance mathematical concepts on addition subtraction multiplication and division for grade-4 students

Ratsamee Sirikampla^{1,*} and Wanintorn Poonpaiboonpipat¹

¹*Department of Education, Faculty of Education, Naresuan University*

**Email: Ratsmeeae2560@gmail.com*

Received <19 May 2020>; Revised <25 June 2020>; Accepted <29 June 2020>

Abstract

This research aims to develop a learning implementation based on Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) that enhance mathematical concepts and to study mathematical concepts of grade-4 students on addition, subtraction, multiplication, and division after learning based on CPA approach. This research is a classroom action research. The participants were the 40 students in grade 4 of a school in Chaiyaphum Province. The research tools were lesson plans based on CPA approach, learning reflection form, worksheets and mathematical concept test. Data were analyzed by content analysis. The results revealed that the learning implementation based on CPA should use concrete objects to enhance understanding in meaning, relationships and order of operation which are addition, subtraction, multiplication, and division. In addition, teacher should facilitate students to connect knowledge to an explicit mental model, this can help student translated model to mathematical expression correctly. The results from worksheets during learning and mathematical concept test after learning similarly showed that most students' mathematical concepts were in Sound Conceptual Understanding level.

Keywords: Mathematical Concepts, Concrete-Pictorial-Abstract (CPA), Primary School Mathematics

Cite this article:

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.

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (Ministry of Education, 2010) แต่ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์นั้นมีลักษณะเป็นนามธรรมและเน้นการใช้สัญลักษณ์ในการสื่อความหมาย จึงเป็นเรื่องยากที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจ และจดจำรายละเอียดของคณิตศาสตร์ได้ทั้งหมด โมนัทศ์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Concept) จึงเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์

แม้ว่าคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต แต่ปัจจุบันคุณภาพการศึกษาโดยเฉพาะ ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ด้านขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศยังอยู่ในระดับต่ำ (Ministry of Education, 2010) เห็นได้จากผลการวิจัยการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ระดับนานาชาติ หรือ TIMSS ปี 2011 ที่จัดโดย The International Association for the Evaluation of Educational Achievement หรือ IEA สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประเทศไทยถูกจัดกลุ่มให้อยู่ในระดับต่ำ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2015) และผลการประกันคุณภาพการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยทั้งประเทศ ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา สอดคล้องกับคะแนน O-NET ของโรงเรียนที่ผู้วิจัยสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2559 มีคะแนนเฉลี่ย 53.70 คะแนน และในปีการศึกษา 2560 มีคะแนนเฉลี่ย 46.52 ซึ่งผลการทดสอบมีคะแนนเฉลี่ยลดลงเช่นกัน

ผู้วิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ได้ประสบกับปัญหาในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนที่ทำการสอนเช่นกัน กล่าวคือนักเรียนส่วนมากไม่เข้าใจความหมาย การบวก การลบ การคูณ การหาร มักสับสนระหว่างการบวกกับการคูณ การลบกับการหาร ทำให้แปลความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง รวมถึงไม่เข้าใจความสัมพันธ์และลำดับของการดำเนินการ การบวก การลบ การคูณ และการหาร จึงไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาหรือดำเนินการแก้ปัญหาผิดแล้วยังส่งผลต่อเนื่องให้ทำแบบฝึกหัดที่แตกต่างจากตัวอย่างหรือสิ่งที่ครูเคยสอนมาแล้วไม่ได้ สิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาโน้ตศ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ซึ่งเป็นพื้นฐานของการเรียนเนื้อหาต่าง ๆ ที่อาจจะส่งผลต่อเนื่องถึงการเรียนคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่น ๆ และระดับสูงขึ้นต่อไป

แนวทางการส่งเสริมโน้ตศ์ทางคณิตศาสตร์นั้น นักเรียนจำเป็นต้องได้รับประสบการณ์จากกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม และครูต้องคำนึงถึงพัฒนาการทางด้านร่างกายและสติปัญญา และต้องสร้างโม้ตศ์ที่ถูกต้องด้วยสื่อที่เป็นรูปธรรมให้นักเรียนได้มีโอกาสสัมผัสจับต้อง เรียนรู้ด้วยการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ (Isaraprida, 2006) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของ Piaget (Angganapattarakajorn, 2011) ที่กล่าวว่าโครงสร้างความรู้จะพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามขั้นพัฒนาการทางปัญญา ซึ่งนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายตรงกับขั้นการคิดของเด็กวัย 7-11 ปีของ Piaget ที่อยู่ในขั้นปฏิบัติการคิดด้านรูปธรรม (Concrete Operation Stage) และยังสอดคล้องกับคำกล่าวของ Pattanatrakoolsook (2002) ที่ว่าเด็กวัยนี้สามารถที่จะเข้าใจเหตุผล รู้จักการแก้ปัญหาสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ แต่ครูจะต้องพยายามเปลี่ยนสิ่งที่เป็นนามธรรมในคณิตศาสตร์ให้เป็นรูปธรรมที่มองง่ายขึ้น และสามารถทำความเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว ด้วยการนำกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อที่เป็นรูปธรรม ให้นักเรียนได้สัมผัสมาใช้ในการอธิบายด้วยเหตุผลทางคณิตศาสตร์และการเลือกใช้กิจกรรมให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดต่าง ๆ และทำให้เกิดโม้ตศ์ที่ถูกต้องได้ในที่สุด

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตศ์นั้นมียุทธศาสตร์หลายรูปแบบ แต่ผู้วิจัยสนใจการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่ได้รับการพัฒนาโดยนักจิตวิทยาอเมริกันชื่อ Jerome Bruner โดยเป็นวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระทรวงศึกษาธิการสิงคโปร์บรรจุในหลักสูตรสำหรับการพัฒนาแนวคิดคณิตศาสตร์เบื้องต้นที่นำมาใช้ในโรงเรียน (Hui, Hoe and Lee, 2017) ทำให้นักเรียนสิงคโปร์มีความถนัดทางคณิตศาสตร์สูงเป็นอันดับ 1 ของโลก จากการจัดลำดับของ PISA เมื่อปีพ.ศ. 2558 (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2015) โดยกิจกรรมการเรียนรู้เริ่มจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมถ่ายทอดเป็นแผนภาพแล้วเชื่อมโยงสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบจากรูปธรรมสู่นามธรรม สามารถเข้าใจและอธิบายภาพรวมและที่มาที่ไปของโจทย์ที่ซับซ้อนได้ จนนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาได้ในที่สุด และสามารถพัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้งจนเกิดโม้ตศ์ทางคณิตศาสตร์แบบยั่งยืน เพราะการเรียนรู้แบบ CPA เป็นวิธีที่สร้างความเข้าใจความหมาย ส่งเสริมการเรียนรู้จากง่ายไปยากและเป็นวิธีที่เหมาะสมกับพัฒนาการด้านปัญญามายาวของนักเรียน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความมุ่งมั่นที่จะทำวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA ที่ส่งเสริมโน้ตศ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั้งนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัย

ปฏิบัติการในชั้นเรียนซึ่งดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการ PAOR ที่มีความต่อเนื่องกันเพื่อช่วยพัฒนาตัวผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนคณิตศาสตร์ให้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่ส่งเสริมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
- 2) เพื่อศึกษานโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดชัยภูมิ จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 40 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์

รูปแบบการวิจัย การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Action Research) ตามแนวคิดของ (Kemmis and McTaggart, 1988) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนใน 1 วงจร ได้แก่ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติการ (Act) 3) ขั้นสังเกต (Observe) และ 4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) มีลักษณะทำซ้ำเป็นวงจรปฏิบัติการทั้งหมด 3 วงจรตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการมาสะท้อนผล เพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป มีภาพรวมของงานวิจัยดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

คาบที่	วงจร 1	วงจร 2	วงจร 3	หลังการจัดการเรียนรู้ 3 วงจร
1	1) ขั้นการให้ความหมายด้วยการแนะนำ (C: Concrete)			ทำแบบวัดมโนทัศน์
	2) ขั้นสร้างความคุ้นเคยผ่านการสำรวจ (C: Concrete)			
2	3) ขั้นการจำแนกองค์ความรู้ (P: Pictorial)			
3	4) ขั้นสร้างความเข้าใจหลักการของนามธรรม (A: Abstract)			
4	ทำแบบฝึก			

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการวิจัยในแต่ละข้อ ดังนี้

1. การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA ที่ส่งเสริมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบ CPA เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 แผนแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการให้ความหมายด้วยการแนะนำ 2) ขั้นสร้างความคุ้นเคยผ่านการสำรวจ 3) ขั้นการจำแนกองค์ความรู้ และ 4) ขั้นสร้างความเข้าใจหลักการของนามธรรม โดยใช้เวลาแผนละ 4 คาบ รวมทั้งหมด 12 คาบ

1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ร่วมกันบันทึกประเด็นปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการถัดไป

2. การศึกษานโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA

2.1 แบบฝึก เป็นแบบเขียนตอบและเป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนทำห้ยแต่ละแผนเป็นรายบุคคล แต่ละแบบฝึกจะมีข้อคำถามจำนวน 2 ข้อ

2.2 แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบต่อเนื่อง 2 ขั้นตอน คือตอนที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ และตอนที่ 2 เป็นแบบเขียนตอบแสดงเหตุผลจากการตอบในขั้นที่ 1 จำนวน 10 ข้อ

การเก็บและรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ประชุมทีมและชี้แจงจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัย

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 12 คาบ

3. ระหว่างทำการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้จะจดบันทึกเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามประเด็นในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แล้วนำผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการมาสะท้อนผล เพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป

4. ท้ายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการให้นักเรียนทำแบบฝึก

5. หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการให้นักเรียนทำแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

6. นำแบบฝึกและแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนทำแล้วมาวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ส่วน ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยทั้ง 2 ข้อได้แก่

1. การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยนำข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดอีกครั้ง เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย 1) การจัดระเบียบข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์และตีความ และ 2) การจัดระเบียบเนื้อหาของข้อมูลตามประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ ได้แก่ ผลการปฏิบัติ อุปสรรค/ข้อจำกัด และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาสำหรับการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

โดยประเด็นเหล่านี้จะมีผลต่อการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2. การศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบฝึกและแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเพื่อจัดกลุ่มมโนทัศน์ โดยจำแนกเป็นกลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์ตามหลักการของ Haidar (1997 as cited in Pananchai, 2018) เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ 1) มโนทัศน์ถูกต้องสมบูรณ์ (Sound Conceptual Understanding: SU) 2) มโนทัศน์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Conceptual Understanding: PU) 3) มโนทัศน์ถูกต้องบางส่วนและผิดบางส่วน (Partial with Mis-Conceptual Understanding: PMU) 4) มโนทัศน์ผิด (Mis-Conceptual Understanding: MU) และ 5) ไม่ตอบคำถามและไม่อธิบายเหตุผล (No Conceptual Understanding: NU)

ผลการวิจัย

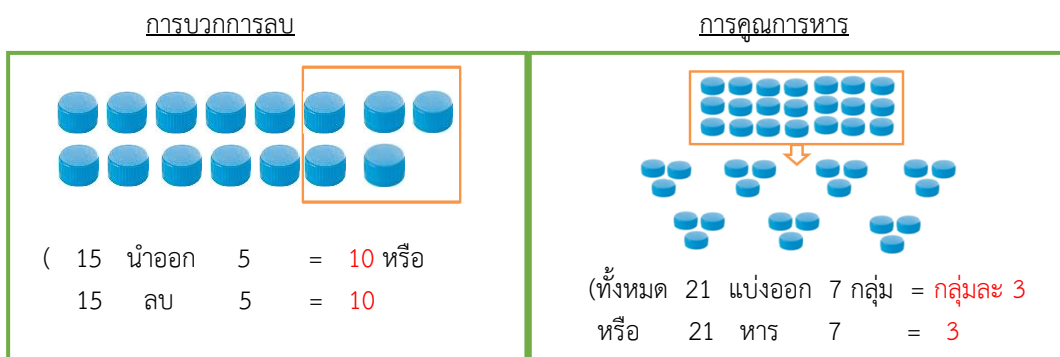
ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยทั้ง 2 ข้อได้แก่

1. เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยสรุปการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA โดยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการให้ความหมายด้วยการแนะนำ (C: Concrete)

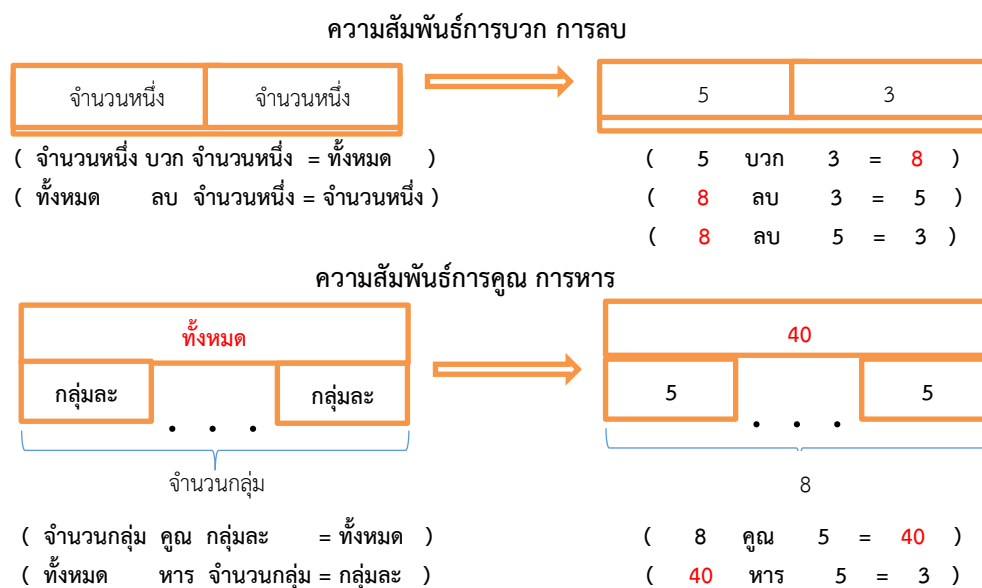
ขั้นตอนนี้เป็นส่วนหนึ่งของการสัมผัสและเรียนรู้จากของจริง (C: Concrete) การเริ่มต้นกิจกรรมการเรียนรู้ควรเน้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ผ่านวัตถุที่จับต้องได้ ในที่นี้ผู้วิจัยใช้ฝาชวน้ำร่วมกับการเล่นเพื่อทำความเข้าใจความหมายการบวก การลบ การคูณ การหาร ซึ่งช่วยให้กิจกรรมน่าสนใจ รวมถึงการใช้กิจกรรมจำลองปัญหาผ่านประสบการณ์จริงจะช่วยให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน เพราะฝาชวน้ำเป็นวัตถุสามารถแสดงการนำเข้า นำออก แบ่งออกหรือนับเพิ่มครั้งละเท่ากัน จะช่วยสร้างความเข้าใจและอธิบายความหมายการบวก การลบ การคูณ การหาร ได้ง่ายและชัดเจน ตัวอย่างเช่น ให้นักเรียนใช้ฝาชวน้ำแทนปัญหาประกอบกิจกรรมการเล่นบทบาทสมมติเพื่อตอบคำถาม เช่น หนูน้อยหมวกแดงมีแอปเปิล 15 ผล พบว่า เน้า 5 ผล ต้องนำออก แล้วให้นักเรียนช่วยกันนับแอปเปิลว่าเหลือเท่าไร (10 ผล) จำนวนแอปเปิลมากขึ้นหรือน้อยลง (น้อยลง) ใช้วิธีการใดหาคำตอบ (มี 15 นำออก 5 เหลือ 10/การลบ) ทำให้นักเรียนเข้าใจความหมายได้ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การใช้ฝาขวดน้ำแก้ปัญหาและหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความคุ้นเคยผ่านการสำรวจ (C : Concrete)

ขั้นตอนนี้เป็นส่วนหนึ่งของการสัมผัสและเรียนรู้จากของจริง (C: Concrete) และเป็นขั้นตอนสำคัญในการสร้างโมทัศน์ ควรเริ่มจากให้นักเรียนเชื่อมโยงความเข้าใจในขั้นที่ 1 ร่วมกับการใช้ฝาขวดน้ำเพื่อแสดงความเข้าใจเกี่ยวกับการดำเนินการของจำนวน โดยมอบหมายให้นักเรียนหาคำตอบของสมการที่กำหนดให้ด้วยการใช้ฝาขวดน้ำแสดงการนำเข้า นำออก แบ่งออก หรือนับเพิ่มครั้งละเท่ากัน ซึ่งสมการที่กำหนดให้กับคำตอบจะมีความสัมพันธ์กัน เช่น $5 + 3 = 8$, $8 - 5 = 3$, $8 - 3 = 5$ แล้วใช้การชี้แนะให้นักเรียนสังเกตการดำเนินการเพื่อให้นักเรียนพบความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหาร แล้วจึงให้นักเรียนอธิบายความหมายและลำดับของการดำเนินการ เช่น การบวก หน้าเครื่องหมายบวกคือจำนวนหนึ่ง หลังเครื่องหมายบวกคือจำนวนหนึ่ง การลบ หน้าเครื่องหมายลบคือจำนวนทั้งหมดที่มี หลังเครื่องหมายลบคือจำนวนหนึ่ง ดังภาพที่ 2 เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของลำดับของการดำเนินการได้ ซึ่งการเข้าใจความหมายในขั้นนี้จะเป็นเครื่องมือนำไปใช้ในการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพในขั้นตอนต่อไป

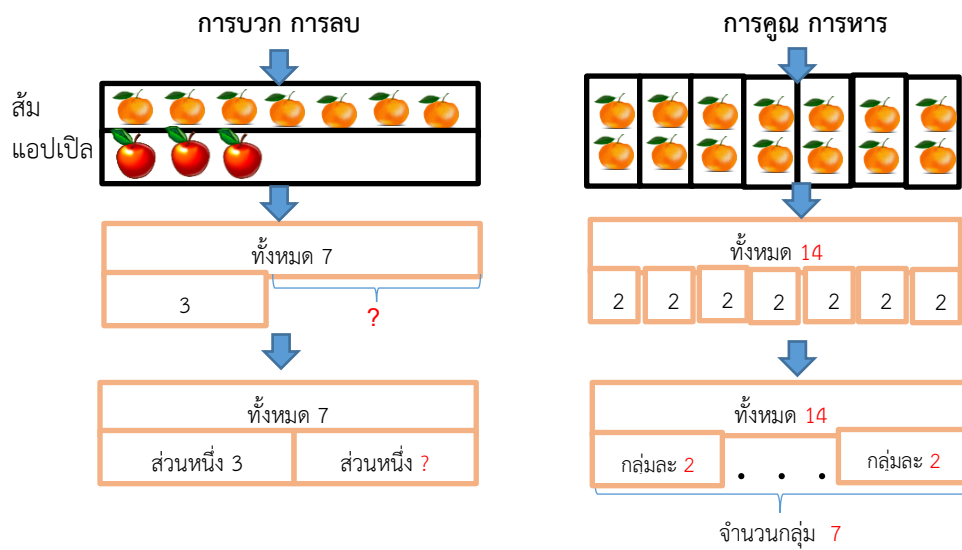


ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์และลำดับของดำเนินการ การบวก การลบ การคูณ และการหาร

3) ขั้นที่ 3 ขั้นการจำแนกองค์ความรู้ (P: Pictorial)

ขั้นตอนนี้เป็นการเปลี่ยนเป็นรูปภาพ (P: Pictorial) โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงการใช้ภาพจำลองปัญหากับวัตถุ เริ่มจากให้นักเรียนวาดภาพจำลองปัญหาให้เข้าใจง่าย โดยการวาดภาพเหมือนแทนวัตถุ เช่น วาดรูปแอปเปิลแทนแอปเปิลของจริง แล้ววาดภาพจำลองแทนภาพเหมือน เช่น ภาพแท่งสี่เหลี่ยมหรือวงกลมแทนภาพแอปเปิล หลังจากนั้นวาดภาพแสดงความสัมพันธ์ของปัญหา เพื่อให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้สร้างความเข้าใจจากรูปธรรมค่อย ๆ ลดความเหมือนจริงสู่การใช้ภาพจำลองได้ โดยขั้นตอนนี้ควรเน้นการใช้ความหมาย ลำดับของการดำเนินการ และความสัมพันธ์ของการบวก การลบ การคูณ การหาร

ซึ่งภาพจำลองต้องระบุข้อมูลประกอบภาพให้ครบถ้วนสมบูรณ์จะช่วยให้นักเรียนมองปัญหาได้ชัดเจนง่ายขึ้น และเมื่อนักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจจนสามารถสร้างภาพจำลองปัญหาได้ถูกต้อง แล้วจึงให้นักเรียนสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์จากภาพเพื่อเป็นการพัฒนาความสามารถในการมองภาพเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ดังภาพที่ 3

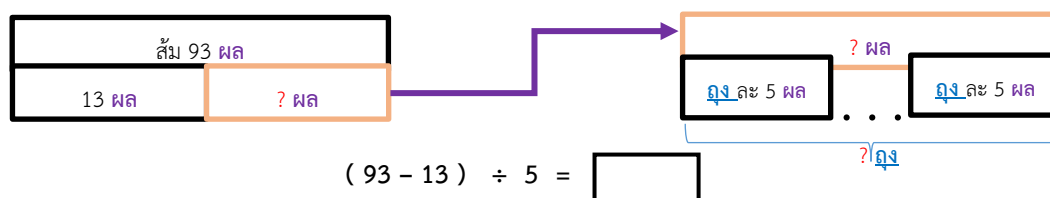


ภาพที่ 3 การเชื่อมโยงความรู้ภาพจำลองความคิดสู่ภาพความสัมพันธ์

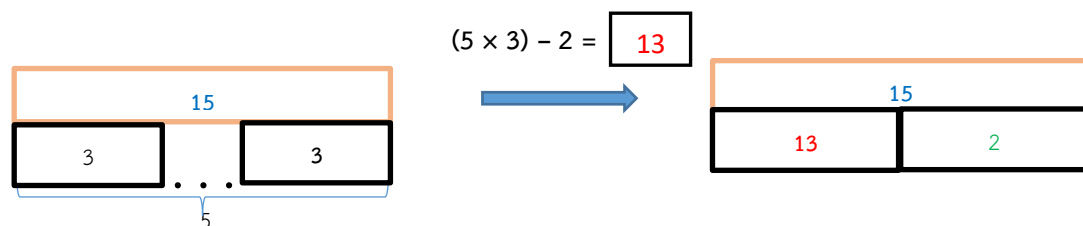
4) ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างความเข้าใจหลักการของรูปธรรม (A: Abstract)

ขั้นตอนนี้เป็นการแปลเป็นสัญลักษณ์เพื่อจดจำ (A: Abstract) เน้นให้นักเรียนแปลความหมายของภาพจำลองปัญหาสู่สัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ดังภาพที่ 4 โดยใช้ความสัมพันธ์และลำดับของการดำเนินการ ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ แล้วจึงให้นักเรียนสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสัญลักษณ์เพื่อเป็นการพัฒนาความสามารถในการมองสัญลักษณ์เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ดังภาพที่ 5

ฉันมีส้ม 93 ผล ให้น้องไป 13 ผล แล้วนำส้มที่เหลือไปจัดใส่ถุง ถุงละ 5 ผล ฉันจัดส้มใส่ถุงได้กี่ถุง



ภาพที่ 4 การใช้สัญลักษณ์จำลองปัญหาทางคณิตศาสตร์



ใช้ความสัมพันธ์การบวกกับการลบ $(5 \times 3) - 2 = 13$ จาก (ทั้งหมด) - ส่วนหนึ่ง = ส่วนหนึ่ง
 $5 \times 3 = 13 + 2$ จะได้ ทั้งหมด = ส่วนหนึ่ง + ส่วนหนึ่ง
 $15 = 15$ ดังนั้นคำตอบ 13 ถูกต้อง

ภาพที่ 5 การใช้สัญลักษณ์ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

2. เพื่อศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA

ผลการวิจัยจากแบบฝึกและแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จำแนกตามกลุ่มมโนทัศน์ จำแนกเป็น ผลการวิเคราะห์แบบฝึกทำยวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจร (ตารางที่ 2) และผลการการวิเคราะห์แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 ผลการจัดกลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์จากแบบฝึก

วงจรที่	เรื่อง	กลุ่มมโนทัศน์ (ร้อยละ)				
		SU	PU	PMU	MU	NU
1	การบวก	77.50	2.50	15.00	5.00	0.00
	การลบ	75.00	5.00	15.00	2.50	2.50
2	การคูณ	72.50	10.00	10.00	0.00	7.50
	การหาร	65.00	7.50	15.00	7.50	5.00
3	โจทย์ระคน 1 (บวก,ลบ)	67.50	12.50	7.50	5.00	7.50
	โจทย์ระคน 2 (คูณ,หาร)	65.00	10.00	12.50	2.50	10.00

ตารางที่ 3 ผลการจัดกลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์จากแบบวัดมโนทัศน์

ข้อที่	เรื่อง	กลุ่มมโนทัศน์ (ร้อยละ)				
		SU	PU	PMU	MU	NU
1	การบวก	75.00	10.00	7.50	7.50	0.00
2	การบวก	77.50	5.00	5.00	10.00	2.50
3	การลบ	67.50	7.50	12.50	10.00	2.50
4	การลบ	72.50	5.00	12.50	7.50	2.50
5	การคูณ	65.00	10.00	7.50	12.50	5.00
6	การคูณ	70.00	10.00	10.00	10.00	0.00
7	การหาร	60.00	22.50	7.50	5.00	5.00
8	การหาร	65.00	5.00	5.00	17.50	7.50
9	ระคน	65.00	12.50	7.50	10.00	5.00
10	ระคน	60.00	12.50	10.00	12.50	5.00

จากตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์แบบฝึกทำยวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจร ได้แก่ 1) การบวก การลบ 2) การคูณ การหาร และ 3) การบวก การลบ การคูณ การหาร ระคน แต่ละวงจรมีเนื้อหาย่อย 2 เรื่อง ผู้วิจัยนำข้อมูลของนักเรียนมาจัดกลุ่มมโนทัศน์แล้วคำนวณเป็นค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมโนทัศน์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มความเข้าใจถูกต้องสมบูรณ์ (SU) โดยเข้าใจว่าการบวกคือการนำมารวมกัน การลบคือการนำจำนวนหนึ่งหักออกจากอีกจำนวนหนึ่งหรือการเปรียบเทียบจำนวนสองจำนวน การคูณคือการบวกจำนวนที่เท่า ๆ กันหรือการนับเพิ่มจำนวนครั้งละเท่า ๆ กัน การหารคือการแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยเท่า ๆ กันหรือการนับลดลงครั้งละเท่า ๆ กัน เห็นได้จากการที่นักเรียนสามารถใช้วัตถุของจริงแทนการนำเข้า นำออก แบ่งออกหรือนับเพิ่มครั้งละเท่า ๆ กัน ในการแสดงความหมายการบวก การลบ การคูณ การหารได้ สามารถวาดภาพจำลองความคิดเพื่อจำลองปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ และแปลความหมายจากภาพจำลองปัญหาทางคณิตศาสตร์สู่การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แสดงประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ามโนทัศน์ส่วนน้อยที่อยู่ในกลุ่มมโนทัศน์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) นั่นคือ นักเรียนเขียนองค์ประกอบภาพจำลองความคิดไม่ครบถ้วน หรือเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ครบประโยค เช่น เขียนประโยคสัญลักษณ์เป็น $95 \div 5$ ซึ่งถือว่ามโนทัศน์ไม่ครบถ้วน นอกจากนี้ยังพบว่ามีนักเรียนส่วน

หนึ่งที่มีมโนทัศน์ถูกต้องบางส่วนและผิดบางส่วน (PMU) เช่น นักเรียนวาดภาพจำลองปัญหาได้ถูกต้องแต่แปลเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง และนักเรียนบางส่วนที่มีมโนทัศน์ผิด (MU) เกิดจากนักเรียนไม่เข้าใจความหมายการบวก การลบ การคูณ การหาร เห็นได้จากการที่นักเรียนใช้วัตถุแสดงการดำเนินการของจำนวนเพื่อหาคำตอบของสมการผิด ถึงแม้ว่าจะมีนักเรียนส่วนน้อยที่อยู่ในกลุ่ม PMU และ MU แต่ทั้งสองกลุ่มจัดว่าเป็นกลุ่มที่ควรได้รับการแก้ไขมโนทัศน์ให้ถูกต้องไม่เช่นนั้นนักเรียนจะเกิดความเข้าใจแบบผิด ๆ และเป็นปัญหาต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกันต่อไป

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน จำนวน 10 ข้อ ผู้วิจัยนำข้อมูลของนักเรียนมาจัดกลุ่มมโนทัศน์แล้วคำนวณเป็นค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมโนทัศน์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ถูกต้องสมบูรณ์ (SU) สามารถใช้มโนทัศน์เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ตอบคำถามทางคณิตศาสตร์และอธิบายเหตุผลได้ แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA ส่งเสริมมโนทัศน์ได้ ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน โดยใช้มโนทัศน์ในการวางแผนแก้ปัญหาและอธิบายเหตุผลได้ แต่ก็มีนักเรียนบางส่วนที่มีมโนทัศน์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) เช่น ไม่มีชื่อภาพ ไม่ระบุหน่วยของจำนวน ใช้ภาพที่มีขนาดไม่เท่ากันในการเปรียบเทียบ และมีจุดเริ่มต้นของภาพที่ใช้ในการเปรียบเทียบไม่ตรงกัน

สรุปและอภิปรายผล

1. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ควรใช้วัตถุในการทำความเข้าใจความหมาย ความสัมพันธ์ และลำดับของการดำเนินการ การบวก การลบ การคูณ การหาร เพราะการใช้วัตถุจำลองปัญหามานับประสบการณ์จริงช่วยให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนและช่วยสร้างความเข้าใจที่เป็นแก่นแท้ ซึ่งการสัมผัสและเรียนรู้จากของจริงจะมีความสำคัญที่สุดในการสร้างมโนทัศน์ สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการเรียนรู้ตามวัยของ Piaget (Isaraprida, 2006) ว่าการคิดด้านรูปธรรมมาก่อนการคิดแบบเหตุผล การได้รับประสบการณ์ตรงจากของจริงจึงสามารถช่วยให้ทำความเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว และจะทำให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้จากง่ายไปยาก ทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ได้ในแต่ละขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับ Mekanong (2003) กล่าวว่าหลักการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญ คือ สอนโดยการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมอธิบายนามธรรม เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อผู้เรียนจะได้พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งจากการจัดกิจกรรมดังกล่าวเป็นการจัดตามลำดับพัฒนาการของการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนใช้วัตถุของจริงสร้างความเข้าใจความหมายและความสัมพันธ์ของลำดับของการดำเนินการ ได้แก่ การบวก การลบ การคูณ และการหาร แล้วแปลงจากวัตถุของจริงเป็นรูปภาพ ค่อยยับยั้งสู่การใช้รูปภาพแทน เช่น วาดวงกลมเพื่อทดแทนส้ม หรือวาดสี่เหลี่ยมเพื่อแทนกล่อง แล้วจึงใช้การวาดภาพจำลอง เช่น ใช้บาร์โมเดลในการจำลองปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งภาพจำลองเน้นการใช้ข้อมูลภาพให้สมบูรณ์ ช่วยให้ภาพจำลองปัญหาทางคณิตศาสตร์ชัดเจนทำให้แปลความหมายสู่สัญลักษณ์ได้ง่ายขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hoe and Jeremy (2014) ที่ว่าการเรียนรู้แบบ CPA เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนของครูให้นักเรียนระดับประถมศึกษาสามารถสร้างตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA

นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ถูกต้องสมบูรณ์เห็นได้จากผลการวิจัยจากแบบฝึกในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากการใช้วัตถุของจริงทำความเข้าใจความหมายและความสัมพันธ์ของลำดับของการดำเนินการ การบวก การลบ การคูณ และการหาร เห็นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนทำให้เข้าใจได้ง่าย จึงนำความรู้ไปเชื่อมโยงสู่การใช้ภาพจำลองความคิดแทนปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน และเมื่อภาพปัญหาชัดเจนร่วมกับการมีความรู้ความเข้าใจทำให้แปลภาพเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง โดยในส่วน of นักเรียนที่มีมโนทัศน์ถูกต้องสมบูรณ์ (SU) คือนักเรียนสามารถใช้ภาพจำลองปัญหาได้ถูกต้องข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์ นักเรียนเข้าใจความหมาย ความสัมพันธ์ และลำดับของการดำเนินการ การบวก การลบ การคูณ การหาร สามารถนำมาใช้ตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนปัญหาได้ถูกต้อง ดำเนินการแก้ปัญหาจนได้คำตอบที่ถูกต้อง และใช้สัญลักษณ์ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hoong, Kin and Pien (2015) ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA พัฒนามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทุกคนให้ผ่านเกณฑ์ได้ แต่ถึงอย่างไรก็ยังมีนักเรียนส่วนหนึ่งที่มีมโนทัศน์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ที่ผู้วิจัยสังเกตพบว่ามีเกิดในขั้นการสร้างภาพจำลองเป็นส่วนใหญ่ โดยนักเรียนขาดการตรวจสอบในระหว่างการวาดภาพจำลองปัญหา เร่งรีบในการทำแบบฝึกและแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ขาดความรอบคอบ ขาดการ

ตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของภาพ เช่น ไม่ใส่หน่วยหลังจำนวน ไม่ระบุชื่อของส่วนประกอบในภาพ แนวทางแก้ไขปัญหานี้ อาจทำได้โดยการเน้นย้ำให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของภาพ ให้นักเรียนได้มีโอกาสเผชิญกับปัญหาที่หลากหลายเพื่อฝึก การสร้างภาพจำลองปัญหาได้ถูกต้อง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA ในขั้นการใช้วัตถุ เน้นการสร้างความเข้าใจความหมาย ความสัมพันธ์และลำดับ ของการดำเนินการ ซึ่งขั้นนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการสร้างมโนทัศน์ เพราะสามารถนำไปเชื่อมโยงความรู้เดิม และพัฒนาสู่การ สร้างภาพจำลอง และแปลความหมายภาพเป็นสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง ในขั้นนี้ครูควรตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนจนมั่นใจว่า นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจแล้วจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นต่อไปเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องสมบูรณ์และไม่เกิด ความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือเข้าใจผิดในการเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ในขั้นต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA ที่ส่งเสริมการสื่อสาร และการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เนื่องจาก ขณะที่สอนด้วยรูปแบบ CPA ผู้วิจัยพบว่า การให้นักเรียนเรียนรู้จากของจริง แล้วเปลี่ยนเป็นรูปภาพ เพื่อจำลองปัญหาทาง คณิตศาสตร์ นักเรียนจะใช้ภาพสื่อความหมายจำลองปัญหา และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนภาพจำลอง ซึ่งอาจจะช่วยให้ เกิดการพัฒนาทักษะการสื่อสาร และการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้

เอกสารอ้างอิง

- Angganapattarakajorn. V. (2011). Complete with things you should know for math teachers (in Thai). Bangkok: Charasanitwong Printing.
- Hoe, L. N. and Jeremy. T. B. L. (2014). The role of virtual manipulatives on the Concrete-Pictorial-Abstract approach in teaching primary mathematics. *The Electronic Journal of Mathematics and Technology*, 8(2), 102-121.
- Hoong, L. Y., Kin, H. W. and Pien. C. L. (2015). Concrete-Pictorial-Abstract: Surveying its origins and charting its future. *The Mathematics Educator*, 16(1), 1-18.
- Hui, C. S., Hoe, L. N. and Lee, K. P. (2017). Teaching and Learning with Concrete- Pictorial-Abstract Sequence: A Proposed Model. *The Mathematics Educator*, 17(1), 1- 28.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2015). Trends in International Mathematics and Science Study 2015 (in Thai). Retrieved 1 February 2020, from **TIMSS 2015**: from://timssthailand.ipst.ac.th/timss/reports/TIMSS2015summary
- Isaraprida, P. (2006). Essential educational psychology (in Thai). Khon Kaen: **Klungnanatham**.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). The action research planer (3rd ed.). Victoria: **Deakin University**.
- Makanong, A. (2003). Teaching and learning (in Thai). Bangkok: **Chulalongkorn University Press**.
- Ministry of Education, Thailand. (2010). Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008). Bangkok: **The Agricultural Co-operative Federation of Thailand**.
- Pananchai, K. (2018). Eleventh grade students' conceptual understanding and mental models on chemical equilibrium from learning by using inquiry incorporated with predict-observe-explain technique (in Thai). *Journal of Science and Science Education*, (1)1, 49-60.
- Pattanatrakoolsook, K. (2002). Why should we learn mathematics? (in Thai). *Journal of Mathematics*, 46, 35-39.

บทความวิจัย

การพัฒนาความเข้าใจโมเดลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารประกอบไอออนิก ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับโมเดลระดับอนุภาค

กฤษฎา พันธ์ชัย^{1,2*} และศักดิ์ศรี สุภาพร^{2,3}¹โรงเรียนโยธินบูรณะ เพชรบุรี ตำบลสระพัง อำเภอยะโฮย จังหวัดเพชรบุรี²หลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี³ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

*Email: k_panchai@hotmail.com

รับบทความ: 28 สิงหาคม 2563 แก้ไขบทความ: 20 กันยายน 2563 ยอมรับตีพิมพ์: 24 กันยายน 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจโมเดล เรื่อง สารประกอบไอออนิก ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับโมเดลระดับอนุภาค โดยมีกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 26 คน จากโรงเรียนโยธินบูรณะ เพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับโมเดลระดับอนุภาค จำนวน 12 ชั่วโมง และเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความเข้าใจโมเดลแบบวินิจัยสองลำดับขั้น จำนวน 21 ข้อ จากการวิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดความเข้าใจโมเดลพบว่า นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจโมเดลหลังเรียน (mean 37.11, S.D. 6.66) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 18.76, S.D. 6.14) และสูงกว่าคะแนนความคงทนของโมเดล (mean 36.20, S.D. 6.37) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยหลังเรียนมีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มไม่มีความเข้าใจโมเดลรวมกับกลุ่มความเข้าใจโมเดลผิด (NU+MU) ลดลงจากก่อนเรียน 51.41 ส่วนกลุ่มมีความเข้าใจโมเดลถูกต้องบางส่วนและผิดบางส่วน (PMU) และกลุ่มมีความเข้าใจโมเดลถูกต้องเป็นส่วนใหญ่รวมกับกลุ่มความเข้าใจโมเดลถูกต้องสมบูรณ์ (PU+SU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน 35.35 และ 16.11 ตามลำดับ เมื่อทดสอบความคงทนพบว่าไม่แตกต่างกันกับคะแนนหลังเรียน แสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับโมเดลระดับอนุภาคในลักษณะนี้สามารถทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจโมเดล แต่ยังไม่สามารถทำให้นักเรียนมีความคงทนของโมเดลเท่าที่ควร

คำสำคัญ: พันธะไอออนิก วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โมเดลระดับอนุภาค มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

อ้างอิงบทความนี้

กฤษฎา พันธ์ชัย และศักดิ์ศรี สุภาพร. (2563). การพัฒนาความเข้าใจโมเดลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารประกอบไอออนิก ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับโมเดลระดับอนุภาค. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 3(2), 165-176.

Research Article

Development of grade-10 students' conceptual understanding of ionic compound by using inquiry learning in conjunction with particulate models

Kritsad Pananchai^{1,2*} and Saksri Supasorn^{2,3}

¹Yothinburana Phetchaburi School, Sapung, Khaoyoi, Phetchaburi

²Graduate Programs in Science Education, Faculty of Science, Ubon Ratchatani University, Ubon Ratchathani

³Department of Chemistry, Faculty of Science, Ubon Ratchatani University, Warinchamrab, Ubon Ratchathani

*Email: k_pananchai@hotmail.com

Received <28 August 2020>; Revised <20 September 2020>; Accepted <24 September 2020>

Abstract

The main purpose of this research was to develop students' conceptual understanding of ionic compounds by using 5E inquiry learning in conjunction with particulate models. The participants were 26 students, purposively selected from the populations of grade-10 students at Yothinburana Phetchaburi school in Phetchaburi Province. The treatment tool was the learning activities based on inquiry cycle in conjunction with corresponding particulate models (12 hours) and the data collecting tool was the two-tier diagnostic conceptual test (21 items). The *t*-test for dependent samples analysis indicated that the post-conceptual test score (mean 37.11, S.D. 6.66) was significantly higher than the pre-conceptual test score (mean 18.76, S.D. 6.14) and was significantly higher than retention-conceptual test score (mean 36.20, S.D. 6.37) at the 95% confidence level. After the intervention, the percentage of students was decreased from that of the pre-test by 51.41 in the no and mis-conceptual understanding (NU+MU), while increased by 35.35 in the partial with mis-conceptual understanding (PMU), and increased by 16.11 in the partial and sound conceptual understanding (PU+SU) categories. This verified that this intervention was effective to develop students' conceptual understanding, but not effective to promote their retention of conceptual understanding in the particular topic.

Keywords: Ionic bonding, inquiry learning cycle, particulate models, conceptual understanding

Cite this article:

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.

บทนำ

ในปัจจุบันการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้ทั้งความรู้ กระบวนการและเจตคติ มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผลนำไปสู่คำตอบของคำถาม มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สื่อสารคำตอบ ข้อมูล และสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจ ได้สาระหลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่นักเรียนต้องเรียนประกอบด้วย ส่วนที่เป็นความรู้ เนื้อหาแนวคิดหลักจิตวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (Ministry of Education, 2008) ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ (Science inquiry) สามารถพัฒนาของทักษะความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ เนื่องจากเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความรู้ของผู้เรียนที่มีมาก่อนตลอดจนพัฒนาให้มีทักษะความรู้ในขั้นที่สูงขึ้น เช่น การวิเคราะห์ การประเมินค่า และสร้างสรรค์ ตาม Bloom's taxonomy (Anderson et al., 2001) กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบไปด้วยลักษณะสำคัญ 5 ประการ ซึ่งในแต่ละประการนั้นสามารถพัฒนาทักษะความรู้ในขั้นต่าง ๆ ของผู้เรียนได้ ในแต่ละประการนั้นครูและนักเรียนมีบทบาทมากน้อยที่แตกต่างกัน (Bybee et al., 2006; Supasorn, 2011)

วิชาเคมี เป็นวิชาแขนงหนึ่ง ซึ่งมีความสำคัญเช่นเดียวกับวิชาวิทยาศาสตร์แขนงอื่น ๆ และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเรามาก เช่น อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ที่อยู่อาศัย และอื่น ๆ ที่จำเป็นในการดำรงชีวิต ล้วนเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งเกิดจากความรู้หลักการวิชาเคมี และขณะนี้ความรู้หลักการของวิชาเคมีก็ได้นำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท ทำให้ประเทศไทยเรามีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมมากขึ้นและก้าวไปเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการพัฒนาด้านเศรษฐกิจของประเทศด้วย (Simmaken and Supasorn, 2014)

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ในการเรียนวิชาเคมีเมื่อเปรียบเทียบกับรายวิชาการเรียนแบบบรรยายตามทฤษฎีกับกิจกรรมการทดลอง พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจในกิจกรรมการทดลองมาก เพราะมีการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นได้ชัด เช่น การเปลี่ยนแปลงสี การเกิดฟองแก๊ส และตะกอน และนักเรียนจะถามเสมอว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร ดังนั้น การจัดการเรียนรู้เคมีด้วยการใช้สื่อประกอบ เช่น แบบจำลองและภาพเคลื่อนไหวจากอินเทอร์เน็ต สามารถตอบคำถามและสามารถพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ในขั้นบูรณาการของผู้เรียนได้และเหมาะสำหรับการเรียนวิชาเคมี (Simmaken and Supasorn, 2014; Meela and Artdej, 2017; Tipchai et al., 2019) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองก็น่าจะสำหรับการเรียน เรื่อง พันธะไอออนิก ซึ่งมีส่วนช่วยให้ นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิกได้ ยังสามารถพัฒนาทักษะความรู้ขั้นสูง ซึ่งจะส่งผลให้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการทดสอบในโรงเรียนและการทดสอบระดับชาติได้

จากประสบการณ์การจัดการเรียนการสอนเคมีในโรงเรียน ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนไม่สามารถระบุได้ว่า การเกิดสารประกอบระหว่าง ‘อะตอมของโลหะกับอโลหะ’ หรือ ‘อะตอมของอโลหะกับอโลหะ’ มีการรวมตัวที่มีการให้และรับอิเล็กตรอนอย่างไร เกิดเป็นพันธะเคมีชนิดใด รวมทั้งไม่สามารถอธิบายการเกิดพันธะ สมบัติ และการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบดังกล่าวได้ นอกจากนี้ยังเกิดความสับสนเกี่ยวกับการเรียกชื่อสารไอออนิก และสารโคเวเลนต์ โดยนักเรียนมักเปลี่ยนเสียงท้ายเป็น -ไต์ และมีกระบวนจำนวนอะตอมของธาตุด้วยภาษากรีก และนักเรียนส่วนมากเข้าใจเกี่ยวกับการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก แต่ไม่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาคได้ (Pananchai and Supasorn, 2018)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลระดับอนุภาคเน้นให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อเรียนรู้และเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดพันธะไอออนิก การเขียนสูตรและเรียกชื่อ การละลายน้ำ และการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก แล้วค่อยให้ผู้สอนให้ข้อเสนอแนะ และบรรยายเสริมความเข้าใจให้ถูกต้องมากขึ้น (Pananchai and Supasorn, 2018) จากจุดเด่นนี้ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการเรียนรู้โดยใช้โมเดลระดับอนุภาคไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก ซึ่งพบว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โมเดลระดับอนุภาคมีประสิทธิภาพช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาเพิ่มขึ้น ช่วยพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน (Simmaken and Supasorn, 2014; Supasorn et al., 2016; Meela and Artdej, 2017; Tipchai et al., 2019) เนื่องจากในกระบวนการเรียนนักเรียนได้มีการทำงานซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง และนักเรียนสามารถตรวจสอบ และแก้ไขงานได้ในเวลาที่กำหนด พร้อมทั้งมีการให้ข้อเสนอแนะในงาน และเปิดโอกาสให้ผู้สอนสามารถติดตามความก้าวหน้า ของผู้เรียนและสามารถให้คำแนะนำป้อนกลับเพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจในความรู้ที่ชัดเจนได้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะ และส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนร่วมกับเพื่อน ในรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกัน ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและได้ตั้งข้อหรือเสริมสร้างความเข้าใจที่มีอยู่แล้วให้เพิ่มขึ้น (Salter, Richard and Carey, 2004)

อย่างไรก็ตาม การเรียนรู้ด้วยแบบจำลองนั้นมีหลายรูปแบบ เช่น การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based learning: MBL) (Gobert, and Buckley, 2000; Louca and Zacharia, 2012) และการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้

แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Inquiry: MBI) (Windschitl, Thompson and Braaten, 2008; Meela and Artdej, 2017) เป็นต้น ซึ่ง ผู้วิจัยได้ตัดสินใจเลือกรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E inquiry learning) ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการเรียนวิทยาศาสตร์และได้รับการยอมรับมาหลายทศวรรษ (Bybee et al., 2006; Supasorn, 2011) กอปรกับทั้งผู้สอนและนักเรียนก็คุ้นเคยอยู่แล้ว โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ขั้นการสำรวจและค้นหาให้เป็นกิจกรรมแบบจำลองโมเดลระดับอนุภาคที่จับต้องได้แทนการสำรวจค้นหาผ่านการทดลอง ซึ่งเหมาะสำหรับหัวข้อสารประกอบไอออนิกที่เป็นเนื้อหาที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบจำลองโมเดลระดับอนุภาคนั้นเอง

วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจโมเดลและร้อยละของนักเรียนในระดับความเข้าใจโมเดลแต่ละระดับทั้งในกรณีก่อนเรียน หลังเรียนและความคงทนของโมเดล จากการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับโมเดลระดับอนุภาค เรื่องสารประกอบไอออนิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยในครั้งนี้จำแนกรายละเอียดได้ดังนี้

แบบแผนการวิจัย การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้และวัดผลความคงทนของความรู้ ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับโมเดลระดับอนุภาค เรื่องสารประกอบไอออนิก

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรในการวิจัยนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 29 คน แผนการเรียนวิทย์-คณิต ในภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2560 โรงเรียนโยธินบูรณะ เพชรบุรี ซึ่งมีเพียง 1 ห้อง สำหรับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้จากการเลือกแบบเจาะจงจากประชากรทั้งหมดซึ่งเข้าร่วมกิจกรรมครบทุกขั้นตอนครบทุกราย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง สารประกอบไอออนิก ตามหลักการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และมีการสำรวจและค้นหาคำตอบด้วยโมเดลระดับอนุภาค จำนวน 4 แผน รวมเวลา 12 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดกิจกรรมการเรียนรู้ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการเรียนรู้ เรื่อง สารประกอบไอออนิก

แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	กิจกรรมแบบจำลองระดับอนุภาค
1. การเกิดพันธะไอออนิก	- กิจกรรมผู้รับสุขใจ ผู้ให้ปัญญา	- กิจกรรมการสร้างแบบจำลองระดับอนุภาคของการเกิดพันธะไอออนิก
2. การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก	- เกมเธอคือฉัน ฉันคือเธอ: จับคู่สูตรเคมีและชื่อจากบัตรคำที่กำหนดให้ - การเขียนสูตรจากชื่อสารประกอบที่กำหนดให้	- กิจกรรมการสร้างแบบจำลองระดับอนุภาคแสดงอัตราส่วนอะตอมของธาตุที่เกิดเป็นสารประกอบไอออนิก
3. การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก	- การทดลอง เรื่อง การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก	- กิจกรรมการสร้างโมเดลระดับอนุภาค แสดงการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกจากโจทย์กำหนดให้
4. ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก	- การทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก	- กิจกรรมการสร้างโมเดลระดับอนุภาค แสดงการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก

สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการเรียนรู้จะดำเนินการคล้ายกัน ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเกิดพันธะไอออนิก ตามรายละเอียดต่อไปนี้

1.1) ขั้นสร้างความสนใจ ครูกระตุ้นสร้างความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนโดยการให้ชมวิดีโอการ์ตูนภาพภาพเคลื่อนไหวภาษาอังกฤษโดยค้นด้วยคำว่า Ionic bond จาก YouTube จากนั้น ถามนักเรียนเกี่ยวกับการเกิดพันธะระหว่างธาตุแต่ละชนิดว่าจะเกิดเป็นพันธะชนิดใด เพราะอะไรจึงเป็นเช่นนั้น (นักเรียนช่วยกันตอบด้วยความอยากรู้)

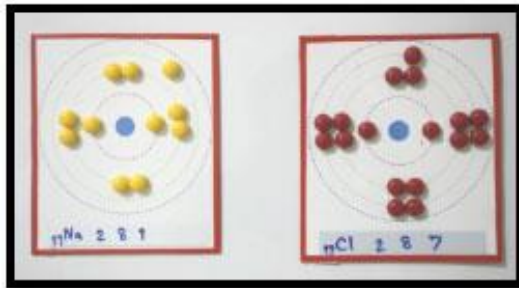
1.2) ขั้นสำรวจและค้นหา จะเน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการออกแบบกิจกรรม สร้างคำอธิบายและขยายแนวคิดจากการทดลองได้ด้วยตนเอง โดยครูแบ่งกลุ่มนักเรียนคละความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน กลุ่มละ 4-6 คน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเกิดพันธะไอออนิก (ภาพที่ 1) และอธิบายการใช้ชื่อโมเดลระดับอนุภาคที่

สมมติขึ้นจากเม็ดแม่เหล็กหลากสี เพื่อให้นักเรียนช่วยกันสืบเสาะหาคำตอบ นักเรียนอาจหาได้หลายรูปแบบตามความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดเรียงอิเล็กตรอน

1.3) ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนใช้สื่อแล้วได้เรียนรู้อะไรบ้าง นักเรียนสามารถจัดเรียงอิเล็กตรอนได้ทุกรายหรือไม่ และพันธะไอออนิกเกิดขึ้นได้อย่างไร อิเล็กตรอนหรือแม่เหล็กสีมีความหมายว่าอย่างไร นักเรียนช่วยกันอภิปรายและครูช่วยปรับแก้ไขความเข้าใจของนักเรียนให้ถูกต้อง

1.4) ขั้นขยายความรู้ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับพลังงานที่เกี่ยวข้องในการเกิดพันธะไอออนิก

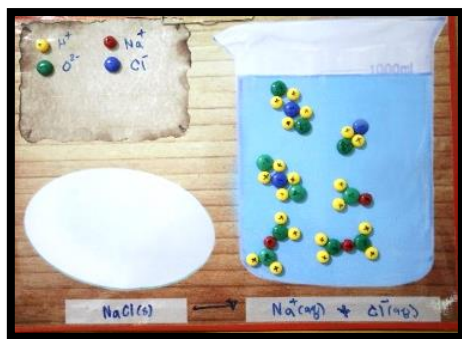
1.5) ขั้นประเมินผล ตรวจสอบการเขียนบันทึกของนักเรียน พฤติกรรมของนักเรียนขณะทำการทดลอง การวางแผนการทดลอง และการปฏิบัติการทดลอง



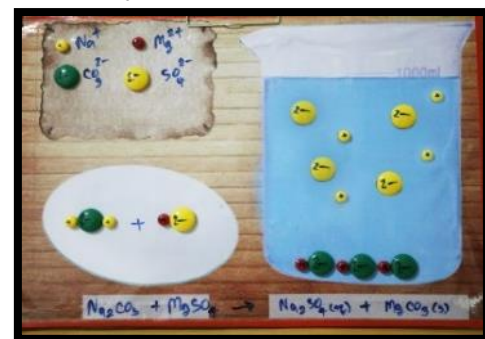
(ก) เกิดพันธะไอออนิก



(ข) การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก



(ค) การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก



(ง) ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก

ภาพที่ 1 ตัวอย่างภาพโมเดลระดับอนุภาค เรื่อง สารประกอบไอออนิก

2) แบบทดสอบวัดความเข้าใจโมเดลแบบวินิจัย 2 ลำดับชั้น เรื่อง สารประกอบไอออนิก จำนวน 21 ข้อ โดยชั้นที่ 1 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีตัวเลือกที่ถูกต้องเพียงตัวเลือกเดียว และชั้นที่ 2 เป็นการเขียนตอบแสดงเหตุผลเพื่อแสดงความเข้าใจโมเดลในเรื่องนั้น หรืออาจจะเป็นการเขียนอธิบายหรือวาดภาพแสดงความเข้าใจเกี่ยวกับพันธะไอออนิก ซึ่งข้อมูลในชั้นที่ 2 จะเน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในระดับอนุภาค ดังตัวอย่างแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนนในภาพที่ 2

16. เมื่อนำเกลือ KBr ละลายในน้ำบริสุทธิ์ ข้อใดเขียนสมการการละลายได้ถูกต้อง

ก. $\text{KBr (s)} + \text{H}_2\text{O (l)} \longrightarrow \text{KBr (aq)}$

ข. $\text{KBr (s)} + \text{H}_2\text{O (l)} \longrightarrow \text{K}^+ \text{ (aq)} + \text{Br}^- \text{ (aq)}$

ค. $2\text{KBr (s)} + \text{H}_2\text{O (l)} \longrightarrow \text{K}_2\text{O (aq)} + 2\text{HBr (aq)}$

ง. $\text{KBr (s)} + \text{H}_2\text{O (l)} \longrightarrow \text{K}^+ \text{ (aq)} + \text{Br}^- \text{ (aq)} + 2\text{H}^+ \text{ (aq)} + \text{O}^{2-} \text{ (aq)}$

คำอธิบาย ; วาดภาพระดับอนุภาคแสดงการละลายของเกลือ KBr

แทนโมเลกุลของน้ำ	อนุภาคของสารละลาย	แทนผลึกของ KBr ● Br ⁻ , ● K ⁺

ภาพที่ 2 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดโมเดลแบบวินิจัย 2 ลำดับชั้น

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

- 1) ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยให้นักเรียนทำแบบวัดความเข้าใจโมเมนต์ เรื่อง สารประกอบไอออนิก จำนวน 21 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที
- 2) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้จำนวน 4 แผน รวม 12 ชั่วโมง
- 3) ทดสอบหลังเรียนทันที (Immediate post-test) เรียกว่า การทดสอบหลังเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบวัดความเข้าใจโมเมนต์ เรื่อง สารประกอบไอออนิก ซึ่งเป็นแบบวัดชุดเดิมแต่มีการสลับข้อคำถามและสลับตัวเลือก จำนวน 21 ข้อ
- 4) ทดสอบหลังเรียนจบไปแล้ว 3 สัปดาห์ (Delayed post-test) เรียกว่า การทดสอบความคงทนของมโนคติ โดยให้นักเรียนทำแบบวัดความเข้าใจโมเมนต์ เรื่อง สารประกอบไอออนิก ซึ่งเป็นแบบวัดชุดเดิมแต่มีการสลับข้อคำถามและสลับตัวเลือก จำนวน 21 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- 1) ตั้งเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับแบบวัดความเข้าใจโมเมนต์แต่ละข้อตามเกณฑ์ของ Supasorn et al. (2016) โดยขั้นที่ 1 เป็นแบบปรนัย นักเรียนที่ตอบตัวเลือกถูกได้ 1 และนักเรียนที่ตอบตัวเลือกผิดได้ 0 และขั้นที่ 2 เป็นการเขียนหรือวาดภาพแสดงเหตุผลสำหรับคำตอบขั้นที่ 1 โดยผู้ตรวจจะพิจารณาการให้คะแนนตามประเด็นที่ตั้งไว้ในแต่ละข้อ ซึ่งอาจจะเป็นได้ทั้ง 0.00 0.25 0.50 หรือ 0.75 คะแนน เมื่อรวมทุกประเด็นคำตอบที่ครอบคลุมแล้วจะได้คะแนนเต็มในขั้นนี้ 2 คะแนน จากนั้นนำคะแนนทั้ง 2 ขั้น มารวมกันและจำแนกกลุ่มความเข้าใจโมเมนต์ของนักเรียนตามเกณฑ์ที่ปรับปรุงจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ (Pananchai et al., 2018; Chairam, Jarujamrus and Amatotongchai, 2018; Tipchai et al., 2019) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แนวทางการจัดกลุ่มความเข้าใจโมเมนต์ของนักเรียนจากแบบวัดมโนคติวิทยาศาสตร์

กลุ่มความเข้าใจโมเมนต์	การพิจารณาคำตอบในแต่ละส่วน	
	ตัวเลือก	เหตุผล*
ถูกต้องสมบูรณ์ (SU)	ถูกต้อง	ถูกต้องสมบูรณ์ (มี S ครบทุกประเด็น)
ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	ถูกต้อง	ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์และไม่มีส่วนผิด (มี S ไม่ครบ แต่ไม่มี M)
ถูกต้องบางส่วนและผิดบางส่วน (PMU)	ถูกต้อง	ถูกต้องบางส่วนและผิดบางส่วน (มีทั้ง S และ M)
	ผิด	ถูกต้องอย่างสมบูรณ์ (มี S ครบทุกประเด็น)
	ผิด	ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (มี S ไม่ครบ แต่ไม่มี M)
ผิด (MU)	ผิด	ถูกต้องบางส่วนและผิดบางส่วน (มีทั้ง S และ M)
	ผิด	ไม่ถูกต้อง แต่ยังเกี่ยวข้องกับโจทย์ (มี M ไม่มี S)
ไม่มีความเข้าใจ (NU)	ผิด	ไม่เกี่ยวกับโจทย์/ไม่แสดงเหตุผล (ไม่มีทั้ง S และ M)
ไม่มีคำตอบ (NR)	ถูกต้องหรือผิด	ไม่แสดงเหตุผล

*S และ M แทนรหัสของความเข้าใจโมเมนต์ที่ถูกต้องและผิด ตามลำดับ

- 2) เปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจโมเมนต์ของนักเรียนทั้งกรณีคะแนนก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียน และกรณีคะแนนหลังเรียนกับคะแนนความคงทนของมโนคติ โดยการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบค่าทีแบบตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent samples t-test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในกรณีที่คะแนนความคงทนของมโนคติสูงกว่าหรือไม่แตกต่างจากคะแนนหลังเรียน จะถือว่านักเรียนมีความเข้าใจโมเมนต์ที่คงทน
- 3) คำนวณความก้าวหน้าทางการเรียนทั้งในกรณีที่นักเรียนร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนจริง (%actual learning gain) ซึ่งคำนวณจากร้อยละของคะแนนหลังเรียนลบด้วยร้อยละของคะแนนก่อนเรียน และในกรณีที่เป็นการวัดความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ (normalized learning gain: <g>) ซึ่งคำนวณตามสูตรของ Hake (1998) ได้แก่ <g> = (%post-test – %pre-test)/ (100% – %pre-test) โดยที่ค่า <g> น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.30 จัดเป็นความก้าวหน้าระดับต่ำ ค่า <g> มากกว่า 0.30 แต่ไม่น้อยกว่า 0.70 จัดเป็นความก้าวหน้าระดับปานกลาง และค่า <g> มากกว่าหรือเท่ากับ 0.70 จัดเป็นความก้าวหน้าระดับสูง (Hake, 1998; Supasorn et al., 2016)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

คะแนนจากแบบวัดความเข้าใจโนมติก่อนเรียน หลังเรียน และความคงทนของมโนคติ

จากการวิเคราะห์คะแนนมโนติก่อนเรียน หลังเรียน และคะแนนความคงทนของมโนคติ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเป็น 18.76 (S.D. 6.14) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเป็น 37.11 (S.D. 6.66) เมื่อศึกษาความคงทนของมโนคติ หลังจากเวลาผ่านไป 3 สัปดาห์ พบว่านักเรียนมีคะแนนความคงทนของมโนคติเฉลี่ยเป็น 36.20 (S.D. 6.37) จากการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (paired samples t-test) พบว่า นักเรียนมีคะแนนมโนคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (t_{cal} 26.682, p -value .000) และยิ่งสูงกว่าคะแนนความคงทนของมโนคติเมื่อเรียนผ่านไป 3 สัปดาห์ (t_{cal} 3.039, p -value .006) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับโมเดลระดับอนุภาคในลักษณะนี้ สามารถพัฒนาความเข้าใจโนมติก่อนเรียน เรื่อง สารประกอบไอออนิก ของนักเรียนได้ แต่ยังไม่สามารถทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คงทนได้เท่าที่ควร

ผลการวิเคราะห์คะแนนความเข้าใจโนมติก่อนเรียน เรื่อง สารประกอบไอออนิก สามารถจำแนกออกเป็น 4 เนื้อหาย่อย ได้แก่ การเกิดพันธะไอออนิก การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก และปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนความเข้าใจโนมติก่อนเรียน หลังเรียน และความคงทน แยกตามเนื้อหา เรื่อง สารประกอบไอออนิก

เนื้อหา (คะแนน)	ก่อนเรียน			หลังเรียน			% ก้าวหน้า	<g>	ความคงทนของมโนคติ		
	mean	S.D.	%	mean	S.D.	%			mean	S.D.	%
1. การเกิดพันธะไอออนิก	4.61	1.88	25.64	10.20	2.50	56.67	31.03	0.42	9.71	2.31	53.95
2. การเขียนสูตรและเรียกชื่อ	5.89	2.49	32.75	10.69	2.05	59.40	26.65	0.40	10.34	2.11	57.43
3. การละลายน้ำ	4.54	2.07	30.25	9.01	1.94	60.12	29.87	0.43	9.32	1.82	62.18
4. ปฏิกิริยา	3.71	1.40	30.92	7.19	1.51	59.93	29.01	0.42	6.82	1.58	56.89
รวม	18.76	6.14	29.77	37.11	6.66	58.89	29.12	0.41	36.20	6.37	57.49

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ค่า $p < 0.05$)

หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น โดยใช้โมเดลระดับอนุภาคพบว่านักเรียนมีคะแนนความเข้าใจโนมติก่อนเรียนสูงกว่าคะแนนความเข้าใจโนมติก่อนเรียนในทุก ๆ เนื้อหา โดยเนื้อหาเรื่องการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกมีร้อยละคะแนนความเข้าใจโนมติก่อนเรียนสูงสุด (60.12) เนื่องจากนักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น โดยใช้โมเดลระดับอนุภาคในการเรียนรู้การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก ซึ่งนักเรียนได้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่เป็นลักษณะทางกายภาพเมื่อละลาย ทำให้นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจโนมติก่อนเรียนในหัวข้อนี้สูงสุด ส่วนเนื้อหาที่นักเรียนมีร้อยละของคะแนนความเข้าใจโนมติก่อนเรียนต่ำสุด (56.67) คือ เนื้อหาเรื่องการเกิดพันธะไอออนิก แต่หากเมื่อเปรียบเทียบกับร้อยละความก้าวหน้าระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนแล้ว พบว่า เนื้อหานี้นักเรียนมีร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนจริง (%actual gain) มากที่สุดคือ 31.03 เนื่องจากการทำกิจกรรมแบบสืบเสาะโดยใช้โมเดลระดับอนุภาคมายอธิบายลักษณะขั้นตอนการเกิดสารประกอบไอออนิกที่มีการให้และรับอิเล็กตรอนเกิดเป็นประจุบวกและลบและดึงดูดกันด้วยแรงทางไฟฟ้า ทำให้นักเรียนมีความรู้และความเข้าใจมากขึ้นจึงทำให้มีความก้าวหน้าทางการเรียนที่สูง เมื่อพิจารณาแยกตามเนื้อหาเรื่องสารประกอบไอออนิก พบว่าทุกเนื้อหานักเรียนมีคะแนนมโนคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสูงกว่าประมาณ 2 เท่า แต่ทั้งนี้ยังไม่ถือว่าสูงมากนักเพราะคะแนนส่วนใหญ่อ้างอิงต่ำกว่าร้อยละ 60 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติที่ 0.41 ซึ่งถือว่าเป็นความก้าวหน้าระดับปานกลางทุกเนื้อหา

จากคะแนนความเข้าใจโนมติก่อนเรียนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไอออนิก ที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้โมเดลระดับอนุภาค สามารถพัฒนาแนวคิดหรือความรู้เดิมของนักเรียนสู่โมเดลวิทยาศาสตร์มากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยที่รายงานว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (MBI) สามารถพัฒนาคะแนนความเข้าใจโนมติก่อนเรียนและความสามารถในการอธิบายของนักเรียนให้สูงกว่าก่อนเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Gobert and Buckley, 2000; Windschitl, Thompson and Braaten, 2008; Meela and Artdej, 2017) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองระดับอนุภาคยังมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้เรียนเคมีในระดับอนุภาคที่จำลองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระดับที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และเมื่อนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจโนมติก่อนเรียนในระดับมหภาค ระดับสัญลักษณ์และระดับอนุภาค ก็จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เคมีที่สมบูรณ์มากขึ้นนั่นเอง (Johnstone, 1993; Supasorn, 2012) ซึ่งกระบวนการเรียนรู้แบบ

สืบเสาะจะมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้มีการสืบค้น เสาหา สำรองตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนนักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย สามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเองและเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน (Faikhamta, 2008) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ควบคู่กับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และยังเหมาะสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถทางสติปัญญาทุกระดับ สามารถช่วยให้ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำและปานกลาง ให้เข้าใจมโนคติได้ดีขึ้น (Supasorn, 2011) และช่วยเพิ่มความเข้าใจให้กับนักเรียนมากขึ้น เนื่องจากได้เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง โดยใช้คำถามกระตุ้น ทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นจากการทดลอง สังเกต บันทึกผล เพื่อศึกษาว่าผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร อธิบายผลที่เกิดขึ้นจริง จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ แล้วสามารถสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนเอง (Kruekum and Wuttisela, 2013)

ร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับความเข้าใจมโนคติ ก่อนเรียน หลังเรียนและความคงทนของมโนคติ

จากการวิเคราะห์คะแนนของแบบทดสอบแต่ละข้อตามเกณฑ์การให้คะแนน โดยตัวเลือกจะมีคะแนนเต็ม 1 คะแนน และเหตุผลจะมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน ซึ่งวิเคราะห์จากประเด็นพิจารณาการให้เหตุผลหรืออธิบายในข้อนั้น ๆ และจัดกลุ่มนักเรียนตามระดับความเข้าใจมโนคติออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มความเข้าใจมโนคติถูกต้องสมบูรณ์ (SU) กลุ่มความเข้าใจมโนคติถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) กลุ่มความเข้าใจมโนคติถูกต้องบางส่วนและผิดบางส่วน (PMU) กลุ่มความเข้าใจมโนคติผิด (MU) และกลุ่มไม่มีคำตอบ (NR) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับความเข้าใจมโนคติ

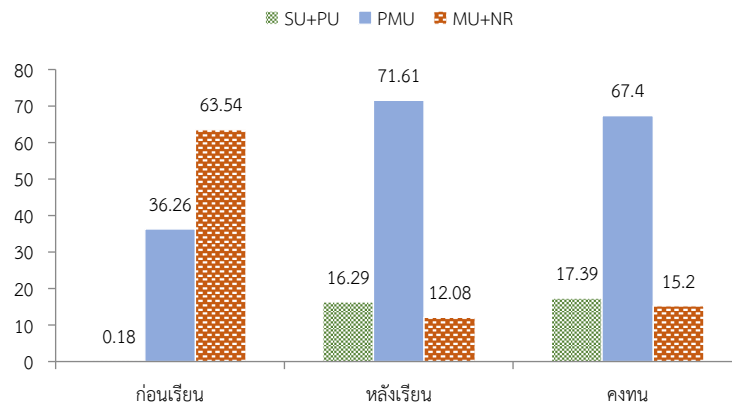
รายการ	ร้อยละของนักเรียนในกลุ่มความเข้าใจมโนคติ*						
	SU & PU			PMU	MU & NR		
	SU+PU	SU	PU		MU	NR	MU+NR
ก่อนเรียน	0.18	0.00	0.18	36.26	63.00	0.54	63.54
1. การเกิดพันธะไอออนิก	0.00	0.00	0.00	35.25	64.10	0.64	64.74
2. การเขียนสูตรและเรียกชื่อ	0.00	0.00	0.00	37.17	62.82	0.00	62.82
3. การละลายน้ำ	0.76	0.00	0.76	40.00	57.69	1.53	59.22
4. ปฏิกิริยา	0.00	0.00	0.00	31.73	68.26	0.00	68.26
หลังเรียน	16.29	2.01	14.28	71.61	12.08	0.00	12.08
1. การเกิดพันธะไอออนิก	17.94	5.12	12.82	62.82	19.23	0.00	19.23
2. การเขียนสูตรและเรียกชื่อ	17.94	1.92	16.02	74.35	7.69	0.00	7.69
3. การละลายน้ำ	13.84	0.00	13.84	71.53	14.61	0.00	14.61
4. ปฏิกิริยา	14.42	0.00	14.42	80.76	4.80	0.00	4.80
ความคงทนของมโนคติ	17.39	2.01	15.38	67.39	15.02	0.00	14.47
1. การเกิดพันธะไอออนิก	16.67	3.85	12.82	60.90	22.44	0.00	22.44
2. การเขียนสูตรและเรียกชื่อ	16.02	1.92	14.10	73.72	10.26	0.00	10.26
3. การละลายน้ำ	20.77	1.54	19.23	64.62	14.62	0.00	14.62
4. ปฏิกิริยา	16.35	0.00	16.35	71.15	12.50	0.00	8.65

* ผลการวิจัยครั้งนี้ไม่มีนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มไม่มีความเข้าใจมโนคติ (NU)

จากข้อมูลในตารางร้อยละของนักเรียนในกลุ่มความเข้าใจมโนติระดับต่าง ๆ ในกรณีก่อนเรียน หลังเรียน และความคงทนของมโนคติ (ตารางที่ 4) จะเห็นว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจมโนคติผิด (MU) คิดเป็น 63.00 และกลุ่มมโนคติถูกต้องบางส่วนและผิดบางส่วน (PMU) คิดเป็น 36.26 และภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับโมเดลระดับอนุภาค พบว่า นักเรียนสามารถเขียนคำตอบในส่วนของเหตุผลได้ทุกคน และมีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มความเข้าใจมโนคติผิด (MU) ลดลงจาก 63.00 เป็น 12.08 และร้อยละของนักเรียนในกลุ่มความเข้าใจมโนคติถูกต้องบางส่วนและผิดบางส่วน (PMU) เพิ่มขึ้นจาก 36.26 เป็น 71.61 ซึ่งอธิบายได้ว่า หลังจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองระดับอนุภาค เรื่อง สารประกอบไอออนิก ในครั้งนี้ สามารถทำให้นักเรียนในกลุ่มความเข้าใจมโนคติผิดพัฒนามาอยู่ในกลุ่มเข้าใจมโนคติถูกต้องบางส่วนและผิดบางส่วน (PMU) และนอกจากนี้ยังมีร้อยละของนักเรียนที่เข้าใจมโนคติถูกต้องสมบูรณ์ (SU) เพิ่มขึ้น

จากร้อยละ 0.00 เป็นร้อยละ 2.01 และทำให้นักเรียนส่วนใหญ่พัฒนามาอยู่ในกลุ่มความเข้าใจโมติถูกบางส่วนและผิดบางส่วน (PMU) และยังสามารถพัฒนาไปอยู่ในกลุ่มความเข้าใจโมติถูกต้องสมบูรณ์ (SU) ได้ เมื่อพิจารณาความคงทนในการเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความเข้าใจโมติถูกต้องบางส่วนและผิดบางส่วน (PMU) เช่นเดียวกับโมติหลังเรียนและไม่พบกลุ่มนักเรียนที่ไม่เขียนคำตอบ ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่รายงานว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองระดับอนุภาคสามารถช่วยพัฒนาความเข้าใจโมติของนักเรียนให้ดีขึ้นได้ ตลอดจนช่วยลดความเข้าใจโมติที่ผิดพลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Simmakenand Supasorn, 2014; Meela and Artdej, 2017; Tipchai et al., 2019)

จากตารางที่ 4 เพื่อให้เห็นภาพการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมติของนักเรียนมากขึ้น ผู้วิจัยได้รวมกลุ่มความเข้าใจโมติจาก 5 กลุ่มเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มไม่มีคำตอบรวมกับกลุ่มเข้าใจโมติผิด (NR+MU) กลุ่มความเข้าใจโมติถูกต้องบางส่วนและผิดบางส่วน (PMU) และกลุ่มเข้าใจโมติถูกต้องเป็นส่วนใหญ่รวมกับกลุ่มเข้าใจโมติถูกต้องสมบูรณ์ (SU+PU) จะพบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีร้อยละคะแนนรวมสูงสุด 63.54 อยู่ในโมติไม่มีคำตอบรวมกับกลุ่มโมติผิด (NR+MU) และหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีร้อยละคะแนนรวมสูงสุด 71.61 อยู่ในกลุ่มโมติถูกต้องบางส่วนและผิดบางส่วน (PMU) ซึ่งเมื่อพิจารณาร้อยละการเปลี่ยนแปลงจะพบว่ากลุ่มโมติไม่มีคำตอบรวมกับโมติผิด (NR+MU) นั้นมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด (-51.46) ซึ่งนักเรียนที่เคยอยู่ในกลุ่มนี้ ได้มีการพัฒนาโมติไปในทางที่ดีขึ้นและอยู่ในกลุ่มโมติถูกต้องบางส่วนและผิดบางส่วน (PMU) ซึ่งมีร้อยละการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 35.35 หรืออาจไปอยู่ในกลุ่มโมติถูกต้องเป็นส่วนใหญ่รวมกับกลุ่มเข้าใจโมติถูกต้องสมบูรณ์ (SU+PU) ซึ่งมีร้อยละการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 16.11 ดังภาพที่ 3



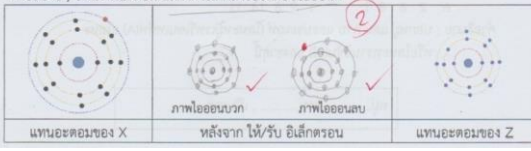
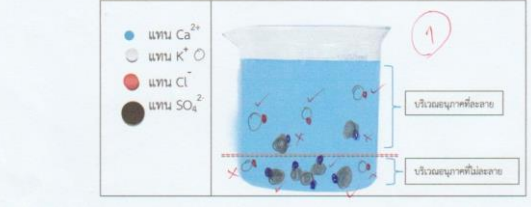
ภาพที่ 3 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนในกลุ่มความเข้าใจโมติระดับต่าง ๆ

เมื่อพิจารณาร้อยละของนักเรียนในกลุ่มความเข้าใจโมติระดับต่าง ๆ เปรียบเทียบระหว่างหลังเรียน (หลังเรียนทันที) กับความคงทนของโมติ (หลังจากเรียนผ่านไป 3 สัปดาห์) พบว่า แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงร้อยละของนักเรียนในกลุ่มความเข้าใจโมติต่าง ๆ ไม่เปลี่ยนแปลงจากหลังเรียนมากนัก โดยเมื่อผ่านไป 3 สัปดาห์มีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มความเข้าใจโมติผิดรวมกับกลุ่มไม่มีคำตอบ (NR+MU) เพิ่มขึ้นเล็กน้อยทุกหัวข้อ และมีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มโมติถูกต้องบางส่วนและผิดบางส่วน (PMU) กับกลุ่มเข้าใจโมติถูกต้องสมบูรณ์รวมกับกลุ่มโมติถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ (SU+PU) ลดลงเกือบทุกหัวข้อ และไม่พบนักเรียนที่ไม่เขียนคำตอบ โดยร้อยละของนักเรียนที่มีโมติถูกต้องสมบูรณ์รวมกับกลุ่มโมติถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ (SU+PU) สูงสุด 20.77 คือโมติเรื่องการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก ส่วนร้อยละของนักเรียนที่มีโมติถูกต้องบางส่วนและผิดบางส่วน (PMU) สูงสุด 73.72 คือโมติเรื่อง การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก และร้อยละของนักเรียนที่มีโมติผิดรวมกับกลุ่มไม่มีคำตอบ (NR+MU) สูงสุด 22.44 คือ การเกิดพันธะไอออนิก

ตัวอย่างการวิเคราะห์กลุ่มความเข้าใจโมติของนักเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนในแบบทดสอบวัดความเข้าใจโมติเป็นรายข้อ โดยในที่นี้จะขอ ยกตัวอย่างผลการวิเคราะห์แบบทดสอบบางข้อ ซึ่งแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตัวอย่างการวิเคราะห์ความเข้าใจโน้มนัดของนักเรียนจากแบบทดสอบหลังเรียน

คำตอบของนักเรียน	ผลการวิเคราะห์
6. ธาตุสมมติ X มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเข้าสู่ระดับพลังงานหลักเป็น 2 8 8 1 ธาตุสมมติ Z มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเข้าสู่ระดับพลังงานหลักเป็น 2 8 7 เมื่อสองธาตุนี้เกิดเป็นสารประกอบไอออนิก จะมีสูตรของสารประกอบอย่างไร ก. XZ ☒ ข. X_2Z_7 ค. X_7Z_1 ง. XZ_2 คำอธิบาย : วาดภาพอะตอม แสดงการเกิดสารประกอบไอออนิก  แทนอะตอมของ X หลังจาก ให้/รับ อิเล็กตรอน แทนอะตอมของ Z	นักเรียนตอบตัวเลือกถูกต้องและประเด็นเหตุผลถูกต้องครบทั้ง 4 ประเด็น คือ (1) ธาตุ X กลายเป็นไอออนบวก ส่วนธาตุ Z กลายเป็นไอออนลบ (2) ขนาดไอออนลบใหญ่กว่าอะตอมกลาง และขนาดไอออนบวกเล็กกว่าอะตอมกลาง (3) จำนวนอิเล็กตรอนของไอออนลบมากกว่า หรือจำนวนอิเล็กตรอนของไอออนบวกน้อยกว่าอะตอมกลาง อยู่ 1 ตัว และ (4) จำนวนระดับพลังงานของไอออนบวกลดลง และจำนวนระดับพลังงานของไอออนลบเท่ากับของอะตอมกลาง (พิจารณาเวเลนซ์อิเล็กตรอน)
16. เมื่อนำเกลือ KBr ละลายในน้ำบริสุทธิ์ ข้อใดเขียนสมการการละลายได้ถูกต้อง ก. $KBr(s) + H_2O(l) \rightarrow KBr(aq)$ ข. $KBr(s) + H_2O(l) \rightarrow K^+(aq) + Br^-(aq)$ ค. $2KBr(s) + H_2O(l) \rightarrow K_2O(aq) + 2HBr(aq)$ ง. $KBr(s) + H_2O(l) \rightarrow K^+(aq) + Br^-(aq) + 2H^+(aq) + O^{2-}(aq)$ คำอธิบาย : วาดภาพระดับอนุภาคแสดงการละลายของเกลือ KBr  แทนโมเลกุลของน้ำ อนุภาคของสารละลาย แทนผลึกของ KBr	นักเรียนตอบตัวเลือกถูกต้องและประเด็นเหตุผลถูกต้องครบทั้ง 3 ประเด็น คือ (1) โครงร่างผลึกของเกลือกระจายออกจากกัน (2) โครงร่างผลึกของเกลือกระจายออกจากกันแบบเป็นอนุภาคเดี่ยวๆ (K^+ และ Br^-) และ (3) แสดงโมเลกุลน้ำล้อมรอบไอออนบวก และไอออนลบ
21. ขอมแข็ง 2 ชนิด คือ แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) และโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) ละลายกันในน้ำ 100 cm^3 ใช้แท่งแก้วคน แล้วทิ้งทิ้งไว้ 20 นาที พบว่าเกิดปฏิกิริยาและมีการตกตะกอนอยู่ที่ก้นบีกเกอร์ ตะกอนดังกล่าวควรเป็นสารใด (กำหนดให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นสมบูรณ์) ก. $CaCl_2$ ☒ ข. $CaSO_4$ ค. KCl ง. K_2SO_4 คำอธิบาย : วาดภาพระดับอนุภาคแสดงสารที่ตกตะกอน  แทน Ca^{2+} แทน K^+ แทน Cl^- แทน SO_4^{2-} บริเวณอนุภาคที่ละลาย บริเวณอนุภาคที่ไม่ละลาย	นักเรียนตอบตัวเลือกถูกต้องและประเด็นเหตุผลถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ คือ (1) วาดอนุภาคของสารที่ไม่ละลายได้ถูกต้อง (2) วาดอนุภาคของสารที่ละลายถูกต้อง (3) วาดอนุภาคของสารที่ละลายอยู่ด้านบนของบีกเกอร์ ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และ (4) วาดอนุภาคที่ไม่ละลายตกลงก้นบีกเกอร์ได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เพราะมีอนุภาคส่วนที่ไม่ละลายไปปะปนอยู่กับขอบเขตของอนุภาคที่ละลายได้ด้านบน และมีอนุภาคส่วนที่ละลายไปปะปนอยู่กับขอบเขตของอนุภาคที่ไม่ละลายได้ด้านล่าง

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารประกอบไอออนิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับโมเดลระดับอนุภาค พบว่า นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจโน้มนัดหลังเรียน (mean 37.11, S.D. 6.66) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจโน้มนัดก่อนเรียน (mean 18.76, S.D. 6.14) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ หรือ $\langle g \rangle$ เป็น 0.41 จัดอยู่ในระดับความก้าวหน้าปานกลาง อย่างไรก็ตาม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความคงทนของมโนคติ (mean 36.20, S.D. 6.37) ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจโน้มนัดหลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่ากิจกรรมนี้ยังไม่สามารถสนับสนุนให้นักเรียนมีความคงทนของมโนคติเท่าที่ควร นอกจากนี้ยังพบว่า สัดส่วนของนักเรียนที่มีความเข้าใจโน้มนัดที่ถูกต้องในกลุ่มความเข้าใจโน้มนัดสมบูรณ์และถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (SU+PU) เพิ่มขึ้น ในขณะที่สัดส่วนของนักเรียนที่มีความเข้าใจโน้มนัดที่ผิดหรือไม่ถูกต้องในกลุ่มความเข้าใจโน้มนัดถูกบางส่วนและผิดบางส่วน (PMU) ความเข้าใจโน้มนัดผิดและไม่มีมโนคติ (MU+NU) และไม่มีคำตอบ (NR) ลดลง แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยด้วยโมเดลระดับอนุภาค เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความเข้าใจโน้มนัด เรื่องสารประกอบไอออนิก ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองโดยลงมือปฏิบัติ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจโน้มนัดอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น และส่งผลให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากมโนคติที่ถูกต้องน้อยหรือผิดไปเป็นความเข้าใจโน้มนัดที่ถูกต้องมากขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ อาจจะมีสาเหตุมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยแบบโมเดลระดับอนุภาคซึ่งเป็นสื่อการสอนที่จับต้องได้ นักเรียนเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระดับอนุภาคทำให้นักเรียนมีความรู้และสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ด้วยโมเดลระดับอนุภาคนั้น ครูผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถามหรือเกิดข้อสงสัย เกิดความคิด และเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลผลคำตอบหรือข้อสรุปด้วย

ตนเอง (Khammanee, 2017) ทำให้ผู้เรียนได้คิด ค้นคว้า ปฏิบัติและมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่ม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริง (Jaitieng, 2010) อีกทั้งการใช้โมเดลระดับอนุภาคนั้น เป็นการศึกษาที่เป็นรูปธรรม ในขั้นสำรวจและค้นหา ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกรู้สึกหรือความต้องการที่จะสืบค้นหรือแสวงหาความรู้ ทำให้กิจกรรมมีความหมายต่อผู้เรียนและมีความท้าทายเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะแสวงหาคำตอบ (Khammanee, 2017) พัฒนาโมเดลระดับอนุภาคให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถนำไปใช้เป็นการสอนที่หลากหลายมากขึ้น

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

- 1) ควรมีการเก็บข้อมูลหลาย ๆ รูปแบบเพื่อใช้ในการวัดประเมินผล ตรวจสอบ และสรุปผลมโนคติของนักเรียน เช่น เก็บข้อมูล จากแบบสัมภาษณ์ และแบบสอบถาม เป็นต้น
- 2) ควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยแบบจำลองเชิงกายภาพไปใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและปรับแก้มโนคติของนักเรียนในเนื้อหาอื่น ๆ
- 3) การสร้างแบบวัดความเข้าใจมโนคติควรจะเหมาะสมกับทั้งเนื้อหาและกลุ่มตัวอย่าง ถ้าแบบวัดยากเกินไปจะส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนต่ำกว่าที่ควรจะเป็น
- 4) ควรมีการประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงกายภาพกับการเรียนรู้รูปแบบอื่นที่เหมาะสมมากขึ้น เช่น การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (MBL) และการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (MBI) เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Rath, J., Wittrock, M. C. (2001). **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of bloom's taxonomy of educational objectives**. New York: 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: BSCS.
- Chairam, S., Jarujamrus, P. and Amatongchai, M. (2018). Exploring students' understanding of solution (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 1(2), 152-161.
- Faikhanta, C. (2008). Student alternative conceptions in chemistry (in Thai). **Journal of Education Prince of Songkla University**, 19(2), 10-25.
- Gobert, J. D. and Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. **International Journal of Science Education**, 22(9), 891-894.
- Hake, R. R. (1998). Interactive engagement vs. traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, 61(1), 64-74.
- Jaitieng, A. (2010). **Teaching principles** (5 ed.) (in Thai). Bangkok: Odeon Store.
- Johnstone, A. H. (1993). Introduction. In C. Wood and R. Sleet (Eds.), **Creative problem solving**. London: Royal Society of Chemistry.
- Khammanee, T. (2017). **Collection of academic articles, strategies for quality enhancement of school, teacher, curriculum and learning management** (in Thai). Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Kruekum, K. and Wuttisela, W. (2013). Effect of a POED learning management on student's ability to predict, observe, explain, and discussion in chemical equilibrium outcome for Mathayomsuksa V students (in Thai). In **Proceedings of the 7th Ubon Ratchathani University Research Conference** (pp. 388-398). Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University.
- Louca, L. T. and Zacharia, Z. C. (2012). Modeling-based learning in science education: Cognitive, metacognitive, social, material and epistemological contributions. **Educational Review**, 64(4), 471-492.

- Meela, P. and Artdej, R. (2017). Model based inquiry and scientific explanation: Promoting meaning-making in classroom (in Thai). **Journal of Education Naresuan University**, 19(3), 1-15.
- Ministry of Education. (2008). **Indicators and core content for the science learning area based on the Core content Basic education core curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)** (in Thai). Bangkok: The Agricultural Cooperative Federation of Thailand.
- Pananchai, K., Matarat, P., Tamuang, S. and Supasorn, S. (2018). Eleventh grade students' conceptual understanding and mental models on chemical equilibrium from learning by using inquiry incorporated with predict-observe-explain technique (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 1(1), 49-60.
- Pananchai, K. and Supasorn, S. (2018). Development of conceptual understandings on ionic bond formation, formula and naming of ionic compounds by using 5E inquiry learning in conjunction with particulate models for grade-10 students (in Thai). in **Proceedings of the 6th CAS National and International Conference 2018** (pp. 514-525). Khon Kaen: College of Asian Scholars.
- Salter, D., Richards, L. and Carey, T. (2004). The T5 design model: An instructional model and learning environment to support the integration of online and campus-based courses. **Educational Media International**, 41(3), 207-218.
- Simmaken, P. and Supasorn, S. (2014). Developing of scientific conceptual understanding of covalent bond by using inquiry learning activities incorporated with physical models (in Thai). In **Proceedings of the 8th National Graduate Research Conference** (pp. 1-8). Udon Thani: Udon Thani Rajabhat University.
- Supasorn, S. (2011). Science inquiry process in high school chemistry experiments: A review of science education research studies from Ubon Ratchathani University (in Thai). **Journal of Education Prince of Songkla University**, 22(3), 331-343.
- Supasorn, S. (2012). Roles of mental models in learning chemistry at molecular level (in Thai). **Journal of Education Khon Kaen University**, 35(1), 1-7.
- Supasorn, S., Supasorn, N., Athiwaspong, W. and Phonchaiya, S. (2016). Development of conceptual understandings on solutions by using inquiry experiments in conjunction with particulate animations for grade 8 students (in Thai). **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning**, 7(1), 28-47
- Tipchai, A., Meewong, C., Wuttisela, K. and Supasorn, S. (2019). Grade-10 students' conceptual understanding of covalent bonding and molecular shapes from inquiry learning by using physical models (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 2(1), 43-56.
- Windschitl, M., Thompson, J. and Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. **Science Education**, 92, 941-967.

บทความวิชาการ

การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง “ปลูกผักไร้ดิน” เพื่อเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

วันชัย น้อยวงศ์^{1,*} และภิญโญ วงษ์ทอง²¹นักวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์ภาคบังคับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี²อาจารย์ สถาบันวิจัย พัฒนา และสาธิตการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

*Email: wnoiw@ipst.ac.th

รับบทความ: 3 ตุลาคม 2563 แก้ไขบทความ: 21 ตุลาคม 2563 ยอมรับตีพิมพ์: 22 ตุลาคม 2563

บทคัดย่อ

สะเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) กระบวนการทางวิศวกรรม (Engineering) ศิลปะ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และทักษะต่าง ๆ ทั้งศาสตร์และศิลป์ไปพร้อมกัน ไปใช้ในการคิดและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในชีวิตจริง ผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน หรือ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการในการคิดและการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งสอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ที่กำหนด ยุทธศาสตร์และเป้าหมายของการจัดการศึกษาเพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะและคุณลักษณะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 อาทิ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม ดังนั้นในบทความนี้ ผู้เขียนมุ่งนำเสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง “ปลูกผักไร้ดิน” สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายที่เน้นการคิดและแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดเพื่อสรรหาวิธีการที่เป็นไปได้ 3) เลือกและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อสร้างต้นแบบ 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขต้นแบบ 6) นำเสนอต้นแบบ วิธีการ และผลการแก้ปัญหา โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถบูรณาการความรู้และทักษะในสะเต็มศึกษาสำหรับการคิดและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้อย่างเป็นขั้นตอน และเกิดการเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา ปลูกผักไร้ดิน กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม นักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย
ทักษะในศตวรรษที่ 21

อ้างอิงบทความนี้

วันชัย น้อยวงศ์ และภิญโญ วงษ์ทอง. (2563). การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง “ปลูกผักไร้ดิน” เพื่อเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย. วารสาร วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 3(2), 177-189.

Learning activity based on STEAM Education that emphasizes engineering design process in topic of hydroponics for enhancing 21st century skills of upper elementary school students

Wanchai Noi Wong^{1,*} and Pinyo Wongthong²

¹Academic Staff, Compulsory Science Department, Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology

²Lecturer, Educational Research Development and Demonstration Institute, Srinakharinwirot University

*Email: wnoiw@ipst.ac.th

Received <3 October 2020>; Revised <21 October 2020>; Accepted <22 October 2020>

Abstract

STEAM Education is an integrated learning approach of Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics for guiding learners to connect knowledge and skills, both science and arts area, simultaneously to employ in thinking and creative problem solving in real life. The STEAM based activities using project-based learning or problem-based learning allows learners to able to apply their knowledge to design the method or process of thinking and problem solving for acquiring the technology as a product of engineering design process and develop the 21st century skills. This correspond to strategy and goal of the National Education Plan (2017-2036) that setting the educational management to focus on the 21st century skills, such as critical thinking and problem solving, creativity, communication and collaboration. Therefore, in this academic article, the author aims to propose a guideline of learning activity based on STEAM Education in topic of hydroponics for upper elementary school students that emphasizes the engineering design process according to the emphasis of Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST) consisting of 6 steps as follows: 1) Identify problem, 2) Gather possible solutions, 3) Select and design solution, 4) Create prototype, 5) Test, evaluate, and redesign prototype, and 6) Communicate solutions and prototype. It focuses on enabling students to integrate knowledge and skills in the STEAM Education into step-by-step thinking and creative problem solving and to enhance the 21st century skills.

Keywords: STEAM Education, hydroponics, engineering design process, upper elementary school students, 21st century skills

Cite this article:

Noi Wong, W. and Wongthong, P. (2020). Learning activity based on STEAM Education that emphasizes engineering design process in topic of hydroponics for enhancing 21st century skills of upper elementary school students (in Thai). *Journal of Science and Science Education*, 3(2), 177-189.

บทนำ

ด้วยปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว การจัดการศึกษาและแนวทางการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับความก้าวหน้านี้เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการเตรียมความพร้อมพลเมืองในอนาคตของชาติสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งสอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ที่ได้กำหนดยุทธศาสตร์และเป้าหมายของการจัดการศึกษาเพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะและคุณลักษณะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 อาทิ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม เป็นต้น (Office of the Education Council, 2017) และสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ควบคู่กับการพัฒนาและฝึกฝนทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลายผ่านการฝึกให้ผู้เรียนได้ สังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง ตั้งคำถาม ระบุปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา และสรุปความรู้จากการลงมือปฏิบัติ แล้วนำ ผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเองมากที่สุด (National Research Council [NRC], 2012; Vasquez, Sneider and Comer, 2013; Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST], 2017) อย่างไรก็ตาม จากผลทดสอบในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Program for International Student Assessment: PISA) หรือ PISA 2018 ด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 393, 419 และ 426 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย Organization for Economic Co-operation and Development: OECD เท่ากับ 487, 489 และ 489 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งชี้ให้เห็นถึงคุณภาพการศึกษาของไทยที่ยังห่างไกล ความเป็นเลิศและยังต้องพัฒนาหลักสูตรหรือกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีทั้งองค์ความรู้และทักษะอย่าง แท้จริง (IPST, 2019)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM education) คือกระบวนการจัดการศึกษาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการ เรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) กระบวนการทางวิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ไปใช้ในการคิดและแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ และประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง สามารถนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการในการคิดและการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจาก กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียน สามารถตอบโจทย์การปรับเปลี่ยน กระบวนการจัดการเรียนรู้ในยุคไทยแลนด์ 4.0 ได้ (IPST, 2014) โดยสะเต็มศึกษามีจุดเด่นในการพัฒนาสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับ ทักษะด้านตัวเลข การใช้เหตุผล และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม Conradty, Sotiriou and Bogner (2020) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอาจส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเครียดและความวิตกกังวล ซึ่งการผสมผสานวิชาศิลปะเข้าไป ในสะเต็มศึกษาจะทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์มากขึ้น ตลอดจนทำให้มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ รวมทั้งช่วยพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้ (Conradty and Bogner, 2019) สอดคล้องกับ Kim and Park (2012) กล่าวว่า การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์และศิลปะที่เน้นความคิดสร้างสรรค์นั้นทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความคิด ได้อย่างมีเหตุผลและนำไปสู่การเรียนรู้ที่คงทน ดังนั้นการบูรณาการศาสตร์อื่นที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของสมองซึ่งเกี่ยวข้อง กับศิลปะ ดนตรี และการจินตนาการ (Arts) เข้าไปในสะเต็มศึกษา กลายเป็นสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ที่เกี่ยวข้องกับการ ทำงานของทั้งสมองซีกซ้ายและซีกขวา ผู้เรียนสามารถนำความรู้และทักษะต่าง ๆ ทั้งศาสตร์และศิลป์ไปใช้ในการคิดและแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) หรือการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ถ่ายทอดแนวความคิดด้วยความคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการมากขึ้น สามารถสื่อสารความคิดของตนเองในรูปแบบของตนตรี การเคลื่อนไหว การสื่อสารด้วยภาษา ท่าทาง หรือการประดิษฐ์ ทำให้ชิ้นงาน นั้น ๆ มีความสมบูรณ์ทั้งการใช้งาน ความสวยงาม และสามารถพัฒนาผู้เรียนอย่างเป็นองค์รวมได้ (Yakman and Lee, 2012; Sousa, 2013; Watthananon, 2018) จากผลงานวิจัยของ Kim and Chae (2016) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ศึกษาประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) การนำเสนอสถานการณ์ (presentation of situation) ให้นักเรียนระบุปัญหาและเข้าใจความ จำเป็นของการแก้ปัญหา 2) การออกแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (creative design) ให้นักเรียนค้นพบแนวทางการแก้ปัญหา ด้วยตนเอง และ 3) การสัมผัสทางอารมณ์ (emotional touch) ส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น มีแรงจูงใจ และพึงพอใจต่อ ความสำเร็จในการแก้ปัญหา พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ (creative problem-solving abilities) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ Wandari, Wijaya and Agustin (2018) จัดกิจกรรมการ เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องแสงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนเกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ซึ่งมี องค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ ความแปลกใหม่ (novelty) คุณค่าและการนำไปประโยชน์ (resolution) ความละเอียดลออ สวยงาม และมีความคิดสร้างสรรค์ (elaboration) อยู่ในระดับดี Thuneberg, Salmi, and Bogner (2018) ศึกษาการจัดการเรียนรู้วิชา

คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและการเรียนรู้แบบสืบเสาะพบว่าการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือทำกิจกรรม (hands-on learning) ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Sithajan and Sangvanich (2018) ที่สรุปว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมกระบวนการสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 ได้ Wongthong (2019) พบว่าการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ (6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้นอกจากนี้ Sriboon and Po-ngern (2019) พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอ ความคิดสร้างสรรค์ และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ ดังนั้นจากรายงานผลการวิจัยที่ผ่านมาสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเสริมสร้างทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียนได้

จากปัญหาและความสำคัญข้างต้น ในบทความวิชาการนี้ผู้เขียนจึงมุ่งนำเสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง “ปลูกผักไร้ดิน” สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย เนื่องจากปัจจุบันการปลูกผักไร้ดินหรือไฮโดรโปนิคส์ (hydroponics) เป็นการปลูกผักแนวใหม่ที่กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เพราะมีขั้นตอนที่ไม่ซับซ้อน ใช้พื้นที่ไม่มาก ปลูกได้โดยไม่ใช้ดิน ได้ผักที่สดและสะอาดสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นสถานการณ์ของการคิดและแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการคิดและแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดเพื่อสรรหาวิธีการที่เป็นไปได้ 3) เลือกและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อสร้างต้นแบบ 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขต้นแบบ 6) นำเสนอต้นแบบ วิธีการ และผลการแก้ปัญหา (IPST, 2017) โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้และทักษะในสะเต็มศึกษาสำหรับการคิดและแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ได้อย่างเป็นขั้นตอน และเกิดการเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่อง “ปลูกผักไร้ดิน” สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีขอบข่ายของแต่ละศาสตร์ในกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาดังภาพที่ 1 (a) และใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (NRC, 2012; IPST, 2017) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังภาพที่ 1(b) ซึ่งมีรายละเอียดแนวทางการจัดกิจกรรม ดังนี้

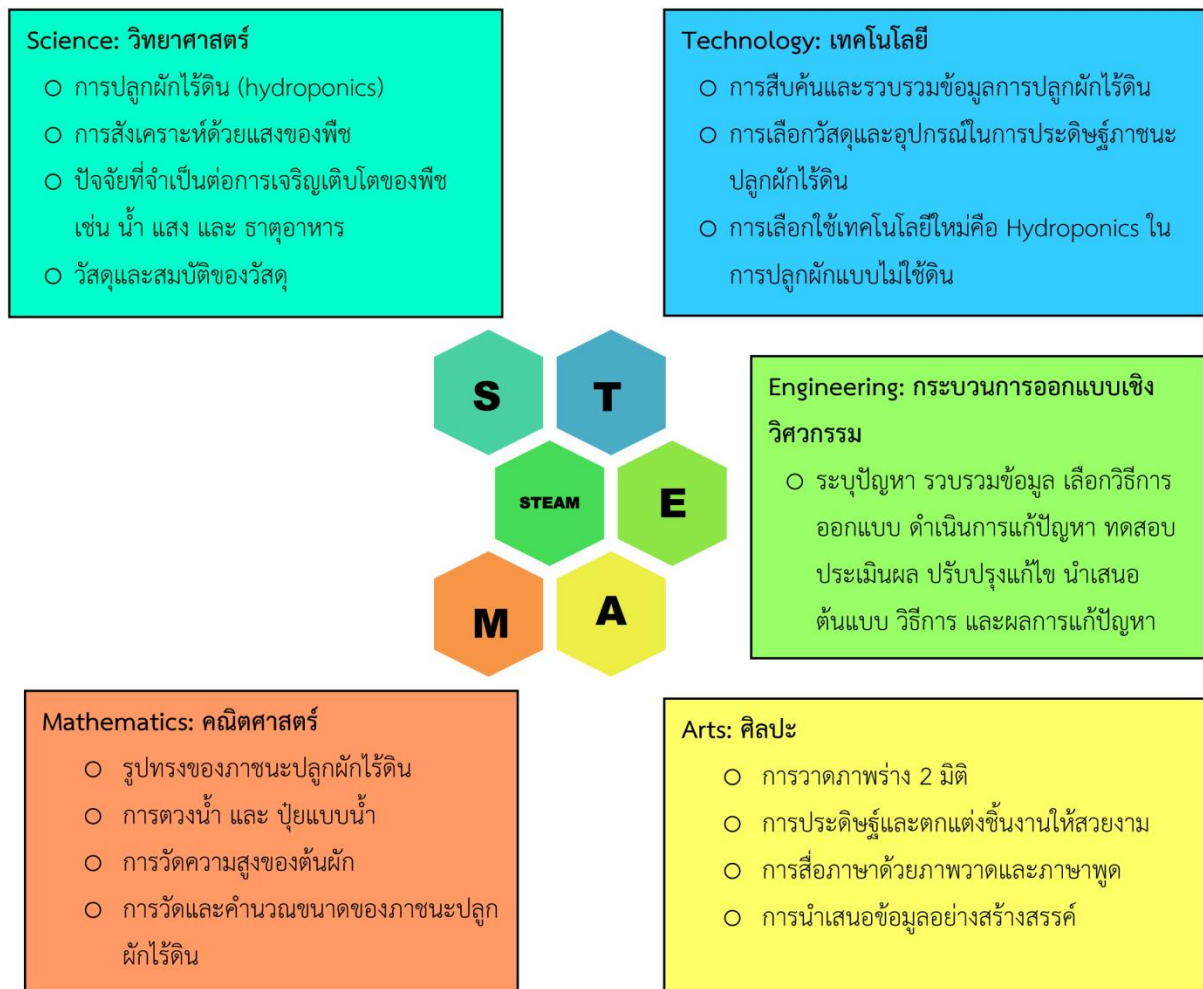
1) ระบุปัญหา (Identify problem) ในขั้นนี้ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยการให้รับชมวิดีโอเรื่อง “การปลูกผักปลอดสารพิษ” จากนั้นครูกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนด้วยคำถาม ดังนี้

- นักเรียนมีวิธีปลูกผักอย่างไรบ้าง
- นักเรียนมีวิธีดูแลผักที่ปลูกให้เจริญเติบโตได้อย่างไร
- ผักที่ปนเปื้อนสารเคมีหรือยาฆ่าแมลงจะส่งผลกระทบต่อร่างกายผู้บริโภคอย่างไร
- นักเรียนจะปลูกผักให้ปลอดสารพิษได้อย่างไร

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ และครูจะไม่ตัดสินความคิดเห็นนั้นว่าถูกหรือผิด เพื่อสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นกับของผู้อื่น หลังจากนั้นครูแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน เพื่อร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ต่อไปนี้

“การปลูกผักโดยทั่วไป มักมีปัญหาเรื่องโรคและแมลงต่าง ๆ ซึ่งปัญหาส่วนหนึ่งมาจากดินที่ใช้ปลูก เมื่อปลูกผักไปสักระยะจะสังเกตเห็นว่าดินเริ่มอัดตัวแน่นและเสื่อมสภาพทำให้ปลูกผักไม่ได้คุณภาพ นอกจากนี้การใช้สารเคมีเพื่อกำจัดโรคและแมลงต่าง ๆ ส่งผลกระทบต่อผู้ปลูกและผู้บริโภค”

(a)



(b)



ภาพที่ 1 ขอบข่ายของแต่ละศาสตร์ในสะเต็มศึกษาเรื่อง “ปลูกผักไร้ดิน” (a) และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางของ สสวท. (b)

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด ตัวอย่างปัญหาที่นักเรียนร่วมกันคิด เช่น

- ปัญหาเรื่องโรคและแมลงที่มีต่อผัก
- ปัญหาจากการปลูกผักโดยใช้ดิน
- ปัญหาเรื่องดินเสื่อมสภาพจากการปลูกผัก
- ปัญหาเรื่องการใช้สารเคมีเพื่อกำจัดโรคและแมลงซึ่งส่งผลกระทบต่อผู้ปลูกและผู้บริโภค

ครูควรเขียนประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่นักเรียนร่วมกันคิดบนกระดาน จากนั้นถามนักเรียนว่านักเรียนสนใจประเด็นไหนมากที่สุด เพราะอะไร โดยอาจให้นักเรียนร่วมกันโหวตประเด็นที่สนใจมากที่สุด และนำปัญหานั้นมาเป็นประเด็นหลักเพื่อให้นักเรียนร่วมกันวางแผนในการแก้ปัญหาด้วยกัน ในที่นี้นักเรียนสนใจประเด็นปัญหาการปลูกผักโดยใช้ดินมากที่สุด ซึ่งครูอาจใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันคิดเพิ่มเติมในประเด็นดังกล่าว เช่น 1) ถ้านักเรียนอยากจะปลูกผักไว้รับประทานเองแต่ไม่มีดินในการปลูก นักเรียนจะอย่างไร 2) ในปัจจุบันมีการปลูกผักด้วยวิธีอื่นที่ไม่ใช้ดินได้หรือไม่ อย่างไร” หลังจากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุปัญหาจนได้ข้อสรุปว่า “นักเรียนจะออกแบบภาชนะเพื่อใช้ในการปลูกผักให้เจริญเติบโตโดยไม่ใช้ดินได้อย่างไร” จากนั้นครูกำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติมว่า นักเรียนจะต้องใช้วัสดุหลักที่กำหนดให้คือขวดน้ำพลาสติกที่ไม่ใช้แล้วขนาดต่าง ๆ กัน เช่น 350, 1000, 1500 มิลลิลิตร ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนในการทำกิจกรรมคือ แนวคิดหรือไอเดียต้องแตกต่างไม่ซ้ำใครแปลกใหม่ และสามารถนำไปปลูกผักให้เจริญเติบโตได้จริง

2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดเพื่อสรรหาวิธีการที่เป็นไปได้ (Gather possible solutions) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาจากห้องสมุด ห้องคอมพิวเตอร์ และการใช้อินเทอร์เน็ตในการสืบค้นข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์มือถือ เพื่อศึกษาว่ามีใครเคยหาวิธีแก้ปัญหาหรือไม่ แก้ไขด้วยวิธีไหน ได้ผลเป็นอย่างไร และมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการแก้ปัญหาอะไรบ้าง หรือการค้นหาความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่สามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ โดยนักเรียนต้องวิเคราะห์และพิจารณาถึงจุดเด่น จุดด้อย ความคุ้มค่า ความเหมาะสมกับขอบเขตและเงื่อนไขของปัญหานั้นด้วย เพื่อใช้ในการเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้หลักเหตุและผล ซึ่งจากสถานการณ์ที่กำหนดนักเรียนอาจรวบรวมข้อมูลเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาดังตาราง 1

ตารางที่ 1 แสดงประเด็นและการรวบรวมข้อมูลเพื่อออกแบบการแก้ปัญหา

ประเด็นที่สืบค้น	ข้อมูล
1. การปลูกผักไร้ดิน (hydroponics)	เป็นการปลูกพืชโดยไม่ให้รากแช่ในสารละลายธาตุอาหารพืชหรือน้ำปุ๋ย หรือบางส่วนสัมผัสอากาศ หรือ เป็นการปลูกพืชบนวัสดุที่ไม่ใช่ดิน (substrate) และรดด้วยน้ำปุ๋ย
2. ข้อดีของการปลูกผักไร้ดิน	1) มีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ เช่น น้ำ แสง ธาตุอาหาร และอุณหภูมิให้แก่พืชอย่างเหมาะสม พืชจึงเจริญเติบโตเร็ว ให้ผลผลิตมาก สะอาด มีคุณภาพ และปลูกได้ต่อเนื่องตลอดปี 2) สามารถปลูกได้ในพื้นที่ที่ไม่มีดินหรือดินไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืช ทำให้การใช้น้ำใช้ปุ๋ยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ 3) การควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชทำได้ง่ายกว่าพืชปกติ
3. ผักที่นิยมปลูกแบบไร้ดิน	ผักที่นิยมปลูกแบบไร้ดิน ได้แก่ กรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค กรีนคอส บัตเตอร์เฮด เรดคอรัล ต้นหอม กวางตุ้ง ผักกาดขาว
4. การออกแบบภาชนะปลูกผักไร้ดิน	เป็นการปลูกบนราง และมีการใช้น้ำปุ๋ยเพื่อเป็นธาตุอาหารให้แก่พืช
5. วัสดุและอุปกรณ์ปลูกผักไร้ดิน	เมล็ดผัก ฟองน้ำเพาะต้นกล้า ต้นกล้าผัก รางปลูกผัก และน้ำปุ๋ย
6. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผัก	ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผัก เช่น น้ำ แสง ธาตุอาหาร
7. การปลูกผักให้ปลอดสารพิษ	ผักปลอดสารพิษ คือ ผักที่ไม่มีสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชตกค้าง หรือมีตกค้างอยู่ไม่เกินในระดับมาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้ โดยการปลูกผักให้ปลอดสารพิษทำได้หลายวิธี เช่น การปลูกในโรงเรือนมุ้งตาข่าย การควบคุมโรคและแมลงด้วยชีววิธี และการใช้สารสกัดจากพืชเพื่อควบคุมโรคและแมลง

เมื่อนักเรียนสืบค้นข้อมูลเสร็จแล้ว แต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน จากนั้นครูสำรวจความรู้นักเรียนโดยใช้คำถามว่า “จากการสืบค้นข้อมูล นักเรียนได้ข้อมูลเกี่ยวกับอะไรบ้าง และข้อมูลเหล่านั้นเพียงพอสำหรับการเลือกและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือไม่” ตัวอย่างภาพการปลูกผักไร้ดินที่นักเรียนสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ดังภาพที่ 2 นอกจากนี้ครูอาจแนะนำแหล่งสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการปลูกผักไร้ดินที่มีการเชื่อมโยงความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น เอกสารคู่มือฐานการเรียนรู้เรื่อง การปลูกผักไฮโดรโปนิคส์มืออาชีพ (Chaliewkit, 2019) เพื่อให้ให้นักเรียนได้เห็นตัวอย่างของการเชื่อมโยงความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) กระบวนการทางวิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ในการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์



ที่มา: <https://www.nfc.or.th/content/7487>



ที่มา: <https://www.technologychaoban.com/>

ภาพที่ 2 การปลูกผักไร้ดินที่นักเรียนสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

3) เลือกและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Select and design solution) เป็นขั้นการนำความรู้มาใช้ออกแบบวิธีการการแก้ปัญหาซึ่งต้องกำหนดองค์ประกอบของวิธีการการแก้ปัญหาและผลที่เกิดขึ้นโดยอ้างอิงความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ จากข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นและรวบรวมข้อมูลข้างต้น สามารถนำมาออกแบบและวางแผนการแก้ปัญหา ดังตัวอย่างของนักเรียนกลุ่ม 1 ดังนี้

3.1 ออกแบบการแก้ปัญหาโดยปลูกผักแบบไร้ดิน (hydroponics) แทนการปลูกผักโดยใช้ดินซึ่งมีวิธีการคือปลูกผักโดยให้รากแช่ในสารละลายธาตุอาหารพืช หรือน้ำปุ๋ย

3.2 ชนิดของผักที่เลือกปลูกแบบไร้ดินคือ กรีนโอ๊ค (Green Oak Lettuce) เพราะเป็นผักที่มีรสชาติหวานกรอบเหมาะกับการนำมาทำสลัดผัก

3.3 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำภาชนะปลูกผัก คือ ขวดน้ำพลาสติกที่ใช้แล้ว เมล็ดผัก พองน้ำเพาะต้นกล้า ต้นกล้าผัก และ น้ำปุ๋ย

3.4 ออกแบบภาชนะที่ปลูกผักแบบไร้ดินตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยใช้ขวดน้ำพลาสติกที่ใช้แล้วซึ่งต้องสร้างขึ้นมาโดยใช้แนวคิดหรือไอเดียที่แตกต่างไม่ซ้ำใคร แปลกใหม่ และสามารถนำไปปลูกผักให้เจริญเติบโตได้จริง

3.5 ปัจจัยที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของผักในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ น้ำ แสง และน้ำปุ๋ย

3.6 ปลูกผักปลอดสารพิษ โดยการใส่สารสกัดจากพืชเพื่อควบคุมโรคและแมลง เช่น สะเดา และดอกดาวเรือง

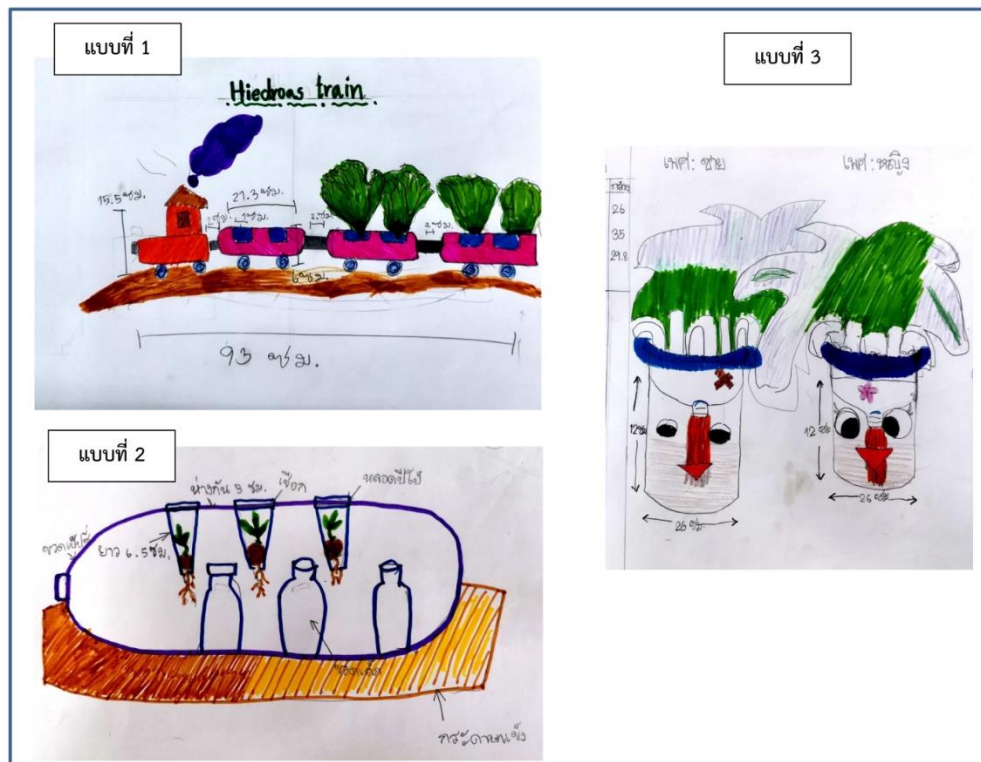
ในระหว่างการจัดกิจกรรมครูแนะนำนักเรียนว่าการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาควรอยู่บนพื้นฐานของวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนดให้ เน้นให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มร่วมกันเสนอแนวทางการออกแบบที่หลากหลาย จากนั้นร่วมกันแสดงความคิดเห็นถึงจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละแบบ และเลือกแบบที่เหมาะสมที่สุด ตามมติของสมาชิกในกลุ่ม ครูควรเน้นย้ำกับนักเรียนว่าจะต้องออกแบบร่าง 2 มิติ ที่มีการกำหนดสัดส่วนตามหลักคณิตศาสตร์ ที่สามารถจะนำไปสร้างเป็นชิ้นงานได้จริง ตัวอย่างการออกแบบภาชนะปลูกผักแบบไร้ดินของนักเรียนกลุ่ม 1 ซึ่งร่วมกันออกแบบร่างจำนวน 3 แบบ ดังภาพที่ 3

แบบที่ 1: รถไฟ ใช้ขวดพลาสติกขนาด 350 มิลลิลิตร จำนวน 3 ขวด ต่อกันเป็นขบวนรถไฟในแนวนอน จำนวน 3 ตู้ แต่ละขบวนเจาะช่องด้านบนขวดละ 2 ช่องสำหรับใส่ต้นกล้าผักที่จะปลูก และใช้ฝาขวดทำเป็นล้อจากนั้นตกแต่งให้สวยงาม

แบบที่ 2: หมอน ใช้ขวดพลาสติกขนาด 1500 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด วางในแนวนอนเหมือนหมอน และเจาะช่องด้านบนสำหรับใส่ต้นกล้าผักที่จะปลูกจำนวน 3 ช่อง จากนั้นตกแต่งด้วยขวดนมขนาดเล็กกรอบ ๆ หมอน จำนวน 3 ขวด

แบบที่ 3: หน้าตุ๊กตา ใช้ขวดพลาสติกขนาด 1000 มิลลิลิตร จำนวน 2 ขวด ตัดส่วนบนของแต่ละขวดแล้วคว่ำลงต่อกับส่วนล่างของขวด โดยมีช่องด้านบนสำหรับใส่ต้นกล้าผักที่จะปลูก จากนั้นตกแต่งเป็นรูปตุ๊กตาเพศชายและเพศหญิงให้สวยงาม

โดยมติของสมาชิกในกลุ่มนี้เลือกแบบร่างที่ 1 เพราะเหตุผลดังนี้ (1) การใช้ขวดพลาสติกขนาด 350 มิลลิลิตร จำนวน 3 ขวด จะมีการใช้น้ำน้อยกว่าแบบที่ 2 และ 3 (นักเรียนคาดคะเนจากปริมาตรของขวดน้ำที่ใช้) ซึ่งช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้ (2) ใช้ขวดพลาสติกตามเงื่อนไขที่กำหนด (3) แบบที่ 1 มีช่องสำหรับใส่ต้นกล้าฝักรวมจำนวน 6 ช่อง ซึ่งมากกว่าแบบที่ 2 มี 3 ช่อง และแบบที่ 3 มีเพียง 2 ช่องเท่านั้น และ (4) แบบที่ 1 เป็นแบบที่ใช้ไอเดียที่แตกต่างไม่ซ้ำใคร แปลกใหม่ และสามารถนำไปปลูกผักให้เจริญเติบโตได้จริง



ภาพที่ 3 ตัวอย่างการออกแบบภาพร่าง 2 มิติ ภาพขณะปลูกผักแบบไร้ดิน

4) **ดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อสร้างต้นแบบ (Create prototype)** เป็นขั้นตอนการพัฒนาต้นแบบตามแบบที่นักเรียนกำหนดไว้ ดังภาพที่ 4 โดยนักเรียนจะต้องวางแผนการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน เช่น กำหนดขั้นตอน เป้าหมาย และระยะเวลา ในการดำเนินกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้ละเอียดและชัดเจน ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนดำเนินการสร้างภาพขณะปลูกผักแบบไร้ดินตามแผนและแบบที่ออกแบบไว้ โดยเน้นให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วม แบ่งหน้าที่และบทบาทในการรับผิดชอบร่วมกัน ให้ข้อเสนอแนะ และรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม เพื่อฝึกและพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม โดยครูมีหน้าที่ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ชี้แนะ และอำนวยความสะดวก (facilitator) ในด้านต่าง ๆ แก่ นักเรียนแต่ละกลุ่มอย่างทั่วถึง อย่างไรก็ตาม ด้วยระยะเวลาในการทำกิจกรรมที่จำกัด นักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้สร้างชิ้นงานที่แตกต่างจากแบบเล็กน้อย คือ จากแบบที่นักเรียนออกแบบไว้ตอนต้นจะประกอบด้วยหัวรถไฟและมีตุ้มน้ำไฟจำนวน 3 ตัว แต่จากการสร้างชิ้นงานจริงนักเรียนได้ปรับเปลี่ยนจากแบบที่ออกแบบไว้โดยมีหัวรถไฟและมีตุ้มน้ำไฟจำนวน 2 ตัว เพื่อให้งานเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด ดังภาพที่ 5

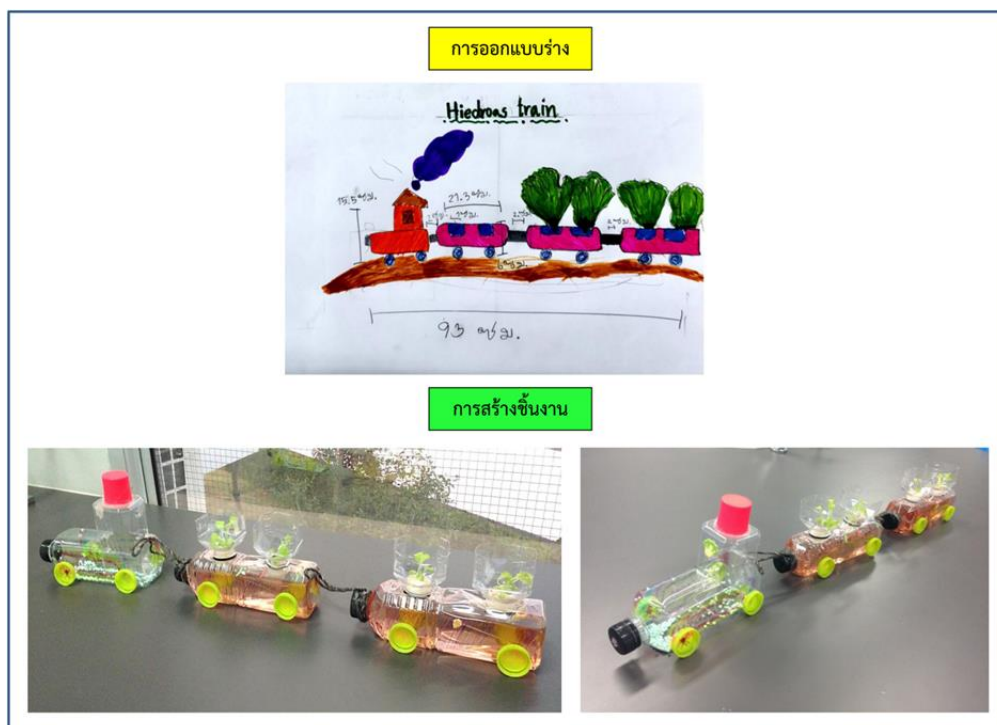
5) **ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขต้นแบบ (Test, evaluate, and redesign prototype)** ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดสอบ ประเมินผล เก็บข้อมูล ปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้ผลการทดลองหรือชิ้นงานที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และสอดคล้องตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งครูควรให้คำแนะนำกับนักเรียนว่าขั้นตอนการทดสอบและประเมินผลการใช้งานต้นแบบสามารถทำได้หลายครั้ง และในการแก้ไขแต่ละครั้งนักเรียนจะต้องจดบันทึกว่าได้แก้ไขอะไร และมีผลเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง เมื่อเทียบกับต้นแบบ จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานกลุ่มที่ 1 (ขบวนรถไฟ) ได้พบปัญหาและสมาชิกในกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหา ดังนี้

1. เมื่อตวงน้ำปุ๋ยใส่ในขวดพลาสติกในขบวนรถไฟแล้ว น้ำปุ๋ยรั่วซึมที่บริเวณฝาขวด ซึ่งนักเรียนแก้ไขปัญห ด้วยการปิดฝาขวดให้แน่น
2. เมื่อนักเรียนนำต้นกล้าผักใส่ในช่องปลูกในขบวนรถไฟ พบว่าต้นกล้าจมลงไปในน้ำปุ๋ย ซึ่งนักเรียนแก้ไขปัญห ด้วยการนำต้นกล้าไปยึดติดกับฟองน้ำที่มีขนาดพอดีกับช่องปลูก และนักเรียนสังเกตเห็นว่า การใช้ฟองน้ำช่วยให้สามารถขยับต้นกล้าผักขึ้นลงได้เพื่อให้รากผักสัมผัสกับน้ำปุ๋ยพอดี

3. เมื่อนักเรียนนำต้นกล้าผักใส่ในช่องปลูกในขบวนรถไฟ พบว่าต้นกล้าที่สูงเกิดการล้ม ซึ่งนักเรียนแก้ไขด้วยการตัดขวดน้ำพลาสติกในแนวตั้งเป็นสองส่วน และใช้ส่วนบนมาติดตรงช่องปลูกเพื่อกันต้นกล้าผักล้ม



ภาพที่ 4 นักเรียนลงมือสร้างภาชนะปลูกผักแบบไร้ดินตามแบบและแผนงานที่วางไว้



ภาพที่ 5 ตัวอย่างผลงาน “ปลูกผักไร้ดิน” ของนักเรียน

- 6) นำเสนอต้นแบบ วิธีการ และผลการแก้ปัญหา (Communicate solutions and prototype) เป็นขั้นตอนการนำเสนอผลงานหรือชิ้นงานในชั้นเรียน โดยจัดนิทรรศการแบบเดินชมแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบ “Gallery Walk” ซึ่งแต่ละกลุ่มจะต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่าย น่าสนใจ และเตรียมความพร้อมในการตอบคำถามเพื่อน ๆ ที่เดินชมผลงานได้

ระหว่างการเดินชมผลงานให้นักเรียนนำสติ๊กเกอร์รูปหัวใจไปติดที่บอร์ดกลุ่มที่นักเรียนชื่นชอบผลงาน โดยกลุ่มไหนที่ได้รับสติ๊กเกอร์จำนวนมากที่สุดก็จะได้รับรางวัล

อย่างไรก็ตาม กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้ง 6 ขั้นตอนนี้ไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นเป็นลำดับดังตัวอย่างเสมอไป การทดสอบและประเมินผลสามารถทำได้ในระหว่างการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาเช่นกัน หากผลลัพธ์ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ไม่จำเป็นว่าจะเป็นเรื่องต้นทุนหรือประสิทธิภาพของอุปกรณ์ ก็อาจจำเป็นต้องย้อนกลับไปค้นหาแนวคิดอื่นขึ้นมาใหม่ได้ (NRC, 2012; IPST, 2017)

แนวทางการวัดและประเมินผล

การวัดและการประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาส่วนใหญ่จะเน้นการประเมินจากสภาพจริง (authentic assessment) ซึ่งหมายถึง การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนจากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่างๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้ (IPST, 2014) โดยในบทความนี้ผู้เขียนขอเสนอแนวทางการวัดและประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แนวทางการวัดและประเมินผลทักษะในศตวรรษที่ 21

ทักษะในศตวรรษที่ 21	ตัวบ่งชี้พฤติกรรม	เครื่องมือ	เกณฑ์
ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา <u>เอกสารอ้างอิง</u> Ennis (1985) Brookfield and Stephen (1987) Khammani (2005) Kembara, Rozak, and Hadian (2018) Mankong and Suppapittayaporn (2018)	- สามารถสืบค้น และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นในการคิด และแก้ปัญหา - สามารถพิจารณาข้อมูล ข้อโต้แย้ง และความคิดเห็น ตามหลักเหตุผล - สามารถวิเคราะห์ จำแนก แยกแยะข้อมูล และเลือกข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา - สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ได้ชัดเจน - สามารถเชื่อมโยงปัญหา สาเหตุ และผลที่ตามมา - สามารถกำหนดเป้าหมายของการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง - สามารถระบุวิธีการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล - สามารถวางแผนขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ชัดเจน - สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนและแผนการทำงาน - สามารถอภิปราย สรุป และประเมินผลที่ได้จากการแก้ปัญหา	แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรม	ร้อยละ 60 ขึ้นไป ระดับดีขึ้นไป (ร้อยละ 70 ขึ้นไป)
ทักษะการคิดสร้างสรรค์ <u>เอกสารอ้างอิง</u> Guilford (1967) Torrance (1967) Khammani (2011) Madden et al (2013) Kembara, Rozak, and Hadian (2018)	- สามารถคิดหรือโต้ตอบปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และจำนวนมากในเวลาจำกัด (ความคิดคล่อง: fluency) - สามารถคิดได้หลากหลายหมวดหมู่ หรือหลายแนวทาง และสอดคล้องกับสถานการณ์ (ความคิดยืดหยุ่น: flexibility) - สามารถคิดสิ่งที่แปลกใหม่ มีความโดดเด่น และสอดคล้องกับสถานการณ์ (ความคิดริเริ่ม: originality) - สามารถคิดและเก็บรายละเอียดของเรื่องต่างๆ อย่างมีขั้นตอน สามารถอธิบายให้เห็นภาพได้อย่างชัดเจน สามารถจัดแต่งความคิดหลักที่น่าสนใจยิ่งขึ้น (ความคิดละเอียดลออ: elaboration)	แบบทดสอบ แบบประเมินชิ้นงาน	ร้อยละ 60 ขึ้นไป ระดับดีขึ้นไป (ร้อยละ 70 ขึ้นไป)

ทักษะในศตวรรษที่ 21	ตัวบ่งชี้พฤติกรรม	เครื่องมือ	เกณฑ์
ทักษะการสื่อสาร <u>เอกสารอ้างอิง</u> Ministry of Education (2008) Kembara, Rozak, and Hadian (2018)	- ความสามารถในการรับและส่งสาร - การถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความเข้าใจของตนเองโดยใช้ภาษาอย่างเหมาะสม - การใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม - การเลือกใช้สื่อ เครื่องมือที่หลากหลายเพื่อการถ่ายทอด - ความมั่นใจในตนเอง ใช้ภาษาท่าทาง และใช้เสียงแสดงความรู้สึก เหมาะสมกับกาลเทศะ - สามารถเจรจาต่อรองเพื่อขจัดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ ได้ - การเลือกรับและไม่รับข้อมูลด้วยหลักเหตุผล - การแลกเปลี่ยนความคิด ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง	แบบสังเกตพฤติกรรม	ระดับดีขึ้น ไป (ร้อยละ 70 ขึ้นไป)
ทักษะการร่วมมือในการทำงานเป็นทีม <u>เอกสารอ้างอิง</u> Khaokaew and Limvong (2015) Kembara, Rozak, and Hadian (2018)	- การวางแผนการทำงานร่วมกัน - การแบ่งหน้าที่รับผิดชอบในกลุ่ม - การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม - การเคารพในสิทธิของผู้อื่น - การเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี - การตั้งใจปฏิบัติงานอย่างมุ่งมั่นและกระตือรือร้นเพื่อให้ถึงเป้าหมายของกลุ่ม - การแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	แบบสังเกตพฤติกรรม	ระดับดีขึ้น ไป (ร้อยละ 70 ขึ้นไป)

สรุปผล

กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง “ปลูกผักไร้ดิน” ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้และทักษะกระบวนการใน STEAM ไปใช้ในการคิดและแก้ปัญหา อาทิ ด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เช่น การปลูกพืชแบบไร้ดิน การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และวัสดุและสมบัติของวัสดุ ด้านเทคโนโลยี (Technology) เช่น การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างเหมาะสม การใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล และการเลือกใช้เทคโนโลยีใหม่ในการปลูกพืช ด้านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering) เช่น การออกแบบและสร้างชิ้นงานโดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม ด้านศิลปะ (Arts) เช่น การประดิษฐ์ชิ้นงานโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ ใช้แนวคิดหรือไอเดียที่แตกต่างไม่ซ้ำใคร แปลกใหม่ และนำเสนอชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematics) เช่น การนำความรู้เรื่องการวัด การคำนวณ รูปทรง การตวง น้ำปยุ และการบันทึกการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งกิจกรรมเน้นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้และกระบวนการมาใช้ในการคิดและการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ซึ่งพบว่านักเรียนมีส่วนร่วมในการระบุปัญหา รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา เลือกและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน และนำเสนอผลจากการแก้ปัญหานั้นได้ นอกจากนี้จากผลการทดลองใช้กิจกรรมกับนักเรียน (N=32) พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาเพราะช่วยพัฒนาความคิด การแก้ปัญหา และเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง นักเรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียนรู้เพราะเนื้อหา มีประโยชน์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนอยากเรียนรู้ สนุกสนานกับการทำงานร่วมกับเพื่อน ๆ และมีความสุขกับการแสวงหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติผ่านกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาซึ่งช่วยส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณและการแก้ปัญหา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม ซึ่งเป็นทักษะที่ สำคัญในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21

ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรม

- 1) การนำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไปใช้ ครูควรมีบทบาทเป็นโค้ช (Coach) และเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คอยเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็น ให้คำปรึกษา และชี้แนะ เพื่อให้ นักเรียนทำกิจกรรมสำเร็จตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่วางไว้ในระยะเวลาที่กำหนด
- 2) ครูสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้ เช่น ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม ทั้งนี้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ไม่จำเป็นต้องวัดและประเมินผลทักษะทั้งหมดพร้อมกัน
- 3) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาควรเน้นปัญหาหรือสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนหรือ สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียน เพื่อให้ นักเรียนสามารถเข้าใจสภาพปัญหา และวางแผนในการแก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้มากขึ้น
- 4) เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความน่าสนใจ ครูควรนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยที่ นักเรียนรู้จักมาประยุกต์ใช้ในบางขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ เช่น ในขั้นตอนการนำเสนอผลงานครูอาจให้นักเรียน นำเสนอผลงานผ่านแอปพลิเคชัน Facebook โดยครูอาจตั้งเกณฑ์การให้คะแนนการนำเสนอเพิ่มเติม เช่น นักเรียนจะต้องเข้าไปถามคำถามชิ้นงานของเพื่อน และเจ้าของผลงานต้องไปตอบคำถามนั้น หรือ การให้คะแนนจากจำนวนการ “Like & Share” เพื่อเป็นการโหวตผลงานที่โดดเด่นที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- Brookfield and Stephen D. (1987). **Developing critical thinkers**. California: Jossy Bass Publishers.
- Chaliewkit, D. (2019). **Manual of learning activity based on professional hydroponics** (in Thai). Retrieved 20 October 2020, from <https://pubhtml5.com/wfwy/xlcy/basic>.
- Conradty, C., Sotiriou, S.A. and Bogner, F.X. (2020). How creativity in STEAM modules intervenes with self-efficacy and motivation. **Education Sciences**, 10(70), 1-15.
- Conradty, C. and Bogner, F.X. (2019). From STEM to STEAM: Cracking the code? How creativity & motivation interacts with inquiry-based learning. **Creativity Research Journal**, 31(3), 284-295.
- Ennis, R.H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skill. **Educational Leadership**, 43(2), 44-48.
- Guilford, J.P. (1967). **The nature of human intelligence**. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2014). **Introduction to STEM education** (in Thai). Retrieved 20 August 2018, from <http://www.stemedthailand.org/>.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). **Manual for basic science subject (revised edition 2017) according to the core curriculum of basic education (2008) at the primary level** (in Thai). Retrieved 3 September 2020, from <https://www.scimath.org/ebook-science/item/8922-2018-10-01-01-54-11>.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2019). **PISA assessment results 2018** (in Thai). Retrieved 4 December 2019, from <https://pisathailand.ipst.ac.th/infographic-pisa2018result/>.
- Kim, Y. and Park, N. (2012). The effect of STEAM education on elementary school student's creativity improvement, computer applications for security. **Control and System Engineering**, 399, 115-121.
- Kim, H. and Chae, D.H. (2016). The development and application of a STEAM program based on traditional Korean Culture. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, 12(7), 1925-1936.
- Kembara, M.D., Rozak, R.W.A. and Hadian, V.A. (2018). Research-based lectures to improve students' 4C (communication, collaboration, critical Thinking, and creativity) skills. **Advances in Social Science, Education and Humanities Research**, 306, 22-26.
- Khammani, T. (2005). **Teaching techniques: Knowledge for effective learning process** (in Thai). Bangkok: Chulalongkorn University.

- Khammani, T. (2011). Analytical, creative, and critical thinking skills: Integrating in learning Management (in Thai). **The Journal of the Royal Institute of Thailand**, 36 (2), 188-204.
- Khaokaew, P. and Limvong, T. (2015). The effects of using student team achievement divisions on students' learning achievement, skill in group work and attitudes compared with the traditional approach. **Journal of Professional Routine to Research**, 2, 35-42.
- Ministry of Education. (2008). **Basic Education Core Curriculum, B.E. 2008** (in Thai). Bangkok: Printing House Agricultural Cooperatives of Thailand Ltd.
- Mankong, P. and Suppavitayaporn, D. (2018). Critical thinking ability in science of grade 8 students learned through argument mapping (in Thai). **Journal of Education Naresuan University**, 20(4), 129-143.
- Madden, M.E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., Ladd, B., Pearson, J. and Plague, D. (2013). Rethinking STEM education: An interdisciplinary STEAM curriculum. **Procedia Computer Science**, 20, 541-546.
- National Research Council. (2012). **A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concept, and core ideas**. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Office of the Education Council. (2017). **National education plan 2017-2036** (in Thai). Bangkok: Prickwan Graphic.
- Sousa, D. A. and Pilecki, T. (2013). **From STEM to STEAM: Using brain-compatible strategies to Integrate the arts**. California: Corwin.
- Sithajan, B. and Sangvanich, K. (2018). Guideline for art instruction based on STEAM education enhancing creative process for the fifth graders (in Thai). **Veridian E-Journal, Silpakorn University**, 11(2), 763-780.
- Sriboon, S. and Po-ngern, W. (2019). The learning outcomes of STEAM education based on problem based learning to developing mathematical Skills and process for seventh grade students (in Thai). **Journal of Education Studies**, 47(1), 526-543.
- Torrance, E.P. (1967). **Creative learning and teaching**. NewYork: Dood, Mead and Company.
- Thuneberg, H.M., Salmi, H.S. and Bogner, F.X. (2018). How creativity, autonomy and visual reasoning contribute to cognitive learning in a STEAM hands-on inquiry-based math module. **Thinking Skills and Creativity**, 29, 153-160.
- Vasquez, J.A., Sneider, C. and Comer, M. (2013). **STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics**. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Wongthong, P. (2019). Effect of integrated learning activities based on STEAM education on science learning achievement, critical thinking skills, and students' satisfaction of grade 4 students (in Thai). **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning**, 10(1), 94-112.
- Yakman, G. and Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. **Journal of Korean Association for Science Education**, 32(6), 1072-1086.
- Wattananon, J. (2018). A framework of learning achievement by STEAM education for system analysis and design in case study RMUTT. **Asia-Pacific Journal of Science and Technology**, 23(2), 1-8.
- Wandari, G.A., Wijaya, A.F.C. and Agustin, R.R. (2018). The effect of STEAM-based learning on students' concept mastery and creativity in learning light and optics. **Journal of Science Learning**, 2(1), 26-32.



บทความวิชาการ

การสอนคณิตศาสตร์ในยุคดิจิทัล: วิธีการและเครื่องมือ

วุฒิชัย ภูติ^{1,*}¹โรงเรียนชุมชนบ้านคำพอกท่าดอกแก้ว ตำบลท่าจำปา อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม

*Email: w.phoodee@gmail.com

รับบทความ: 17 เมษายน 2563 บทความแก้ไข: 12 พฤษภาคม 2563 ยอมรับตีพิมพ์: 29 พฤษภาคม 2563

บทคัดย่อ

บทความนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนคณิตศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้เครื่องมือดิจิทัลในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญในการสร้างสภาพแวดล้อมและสนับสนุนเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) โดยครูผู้สอนจะมีบทบาทสำคัญในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และเลือกใช้เครื่องมือดิจิทัลเพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้ตลอดเวลาและสามารถแสดงศักยภาพของตนเองออกมาอย่างเต็มที่ โปรแกรมคณิตศาสตร์แบบไดนามิก (Dynamic Mathematics Software: DMS) เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้และการบริหารจัดการชั้นเรียนคณิตศาสตร์แบบออนไลน์ ได้แก่ GeoGebra และ Desmos เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง มีการจดจำในการเรียนรู้ที่ยาวนานและมีความฉลาดทางดิจิทัล (Digital Intelligence Quotient : DQ)

คำสำคัญ: เครื่องมือดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ โปรแกรมคณิตศาสตร์แบบไดนามิก การเรียนรู้เชิงรุก ความฉลาดทางดิจิทัล

อ้างอิงบทความนี้

วุฒิชัย ภูติ. (2563). การสอนคณิตศาสตร์ในยุคดิจิทัล: วิธีการและเครื่องมือ. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 3(2), 190-199.

Academic Article

Mathematics instruction in digital age: Methods and tools

Wuttichai Phoodee^{1,*}

¹*Chumchonbankhumpockthagek School, Tha Champa, Tha Uthen District, Nakhon Phanom*

^{*}*Email: w.phoodee@gmail.com*

Received <17 April 2020>; Revised <12 May 2020> Accepted <29 May 2020>

Abstract

The article aims to present to guidelines for mathematics teachers to apply digital tools for teaching in the digital age. Technology is an important role in enhancing an environment for mathematics learning and supports active learning. Teachers will play an important role in the design of learning activities, use of digital tools, support learning for learners to learn all the time, and be able to fully demonstrate their potential. Dynamic Mathematics Software (DMS) is an important tool that facilitates online learning and management of online math classes, including GeoGebra and Desmos, to promote students are in truly learning, has a long memory, and Digital Intelligence Quotient (DQ).

Keywords: Digital tools for learning, dynamic mathematics software, active learning, digital Intelligence quotient

Cite this article:

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

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริง นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (The institute for the promotion of teaching science and technology, 2017) แต่ในปัจจุบันการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ยังเป็นรูปแบบเดิม คือครูผู้สอนมักจะใช้การสอนแบบบรรยายเป็นหลัก จึงทำให้ไม่เกิดความท้าทายต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนั้นการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้อย่างแท้จริง (Thongma, 2018) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ต้องให้ผู้เรียนมีบทบาทในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างตื่นตัวและได้ริเริ่มดำเนินการเรียนรู้อย่างใส่ใจ จดจ่อในเนื้อหาอย่างต่อเนื่องตลอดกระบวนการ โดยมีการเริ่มความคิด สร้างความรู้ มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน และลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง

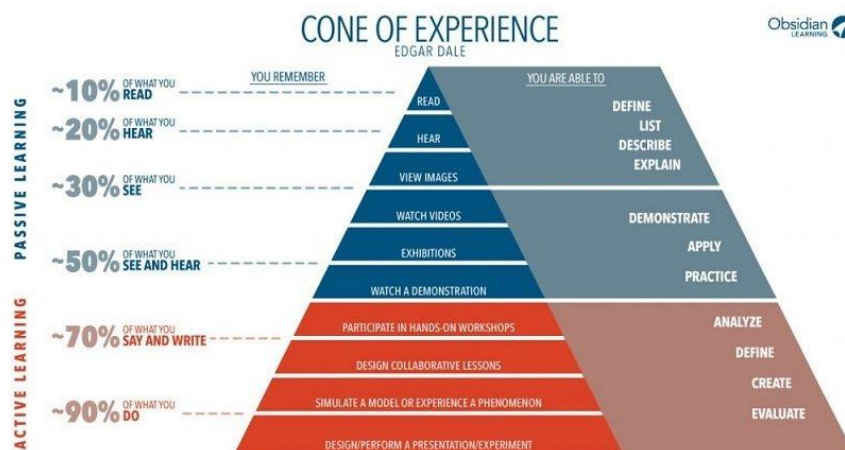
จากการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยเฉพาะการสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายทำให้ผู้คนในยุคดิจิทัลให้ความสนใจและใช้เทคโนโลยีเพื่อการสื่อสารในรูปแบบต่าง ๆ อย่างแพร่หลายจนกลายเป็นส่วนหนึ่งในการดำรงชีวิตและมีตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ซึ่งจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจึงทำให้เกิดวัฒนธรรมที่เน้นความสะดวกสบายมากขึ้นด้วย การใช้เทคโนโลยีเช่น การจองห้องพัก การซื้อของ การจองตั๋ว แม้กระทั่งการสั่งอาหารเพื่อบริโภค ซึ่งมีความสะดวกและรวดเร็ว ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Champrasert, 2014)

ในการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวผู้สอนคณิตศาสตร์จำเป็นต้องนำเทคโนโลยีมาบูรณาการในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนในยุคดิจิทัลที่มีลักษณะวัฒนธรรมการเรียนรู้ตามความชอบและความสนใจ ซึ่งในบทความนี้จะนำเสนอเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในยุคดิจิทัล เพื่อให้ครูผู้สอนได้รู้และเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการสอนและการใช้เครื่องมือดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์และสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้และการบริหารชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) คือ การสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) ที่เน้นข้อเท็จจริงที่ว่า ผู้เรียนสร้างความรู้หรือความเข้าใจด้วยตนเองเป็นกระบวนการสร้างความหมาย (Meaning making) โดยอาศัยประสบการณ์เดิมเชิงลึกและทักษะต่างๆ (Srinon, 2018) โดยการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับประสบการณ์ ความสนใจ ความกระตือรือร้น และการมีส่วนร่วมของผู้เรียน มุ่งเน้นความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองในตัวผู้เรียนมากขึ้น ซึ่งผู้เรียนมีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง และการเรียนรู้นั้นจะไม่ใช้การนั่งเรียนและจดบันทึกเพียงอย่างเดียว แต่จะต้องเกิดการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริงเช่น การอ่าน การเขียน การอภิปราย การแก้ปัญหาหรือการประยุกต์ใช้สู่สถานการณ์จริงร่วมกันด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงทั้งด้านความรู้ ทักษะและเจตคติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมในงานที่ก่อให้เกิดทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง (Bonwell & Eison, 1991) ซึ่งครูต้องมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ปรับเปลี่ยนบริบทและบรรยากาศในชั้นเรียนที่สามารถบูรณาการความหลากหลายทางด้านเนื้อหาวิชาเข้ากับการพัฒนาขีดความสามารถและสร้างรูปแบบกิจกรรมที่นักเรียนอยากลงมือทำและเรียนรู้ด้วยตนเอง (Champrasert, 2014) โดยครูผู้สอนควรคำนึงถึงการจัดกิจกรรมแบบเชิงรุก (Songmoungnu, 2019) ดังนี้ 1) การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) 2) จัดให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน (Learner Centered Learning) 3) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนจัดการข้อมูลข่าวสาร (Information Activities Learning) 4) การจัดการกระบวนการคิดและแก้ปัญหา (Solving Problems Learning) 5) การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง (Practical Evaluation Learning) และ 6) ผู้เรียนต้องทำกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา (Activities all Time Learning)

ดังนั้นกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) จะทำให้ผู้เรียนสามารถรักษาผลการเรียนรู้ให้อยู่คงทนยาวนานกว่ากระบวนการเรียนรู้แบบบรรยาย (Passive Learning) เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก สอดคล้องกับการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความจำ โดยสามารถเก็บและจดจำสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีส่วนร่วม มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ผู้สอน สิ่งแวดล้อมและการเรียนรู้ได้ผ่านการปฏิบัติจริง จะสามารถเก็บความจำได้ในระยะยาว (Long Term Memory) ทำให้ผลการเรียนรู้อย่างคงอยู่ได้ ซึ่งอธิบายไว้ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรวยแห่งประสบการณ์ของ เอ็ดการ์ เดล (Edgar Dale's)

ที่มา <https://elearningindustry.com/cone-of-experience-what-really-is>

จากภาพจะเห็นว่าการเรียนแบบบรรยาย (Passive Learning) ซึ่งเป็นการเรียนรู้จากการอ่าน การฟัง และการดู จะเกิดการจดจำในช่วงเวลาที่สั้น และยังให้ผู้เรียนส่วนใหญ่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนรู้ แต่ถ้าครูผู้สอนปรับเปลี่ยนวิธีการสอนแบบเชิงรุก (Active Learning) โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครูในการอภิปรายการแก้ปัญหา หรือการประยุกต์ใช้สู่สถานการณ์จริง จะทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและสนุกกับการเรียนทำให้เกิดความจำที่ยาวนาน

เครื่องมือดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้

เครื่องมือดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ หมายถึง โปรแกรมหรือแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ของบุคคลทั้งแบบเรียนรู้ส่วนบุคคลหรือเรียนรู้แบบกลุ่ม ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงด้วยการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่านคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือสมาร์ตโฟน (Kongmanus, 2018) ทั้งนี้ผู้เรียนในยุคดิจิทัลต้องอาศัยอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ล้อมรอบด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ ผู้เรียนจึงสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ได้อย่างสะดวกและรวดเร็วด้วยเครื่องมือดิจิทัล (Chaemchay, 2015) ซึ่งเป็นเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการแสวงหาความรู้เพื่อการพัฒนาตนเองทั้งด้านความรู้ ทักษะต่างๆ ความคิดและทัศนคติของผู้เรียน ซึ่งสามารถใช้สร้างสรรค์ผลงานการเรียนรู้ นำเสนอ แบ่งปัน แลกเปลี่ยน สร้างมูลค่าผลงานความรู้ของตนเองสู่สาธารณะชนและใช้สื่อสารสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้ทุกที่ทุกเวลา นอกจากนี้ผู้สอนยังใช้เครื่องมือดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้พัฒนาการสอนของตนเองใช้เป็นเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการสอนและการสื่อสารระหว่างผู้เรียนได้ การใช้เครื่องมือดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ที่ผู้สอนต้องมีบทบาทในการคัดเลือกเครื่องมือที่มีคุณภาพและเหมาะสมกับบริบทต่างๆ เช่น สังคม วัฒนธรรม เนื้อหา ผู้เรียน เป็นต้น และเป็นผู้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับหลักสูตรและความต้องการของผู้เรียน นอกจากนี้ยังต้องคอยชี้แนะแนวทาง อำนวยความสะดวก ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนและคอยติดตามประเมินผลการใช้เครื่องมือเป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ (Meesuwan, 2014) ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง พัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องและเหมาะสมและต้องมีความฉลาดทางดิจิทัล (Digital Intelligence Quotient: DQ) ซึ่งอธิบายไว้ ดังภาพที่ 2

จากข้อมูลจากสภาเศรษฐกิจโลกสภาเศรษฐกิจโลก (World Economic Forum) ได้ระบุถึงคุณลักษณะและทักษะชีวิตในโลกยุคดิจิทัล หรือ “ความฉลาดทางดิจิทัล” (Digital Intelligence Quotient: DQ) (Chosangnin, 2019) ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในยุคดิจิทัล ซึ่งประกอบด้วย 8 ทักษะ ดังนี้

1. Digital citizen identity การเป็นพลเมืองดิจิทัลที่มีคุณภาพ นั่นคือผู้เรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของการมีตัวตนบนโลกดิจิทัล และสามารถบริหารจัดการตนเองทั้งบนโลกออนไลน์และโลกแห่งความเป็นจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. Screen time management การรู้จักควบคุมตัวเอง และสามารถแบ่งเวลาในการใช้งานอุปกรณ์เทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการเล่นเกมนอนไลน์และโซเชียลมีเดียอย่างรับผิดชอบ
3. Cyberbullying management การรับมือกับปัญหาการกลั่นแกล้งบนโลกไซเบอร์ได้อย่างชาญฉลาด
4. Cybersecurity management มีความรู้ความเข้าใจและสามารถดูแลด้านความปลอดภัยของข้อมูลบนโลกไซเบอร์ได้ เช่น การสร้างพาสเวิร์ดที่เจาะได้ยาก หรือการรับมือกับภัยคุกคามบนโลกดิจิทัล
5. Privacy management มีความเข้าใจในเรื่องความเป็นส่วนตัว (Privacy) ทั้งของตนเองและของผู้อื่น ซึ่งรวมถึงการบริหารจัดการข้อมูลส่วนบุคคล เช่น การแชร์ข้อมูลต่างๆ ด้วยเครื่องมือดิจิทัล

6. Critical thinking ผู้เรียนต้องมีความสามารถในการคิด วิเคราะห์ แยกแยะข้อมูลบนโลกดิจิทัล ว่าเป็นข้อเท็จจริงหรือไม่ มาจากแหล่งที่มีความน่าเชื่อถือไหม เป็นประโยชน์หรือเป็นอันตราย

7. Digital footprints ผู้เรียนต้องเข้าใจถึงสิ่งที่ตนเองกระทำเอาไว้บนโลกดิจิทัล ซึ่งบางครั้งอาจถูกผู้อื่นสะกดรอยตามจากสิ่งเล็กๆ น้อยๆ เหล่านั้นจนอาจมีผลกระทบต่อชีวิตในโลกแห่งความเป็นจริงได้ เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักบริหารจัดการชีวิตบนโลกดิจิทัลอย่างรับผิดชอบ



ภาพที่ 2 ความฉลาดทางดิจิทัล (Digital Intelligence Quotient: DQ)

ที่มา <https://www.scimath.org/article-technology/item/10611-digital-intelligence>

8. Digital empathy มีความสามารถในการแสดงน้ำใจบนโลกออนไลน์ได้อย่างเหมาะสม

ดังนั้นครูผู้สอนต้องปรับเปลี่ยนวิธีคิด และวิธีการสอน โดยต้องพัฒนาศักยภาพของตนเองและทักษะที่จำเป็นในโลกอนาคต ได้แก่ การสร้างเครือข่ายทางวิชาชีพ (Network) การเป็นนวัตกรรมทางการศึกษา (Educational Innovator) (Rueangrong, 2014) และ การยึดมั่นในอาชีพและจรรยาบรรณวิชาชีพครู (Career) (Nuangchalerm, 2020) เมื่อนำมาผนวกกับโมเดล TPACK จะได้ครูในอนาคต ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ครูในอนาคต

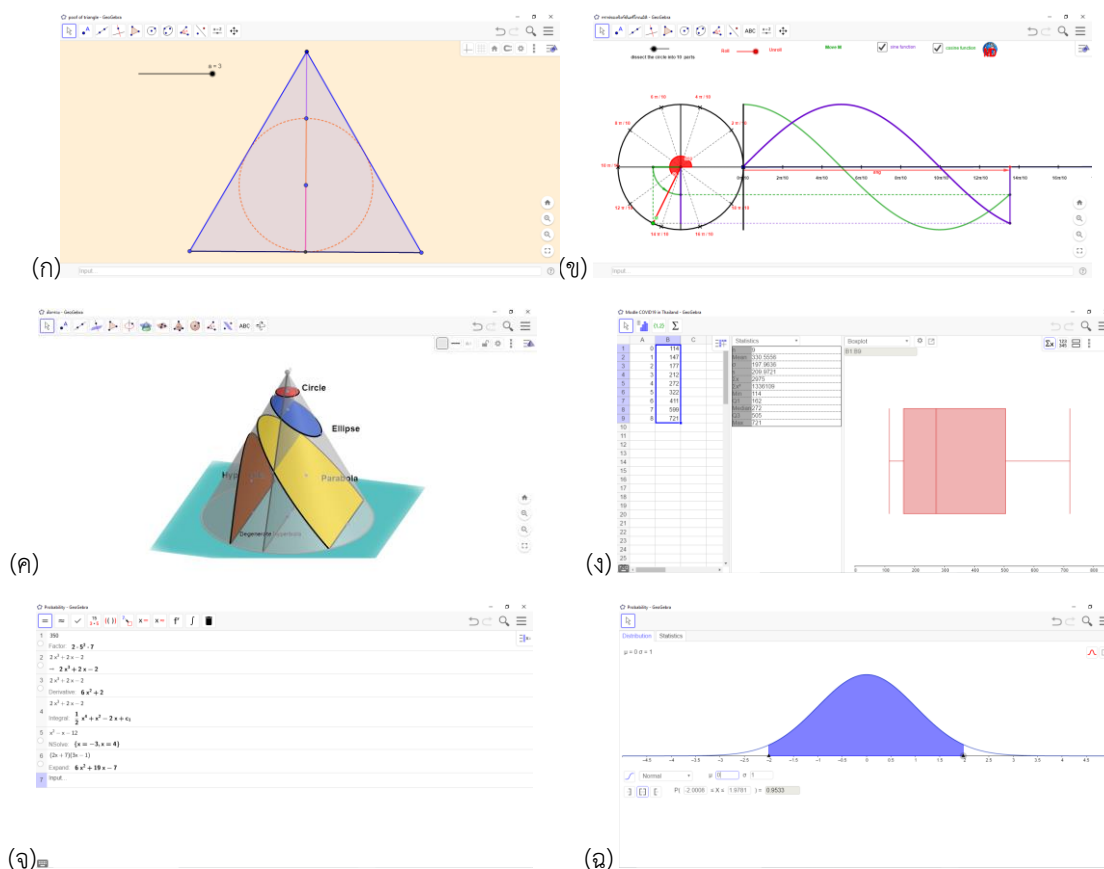
นั่นคือครูต้องมีความรู้ในเรื่องที่สอนเป็นอย่างดี (Content) และมีทักษะและวิธีการสอนที่หลากหลาย (Pedagogical) เช่น การสอนแบบสืบเสาะ (Inquiry Learning) การสอนแบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การสอนแบบวิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning) เป็นต้น โดยวิธีการ

สอนเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น เกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหา นั่นคือกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) นั่นเอง จากนั้นต้องนำมาบูรณาการกับเทคโนโลยีในการสอน (Technology integration) โดยครูต้องเป็นนวัตกรรมทางการศึกษา (Educational Innovator) โดยเป็นผู้ที่ริเริ่ม ประดิษฐ์คิดค้น สร้างสรรค์ และสนับสนุนให้เกิดเทคนิค วิธีการ รูปแบบ เครื่องมือ กระบวนการ หรือผลงานที่เป็นนวัตกรรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของตนเอง องค์กร และส่งมอบไปยังระบบการจัดการศึกษา (Educational Management System) และมีการสร้างเครือข่ายระหว่างครูผู้สอนกับครูผู้สอน ครูผู้สอนกับผู้ปกครอง ครูผู้สอนกับผู้เรียน เพื่อร่วมหาวิธีหรือแนวทางการจัดการเรียนการสอนร่วมกัน (Network) และที่สำคัญที่สุดครูผู้สอนต้องยึดมั่นในอาชีพและจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพครู (Career)

โปรแกรมคณิตศาสตร์แบบไดนามิก (Dynamic Mathematics Software: DMS)

โปรแกรมคณิตศาสตร์แบบไดนามิก (Dynamic Mathematics Software: DMS) เป็นเครื่องมือดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้กับผู้สอนและผู้เรียน ซึ่งผนวกแอปพลิเคชันทางเรขาคณิตและพีชคณิตเข้าด้วยกันเพื่อให้ผู้ใช้ได้ใช้งานได้สะดวก (Hohenwarter, Hohenwarter and Lavicza, 2008) ในการใช้งานแอปพลิเคชัน ผู้เรียนจะได้ปฏิบัติจริงทำให้เกิดการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์และแก้ปัญหาเอง โดยสามารถใช้ได้ทั้งคอมพิวเตอร์แบบพกพา แท็บเล็ตและสมาร์ตโฟน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นคว้าหาข้อมูลและกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Kleopatra, 2020) และผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลาและสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลอย่างรวดเร็ว ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันในการเรียนรู้คณิตศาสตร์มากมายและสามารถอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

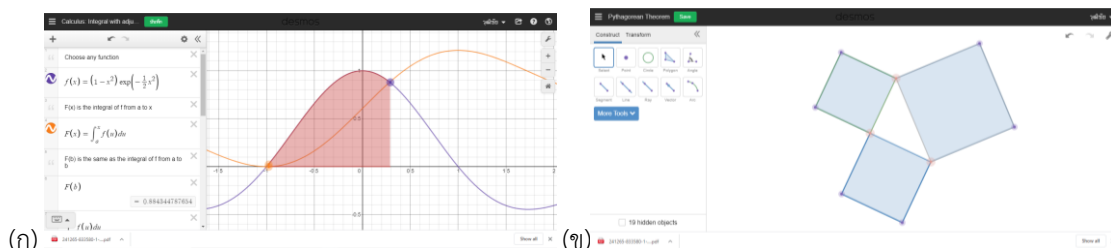
GeoGebra เป็นแอปพลิเคชันทางคณิตศาสตร์แบบไดนามิกที่สามารถใช้ผ่านคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต และสมาร์ตโฟนซึ่งรองรับทั้งระบบปฏิบัติการ iOS และ Android โดยสามารถเรียนรู้ได้ทุกระดับชั้นการศึกษา มีการเชื่อมระหว่างเรขาคณิต (ภาพที่ 4ก) กราฟ (ภาพที่ 4ข) สามมิติ (ภาพที่ 4ค) สถิติ (ภาพที่ 4ง) CAS (ภาพที่ 4จ) และความน่าจะเป็น (ภาพที่ 4ฉ)



ภาพที่ 4 (ก) เรขาคณิต (ข) กราฟ (ค) สามมิติ (ง) สถิติ (จ) CAS และ (ฉ) ความน่าจะเป็น
ที่มา <https://www.geogebra.org/materials>

สิ่งเหล่านี้ผนวกกันเข้าเป็นแอปพลิเคชันสำเร็จรูปเดียวทำให้สะดวกและง่ายต่อการใช้งานและเป็น General Public License (GPL) คืออนุญาตให้ใช้และเผยแพร่โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย สามารถใช้เป็นสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศที่ช่วยให้การสอนคณิตศาสตร์เป็นรูปธรรม ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist Approach) และเป็นการเรียนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner-Centered Learning) เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะของการนึกภาพ (Visualization) หรือภาพเคลื่อนไหว (Animation) กระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) สามารถนำไปสร้างสื่อเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ได้ครบทุกสาระในวิชาคณิตศาสตร์และบูรณาการวิชาอื่นเข้าด้วยกันได้ ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาพหุปัญญา (Phoodee, 2016) อันได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

Desmos Graphing Calculator เป็นซอฟต์แวร์ทางคณิตศาสตร์แบบไดนามิกอีกตัวหนึ่งที่สามารถใช้ผ่านเว็บไซต์หรือใช้ผ่านแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนซึ่งใช้ได้ในระบบปฏิบัติการ iOS และ Android เป็นแอปพลิเคชันเครื่องคิดเลขวิทยาศาสตร์ที่เปิดให้ใช้งานฟรีในรูปแบบของเว็บไซต์และแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตสามารถคำนวณค่าต่างๆ (ภาพที่ 5ก) และเขียนกราฟจากสมการต่าง ๆ ทั้งในระบบพิกัดฉากและระบบพิกัดเชิงขั้ว สร้างตาราง หาคำนวนพจน์และปฏิกิริยาพจน์ของฟังก์ชันแสดงกราฟของฟังก์ชันที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรด้วยตัวเลื่อน คำนวณค่าสถิติและวิเคราะห์สมการถดถอย (ภาพที่ 5ก) และใช้ในการสำรวจเรขาคณิต (ภาพที่ 5ข) ซึ่งครูผู้สอนสามารถนำแอปพลิเคชันนี้ไปช่วยในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างหลากหลาย เช่น ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนหน้าชั้นเรียนหรือให้นักเรียนช่วยกันสำรวจเพื่อหาคำตอบร่วมกัน เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถสร้างบทเรียนออนไลน์ให้ผู้เรียนเข้าไปศึกษาเพิ่มเติมได้เช่นกัน นอกจากนี้ Desmos Graphing Calculator สามารถใช้งานได้ผ่านเว็บไซต์ หรือดาวน์โหลดผ่าน แท็บเล็ตและสมาร์ทโฟนได้ทั้งระบบปฏิบัติการ iOS และ Android นอกจากนี้สามารถสร้างบทเรียนผ่าน Classroom Activities Desmos เพื่อนักเรียนสามารถเข้าใช้บทเรียนออนไลน์ได้ (The institute for the promotion of teaching science and technology, 2017)



$22 + 3$	$= 25$
$6\sqrt{5 + 21}$	$= 30.59411708$
$\sin(30) + \cos(45)$	$= 1.207106781$
$\tan(\sqrt[3]{51})$	$= 0.07565988669$
คำหลัก abc func ลบค่า ล้างทั้งหมด a^2 a^b a $\sqrt{}$ $\sqrt[n]{}$ π sin cos tan () , 7 8 9 4 5 6 1 2 3 0 . ans ÷ × - + % $\frac{\Box}{\Box}$	

(ค)

ภาพที่ 5 (ก) Desmos Graphing Calculator (ข) Desmos Geometry (ค) Sciencetific Calculator
ที่มา <https://www.desmos.com/>

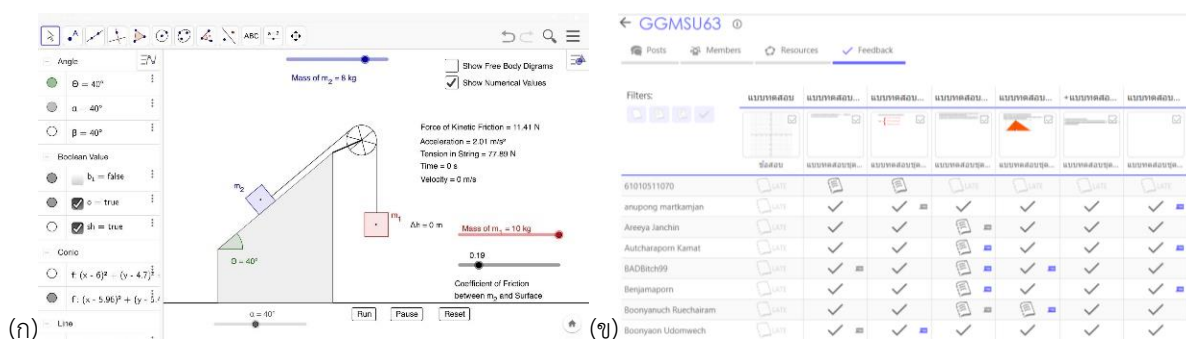
จากการนำเสนอโปรแกรมคณิตศาสตร์แบบไดนามิก (Dynamic Mathematics Software: DMS) ทั้ง 2 โปรแกรม จะเห็นว่าทั้งสองมีจุดเด่นในเรื่องการสร้างกราฟและเรขาคณิต และการใช้งานผ่านทางสมาร์ทโฟนได้ทุกระบบปฏิบัติการ แต่ความแตกต่างที่เห็นได้ชัดคือ โปรแกรม GeoGebra จะมีเครื่องมือที่มีความหลากหลาย เช่น กลุ่ม CAS กลุ่มสามมิติ กลุ่มสถิติ กลุ่ม

ความน่าจะเป็น ซึ่งทำให้มีความครอบคลุมในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นกล่าวได้ว่า GeoGebra เป็นการรวบรวมเครื่องมือทางคณิตศาสตร์มาใช้ในโปรแกรมเดียวซึ่งทำให้ง่ายและสะดวกในการทำงาน (One easy-to-use package)

ระบบจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระบบออนไลน์

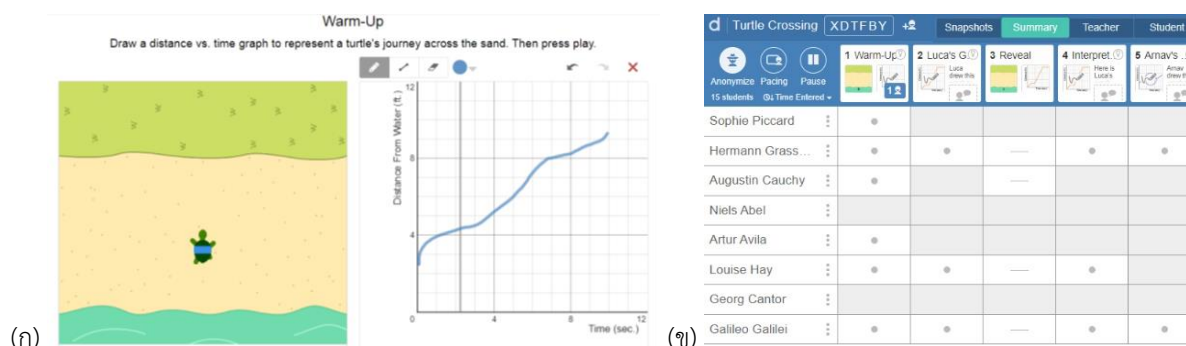
ระบบจัดการเรียนการสอนในระบบออนไลน์หรือการบริหารจัดการชั้นเรียนด้วยเครื่องมือดิจิทัลเป็นสิ่งที่ท้าทายสำหรับครูผู้สอนในยุคนี้ ซึ่งจะต้องมีการออกแบบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านทางแอปพลิเคชันต่างๆ ทั้งรูปแบบเรียนเป็นหลักสูตร เป็นรายวิชา เป็นเนื้อหาเฉพาะเรื่อง จัดการเรียนรู้ได้ทั้งแบบส่วนบุคคลหรือแบบห้องเรียนเสมือน ซึ่งรองรับการนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียนในลักษณะที่หลากหลาย อาทิเช่น ข้อมูลตัวอักษร เสียง ภาพ แอนิเมชัน วิดีโอ เกมส์ แบบทดสอบ หรือ มัลติมีเดีย เป็นต้น การใช้เครื่องมือการจัดการเรียนการสอนนี้จะใช้เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนการสอน การทำงานร่วมกัน การสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอน การควบคุมและจัดลำดับการเรียนรู้ และการอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน ซึ่งในการสอนคณิตศาสตร์มีระบบให้เลือกใช้งานที่หลากหลาย เช่น

GeoGebra Group เป็นการให้บริการรูปแบบหนึ่งของ GeoGebra ที่ออกแบบมาเพื่อการแบ่งปันความรู้โดยสามารถสร้างบทเรียนจากแหล่งทรัพยากรจากเว็บไซต์ GeoGebra ซึ่งจัดตั้งเป็นชุมชนแห่งการเรียนรู้ (Learning Community) ที่ผู้ใช้นำมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ สื่อการสอนต่างๆ (GeoGebra Team German, 2019) โดย GeoGebra Group สามารถใช้ในการบริหารจัดการชั้นเรียนได้ อาทิเช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่าน GeoGebra Activity (ภาพที่ 6ก) การเรียนรู้ผ่านวิดีโอ การเรียนรู้ผ่านไฟล์งาน สามารถติดต่อสื่อสารกับผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นหมู่คณะได้ สามารถติดตามภาระงานของนักเรียนได้แบบเรียลไทม์ (ภาพที่ 6ข)



ภาพที่ 6 (ก) ใบกิจกรรมแบบไดนามิก (ข) GeoGebra Group
ที่มา <https://www.geogebra.org/group>

Classroom Activities Desmos เป็นบริการหนึ่งของ Desmos ที่ช่วยสนับสนุนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหา และยังเป็นชุมชนแห่งการเรียนรู้ (Learning Community) ของครูคณิตศาสตร์ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ สื่อการสอนต่างๆ โดย Classroom Activities สามารถสร้างบทเรียนแบบไดนามิก (ภาพที่ 7ก) แบบวัดผลทางการเรียนรู้ การตรวจสอบการเข้าใช้งาน การตอบโต้สื่อสารกับผู้เรียนตลอดจนการบริหารจัดการชั้นเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ภาพที่ 7ข) (Desmos, 2020)



ภาพที่ 7 (ก) กิจกรรมแบบไดนามิก (ข) Classroom Activities
ที่มา <https://teacher.desmos.com/>

สรุป

การสอนคณิตศาสตร์ในยุคดิจิทัล เป็นการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสภาพการเปลี่ยนแปลงทางสังคมโดยที่มีเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในชีวิตของผู้เรียนเป็นอย่างมากและเป็นการพัฒนาการศึกษาควบคู่กับการพัฒนาประเทศตามนโยบายของรัฐบาลเกี่ยวกับเศรษฐกิจยุคดิจิทัลที่กำลังเป็นนโยบายหลักในการพัฒนาสังคม เศรษฐกิจ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยครูผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการออกแบบกิจกรรมและอำนวยความสะดวกการเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพของตนเองในด้านความรู้ ด้านการสอน ด้านบูรณาการเทคโนโลยี การเป็นนวัตกร การสร้างเครือข่ายทางวิชาชีพ และการยึดมั่นในอาชีพและจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพครู เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ และมีการร่วมมือทำกิจกรรมร่วมกันที่เอื้อต่อการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนแสดงศักยภาพของตนเองได้เต็มที่หรือที่เรียกกันว่าการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) และนำมาบูรณาการกับโปรแกรมคณิตศาสตร์แบบไดนามิก (Dynamic Mathematics Software: DMS) ซึ่งเป็นเครื่องมือดิจิทัลที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมากและยังสามารถใช้ในการบริหารจัดการชั้นเรียนได้ซึ่งสามารถใช้งานผ่านแท็บเล็ตและสมาร์ทโฟนได้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองและเข้าถึงบทเรียนหรือกิจกรรมได้ง่ายแต่อย่างไรก็ตามในการเรียนการสอนในยุคดิจิทัลนี้ผู้สอนควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาตนเอง และผู้เรียน ให้ความสำคัญทางดิจิทัล (Digital Intelligence Quotient: DQ) เพื่อประสบความสำเร็จในการดำรงชีวิตและสามารถปรับตัวให้อยู่รอดในยุคแห่งโลกดิจิทัลที่ล้อมรอบ

เอกสารอ้างอิง

- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. ASHE-ERIC Higher Education Report, Washington DC: School of Education and Human Development, George Washington University.
- Chaemchoy, S. (2015). Technology Leadership: Leading Technology into 21th Century School (in Thai). *Journal of Educational Nuresuan University*, 17(4), 216-224.
- Charnprasert, S. (2014). Active learning: Learning management in the 21st century. *IPST magazine*, 42(188), 3-6.
- Chosangnin, C. (2019). Digital intelligence. Retrieved 1 April 2020, from *IPST Learning Space*: <https://www.scimath.org/article-technology/item/10611-digital-intelligence>
- Desmos. (2020). Learn Desmos: Activity builder. Retrieved 1 April 2020, from *Desmos*: <https://learn.desmos.com/create>
- GeoGebra Team German (2019). GeoGebra groups. Retrieved 1 April 2020, from *GeoGebra*: <https://www.geogebra.org/m/rQrbooeq>
- Hohenwarter, J., Hohenwarter, M. and Lavicza, Z. (2008). Introducing dynamic mathematics software to teacher: The case of GeoGebra. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 28(2), 135-146.
- Kleopatra, N. (2020). Secondary education teachers' perceptions of mobile phone and tablet use in classrooms: benefits, constraints and concerns. *Journal of Computers in Education*, 7, 257–275.
- Kongmanus, k. (2018). Digital learning tools: Ways of digital education era (in Thai). *Journal of Education Naresuan University*, 20(4), 279-290.
- Meesuwan, W. (2014). Cloud Computing for Education (in Thai). *Journal of Educational Nuresuan University*, 16(1), 149-157.
- Nuangchalerm, P. (2020). Teachers in the 21st Century. *Journal of Humanities and Social Science Mahasarakham University*, 39(1), 15-24.
- Phooddee, W. (2016). The development application process high order thinking by using GeoGebra on the relationship between the two-dimensional to three-dimensional geometry in secondary school student the first grade (in Thai). In *Proceedings of the 21st Annual Meeting in Mathematics Annual Pure and Applied Mathematics Conference 2016* (pp. 261-268). Bangkok: Chulalongkorn University.

- Rueangrong, P. (2014). Education Technology VS Thai Teacher in 21th Century. **Panyapiwat Journal**, 5, 195-207.
- Songmounghu, T. (2019). The Active Learning Management for Teachers Under the Office of Basic Education Commission (in Thai). **Al-Nur Journal of Graduate School of Fatoni University**, 14(27), 63-73.
- Srinon, R. (2018). Active Learning Management in the Era of Thailand 4.0 (in Thai). **Journal of Educational Administration, Silpakorn University**, 9(2), 331-343.
- 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 1 April 2020, from **SciMath**: <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.

บทความวิจัย

การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เกี่ยวกับสถานะตลาดหุ้นโดยใช้ระบบสมการเชิงผลต่าง

สุพจน์ สิบบุตร

ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติและคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประเทศไทย

อีเมล: supot.s@ubu.ac.th

รับบทความ: 24 สิงหาคม 2563 แก้ไขบทความ: 1 ตุลาคม 2563 ยอมรับตีพิมพ์: 10 ตุลาคม 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของสถานะตลาดหุ้นโดยใช้ระบบสมการเชิงผลต่าง เริ่มต้นด้วยการศึกษารูปแบบการวิเคราะห์ในรูปลูกโซ่มาร์คอฟแล้วแปลงเป็นระบบสมการเชิงผลต่าง ซึ่งสามารถพิจารณาผลเฉลยเชิงวิเคราะห์ แตกต่างจากการหาผลเฉลยตัวแบบที่อยู่ในรูปลูกโซ่มาร์คอฟ ที่ต้องอาศัยวิธีการเชิงตัวเลขเพื่อหาผลเฉลยเชิงตัวเลข ในขั้นตอนการพิจารณาผลเฉลยของระบบสมการเชิงผลต่างนั้น มีการใช้โปรแกรมมัลพรัมแอลฟาเพื่อช่วยหาสมการลักษณะเฉพาะ ค่าเจาะจง และค่าเวกเตอร์เจาะจง และมีการใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอกซ์เซล ในการหาผลเฉลยเชิงตัวเลข และการแสดงกราฟของผลเฉลย สำหรับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เกี่ยวกับสถานะหุ้นนั้น มีการพิจารณาสถานะเป็น ตลาดขาขึ้น ตลาดขาลง และตลาดหยุดนิ่ง การวิเคราะห์สถานะเพื่อให้เห็นพฤติกรรมระยะยาว กรณีหุ้นที่นำมาศึกษาครั้งนี้ มีการพิจารณาค่าเริ่มต้นของสถานะ 3 กรณี คือ $[1 \ 0 \ 0]$, $[0 \ 1 \ 0]$ และ $[0 \ 0 \ 1]$ ซึ่งผลการศึกษาพบว่าพฤติกรรมระยะยาวของสถานะหุ้นที่มีค่าเริ่มต้นทั้ง 3 กรณีได้ผลลัพธ์เหมือนกัน คือ มีความน่าจะเป็นของสถานะตลาดขาขึ้นเป็น 0.6250 ตลาดขาลงเป็น 0.3125 และตลาดหยุดนิ่ง 0.0625 ซึ่งให้เห็นว่าเมื่อเวลาผ่านไปหุ้นที่นำมาศึกษามีความน่าจะเป็นที่จะเป็นตลาดขาขึ้น ซึ่งจะเป็นข้อมูลสารสนเทศเชิงคณิตศาสตร์ที่มีประโยชน์ข้อมูลหนึ่งเพื่อใช้พิจารณาพร้อมกับข้อมูลด้านอื่นในการซื้อขาย

คำสำคัญ: ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ระบบสมการเชิงผลต่าง สถานะตลาดหุ้น

อ้างอิงบทความนี้

สุพจน์ สิบบุตร. (2563). การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เกี่ยวกับสถานะตลาดหุ้นโดยใช้ระบบสมการเชิงผลต่าง. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 3(2), 200-208.

Research Article

Mathematical modeling of stock market states using the system of a difference equation

Supot Seebut

Department of Mathematics Statistics and Computers, Ubon Ratchathani University, Thailand

Email: supot.s@ubu.ac.th

Received <24 August 2020>; Revised <1 October 2020>; Accepted <10 October 2020>

Abstract

The objective of this research is to present the mathematical model of stock market states using the system of a difference equation. Beginning with the study of the analysis model in the Markov chain and converting it into a system of difference equations, which can be considered analytical solution different from finding the solution in the form of a Markov chain that requires a numerical method to find the numerical solution. In the process of determining the solution of the system of a difference equation the Wolfram Alpha program is used to help for finding the characteristic equation, eigenvalues, and eigenvectors and the use of Microsoft Excel to find the numerical solution and show the solution graph. A mathematical model about the stock market states is considered bull markets, bear markets and stagnant markets. Analysis of long-term behavior in the case of stocks studied in this the initial state of 3 cases are considered, which are $[1 \ 0 \ 0]$, $[0 \ 1 \ 0]$, and $[0 \ 0 \ 1]$. The results of the study show that the long-term behavior of stock states initial with all 3 cases yields results. Likewise, there is a probability of a bull market status of 0.6250, a bear market of 0.3125, and a stagnant market of 0.0625, suggesting that over time the stock studied has a probability of an uptrend, which will be useful mathematical information to be considered together with other trading data.

Keywords: mathematical models, system of difference equations, stock market states

Cite this article:

Seebut, S. (2020). Mathematical modeling of stock market states using the system of a difference equation. *Journal of Science and Science Education*, 3(2), 200-208.

Introduction

The Markov chain is a mathematical tool which applied the theory of probability by studying the behavior or the probability of operating a situation that considering past and future situations are independent of each other. When we are aware of the present situation, that is, if the present situation is known, then no further information is needed about past situations to predict the future. This process will be allowed for even more reductions in the amount of information and be possible to study or predict the scenarios in the future (Andrieu, Doucet and Holenstein, 2010; Brooks, Gelman and et al, 2011; Bidabad and Bidabad, 2019; Yu and Sato, 2019).

Another from the study of mathematical modeling, It is the conversion of real problems to problems in the form of mathematical equations that demonstrate the role and benefits of mathematical models in solving problems, planning, or predicting future events (Fox, 2011; Giordano, Fox ,and Horton, 2013; Albright and Fox, 2019).

This article presents a study and analysis of the state of the stock market in the form of a Markov chain model. The model makes it known for changes in the stock market status from a state to a state (Zhang and Zhang, 2009; Vasanthi, Subha and Nambi, 2011; Svoboda and Lukas, 2012; Myers, Wallin and Wikström, 2017). However, it was found that the analysis of stock status in mathematical models with the Markov chain is less convenient to study interest cases and consider long-term behavior because it is not in the analytical solution form.

For this reason, the stock status models analyzed in the Markov chains are converted to the system of difference equations, which can be considered in analytical solutions and consequently, described the mathematical model studies (Fox, 2011; Giordano, Fox and Horton, 2013; Albright and Fox, 2019). It is different from considering the solution to the model in the Markov chain that requires a numerical method to find numerical solutions, which cannot immediately yield the results of the solutions of interest by substituting variables. The stock that will be studied here has 3 initial conditions : $[1\ 0\ 0]$, $[0\ 1\ 0]$ and $[0\ 0\ 1]$ in order to describe the long-term behaviors of the stocks being considered as probability in each position and, furthermore, being used for future trading planning decisions.

System of linear difference equations for three variables

Consider the solution of the system of a difference equation of 3 variables from the state form represented by the Markov chain as shown.

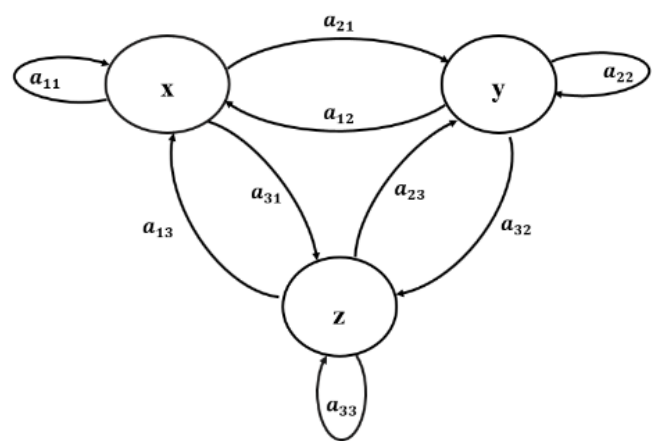


Figure 1. Markov chain containing 3 states.

Markov Chain containing 3 states will be converted into the system of a linear difference equation of 3 variables as follows.

$$\begin{aligned}
 x_{n+1} &= a_{11}x_n + a_{12}y_n + a_{13}z_n \\
 y_{n+1} &= a_{21}x_n + a_{22}y_n + a_{23}z_n \\
 z_{n+1} &= a_{31}x_n + a_{32}y_n + a_{33}z_n
 \end{aligned} \tag{1}$$

It can be converted into a matrix

$$\begin{bmatrix} x_{n+1} \\ y_{n+1} \\ z_{n+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_n \\ y_n \\ z_n \end{bmatrix}$$

Set to

$$x_n = a\lambda^n, y_n = b\lambda^n, z_n = c\lambda^n$$

From (1), so that

$$\begin{aligned}
 \begin{bmatrix} a\lambda^{n+1} \\ b\lambda^{n+1} \\ c\lambda^{n+1} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a\lambda^n \\ b\lambda^n \\ c\lambda^n \end{bmatrix} \\
 \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} \lambda^{n+1} &= \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} \lambda^n \\
 \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} \lambda &= \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}
 \end{aligned} \tag{2}$$

Let

$$v = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} \text{ and } M = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

From (2) so that

$$M\bar{v} = \lambda\bar{v}$$

$$(M - I\lambda)\bar{v} = \bar{0}$$

$$\det(M - \lambda I)\bar{v} = 0$$

$$\begin{vmatrix} a_{11} - \lambda & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} - \lambda & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

$$\begin{aligned}
 &[(a_{11} - \lambda)(a_{22} - \lambda)(a_{33} - \lambda) + a_{12}a_{23}a_{31} + a_{13}a_{21}a_{32}] - \\
 &[a_{31}a_{13}(a_{22} - \lambda) + a_{31}a_{13}(a_{22} - \lambda) + a_{12}a_{21}(a_{33} - \lambda)] = 0
 \end{aligned}$$

Hence the characteristic equation is in the form of a cubic polynomial equation, $a\lambda^3 - b\lambda^2 + c\lambda - d = 0$. The eigenvalues, λ_1, λ_2 , and λ_3 are substituted into the equation $(M - I\lambda)\bar{v} = \bar{0}$ to get the eigenvectors, $\bar{v}_1, \bar{v}_2$, and $\bar{v}_3$ respectively.

Consequently, we obtain the following system:

$$\begin{bmatrix} x_n \\ y_n \\ z_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a\lambda^n \\ b\lambda^n \\ c\lambda^n \end{bmatrix}.$$

Therefore, the solution of the system of equation (1) is shown in the following.

$$\begin{bmatrix} x_n \\ y_n \\ z_n \end{bmatrix} = \overline{v}_1 \lambda_1^n + \overline{v}_2 \lambda_2^n + \overline{v}_3 \lambda_3^n.$$

Mathematical modeling of stock market states

Consider the solution of the system of three variables of difference equations from the stock market state model (Myers, Wallin and Wikström, 2017). We assume that the probability of a change in state is shown in the Figure 2.

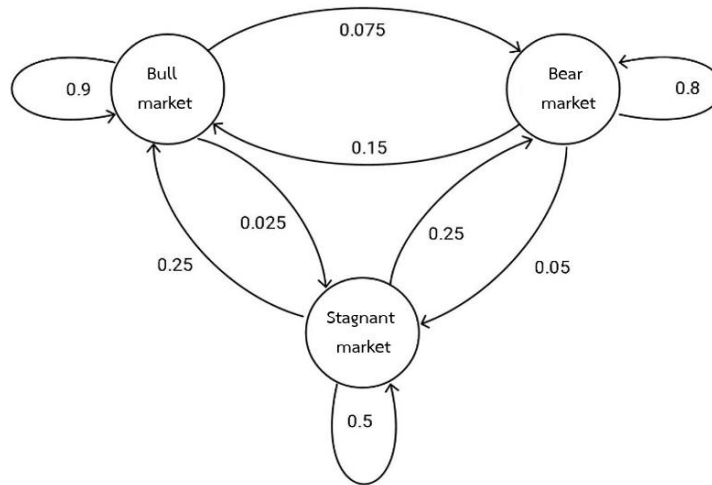


Figure 2. The status of the stock market used in the developed mathematical model.

Let n represent the number of times the stock market position.

I_n represents the increasing state at time n (bull market).

D_n represents the decreasing state at time n (bear market).

S_n represents the standing state at time n (stagnant market).

It can be converted into a system of linear difference equations for three variables as follows

$$\begin{aligned} I_{n+1} &= 0.9I_n + 0.15D_n + 0.25S_n \\ D_{n+1} &= 0.075I_n + 0.8D_n + 0.25S_n \\ S_{n+1} &= 0.025I_n + 0.05D_n + 0.5S_n \end{aligned} \quad (3)$$

System of equation (3) can be converted into the matrix form as follows.

$$\begin{bmatrix} I_{n+1} \\ D_{n+1} \\ S_{n+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.9 & 0.15 & 0.25 \\ 0.075 & 0.8 & 0.25 \\ 0.025 & 0.05 & 0.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_n \\ D_n \\ S_n \end{bmatrix}$$

Let

$$I_n = a\lambda^n, D_n = b\lambda^n, S_n = c\lambda^n$$

Substituting back into the system of equation (3) we get that

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} a\lambda^{n+1} \\ b\lambda^{n+1} \\ c\lambda^{n+1} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 0.9 & 0.15 & 0.25 \\ 0.075 & 0.8 & 0.25 \\ 0.025 & 0.05 & 0.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a\lambda^n \\ b\lambda^n \\ c\lambda^n \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} \lambda^{n+1} &= \begin{bmatrix} 0.9 & 0.15 & 0.25 \\ 0.075 & 0.8 & 0.25 \\ 0.025 & 0.05 & 0.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} \lambda^n \end{aligned}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} \lambda = \begin{bmatrix} 0.9 & 0.15 & 0.25 \\ 0.075 & 0.8 & 0.25 \\ 0.025 & 0.05 & 0.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} \quad (4)$$

Let

$$v = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} \text{ and } M = \begin{bmatrix} 0.9 & 0.15 & 0.25 \\ 0.075 & 0.8 & 0.25 \\ 0.025 & 0.05 & 0.5 \end{bmatrix}$$

From the system of equation (4) we get that

$$M \bar{v} = \lambda \bar{v}$$

$$(M - I\lambda) \bar{v} = \bar{0}$$

$$\det(M - \lambda I) \bar{v} = 0$$

$$\begin{vmatrix} 0.9 - \lambda & 0.15 & 0.25 \\ 0.075 & 0.8 - \lambda & 0.25 \\ 0.025 & 0.05 & 0.5 - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

Characteristic equation is $\lambda^3 - 2.2\lambda^2 + 1.54\lambda - 0.34 = 0$ which can find eigen values as follows

$$\lambda_1 = 1$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{10}(6 + \sqrt{2}) \approx 0.74142$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{10}(6 - \sqrt{2}) \approx 0.45858$$

The eigen vectors corresponding to each eigen values respectively have the following values.

$$v_1 = \begin{bmatrix} 10 \\ 5 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad v_2 = \begin{bmatrix} -11.657 \\ 10.657 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad v_3 = \begin{bmatrix} -0.34315 \\ -0.65685 \\ 1 \end{bmatrix}$$

So, the solution to the system of equations is

$$\begin{bmatrix} I_n \\ D_n \\ S_n \end{bmatrix} = c_1 \begin{bmatrix} 10 \\ 5 \\ 1 \end{bmatrix} (1)^n + c_2 \begin{bmatrix} -11.657 \\ 10.657 \\ 1 \end{bmatrix} (0.74142)^n + c_3 \begin{bmatrix} -0.34315 \\ -0.65685 \\ 1 \end{bmatrix} (0.45858)^n \quad (5)$$

Long-term behavior of solutions

From the operation of mathematical modeling on the stock market status using a system of differential equations. The solution in each case of the initial value can be determined by substituting the value n which is the amount of time of the stock market position, where $0 \leq n < \infty$. The solution can be summarized as follows.

In case of initial value $[1 \ 0 \ 0]$, the solution of system of a linear difference equation is

$$I_n = 0.625(1)^n + 0.3642765872(0.74142)^n + 0.01072357476(0.45858)^n$$

$$D_n = 0.3125(1)^n - 0.3330269872(0.74142)^n + 0.02052682524(0.45858)^n$$

$$S_n = 0.0625(1)^n - 0.0312496(0.74142)^n - 0.0312504(0.45858)^n$$

When solutions are considered from a mathematical model using a system of a difference equation in order to predict future stock market status, it was found that in the case of initial value $[1 \ 0 \ 0]$, in the first period which are the 1st-5th week, there would be inconstant values and the graph is stable from the 6th-8th week and afterward as shown in figure 3.

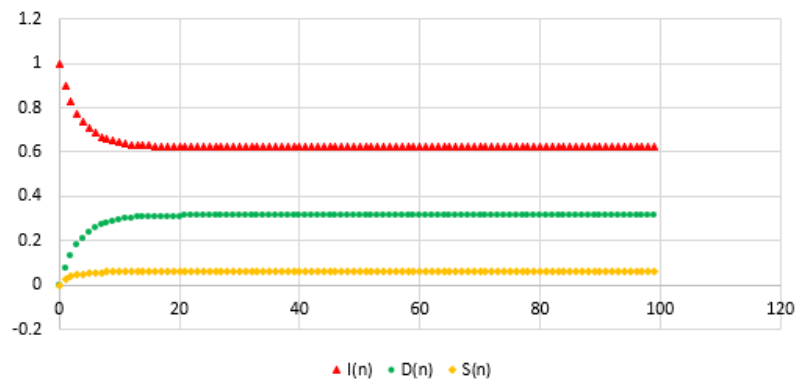


Figure 3. Long-term behavior analysis from solutions in the case of initial value [1 0 0].

In case of initial value [0 1 0], the solution of system of a linear difference equation is

$$\begin{aligned} I_n &= 0.625(1)^n - 0.6660541689(0.74142)^n + 0.0410537797(0.45858)^n \\ D_n &= 0.3125(1)^n + 0.6089164689(0.74142)^n + 0.0785842203(0.45858)^n \\ S_n &= 0.0625(1)^n + 0.0571377(0.74142)^n - 0.119638(0.45858)^n \end{aligned}$$

Similar to the periods of times in the first case, the graph behaviours of solutions to the system are shown in figure 4.

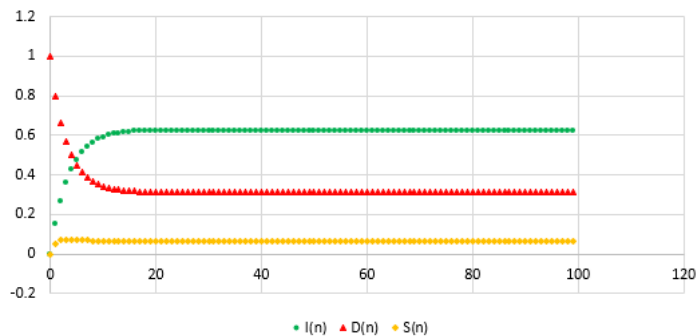


Figure 4. Long-term behavior analysis from solutions in the case of initial value [0 1 0].

In case of initial value [0 0 1], the solution of system of a linear difference equation is

$$\begin{aligned} I_n &= 0.625(1)^n - 0.3124950275(0.74142)^n - 0.3125039598(0.45858)^n \\ D_n &= 0.3125(1)^n + 0.2856875275(0.74142)^n - 0.5981880402(0.45858)^n \\ S_n &= 0.0625(1)^n + 0.0268076(0.74142)^n + 0.910692(0.45858)^n \end{aligned}$$

The solutions of the system in this case are shown in figure 5. The periods of times are similar to both previous cases yet the graphs are different because of the initial condition.

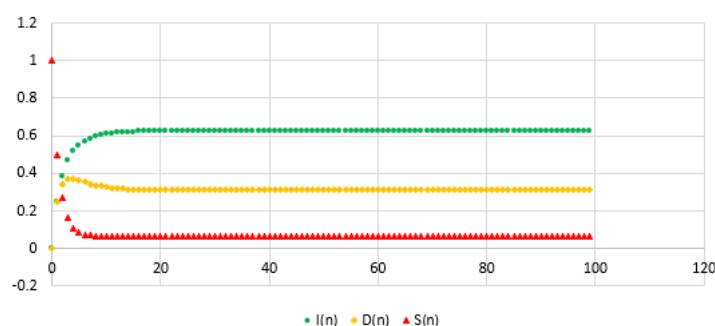


Figure 5. Long-term behavior analysis from solutions in the case of initial value $[0 \ 0 \ 1]$.

Summary

By creating a mathematical model of the stock market status using the system of a difference equation, this makes it possible to consider the solutions in the form of analytical solutions, as well as makes it convenient to apply them to explain the mathematical models studied. It is different from considering the solution to the model in the Markov chain. A numerical method is required in order to find numerical solutions, which cannot immediately yield the results of the solutions of interest by substituting variables. For the case of stocks that are studied in this model, the initial values of the 3 cases were $[1 \ 0 \ 0]$, $[0 \ 1 \ 0]$ and $[0 \ 0 \ 1]$. The results of the study found that the long-term behavior of the stock positions with the initial values in all 3 cases yielded the same results. There are a probability of an uptrend of 0.6250, a bearish market of 0.3125, and a stagnation of 0.0625, as Figures 2, 3, and 4, indicating that over time the stocks studied were probably an uptrend. From the process of constructing a mathematical model using the system of a difference equation about the stock market status, this will determine the probability of the future stock market situation. Including the risks which are useful to investors or those interested in studying to be considered in the selection of interest stocks. However, other relevant factors should be considered to have the least impact from risk on buying stocks.

References

- Albright, B. and Fox, W. P. (2019). **Mathematical modeling with Excel**. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Andrieu, C., Doucet, A. and Holenstein, R. (2010). Particle markov chain monte carlo methods. **Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)**, 72(3), 269-342.
- Bidabad, B. and Bidabad, B. (2019). Complex probability and Markov stochastic process. **Indian Journal of Finance and Banking**, 3(1), 13-22.
- Brooks, S., Gelman, A., Jones, G. and Meng, X. L. (Eds.). (2011). **Handbook of Markov chain Monte Carlo**. Boca Raton, FL: CRC press.
- Fox, W. P. (2011). **Mathematical modeling with Maple**. Nelson Education, Belmont, CA: Brooks/Cole Publishing.
- Giordano, F. R., Fox, W. P. and Horton, S. B. (5ed, 2013). **A first course in mathematical modeling** (5th ed.), Nelson Education, Belmont, CA: Brooks/Cole Publishing.
- Myers, D., Wallin, L., Wikström, P. (2017) An introduction to Markov chains and their applications within finance. Sweden: Mathematical Sciences - Chalmers University of Technology and University of Gothenburg, Retrieved 10 September 2020, from **Chalmers tekniska högskola och Göteborgs Universitet:**

- <http://www.math.chalmers.se/Stat/Grundutb/CTH/mve220/1617/readingprojects16-17/IntroMarkovChainsandApplications.pdf>, 21. 03. 2019, str. 1-8
- Svoboda, M. and Lukas, L. (2012). Application of Markov chain analysis to trend prediction of stock indices. In **Proceedings of 30th International Conference Mathematical Methods in Economics** (pp. 848-853). *Karviná: Silesian University, School of Business Administration*.
- Vasanthi, S., Subha, M. V. and Nambi, S. T. (2011). An empirical study on stock index trend prediction using Markov chain analysis. **Journal of Banking Financial Services and Insurance Research**, 1(1), 72-91.
- Yu, K. and Sato, T. (2019). Modeling and analysis of error process in 5G wireless communication using two-state Markov chain. **IEEE Access**, 7, 26391-26401.
- Zhang, D. and Zhang, X. (2009). Study on forecasting the stock market trend based on stochastic analysis method. **International Journal of Business and Management**, 4(6), 163-170.

ดัชนีผู้เขียน (Author Index)

ภาษาไทย	หน้า	English	Page
กฤษฎา พันธ์ชัย	165	Kritsad Pananchai	166
กฤษฎาววัฒน์ ทรัพย์กุล	125	Kitsadawat Supkul	126
ไกรวิทย์ ทาระจันทร์	134	Kaiwitt Tharachan	135
ชนกกานต์ สหสัทศน์	106, 125	Chanokgan Sahatsathasana	107, 126
ตะวันฉาย จอมศรี	106	Tawanchai Jomsri	107
ปนัดดา สังข์ศรีแก้ว	106, 125	Panadda Sungsrikaew	107, 126
ประภาพร หนองหารพิทักษ์	116	Prapaporn Nongharnpituk	117
ปวีณา ชันธศิลา	116	Paweena Khansila	117
ปิยัญญะ วงษ์ทอง	177	Pinyo Wongthong	178
รัศมี ศิริกัมพลา	155	Ratsamee Sirikampla	156
ราชนัย ขาวกฤษ	116	Rachun Khaokunchon	117
วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์	143, 155	Wanintorn Poonpaiboonpipat	144, 156
วรรณธิดา ยลวิลาศ	134	Wannatida Yonwilad	135
วรรณพล พิมพ์สาเลิ	134	Wannapol Pimpasalee	135
วรินดา สุพา	143	Warinda Supa	144
วัฒนาพร รังคะราช	134	Wattanaporn Rungkarach	135
วันชัย น้อยวงศ์	177	Wanchai Noi Wong	178
วุฒิชัย ภูดี	190	Wuttichai Phooddee	191
ศักดิ์ศรี สุภาธร	165	Saksri Supasorn	166
สุพจน์ สืบตร	200	Supot Seebut	201
ออมสิน แสนศรี	116	Oomsin Saensri	117



วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา (JSSE)

งานส่งเสริมการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

85 ถนนสกลมารค์ ตำบลเมืองศรีโค อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

โทรศัพท์ 045-353401 ต่อ 4425 โทรสาร 045-353422

Email : jsse.sci.ubu@gmail.com หรือ saksri.s@ubu.ac.th

วันที่พิมพ์ 8 ธันวาคม 2563