

การพัฒนาารูปแบบ การจัดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ : 6Ps Model

สุรรัตน์ สมรรถการ
ไพศาล จรรยา
เกษุดา เพ็ญนุเคราะห์ชน
โรงเรียนสาธิต
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการเห็นคุณค่า
ในวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

บทนำ

การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานจะต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เพื่อพัฒนาและเสริมสร้าง ศักยภาพคนของชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ โดยการยกระดับคุณภาพการศึกษา และการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล สอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 และโลกในศตวรรษที่ 21

กระทรวงศึกษาธิการโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ดำเนินการทบทวนหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยนำข้อมูลจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 มาใช้เป็นกรอบและทิศทางในการพัฒนา หลักสูตรให้มีความเหมาะสมชัดเจนยิ่งขึ้น ในระยะสั้นเห็นควรปรับปรุงหลักสูตรในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ และเป็นรากฐานสำคัญที่จะช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจน การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบูรณาการกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาหรือ พัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่นำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ หรือสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ ที่เอื้อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต การใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี และการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งใช้ความรู้ ความสามารถ ทักษะ กระบวนการ และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวอย่างเข้าใจสภาพที่เป็นอยู่และการเปลี่ยนแปลง เพื่อนำไปสู่การจัดการและปรับใช้ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพอย่างสร้างสรรค์ (สำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560)

ประเด็นที่สำคัญเพื่อแปลงแผนไปสู่การปฏิบัติให้เกิดผลสัมฤทธิ์ได้อย่างแท้จริง ตามยุทธศาสตร์การพัฒนา และเสริมสร้างศักยภาพคน คือ การเตรียมพร้อมด้านกำลังคน และการเสริมสร้างศักยภาพของประชากรในทุกช่วงวัย มุ่งเน้นการยกระดับคุณภาพทุนมนุษย์ของประเทศ โดยพัฒนาคนให้เหมาะสมตามช่วงวัย เพื่อให้เติบโตอย่างมีคุณภาพ การพัฒนาทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการในตลาดแรงงาน และทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ของคนในแต่ละช่วงวัยตามความเหมาะสม การเตรียมความพร้อมของกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะเปลี่ยนแปลงในอนาคต ตลอดจนการยกระดับคุณภาพการศึกษาสู่ความเป็นเลิศ (สำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560)

มีมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง ตลอดจนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นกลไกนำไปสู่เป้าหมายของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ กล่าวคือ ในการจัดการเรียนการสอนควรปลูกฝังนักเรียนในเรื่องของความคิด ความเป็นเหตุเป็นผล เป็นคนช่างสังเกต ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักมอง และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบมากยิ่งขึ้น ดังนั้น จุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาของชาติประการหนึ่ง จึงเป็นการจัดการศึกษาให้ผู้ศึกษามีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยจุดมุ่งหมายหลักของการจัดการศึกษาทุกระบบ คือการเตรียมเยาวชนให้เป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ มีความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิด นำไปวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้นไม่ย่อท้อและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ตลอดชีวิต นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงมาเป็นประเด็นในการจัดการเรียนรู้ จะทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าและเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์

แต่การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบันยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรและควรปรับปรุงอย่างเร่งด่วน นักเรียนส่วนใหญ่มีผลการทดสอบในรายวิชาคณิตศาสตร์ค่อนข้างต่ำทั้งในการประเมินระดับชาติและนานาชาติ เช่น รายงานผลการประเมินของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปี พ.ศ.2549 จนถึงปี พ.ศ.2558 ซึ่งมีผลคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าร้อยละ 50 ในทุก ๆ ปี (สำนักทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558) สอดคล้องกับผลการประเมินโครงการ PISA 2012 (Programme for International Student Assessment) ซึ่งประเมินผลเกี่ยวกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนอายุ 15 ปี ร่วมกับนานาชาติ พบว่านักเรียนไทยมีผลคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์อยู่ที่ 427 คะแนน ในขณะที่ค่าเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ของนานาชาติอยู่ที่ 494 คะแนน (โครงการ PISA ประเทศไทย, 2557)

จากสภาพปัญหาดังกล่าว สะท้อนให้เห็นถึงความล้มเหลวของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในประเทศไทย สาเหตุที่ทำให้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เกิดความล้มเหลวอาจเกิดจากหลายปัจจัย ทั้งจากความสามารถ ความตั้งใจ และความชอบส่วนตัวของนักเรียนเอง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู หรือลักษณะเฉพาะของรายวิชาที่มีความเป็นนามธรรมสูง (จินดิษฐ์ ลอปกษิณ, 2558) จากการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผ่านมา มุ่งให้นักเรียนจดจำสูตร กฎ ทฤษฎีบท ทำตามตัวอย่าง วิธีการหาคำตอบหรือวิธีพิสูจน์ โดยไม่สนใจที่จะให้นักเรียนมีความเข้าใจถึงเหตุผลที่แท้จริงว่าทำไมต้องเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์เหล่านั้น และคณิตศาสตร์ที่เรียนไปสามารถใช้อธิบายสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้อย่างไร (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ซึ่งแนวคิดเช่นนี้จะทำให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์ไม่ใช่สิ่งที่อยู่ในสถานการณ์จริงและไม่สามารถปรับไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้ นักเรียนจะนำคณิตศาสตร์ไปใช้ได้เพียงสถานการณ์เหมือนสิ่งที่เรียน ใช้ได้ไม่กว้างขวาง สิ่งสำคัญคือนักเรียนจะจำได้ไม่นาน และไม่มีวิธีการที่จะทำให้นักเรียนนึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้วเพื่อนำกลับมาใช้ในการเรียนต่อไปได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547)

ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดให้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสาระหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐานแล้วผู้เรียนจะต้องเกิด 5 ทักษะ คือ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551) ทักษะทางด้าน “การแก้ปัญหา” เป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนทุกคนต้องฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดขึ้น การเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้นไม่ย่อท้อและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ตลอดชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) นอกจากนี้สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000) ซึ่งเป็นองค์กรสำคัญที่มีบทบาทอย่างมากต่อ

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนในสหรัฐอเมริกาและทั่วโลกได้กำหนดให้การแก้ปัญหาเป็นมาตรฐานหนึ่งในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ และกล่าวว่า การแก้ปัญหจะเป็นแนวทางในการพัฒนาให้เกิดการแสดงออกถึงความเข้าใจอันลึกซึ้งเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติทั้งด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่พึงประสงค์ พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและการมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551) เจตคติที่ดีของครุมีส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้ของครุมีความสำคัญต่อนักเรียนทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เกิดแรงจูงใจให้อยากเรียนพบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ก)

ดังนั้นเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและเห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 - 2.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อน และหลังเรียนด้วย 6Ps Model
 - 2.2 เพื่อเปรียบเทียบการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ก่อน และหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วย 6Ps Model
 - 2.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา และการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

การสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ : 6Ps Model ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ครั้งนี้ ผู้วิจัยประยุกต์ใช้แนวคิดแบบจำลองการออกแบบระบบการเรียนการสอน ADDIE Model (Kruse, 2009) แบบจำลองการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบของ ดิกค์ แครเรย์ และแครเรย์ (Dick et al., 2005) และรูปแบบการจัดการเรียนการสอนของ จอยซ์และเวลล์ (Joyce & Weil, 2009) ร่วมกับแนวคิดการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) โดยสังเคราะห์เป็นขั้นตอนของการศึกษา เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ : 6Ps Model ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา และการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R1) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis: A) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ในขั้นนี้ผู้วิจัยใช้แนวคิดการวิจัยและพัฒนา ในขั้นของการวิจัย (Research : R1) และแนวคิดแบบจำลองการออกแบบการเรียนการสอน ADDIE Model ในขั้นตอนที่ 1 ซึ่งเป็นขั้นของการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็น (Analysis: A) ร่วมกับแนวคิดการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบของ ดิกค์ แครเรย์ ที่กล่าวถึงการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็น การวิเคราะห์การเรียนการสอน การวิเคราะห์ผู้เรียนและรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ของจอยซ์ และเวลล์ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์ ดังนี้

ปรับปรุงร่างรูปแบบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น รวมทั้งพัฒนาเครื่องมือต่าง ๆ ในกระบวนการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research: R2) เป็นการนำไปใช้ (Implementation: I) ในขั้นนี้ผู้วิจัยทำการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดการวิจัยและพัฒนา ในขั้นของการวิจัย (Research: R2) และแนวคิดแบบจำลองการเรียนการสอน ADDIE Model ในขั้นการนำไปใช้ (Implementation) ผู้วิจัยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยประยุกต์ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One - Group Pretest - Posttest Design) โดยดำเนินการ ดังนี้

- 1) วัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลอง
- 2) ดำเนินการทดลองโดยจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น
- 3) วัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลอง และให้นักเรียนทำแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 6 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม (Sampling Unit) จำนวน 1 ห้องเรียน 42 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาสาระในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม เลขยกกำลัง การสร้างทางเรขาคณิต ซึ่งโรงเรียนจัดการเรียนการสอนตามมาตรฐานและตัวชี้วัดในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาและการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ (6Ps Model) โดยดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 16 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง รวมเป็น 16 ชั่วโมง

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย 6Ps Model

ตัวแปรตาม ได้แก่

- ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- การเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์
- ความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

การดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียว มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One - Group Pretest - Posttest Design) โดยดำเนินการ ดังนี้

- 1) วัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลอง
- 2) ดำเนินการทดลองโดยจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น
- 3) วัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลอง และให้นักเรียนทำแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
2. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการทดลองด้วยสถิติ t - test for dependent samples
3. ประเมินความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development: D2) เป็นการประเมินผล (Evaluation: E) การประเมินและแก้ไขปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้แนวคิดการวิจัยและพัฒนา ในขั้นของการพัฒนา (Development: D2) และแนวคิดการประเมินผลตามแบบจำลองการออกแบบการเรียนการสอน ADDIE Model ร่วมกับแนวคิดการออกแบบการสอนเชิงระบบของ ดิกค์ แครีย์ และแครีย์ และรูปแบบการจัดการเรียนการสอนของ จอยซ์ และเวลล์ การดำเนินการวิจัยในขั้นนี้เป็นการนำผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 3 ซึ่งเป็นผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของรูปแบบ ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังใช้รูปแบบ ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ นำมาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้นและพร้อมที่จะนำไปใช้ต่อไป

ผลการวิจัย

ผลจากการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 ทำให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์: 6Ps Model เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รายละเอียดดังนี้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 6Ps Model หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นนำเสนอประเด็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง (Paving and Discussing)** หมายถึง ผู้สอนนำเสนอประเด็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่จะสอน จากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ยกมา ผู้สอนใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาของผู้เรียน และเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนมี
2. **ขั้นนำเสนอโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ (Propose)** หมายถึง ผู้สอนนำเสนอโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ (ทฤษฎีบท บทนิยาม สูตร) ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง
3. **ขั้นฝึกการนำโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์มาใช้ (Practice)** หมายถึง ผู้สอนให้ผู้เรียนลงมือทำแบบฝึกหัดที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน โดยผู้เรียนสามารถนำโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับมาใช้ได้

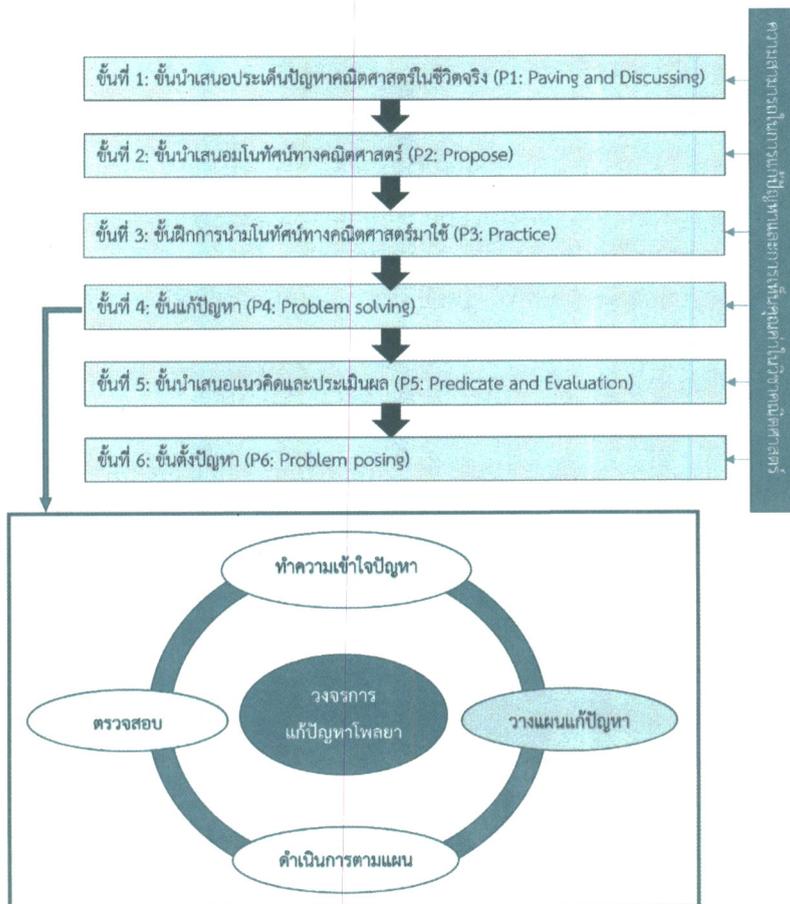
4. **ขั้นแก้ปัญหา (Problem solving)** หมายถึง ผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน ซึ่งกระบวนการสอนใช้แนวคิดของโพลยาโดยให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และเมื่อนักเรียนแก้ปัญหาสำเร็จก็จะตรวจสอบดูว่าผลที่ได้นั้นถูกต้องหรือไม่

5. **ขั้นนำเสนอแนวคิดและประเมินผล (Predicate and Evaluation)** หมายถึง ผู้เรียนนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้สอนกำหนดให้ ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายแนวคิดในการแก้ปัญหาและสรุปแนวทางในการแก้ปัญหาร่วมกัน

6. **ขั้นตั้งปัญหา (Problem posing)** หมายถึง ผู้เรียนประยุกต์ใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มาสร้างเป็นสถานการณ์ใหม่ พร้อมทั้งแสดงแนวคิดในการแก้สถานการณ์ปัญหา

ผลการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบ พบว่า

1. รูปแบบมีองค์ประกอบ คือ หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา กระบวนการจัดกิจกรรม และการวัดประเมินผล มีขั้นตอนตามแบบ 6Ps Model ดังภาพ



รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 6Ps Model

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 6Ps Model

2. ผลการทดลองใช้รูปแบบ นำเสนอได้ดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วย 6Ps Model

นำเสนอตาราง 1

ตาราง 1 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วย 6Ps Model

การทดสอบ	n	K	\bar{X}	S.D.	t
ก่อนการทดลอง	42	20	4.26	1.90	27.58**
หลังการทดลอง	42	20	16.37	2.70	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 1 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 เพื่อเปรียบเทียบการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วย 6Ps Model นำเสนอดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงผลการเปรียบเทียบการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วย 6Ps Model

การทดสอบ	n	K	\bar{X}	S.D.	t
ก่อนการทดลอง	42	20	91.84	16.52	4.957**
หลังการทดลอง	42	20	110.85	14.59	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 2 พบว่า การเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์

จากผลการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความเห็นว่าสามารถนำการแก้ปัญหาไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ทำให้วิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ง่ายขึ้น นักเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาให้เป็นขั้นตอนและกระบวนการ นักเรียนคิดว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้เข้าใจง่าย ทำให้รู้วิธีตรวจคำตอบ

การอภิปรายผลการวิจัย

1. จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) มุ่งพัฒนาและให้ความสำคัญต่อการพัฒนาผู้เรียนด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และมีทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ได้กำหนดการประเมินด้านการคิดวิเคราะห์เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลผู้เรียน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ คือ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ในการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดสมรรถนะที่สำคัญทั้ง 5 ประการดังกล่าวข้างต้น คณิตศาสตร์มีบทบาทอย่างมากในการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะเหล่านั้น ดังที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กล่าวไว้ว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิด

ของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551)

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นจากแนวคิดปรัชญาสารัตถนิยม (Essentialism), ปรัชญาพิพัฒนนิยม (Progressivism), ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง, ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ และทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งหลักการแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา กล่าวได้ว่าแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ 6Ps Model หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นนำเสนอประเด็นปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง (Paving and Discussing)** หมายถึง ผู้สอนนำเสนอประเด็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่จะสอน จากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ยกมา ผู้สอนใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาของผู้เรียนและเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนมี

2. **ขั้นนำเสนอโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ (Propose)** หมายถึง ผู้สอนนำเสนอโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ (ทฤษฎีบท บทนิยาม สูตร) ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง

3. **ขั้นฝึกการนำโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์มาใช้ (Practice)** หมายถึง ผู้สอนให้ผู้เรียนลงมือทำแบบฝึกหัดที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน โดยผู้เรียนสามารถนำโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับมาใช้ได้

4. **ขั้นแก้ปัญหา (Problem solving)** หมายถึง ผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน ซึ่งกระบวนการสอนใช้แนวคิดของโพลยาโดยให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และเมื่อนักเรียนแก้ปัญหาสำเร็จก็จะตรวจสอบว่าผลที่ได้นั้นถูกต้องหรือไม่

5. **ขั้นนำเสนอแนวคิดและประเมินผล (Predicate and Evaluation)** หมายถึง ผู้เรียนนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้สอนกำหนดให้ ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายแนวคิดในการแก้ปัญหา และสรุปแนวทางในการแก้ปัญหาร่วมกัน

6. **ขั้นตั้งปัญหา (Problem posing)** หมายถึง ผู้เรียนประยุกต์ใช้โน้ตค้นทางคณิตศาสตร์มาสร้างเป็นสถานการณ์ใหม่ พร้อมทั้งแสดงแนวคิดในการแก้สถานการณ์ปัญหา

3. รูปแบบที่พัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพราะว่ารูปแบบถูกพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างชัดเจน สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา และการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้เนื่องด้วยการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะต้องคำนึงถึงความสมดุลทั้งด้านความรู้ ทักษะ และกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่พึงประสงค์ พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและการมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551) เจตคติที่ดีของครูมักส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้ของครูมีความสำคัญต่อนักเรียนทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ เกิดแรงจูงใจให้อยากเรียนพบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ก) นอกจากนี้ จากการศึกษาศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพราะสามารถนำการแก้ปัญหาไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ทำให้วิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ง่ายขึ้น นักเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาให้เป็นขั้นตอน และกระบวนการ นักเรียนคิดว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เข้าใจง่าย ทำให้รู้วิธีการตรวจคำตอบ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 6Ps Model ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา และเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ ครูจะต้องศึกษาทำความเข้าใจกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 ขั้นตอน อย่างลึกซึ้ง

1.2 การฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ จะไม่มีประสิทธิภาพหากผู้เรียนขาดทักษะการเรียนรู้พื้นฐาน เช่น การเขียน การคำนวณ การสื่อสาร การอภิปราย การอธิบาย เป็นต้น จะทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน ดังนั้น ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมของผู้เรียนในการแก้ปัญหา มีการวิเคราะห์ผู้เรียนและออกแบบการช่วยเหลือผู้เรียนให้สามารถตั้งปัญหาที่มีความสอดคล้องกับปัญหาตั้งต้นด้วย

1.3 การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนา ดังนั้น ผู้สอนต้องมีความอดทนและดำเนินการอย่างต่อเนื่อง

2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในระดับชั้นอื่น ๆ

รายการอ้างอิง

- โครงการ PISA ประเทศไทย. (2557). ตัวอย่างข้อสอบคณิตศาสตร์ PISA 2012. กรุงเทพฯ: วี.เจ.พรินติ้ง.
- จินตชัย ละเอียดปักษิณ. (2558). รายงานการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้สารคดีบทนำคณิตศาสตร์ที่มีต่อเจตคติและการเห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษา ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: เอส.พี.เอ็น..
- _____. (2551). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.
- _____. (2555ก). การวัดประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- _____. (2555ข). ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ. กรุงเทพฯ: 3 - คิว มีเดีย.
- _____. (2556). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่านและวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร. สมุทรปราการ: แอดวานซ์พรินติ้ง เซอร์วิสจำกัด.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. . กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- สำนักทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2558). สทศ.วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน O-NET ปีการศึกษา 2557. จดหมายข่าวอิเล็กทรอนิกส์. ฉบับที่ 51.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2005). The systematic design of instruction. 6 ed. Boston: Pearson/Allyn and Bacon.
- Joyce, B., & Weil, M., (2009). Models of teaching. 8 ed. Boston: Pearson
- Kruse, (2009) Introduction to instructional design and the ADDIE model, Retrieved from http://www.transformivedesigns.com/id_systems.html
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.