

ผลการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
THE EFFECTS OF COGNITIVELY GUIDED INSTRUCTION WITH PAIRS CHECK TECHNIQUE ON MATHEMATICS
LEARNING ACHIEVEMENT AND MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING SKILLS
OF MATHAYOMSUKSA 5 STUDENTS

ภัทรพร แข็งกสิการ^{*} ผลาดร สุวรรณโพธิ์ และ อาพันธ์ชนิด เจนจิต

Pattaraporn Kheangkasikarn^{*}, Paladorn Suwannapho and Arpunchanit Jenjit

สาขาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี 20131

Program in Mathematics Teaching, Faculty of Education, Burapha University, Chon Buri 20131, Thailand

^{*}Corresponding author: Email: p.l.eng@hotmail.com

รับบทความ 25 ตุลาคม 2562 แก้ไขบทความ 8 มกราคม 2563 ตอบรับบทความ 26 มกราคม 2563 เผยแพร่บทความ มกราคม 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น กับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น และ 4) เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 31 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้, แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบ t

ผลการวิจัย พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การสอนแนะให้รู้คิด, เทคนิคคู่ตรวจสอบ, ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, ความน่าจะเป็น

ABSTRACT

The purposes of this research were: 1) to compare mathematics learning achievement of students on the topic of Probability before and after being provided cognitively guided instruction with pair checks technique, and 2) to compare mathematics learning achievement of students on the topic of Probability after the intervention with the criteria of 70 percent achievement, 3) to compare mathematical problem-solving skills of students on the topic of Probability before and after the intervention, and 4) to compare mathematical problem-solving skills of students on the topic of Probability after the intervention with the criteria of 70 percent achievement. The samples for this research consisted of 31 students from Mathayomsuksa 5/5 at Piboonbumpen Demonstration

School, Burapha University, selected through cluster random sampling. Research instruments were lesson plans, a mathematics achievement test, and a mathematical problem-solving skill test. The statistics for data analysis were mean, percentage, standard deviation, and t-test.

The findings were as follows:

1. The student mathematics learning achievement on the topic of Probability after the intervention was higher than that of before at a .05 level of significance.
2. The student mathematics learning achievement on the topic of Probability after the intervention was statistically higher than 70 percent criteria at a .05 level of significance.
3. The student mathematical problem-solving skills on the topic of Probability after the intervention was higher than those of before at a .05 level of significance.
4. The student mathematical problem-solving skills on the topic of Probability after the intervention was higher than the defined criteria of 70 percent at a .05 level of significance.

Keywords: Cognitively Guided Instruction, Pairs Check Technique, Mathematical Problem-Solving Skills, Probability

บทนำ

คณิตศาสตร์สำคัญต่อมนุษย์ทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้ออกแบบตัดสินใจแก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1) จากความสำคัญของคณิตศาสตร์ จึงต้องจัดให้นักเรียนได้เรียนคณิตศาสตร์ขึ้นในโรงเรียน รูปแบบการเรียนการสอนต้องเอื้อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์โดยนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (ยุพิน พิพิธกุล, 2530, หน้า 1-3) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ได้จัดสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็น 6 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวน และการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะประกอบด้วย ทักษะการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

จากการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programmer for International Student Assessment หรือ PISA) เป็นโครงการหนึ่งที่น่ามาใช้ในการประเมินผลการศึกษาและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ประเมินเห็นว่า นักเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใดและสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์มาใช้ และเผชิญกับปัญหาในโลกจริงได้เพียงใดโดยนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีนั้นมาเขียนแสดงการแก้ปัญหา พบว่า คะแนน PISA ของนักเรียนไทยในปี 2009, 2012 และ 2015 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 419, 427 และ 415 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ซึ่งถือว่าคะแนนค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับ ค่าเฉลี่ย OECD ซึ่งเป็นคะแนนมาตรฐานที่ PISA ตั้งไว้อยู่ที่ 496, 494 และ 490 คะแนน ตามลำดับ

จากการศึกษาดังกล่าวจะเห็นว่าผล ของคะแนน PISA อยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย OECD ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาลักษณะข้อสอบ PISA พบว่า ข้อสอบประกอบไปด้วย ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ปริมาณ และความไม่แน่นอน ที่เกี่ยวข้องกับสองเรื่อง คือ ข้อมูล และ โอกาส ซึ่งเป็นการศึกษาทาง “สถิติ” และเรื่องของ “ความน่าจะเป็น” และเมื่อนำคะแนนในแต่ละปีมาวิเคราะห์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, หน้า 18) พบว่าเนื้อหาความไม่แน่นอนและข้อมูล มีร้อยละของนักเรียนที่ทำข้อสอบคณิตศาสตร์ถูกในปี 2015 ลดลงมาจากปี 2012 อย่างเห็นได้ชัด นั่นคือในปี 2012 มีร้อยละของนักเรียนที่ทำข้อสอบคณิตศาสตร์ถูกในเนื้อหาความไม่แน่นอนและข้อมูล เป็น 41.7 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับเนื้อหาทั้งหมด ในปี 2015 มีร้อยละของนักเรียนที่ทำข้อสอบคณิตศาสตร์ถูกเนื้อหาความไม่แน่นอนและข้อมูลเป็น 32.8 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับเนื้อหาทั้งหมด

นอกจากนี้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน O-NET (Ordinary National Educational Test) เป็นการทดสอบที่จัดขึ้นโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติซึ่งใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของโรงเรียนในสังกัดต่าง ๆ ในระดับต่าง ๆ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาในวิชาคณิตศาสตร์จากผลการทดสอบพบว่าในคะแนน O-NET ในวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปี 2558, 2559 และ 2560 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 28.74, 24.88 และ 24.53 คะแนน ตามลำดับจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษา, 2560) สอดคล้องกับคะแนนจากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปี 2558, 2559 และ 2560 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ

อุดมศึกษาได้คะแนนเฉลี่ย 45.85, 43.97 และ 47.69 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนนซึ่งมีคะแนนไม่ถึงร้อยละ 50 จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของประเทศข้างต้นที่พบว่า ต่ำกว่าร้อยละ 50 และผู้วิจัยได้ศึกษาค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา พบว่า ในสาระการเรียนรู้ที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็นในปีการศึกษา 2559 และ 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.62 และ 41.15 จากคะแนนเต็ม 100 ตามลำดับซึ่งจะเห็นว่าค่าเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ ดังนี้ วิทยากร เชียงกุล (2562) กล่าวว่า ปัญหาหลักและแนวทางการปฏิรูปการศึกษาไทย คือ โรงเรียนส่วนใหญ่ยังสอนแบบบรรยายเนื้อหาให้นักเรียนท่องจำไปสอบ ซึ่งทำให้นักเรียนขาดการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ที่ได้ สอดคล้องกับ นพเก้า ณ พัทลุง (2550, หน้า 35) ที่กล่าวว่า เด็กไทยส่วนใหญ่เรียนแบบท่องจำ และครูผู้สอนยึดตนเองเป็นสำคัญ ไม่ได้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ทำให้เกิดความแตกต่างกันระหว่างนักเรียนเก่งและนักเรียนอ่อน ทำให้นักเรียนขาดความมั่นใจทางจิตใจ ไม่เห็นค่าของตนเอง ขาดความคิดสร้างสรรค์ และไม่สามารถนำความรู้ที่มีมาประยุกต์ใช้ได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ อีกทั้ง Bruckner & Groosnikle (1974, p. 91) กล่าวว่าวิธีอุปสรรคที่ทำให้ให้นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหา เนื่องจากนักเรียนขาดประสบการณ์และขาดความคิดรวบยอด ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา ซึ่งทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาที่แตกต่างไปจากที่ครูสอน หรือโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ สอดคล้องกับ อัมพร ม้าคอง (2559, หน้า 8) ที่กล่าวว่า การที่ครูให้ความสำคัญต่อการจดจำสูตร กฎ วิธีการ หาคำตอบ โดยละเลยให้นักเรียนรู้และมีความเข้าใจถึงเหตุผลที่แท้จริงว่า เนื้อหาคณิตศาสตร์เหล่านั้นมีที่มาอย่างไร หรือสามารถใช้อธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเราได้ อย่างไร นักเรียนจึงมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้เพียงเล็กน้อย ไม่มีสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมมาช่วยอธิบายเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้นักเรียนเข้าใจได้ ทำให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญไม่บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้และส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ดังนั้นครูควรเปลี่ยนแปลงบทบาทและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยยึดตัวนักเรียนเป็นสำคัญ และเน้นกระบวนการสอนที่นักเรียนสร้างความองค์ความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง ทำให้นักเรียนรู้จักวิธีคิดด้วยตนเองโดยครูเป็นผู้คอยแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดความสงสัย ซึ่งจะเป็นวิธีการที่ช่วยทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหาได้

ปัจจุบันนักวิชาการได้คิดรูปแบบการเรียนรู้หลากหลายแบบที่ช่วยในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา แต่รูปแบบหนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักวิธีคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยครูเป็นผู้คอยแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดความสงสัยและเป็นการสอนที่ไม่ได้เกิดจากการที่ครูบังคับให้นักเรียนท่องจำ สูตร กฎ หรือวิธีในการแก้ปัญหานั้นก็คือรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด Carpenter, et.al. (2000, p. 1) กล่าวว่า การสอนแนะให้รู้คิดเป็นนวัตกรรมหนึ่งที่น่าสนใจซึ่งเป็นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะพื้นฐานในการแก้ปัญหาของผู้เรียนโดยอยู่บนพื้นฐานแนวคิดที่ว่า การเรียนการสอนต้องเกิดจากความรู้อันเป็นผู้เรียนโดยครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอนเท่านั้น และให้ความสำคัญกับการคิด การแก้ปัญหาด้วยตัวเองของผู้เรียนเองการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิด เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้อย่างด้วยตนเอง ครูเป็นผู้ชี้แนะในการเรียนการสอนและอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอนเท่านั้น โดย Kilpatrick (2001, p. 389) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิดเป็นการจัดการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพสูงที่จะช่วยให้ครูสามารถจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์เพราะเป็นการจัดการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานความคิดความเข้าใจของนักเรียนเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง อีกทั้ง (Carpenter & Peterson, Carey, 1989) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งมีพื้นฐานว่า การเรียนการสอนต้องเกิดจากความรู้อันเป็นผู้เรียน และให้ความสำคัญกับการคิดการแก้ปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดของนักเรียน

การสอนแนะให้รู้คิด (Carpenter et al., 1989, pp. 499-531) เป็นการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมและให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการค้นหาและแก้ปัญหาทำให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ โดยผ่านการอภิปรายคำตอบร่วมกับเพื่อนในกลุ่มและเพื่อนในชั้นเรียนและผู้สอนสอดคล้องกับ (Franke and Weishaupt, 1998) ที่กล่าวว่า การสอนแนะให้รู้คิด มุ่งเน้นให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ อาศัยความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนในห้องเรียนใช้วิธีการและรูปแบบที่หลากหลายในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามศักยภาพของตนเองรวมทั้งการได้มีโอกาสได้พูดคุยนำเสนอและอภิปรายแนวคิดหรือวิธีการที่ผู้เรียนแต่ละคนใช้ในการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ของตน ให้เพื่อนกลุ่มเดียวกัน เพื่อนร่วมชั้นเรียน และผู้สอนจากที่กล่าวมาดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การสอนแนะให้รู้คิดได้มีการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แบบกลุ่มมาเป็นส่วนหนึ่งในการเรียนการสอนเพื่อพูดคุยนำเสนอและอภิปรายแนวคิดหรือวิธีการที่ผู้เรียนแต่ละคนใช้ในการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ของตนซึ่งจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์และเพิ่มแนวทางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายมากยิ่งขึ้นสอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการจัดการเรียนการสอนในยุคศตวรรษที่ 21 (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 2) เป็นการจัดจัดการเรียนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้านการเรียนรู้ และมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนโดยเน้นการทำงานเป็นกลุ่ม จึงทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการทำงานเป็นทีมมีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ของตนเองและก่อให้เกิดความประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจในการเรียนรู้โดยการทำงานเป็นกลุ่มหรือการเรียนรู้แบบร่วมมือมาเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้

การเรียนรู้แบบร่วมมือ (ทิตนา แซมณี, 2550, หน้า 98) เป็นการเรียนรู้แบบย่อย สมาชิกกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน ช่วยกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม อีกทั้ง ซัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2543, หน้า 266) ได้กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ 4-5 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน ทำงานร่วมกันเพื่อเป้าหมายของกลุ่ม สมาชิกมีความสัมพันธ์กันในทางบวก มีปฏิสัมพันธ์ส่งเสริมซึ่งกันและกัน รับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนของตนและส่วนรวม ผลงานของกลุ่มขึ้นอยู่กับผลงานของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มความสำเร็จของแต่ละคน คือ ความสำเร็จของกลุ่ม ความสำเร็จของกลุ่ม คือ ความสำเร็จของทุกคน นอกจากนี้ ปัสสาสน์ กงตาล (2535, หน้า 19-20) ได้กล่าวอีกว่าการร่วมมือกันเรียนรู้อย่างก่อให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้ออำนวยแก่ผู้เรียนด้วย

ปัจจุบันการเรียนรู้แบบร่วมมือมีหลากหลายประเภท อาทิเช่น รูปแบบจิ๊กซอว์ (JIGSAW) รูปแบบแอลที (LT) และรูปแบบ เอส. ที. เอ. ดี. (STAD) เป็นต้น แต่การเรียนรู้แบบร่วมมือที่จะพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาที่เน้นเทคนิคคู่ตรวจสอบเนื่องจาก Kagan (1998) ได้ระบุว่า เทคนิคคู่ตรวจสอบ นำมาใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบความคิดที่เหมือนและแตกต่างทางด้านคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังใช้แลกเปลี่ยนความคิด ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนจะทำงานเป็นคู่เพื่อที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับมอบหมาย จากนั้นนักเรียนตรวจสอบหรือเปรียบเทียบคำตอบกับแต่ละคู่ ในทำนองเดียวกัน Eggen, P., & Kauchak, D. (2012) ได้กล่าวว่า เทคนิคคู่ตรวจสอบ เป็นเทคนิคสำคัญในการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบกลุ่มซึ่งสอดคล้องกับ Michael Michels, Angela Manzi and Janina Mele (2006, pp. 8-12) ที่กล่าวว่าเทคนิคคู่ตรวจสอบเป็นเทคนิคที่ฝึกฝนความรู้พัฒนาทักษะที่แปลกใหม่จนเกิดเป็นความชำนาญ อาทิ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งเทคนิคคู่ตรวจสอบ ยังทำให้นักเรียนได้รับการสนับสนุน การตอบรับและการฝึกฝน ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาทักษะ จากเพื่อนกลุ่มเดียวกันอย่างทันทั่วถึง โดยไม่ต้องรอไปถึงกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของงานที่ได้รับมอบหมายจากครู เนื่องจากได้มีการแลกเปลี่ยนตรวจสอบคำตอบจากเพื่อนในกลุ่มเดียวกันจนเกิดความเข้าใจแล้วจึงไปตรวจสอบความถูกต้องกับกระบวนการของครูอีกครั้งพร้อมทั้งยังสอดคล้องกับ (สถวบัณฑิต สอนเสริมและพัฒนากิจการอ่านและเขียนแห่งประเทศไทย, 2547, หน้า 9-10) ที่ได้อ้างว่าเทคนิคคู่ตรวจสอบเป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่มีลักษณะของการแสวงหาวิธีการแก้ปัญหาโจทย์หรือวิธีการที่คำนวณเพื่อให้ได้คำตอบซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดกระบวนการแก้ปัญหาและสื่อสารวิธีการคิดและการแก้ปัญหาเพื่อให้เพื่อนเข้าใจอีกทั้งเทคนิคคู่ตรวจสอบเป็นเทคนิคที่ให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเต็มรูปแบบเนื่องจากมีการแบ่งหน้าที่ในการแก้โจทย์ปัญหา

นอกจากนี้ Aktivitas & Belajar (2010) ได้ทำการพัฒนาการกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิคคู่ตรวจสอบ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิคคู่ตรวจสอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติและสอดคล้องกับ Belajar, Siswa, VIII, Wicaksono & Veronica (2017) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคคู่ตรวจสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียน Junior High School Pati ในปีการศึกษา 2016 โดยมีนักเรียนห้อง 8H เป็นกลุ่มทดลองและนักเรียนห้อง 8G เป็นกลุ่มควบคุมจากผลการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์และทัศนคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะเห็นได้ว่าเทคนิคคู่ตรวจสอบเป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ทำให้เกิดการพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั่นเอง

จากที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนการสอนและให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

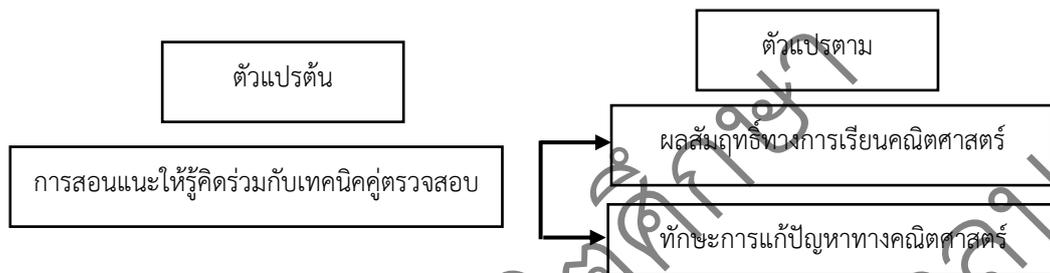
ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ความน่าจะเป็นก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนและให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบ

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ความน่าจะเป็นหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ความน่าจะเป็นก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบ
4. เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ความน่าจะเป็นหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดการจัดกิจกรรมการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบเพื่อนำมาพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ดังแสดงภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

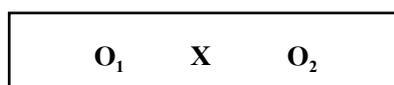
ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ของโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี 4 ห้องเรียน โดยนักเรียนแต่ละห้องคะแนนความสามารถทางวิชาการ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ของโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี 1 ห้องเรียน จำนวน 31 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

ประกอบด้วย แผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบ จำนวน 6 แผน แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ โดยมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.86 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40–0.75 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20–0.28 และ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ โดยมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.72 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2–0.8 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.2–0.57

วิธีรวบรวมข้อมูล

จากการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการทดลองแบบศึกษากลุ่มเดียว วัดก่อนและหลังการทดลอง (One-group pretest-posttest design) ซึ่งศึกษาเพียงกลุ่มเดียวไม่มีกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มทดลองมาเปรียบเทียบกับกันใช้การวัดซ้ำโดยมีการทดสอบก่อนและทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีแบบแผนการทดลองดังนี้ (ผ่องพรรณ ตรียมงคลและคณะ, 2541, หน้า 37)



สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

X แทน กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบ

O₁ แทน การทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบ

O₂ แทน การทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบ

ในการวิจัยครั้งนี้มีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มาจำนวน 1 ห้องเรียน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)
2. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน
3. ดำเนินการสอนและทำข้อสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง เนื้อหาที่ใช้ในการสอน คือ ความน่าจะเป็น ใช้เวลาสอนทั้งหมด 12 ชั่วโมง
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ชั่วโมง และแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ชั่วโมง
5. นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติต่อไป

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. วิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ของแผนการจัดการเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากผู้ทรงคุณวุฒิโดยพิจารณาหาค่าความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC)
2. วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (K) ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (อัตนัย) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient) ของครอนบัก
4. วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน
5. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังจากการได้รับการจัดการเรียนรู้อบรมแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบ คำนวณจากสูตร t-test for dependence
6. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากการได้รับการจัดการเรียนรู้อบรมแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 คำนวณจากสูตร t-test for one sample

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่องผลการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลการวิจัย ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

p	แทน	ค่านัยสำคัญทางสถิติ
n	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
μ_0	แทน	คะแนนมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม)
S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	การทดสอบที่
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
df	แทน	ค่าองศาอิสระ (degree of freedom)

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ความน่าจะเป็น ก่อนและหลังได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้อบรมแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบ ดังตาราง 1 ดังนี้

ตาราง 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ความน่าจะเป็นก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	<i>df</i>	คะแนนเต็ม	\bar{X}	<i>S</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
ก่อนเรียน	31	30	20	11.00	2.03	9.96*	0.0000
หลังเรียน	31	30	20	15.19	2.18		

* $p < .05$

จากตาราง 1 พบว่า ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบนักเรียน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เท่ากับ 11.000 และ 15.19 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.03 และ 2.18 ตามลำดับ และเมื่อทดสอบสมมติฐานจากการทดสอบที (t-test) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ความน่าจะเป็นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังตาราง 2 ดังนี้

ตาราง 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	<i>df</i>	คะแนนเต็ม	μ_0	\bar{X} (75.97%)	<i>S</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
หลังเรียน	31	30	20	14	15.19	2.18	3.05*	0.0025

* $p < .05$

จากตาราง 2 พบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบนักเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เท่ากับ 15.19 คิดเป็นร้อยละ 75.97 ของคะแนนเต็มของข้อสอบและมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.18 และเมื่อทดสอบสมมติฐานจากการทดสอบที (t-test) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ความน่าจะเป็นก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบ ดังตาราง 3 ดังนี้

ตาราง 3 การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ความน่าจะเป็น ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	<i>df</i>	คะแนนเต็ม	\bar{X}	<i>S</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	31	30	56	21.81	8.05	17.11*	0.0000
หลังเรียน	31	30	56	43.55	8.68		

* $p < .05$

จากตาราง 3 พบว่า ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบนักเรียน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 21.81 และ 43.55 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 8.05 และ 8.68 ตามลำดับ และเมื่อทดสอบสมมติฐานจากการทดสอบที (t - test) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ความน่าจะเป็นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตาราง 4 การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ กับเกณฑ์ ร้อยละ 70

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	<i>df</i>	คะแนนเต็ม	μ_0	\bar{X} (77.77%)	<i>S</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
หลังเรียน	31	30	56	39.2	43.55	8.68	2.79*	0.0045

* $p < .05$

จากตาราง 4 พบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบนักเรียน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 43.55 คิดเป็นร้อยละ 77.77 ของคะแนนเต็มของข้อสอบและมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.68 และเมื่อทดสอบสมมติฐานจากการทดสอบที (t-test) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

1. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ความน่าจะเป็น สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และสูงกว่าการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจาก

กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด เป็นการจัดการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานการคิดของผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนพัฒนาความเข้าใจด้วยตัวเอง โดยผู้สอนใช้การสังเกต การถาม และฟังอภิปรายของผู้เรียน ซึ่งการสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวของนักเรียนเองซึ่งสอดคล้องกับ Carpenter, et al. (2000, p. 1) ที่กล่าวว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง มุ่งเน้นประสิทธิภาพในการพัฒนาองค์ความรู้ของผู้เรียน และเวซฤทธิ อังกะษัตริชกร (2553) ที่กล่าวว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดนั้นตั้งอยู่บนพื้นฐานปรัชญาที่ว่า ความรู้และความเชื่อของครูที่เกิดจากการทำความเข้าใจการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน แล้วนำมาพิจารณาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลการคิดของนักเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ของกระบวนการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองนั้นส่งผลให้องค์ความรู้ที่อยู่นอกทฤษฎี ส่งผลให้คะแนนทดสอบของนักเรียนเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอนส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน ซึ่ง กู๊ด (Good, 1973, p. 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การพัฒนาทักษะในการเรียนซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่ ครูเป็นผู้กำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนน สอดคล้องกับคำกล่าวของ หทัยกาญจน์ อินบุญมา (2547, หน้า 33) ที่กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยอาจจะพิจารณาจากคะแนน สอบที่กำหนดให้ ดังนั้นการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีประสิทธิภาพและสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

รวมไปถึงเทคนิคคู่ตรวจสอบเป็นเทคนิคที่ใช้กระบวนการเรียนเป็นกลุ่มในการเรียน โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น กลุ่มละ 4 คน กระจายความสามารถ โดยแต่ละกลุ่มแบ่งเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 2 คน สมาชิกในกลุ่ม แบ่งกันทำหน้าที่ โดยผู้เรียนคนหนึ่งจะเป็นคนแก้ไขโจทย์ ตอบปัญหา และอีกคนหนึ่งทำหน้าที่เสนอแนะวิธีการแก้ปัญหา สลับหน้าที่กันจนครบทุกข้อ

จากการจัดกลุ่มให้นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการคิดและแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ในเทคนิคดังกล่าวนี้ จะทำให้นักเรียนสามารถแก้สถานการณ์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ชัยศักดิ์ สีลาจรัสกุล (2543, หน้า 258) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่มจะก่อให้เกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างสูงสุด เพราะการศึกษาโดยใช้กิจกรรมกลุ่มจะเป็นการศึกษาจากประสบการณ์จริง ตลอดจนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับคนอื่นจะทำให้การเรียนรู้ต่าง ๆ เต็มไปด้วยความสนุกสนาน เป็นผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างซาบซึ้งและจดจำได้นาน ตลอดจนสามารถฝึกนิสัยให้สามารถเข้าสังคมและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ เพรสคอตต์ (Precott, 1961, pp. 14-16) กล่าวไว้ว่าองค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียนมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสอดคล้องกับ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2542, หน้า 9) ที่กล่าวว่านักเรียนจะเกิดการเรียนรู้จากกลุ่ม เพื่อนและคนรอบด้าน

เมื่อมีการช่วยเหลือเอื้ออาทร ร่วมมือร่วมใจ และมีความสุขในการเรียนเมื่อมี สภาพแวดล้อมทางการเรียนที่ไม่ก่อนให้เกิดความเครียด ความตื่นเต้น ความคาดหวังและการเอาชนะ

2. นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้การจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิค คู่ตรวจสอบของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ความน่าจะเป็นสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องมาจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิค คู่ตรวจสอบที่ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นเสนอปัญหา ขั้นลงมือร่วมกันแก้ปัญหา ขั้นนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา และขั้นร่วมกันสรุป

จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า การสอนแบบแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ขั้นตอนแรก ที่นำเสนอปัญหาตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยต้องสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนเป็นสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ จนขั้นตอนสุดท้ายผู้เรียนร่วมกันสรุปความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการแก้ปัญหาและวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเมื่อพิจารณาในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบ พบว่า นักเรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอปัญหาและแบ่งกลุ่ม ผู้วิจัยนำเสนอปัญหาตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยต้องสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนและเป็นปัญหาที่นำไปสู่การสรุปความรู้ในคาบเรียนแต่ละคาบเรียนนั้น ๆ และผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มละความสามารถเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แลกเปลี่ยนความรู้กัน

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือร่วมกันแก้ปัญหา ผู้วิจัย พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มให้ความร่วมมือในการเรียนการสอนรวมไปถึงนักเรียนแต่ละกลุ่มให้ความร่วมมือในการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้น ทำให้การแก้ปัญหาในโจทย์ปัญหาประสบความสำเร็จมากขึ้นในแต่ละคาบเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของอดัมและแฮมม (Adam & Hamm, 1990, p. 33) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มจะส่งผลให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหามากกว่าการที่นักเรียน แก้ปัญหาเพียงลำพัง

ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา ผู้วิจัย พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนในช่วงแรก นักเรียนไม่สามารถนำเสนอการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงต้องคอยชี้แนะให้นักเรียนจนนักเรียนสามารถนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องซึ่งสอดคล้องกับ Eggen & Kauchak (2006, pp. 27-29) ที่กล่าวว่าครูมีหน้าที่ ส่งเสริม สนับสนุนและ ให้ความช่วยเหลือชี้แนะ การเรียนรู้ให้จน ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นร่วมกันสรุป ผู้วิจัยได้มอบหมายงานที่เป็นใบงานที่ประกอบไปด้วยปัญหาที่สอดคล้องกับปัญหาที่ได้นำเสนอไปในต้นคาบแต่มีความซับซ้อนขึ้นเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้นำไปประยุกต์ใช้กับโจทย์ที่มีความซับซ้อนมากขึ้นได้ จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการสอนแบบแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบเป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ผ่านโจทย์ปัญหา หรือใบกิจกรรมที่ประกอบไปด้วยโจทย์ปัญหาและขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา 4 ขั้น คือ การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบ โดยครูมีหน้าที่เพียงให้คำชี้แนะ และอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอนเท่านั้นซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 1.1 ควรมีการศึกษาการทบทวนจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น
- 1.2 ควรมีการศึกษาการวิจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบร่วมกับทักษะทางคณิตศาสตร์ในทักษะอื่น ๆ
- 1.3 ควรมีการศึกษาการวิจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบนำไปใช้กับวิชาอื่น

2. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ในขั้นตอนต่าง ๆ ในการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคคู่ตรวจสอบ ดังต่อไปนี้

- ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเสนอปัญหา ครูควรยกโจทย์ปัญหาที่มีความน่าสนใจ พร้อมทั้งเอกสารประกอบการเรียนที่น่าสนใจดึงดูด ความสนใจของผู้เรียน

- ขั้นตอนที่ 2 ขั้นลงมือร่วมกันแก้ปัญหา ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แปลกใหม่ ในทุกคาบเรียน ไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย อาทิเช่น สร้างเกมการแข่งขันให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถาม และครูควรหาสิ่งจูงใจ ให้นักเรียนปฏิบัติหน้าที่ในการร่วมกิจกรรมในเทคนิคคู่ตรวจสอบอย่างเต็มที่ไม่ว่าเพียงแต่นักเรียนคนใดคนหนึ่ง ทำหน้าที่ทั้งหมดเพียงคนเดียว

- ขั้นตอนที่ 3 ชื่อนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา ครูควรชี้แนะและให้คำแนะนำที่ให้นักเรียนสามารถ มีกระบวนการคิดและทักษะในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นตอน อีกทั้งครูควรจัดทำสื่อการเรียนการสอน ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในคาบเรียนนั้น ๆ เพื่อเพิ่มโอกาสให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา นั้น ๆ และเพิ่มประสิทธิภาพในการนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนมากยิ่งขึ้น

- ขั้นตอนที่ 4 ขั้นร่วมกันสรุป ครูควรใช้สิ่งเสริมแรงหรือสิ่งจูงใจ ให้นักเรียนสนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และให้ความสนใจรวมไปถึงความร่วมมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อาทิ เช่น การเขียนตอบในใบกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และครูควรจัดสรรเวลาให้เหมาะสมกับแต่ละกิจกรรม บางกิจกรรมควรมอบหมายเป็นการบ้านหรืองานนอกเวลาเรียน

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *แนวทางการบริหารจัดการหลักสูตรตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2543). *เอกสารคำสอนรายวิชาหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์โรงเรียนมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทิตนา แคมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นพเก้า ณ พัทลุง. (2550). *การพัฒนาหลักสูตร: หลักการและแนวปฏิบัติ*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). พัทลุง: พิมพ์ลักษณ์.
- ปสาสน์ กงตาล. (2535). การร่วมมือกันเรียนรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 15(1-2), 19.
- ผ่องพรรณ ตรียมงคล และคณะ. (2541). *การออกแบบการวิจัย*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิทยากร เชียงกุล. (2562). *สภาวะการศึกษาไทย ปี 61-62 ย้ายอยู่กับที่*. เข้าถึงได้จาก <https://www.dailynews.co.th/education/724398?fbclid=IwAR3CjyKixlebbQ2xKUXtXF6gVY6BoUwyFLzKd3-WXjs-8sXXiAJElnTNLZY>. 3 พฤศจิกายน 2562.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2542). *พลังเรียนรู้ในกระบวนการที่คนใหม่*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เวชฤทธิ์ อังกนภภัทรขจร. (2553). การสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction : CGI) รูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์/Journal of Education*, 21(1), 1-5.
- สมบัติ การจนารักพงศ์. (2549). *เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5 E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง*. กรุงเทพฯ: 21 เซ็นจูรี.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษา. (2560). *รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 6) ปีการศึกษา 2560*. เข้าถึงได้จาก <http://niets.or.th>. 15 กุมภาพันธ์ 2561.
- สถาบันส่งเสริมและพัฒนาก่อนอ่านและเขียนแห่งประเทศไทย. (2547). *๒๙ เทคนิคการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่หลากหลาย : การเรียนรู้แบบร่วมมือ*. กรุงเทพฯ: ธารอักษร.
- สถาบันส่งเสริมสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- หทัยกานต์ อินบุญมา. (2547). *ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความรู้ลึกเชิงจำนวนเรื่องการประมาณค่า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Adams, D.M. & Hamm, M.E. (1990). *Cooperative Learning : Critical Thinking and Collaboration across the Curriculum*. Illinois: Charles C. Thomas.
- Aktivitas, M., & Belajar, D. A. N. P. (2010). *Cooperative Learning Type Pair Checks to Improve Activity, Creatively, and Learning Achievement of Class 11 Students*. Available from <http://eprints.umm.ac.id/5328/>. April 13th, 2018.
- Belajar, H., Siswa, M., VIII, K., Wicaksono, W. B., & Veronica, R. B. (2017). The Effectiveness of Cooperative Learning Model of Pair Checks Type on Motivati/on and Mathematics Learning Outcomes of 8th Grade Junior High School Students. *Journal of Mathematics Education*, 6(2), 198-204.

- Brucker, Leo T and Forester E. Grossnickle. (1974). *How to make Arithmetic Meaningful*. Philadelphia: John C.Winston.
- Carpenter, T.P. et al. (1989). Using Knowledge of Children's Mathematics Thinking in Classroom Teaching: An Experimental Study. *American Educational Research Journal*, 26(4), 499-531.
- Carpenter & Peterson, Carey, D. (1989). *Teachers' decision making and cognitively guided instruction: A new paradigm for curriculum development*. In *facilitating change in mathematics education*. Australia: Deakin University Press.
- Carpenter, T.P., et al. (2000). *Cognitively guided instruction: A research-based teacher professional development program for elementary school mathematics*. National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science.
- Eggen, P.D., Kauchak, D. P. (2006). *Strategies and Models for Teachers Teaching Content and Thinking Skills*. (5th ed.). Boston: Pearson Education.
- Eggen, P., & Kauchak, D. (2012). *Strategies and Models for Teachers: Teaching Content and Thinking Skills*. (6th ed.). Boston: Pearson.
- Franke, M. L.; & Weishaupt. L. (1998). *Using Children's Thinking to Teach Mathematics*. Available from <http://www.gseis.ucla.edu/research/uesc.html>. December 24th, 2012.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education*. New York: McGraw-Hill book Company.
- Kagan, S. and Kagan, M. (1998). *Multiple intelligences*. California: Kagan Cooperative Learning.
- Kilpatrick, Jeremy; et al. (2001). *Adding it up: helping children learn mathematics*. Washington D.C.: National Academic Press.
- Michels, Manzi and Mele. (2006). *Science Science Cooperative learning and Science High School Activities*. Australian: Alison Stone, Hawker Brownlow Education.
- Prescott, B. A. (1961). *Report of Conference on Child Student*. Bangkok: Faculty of Education, Chulalongkorn University.