

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*

นวพันธ์ เถาะรอด¹ เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร² อาพันธ์ชนิต เอนจิต³

(วันที่รับบทความ: 24 มีนาคม 2563; วันที่แก้ไขบทความ: 24 เมษายน 2563; วันที่ตอบรับบทความ: 1 พฤษภาคม 2563)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ
ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS กับเกณฑ์ร้อยละ 70
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561
โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี จำนวน 50 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่ม
ตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการ
แก้ปัญหาแบบ SSCS จำนวน 6 แผน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารด้านการ
เขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .877 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และการทดสอบที แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา
เป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้
โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน, รูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS, ความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์

* บทความวิจัยหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2562

¹ นักศึกษาหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, Email: navapan.tho@gmail.com

² รองศาสตราจารย์, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

³ อาจารย์, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา



The Effects of Problem-Based Learning Management with SSCS Problem Solving Model on Mathematical Problem Solving and Written Communication Abilities on Mathayomsuksa 6 Students*

Navapan Thorod¹ Vetcharit Angganapattarakajorn² Apunchanit Jenjit³

(Received: March 24, 2020; Revised: April 24, 2020; Accepted: May 1, 2020)

Abstract

The purposes of this research were to compare the mathematical problem solving ability and written communication ability of the mathayomsuksa 6 students after using problem-based learning management with SSCS problem solving model with 70 percent criterion. The subjects of this study were 50 students in mathayomsuksa 6 in first semester of the 2018 academic year at Banbung Uttasahakamnukhro School. They were randomly selected by using cluster random sampling. The instruments were; 6 lesson plans and mathematical problem solving and written communication abilities test with reliability of .877. The data were analyzed by mean, standard deviation and t-test for one sample.

The finding were as follows:

1. The mathematical problem solving ability of the sample group after obtaining problem-based learning management with SSCS problem solving model was higher 70 percent criterion at .05 level of statistical significance.
2. The written communication ability of the sample group after obtaining problem-based learning management with SSCS problem solving model was higher 70 percent criterion at .05 level of statistical significance.

Keywords: Problem-Based Learning Management, SSCS Problem Solving Model, Mathematical Problem Solving Ability, Written Communication Ability

* Research Article from Thesis for the Master of Education Degree, Mathematics Teaching Program, Burapha University, 2019

¹ Student in Master of Education Degree, Mathematics Teaching, Faculty of Education, Burapha University, Email: navapan.tho@gmail.com

² Associate Professor, Faculty of Education, Burapha University

³ Lecturer, Faculty of Education, Burapha University

ความสำคัญและปัญหาการวิจัย

ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญของศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้เด็กนักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย ไม่ย่อท้อและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำคิดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ข: 162) และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยการปฏิบัติเพื่อนำไปสู่โอกาสที่หลากหลายในการแสดงแนวคิดของนักเรียนผ่านการใช้วาจาหรือการเขียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ก: 17) โดยเฉพาะการสื่อสารด้วยการเขียนเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากการเขียนให้ผู้ผู้อ่านนั้น นักเรียนจะต้องจัดระบบความคิด และเรียบเรียงซึ่งต้องใช้ความระมัดระวังมากกว่าการพูด จึงต้องมีการทบทวน ไตร่ตรอง ให้แน่ใจว่าความหมายของสิ่งที่กำลังอธิบายนั้นชัดเจนและตรงตามที่ตนเองต้องการบอกให้ผู้อื่นทราบ (อัมพร ม้าคนอง, 2554: 59)

แต่อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะด้านความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเขียนทางคณิตศาสตร์ ดังเห็นได้จากผลการประเมินของโครงการ TIMSS 2015 (Trend in International Mathematics and Science Study 2015) พบว่า นักเรียนไทยทำข้อสอบแบบเลือกตอบได้มากกว่าแบบเขียนตอบ และไม่สามารถเขียนคำอธิบายที่ต้องแสดงเหตุผลประกอบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558ก: 9) นอกจากนี้ผลการประเมินของโครงการ PISA (Programme for International Student Assessment) พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยเท่ากับ 415 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD และนักเรียนไทยประมาณครึ่งหนึ่งรู้คณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่สามารถตีความ แปลความ และรู้สถานการณ์ในบริบทที่ไม่ซับซ้อนที่ต้องการตัวอ้างอิงไม่เกินสองตัว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558ข: 14) และผลการทดสอบ O-NET ในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2557 ถึงปีการศึกษา 2560 ของโรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” จังหวัดชลบุรี ได้คะแนนเฉลี่ย 24.78, 24.90, 23.49 และ 23.33 คะแนน ตามลำดับ โดยคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และเมื่อพิจารณามาตรฐาน ค 5.2 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่บรรจุเนื้อหา เรื่อง ความน่าจะเป็น พบว่า ได้คะแนนเฉลี่ย 13.52, 25.47, 21.20 และ 20.43 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม

จากข้อมูลข้างต้นอาจมีสาเหตุที่สำคัญคือ นักเรียนขาดความเข้าใจกระบวนการหรือวิธีการแก้โจทย์ปัญหา รวมทั้งเขียนอธิบายไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย และวิธีจัดการเรียนการสอนของครูคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ มุ่งเน้นที่การสอนเนื้อหาและทักษะการคิดคำนวณ โดยการบอกวิธีทำและมุ่งให้นักเรียนทำตามตัวอย่างรวมทั้งไม่เน้นเรื่องการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มากนัก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี, 2555ก: 73) ดังนั้น บทบาทการสอนของครูควรเป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเองเป็นหลัก โดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และคิดวิเคราะห์

วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงโดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นหรือเป็นบริบทให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้คิด วิเคราะห์ และแสวงหาองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง (เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร, 2555: 92) ซึ่งทำให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น ต้องการแก้ปัญหาที่นั้น ๆ เกิดกระบวนการคิด แสวงหาข้อมูล อภิปราย และตัดสินใจแก้ปัญหา และกระบวนการดังกล่าวจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และพัฒนาทักษะที่จะเป็นประโยชน์ต่อสถานการณ์ในชีวิตจริง (อัมพร ม้าคนอง, 2554: 74) แต่ในการแก้ปัญหานักเรียนอาจไม่ได้คำนึงถึงกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ทำให้ไม่สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ดังนั้นรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS จะมุ่งให้นักเรียนต้องนำวิธีการแก้ปัญหามาเขียนเรียบเรียงเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้โดยง่าย รวมทั้งฝึกนักเรียนให้แก้ปัญหามาเป็นรายบุคคล (Pizzini, Shepardson, & Abell, 1989: 528-529)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสนใจที่จะจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

2. ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดหลักการทฤษฎีที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย โดยศึกษาแนวคิดหลักการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Barrett and Moore, 2011: 14; ยุธวัฒน์ คล้ายมงคล, 2545: 118-123; สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้, 2550: 7-8; เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร, 2555: 92-93) และรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS (Pizzini, Shepardson, & Abell, 1989: 528) และพัฒนาจนได้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นเสนอและค้นหาปัญหา 2) ขั้นรวบรวมข้อมูล 3) ขั้นลงมือแก้ปัญหา และ 4) ขั้นนำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิด แสดงกรอบแนวคิดของการวิจัย ดังภาพที่ 1

กรอบแนวคิดของการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ใช้วิธีการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลการทดลองครั้งเดียว (One-Shot Case Study Design)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี จำนวน 5 ห้องเรียน โดยโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบกละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี จำนวน 50 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค33101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” เรื่อง ความน่าจะเป็น

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS

ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2) ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โดยใช้เวลาในการดำเนินการวิจัยจำนวน 14 คาบ คาบละ 50 นาที โดยจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 คาบ และทดสอบหลังเรียนวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น จำนวน 2 คาบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 6 แผน ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.72 คะแนน อยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49

2. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ ซึ่งมีความยากง่ายตั้งแต่ 0.33-0.57 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23-0.79 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.877

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างรับทราบถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS เรื่อง ความน่าจะเป็น เพื่อให้ นักเรียนปฏิบัติ ได้อย่างถูกต้อง

2. ดำเนินการทดลองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS ที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 12 คาบ

3. เมื่อดำเนินการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยใช้เวลา 2 คาบ

4. ตรวจสอบให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ นำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ เพื่อตรวจสอบ สมมติฐาน โดยใช้เกณฑ์ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. การทำความเข้าใจปัญหา	2	- ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องทั้งหมด
	1	- ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้หรือสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง รวมทั้งระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้หรือสิ่งที่โจทย์ถามเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งได้ถูกต้อง หรือ ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องบางส่วน
	0	- ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีร่องรอยใดๆ ปรากฏ
2. การวางแผนการแก้ปัญหา	2	- กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	- กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	- กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีร่องรอยใดๆ ปรากฏ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
3. ดำเนินการตามแผนที่วางไว้	2	- ดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางไว้ได้ถูกต้อง
	1	- ดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางไว้ได้ถูกต้องบางส่วน
	0	- ไม่ดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางไว้/ไม่แสดงวิธีทำ
4. การสรุปคำตอบ	1	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง และครบถ้วน
	0	- สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่ครบถ้วน หรือ ไม่มีการสรุปคำตอบ

ตารางที่ 2 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3	ใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อเขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และเป็นลำดับขั้นตอนทั้งหมด
2	ใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อเขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องทั้งหมด แต่เป็นลำดับขั้นตอนเพียงบางส่วน
1	ใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อเขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน และเป็นลำดับขั้นตอนเพียงบางส่วน หรือ ใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อเขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องทั้งหมด แต่ไม่เป็นลำดับขั้นตอน
0	ใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อเขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง และไม่เป็นลำดับขั้นตอนหรือไม่ปรากฏร่องรอยในการใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อเขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS เรื่อง ความน่าจะเป็น กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test for one sample

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติแบบ t-test for one sample แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ความน่าจะเป็น กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	<i>n</i>	<i>k</i>	μ_0	$\bar{X}$	<i>S</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>Sig.</i>
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	50	49	34.3	42.34	4.26	49	13.35*	.00

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{(0.5,49)} = 1.6766$)

จากตารางที่ 3 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความน่าจะเป็น กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติแบบ t-test for one sample แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ความน่าจะเป็น กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	<i>n</i>	<i>k</i>	μ_0	$\bar{X}$	<i>S</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>Sig.</i>
ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์	50	21	14.70	15.86	3.35	49	2.448	.009

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{(0.5,49)} = 1.6766$)

จากตารางที่ 4 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

อภิปรายผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนนั้นช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ ขั้นที่ 1 เสนอและค้นหาปัญหาสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาได้ เนื่องจากในขั้นนี้นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหา (Search: S) เป็นรายบุคคล โดยพิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้

และโจทย์ต้องการถามอะไร ซึ่งสอดคล้องกับ ศศิธร แม้นสงวน (2556: 171-172) ที่กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ครูอาจจะทำได้โดยให้ผู้เรียนฝึกการวิเคราะห์ และทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งผู้เรียนจะต้องมีทักษะการแปลความหมายทางภาษา การอ่านโจทย์ปัญหา เพราะถ้าผู้เรียนอ่านแล้วแปลความหมายไม่ได้ ก็จะไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ ผู้เรียนควรจะต้องแยกแยะสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นวางแผนการแก้ปัญหาได้ เนื่องจากขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาโดยผู้วิจัยคอยชี้แนะและส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับข้อมูลที่พบในสถานการณ์ปัญหา และร่วมกันเสนอความคิดและอภิปรายภายในกลุ่ม โดยการปฏิบัติกิจกรรมในขั้นนี้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้สำหรับวางแผนในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีกิจกรรมการเรียนรู้ทางสังคม ของวิกอตสกี (Vygotsky, 1962 cited in Krulik, Rudnick and Milou, 2003: 6) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนปฏิบัติงานร่วมกัน และสร้างความรู้จากความรู้เดิมของตน ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ปัญหาที่ยากได้ดี รวมทั้งการใช้คำถามที่ดีของครูจะส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น ขั้นที่ 3 ลงมือแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนลงมือแก้ปัญหา (Solve: S) ตามแนวทางที่กำหนดไว้เป็นรายบุคคล ซึ่งนักเรียนจะต้องอาศัยข้อมูลที่ได้รวบรวมมาจากขั้นที่ 2 เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยผู้สอนคอยชี้แนะให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่ที่ค้นพบในปัญหากับข้อมูลเดิมหรือความรู้เดิมที่มี โดยใช้คำถามกระตุ้น เช่น ข้อมูลเพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ ต้องค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมบ้าง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาของ Sternberg (1985: 41-78) ที่กล่าวว่า ผู้แก้ปัญหาจะต้องพยายามเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีอยู่ และข้อมูลใหม่ที่ได้รับมา นำมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยการบูรณาการข้อมูลเดิมและข้อมูลใหม่เข้าด้วยกัน และจัดองค์ประกอบใหม่ให้สอดคล้องกับสภาพการณ์ของปัญหานั้น ๆ หลังจากที่นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนสร้างคำตอบ(Create: C) โดยลงมือปฏิบัติร่วมกันระหว่างนักเรียนภายในกลุ่มด้วยการนำผลที่ได้มาเรียบเรียงเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อนำไปสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ รวมถึงพิจารณาความถูกต้องของคำตอบ ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก: 180-184) ที่เสนอว่า ครูควรใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือหรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย ได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่กระทำร่วมกัน ตลอดจนได้เรียนรู้ที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ขั้นที่ 4 นำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เป็นขั้นที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาพร้อมคำตอบ หน้าชั้นเรียน โดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนซึ่งสอดคล้องกับแนวทางพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของเวชฤทธิ์ อังคนะภักทรจจร (2554: 24) ที่กล่าวว่า ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนอย่างอิสระ รวมทั้งยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน ไม่ว่าจะถูกหรือผิด จากข้างต้นจะเห็นได้ว่า การ

จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS นั้น สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างชัดเจน ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริประภา กิจอักษร (2551) ที่พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS มีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น โดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาด้านการเขียนภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ อย่างเป็นลำดับขั้นตอน ในขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล และขั้นที่ 3 ลงมือแก้ปัญหา พบว่า ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล นักเรียนได้รับการพัฒนาด้านการเขียนด้วยการฝึกเขียนการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยการเสนอความคิดและอภิปรายความรู้แนวทางการแก้ปัญหากับเพื่อนภายในกลุ่มและเขียนแนวทางการแก้ปัญหาจากการอภิปรายลงในใบกิจกรรมโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และวางแผนแก้ปัญหอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับอัมพร ม้าคอง (2554: 102-103) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนสื่อสารโดยการเขียนเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากการเขียนให้ผู้อื่นอ่านนักเรียนจะต้องใช้ความระมัดระวังมากกว่าการพูดจึงต้องมีการทบทวนไตร่ตรอง ให้แน่ใจว่าความหมายของ สิ่งที่กำลังอธิบายนั้นชัดเจนและตรงตามที่ตนเองต้องการสอดคล้องกับมัมมี และเชพเพิร์ด(Mumme; & Shepherd, 1993: 7-9) ที่กล่าวว่า การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของผู้เรียนสามารถพัฒนาภาษาคณิตศาสตร์และความเข้าใจในกฎและนิยามมากขึ้น และขั้นที่ 3 ลงมือแก้ปัญหา นักเรียนได้รับการพัฒนาการเขียนด้วยการนำแนวทางการแก้ปัญหที่ตนเองกำหนดไว้ มาดำเนินการแก้ปัญหา เป็นรายบุคคล และนำผลที่แต่ละคนได้มาร่วมกันเขียนเรียบเรียงเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อง่ายต่อการสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ จึงทำให้นักเรียนได้คิดไตร่ตรองถึงความถูกต้องของการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา จากข้างต้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS นั้น สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของสันนิสา สมัยอยู่ (2554: 132) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียนของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล จากนั้นนำวิธีการแก้ปัญหาที่ได้ไปเรียบเรียงเป็นขั้นตอนของกลุ่ม ซึ่งนักเรียนใช้เวลาส่วนใหญ่ในการลงมือแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล ดังนั้นผู้สอนควรกำหนดกรอบเวลาสำหรับการลงมือแก้ปัญหารายบุคคลและกลุ่มให้ชัดเจน เพื่อจะมีเวลาที่เพียงพอสำหรับขั้นตอนต่อไปของการจัดการเรียนรู้

2. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้เขียนสะท้อนความคิดของตนเอง เนื่องจากเนื้อหาบางเรื่องเป็นเรื่องใหม่ ในช่วงแรกครูอาจให้นักเรียนได้พูดแสดงแนวคิดกระบวนการแก้ปัญหาให้ครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียนฟัง จากนั้นให้เขียนคำพูดของตนเองลงในกระดาษ แล้วให้นักเรียนเรียบเรียงให้เป็นภาษาเขียน เมื่อนักเรียนฝึกเขียนสะท้อนความคิดของตนเอง 2-3 ครั้ง จากนั้นในการแก้ปัญหาครั้งต่อไป นักเรียนจะสามารถเขียนสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหได้ด้วยตนเองได้ ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS กับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และระดับชั้นอื่น ๆ

2. ควรทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง และมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

ชูศรี วงศ์รัตน์. (2553). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. นนทบุรี: ไทเนรมิตกิจอินเตอร์โพรเกรสซิฟ.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2538). การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ:

โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ยุรวัดน์ คล้ายมงคล. (2545). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวทางการใช้

ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต

(สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สุริยวิสาส์น.
- เวชฤทธิ์ อังณะภัทรขจร. (2554). *เอกสารคำสอนวิชา 410541 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*.
ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- _____. (2555). *ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตรการสอนและวิจัย*. กรุงเทพฯ:
จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์รามคำแหง.
- ศิริประภา กิจอักษร. (2551). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ความสามารถใน
การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ระหว่างรูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบปกติ*. วิทยานิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิต (สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- สันนิสา สมัยอยู่. (2554). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและ
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการ
เชิงเส้นตัวแปรเดียว*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (สาขาวิชาการศึกษา).
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ก). *ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ*. กรุงเทพฯ:
3-คิว มีเดีย.
- _____. (2555ข). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- _____. (2558ก). *สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2558ข). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี.
- สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้. (2550). *การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Barrett, T., & Moore, S. (2011). *New Approaches to Problem-based Learning: Revitalising Your
Practice in Higher Education*. New York: Routledge.
- Chin, C. (1997). *Promoting higher cognitive learning in science through a problem-solving approach*.
National Institute of Education (Singapore), 1(5), 9-10.



- Krulik, S., Rudnick, J., & Milou, E. (2003). *Teaching Mathematic In the Middle School*. USA: Pearson
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). 2009. *Focus in High School Mathematics: Reasoning and Sense Making*. Reston: VA Author.
- Lappan, G., and Schram, P. W. (1989). *Communication and reasoning: Critical dimensions of sense making In mathematics*. In *New directions for elementary school mathematics* (pp. 14-30). Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Mumme, J., & Shepherd, N. (1993). *Communication in mathematics*. In *Implementing the K-8 curriculum and evaluation standard*. Virginia: NCTM.
- Pizzini, Edward L.; & Shepardson; Abell, Sandra K. (1989). *A Rationale for and the Development of a Problem Solving Model of Instruction in Science Education*. Science Education.
- Sternberg, R.J. (1985). *Beyond IQ: A Triarchic Theory of Human Intelligence*. New York: Cambridge University Press.
