



ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์ที่มีต่อความรู้และความสามารถในการให้เหตุผล  
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3

EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES USING STEIN'S MODEL ON  
MATHEMATICAL KNOWLEDGE AND REASONING ABILITY OF NINTH GRADE STUDENTS

นางสาวทรงสมน วินัยโกศล \*

Thassamon Winaikosol

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพโรจน์ น่วมนุ่ \*\*

Asst. Prof. Pairot Noumnom, Ed.D.

**บทคัดย่อ**

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ตามโมเดลของสไตน์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 2) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์ และ 3) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 28 จำนวน 46 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์มีความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยทำให้ทราบว่า ครูควรเน้นให้นักเรียนได้อภิปรายอย่างอิสระ แต่ต้องคอยควบคุมและกำหนดทิศทาง การอภิปรายของนักเรียน ให้คำแนะนำและกระตุ้นให้นักเรียนกล้าพูด แสดงความคิดเห็นและเหตุผลของตนเอง รวมถึงให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและแก้ไขความรู้เดิมของนักเรียนให้ถูกต้อง

\* นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: Thassamonpopoye@gmail.com

\*\*อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: Pairoj\_m@yahoo.com

ISSN 1905-4491

## Abstract

The purposes of this research were: 1) to compare the mathematical knowledge of ninth grade students after being taught by organizing mathematics learning activities using STEIN's model with the criteria of 60%; 2) to compare the mathematical reasoning abilities of ninth grade students before and after being taught by organizing mathematics learning activities using STEIN's model; and 3) to compare the mathematical reasoning ability of ninth grade students after being taught by organizing mathematics learning activities using STEIN's model with the criteria of 60%. The subjects were 46 ninth grade students of an extra-large school in muang district, Yasothon province in Secondary Educational Service Area Office 28. The instruments used in the experiment were lesson plans using STEIN's model. The research instrument for data collection were the mathematical knowledge test and mathematical reasoning abilities tests. The data were analyzed by arithmetic mean, standard deviation and t-test.

The results of the study revealed that: 1) the mathematical knowledge of ninth grade students after being taught by organizing mathematics learning activities using STEIN's model was higher than the minimum criteria of 60% at a .05 level of significance; 2) the mathematical reasoning abilities of ninth grade students after being taught by organizing mathematics learning activities using STEIN's model were higher than those of students before being taught by organizing mathematics learning activities using STEIN's model at a .05 level of significance; and 3) the mathematical reasoning abilities of ninth grade students after being taught by organizing mathematics learning activities using STEIN's model were higher than the minimum criteria of 60% at a .05 level of significance.

The results of the research showed that teachers should know how to focus on having students discuss independently. However, teachers must control and direct students' discussions as well as encourage them to speak and to express their opinions and their reasons while investigating the students' prior knowledge and correcting their misunderstandings.

**คำสำคัญ:** กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์/ โมเดลของสไตน์/ ความรู้ทางคณิตศาสตร์/ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

**KEYWORDS:** MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES/ STEIN'S MODEL/ MATHEMATICAL KNOWLEDGE/ MATHEMATICAL REASONING ABILITY

## บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุมีผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากความสำคัญของคณิตศาสตร์ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงได้กำหนดเป้าหมายในการเรียนคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้

ในศตวรรษที่ 21 นั้นคือ ให้ผู้เรียนมีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ (กระทรวงศึกษาธิการ [ศธ], 2560)

อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังเห็นได้จากผลการประเมินต่างๆ เช่น ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (Ordinary National Educational Test : O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยในวิชาคณิตศาสตร์เพียง 26.30 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ [สทศ], 2560) สอดคล้องกับการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ร่วมกับนานาชาติในโครงการ TIMSS 2015 (Trends in International Mathematics and Science Study) พบว่า นักเรียนไทยได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ย 431 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ OECD ที่ 500 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท], 2559) และสอดคล้องกับผลการประเมินการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ในโครงการ PISA 2015 (Programme for International Student Assessment) พบว่านักเรียนทำคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้คะแนนเฉลี่ย 415 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติที่มีคะแนนเฉลี่ย 490 คะแนน (สสวท, 2561)

จากผลการประเมิน O-NET และ TIMSS สะท้อนปัญหาเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ควรได้รับการแก้ไข ซึ่งการจะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดีนั้นจะต้องพัฒนา “ความรู้ทางคณิตศาสตร์” เพราะความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญและจำเป็นต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เห็นได้จากการที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ว่า เมื่อผู้เรียนได้เรียนคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เพียงพอ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อ (ศธ, 2551) นอกจากนี้จากผลการประเมินของ PISA ยังสะท้อนปัญหาว่า นักเรียนขาดทักษะในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งการจะพัฒนาทักษะดังกล่าวจะต้องอาศัยการพัฒนาความสามารถย่อยหลายอย่าง หนึ่งในนั้นคือ “ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์” ซึ่งเป็นมาตรฐานหนึ่งในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่อย่างหลากหลายในการทำความเข้าใจแนวคิด ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด สร้างข้อสรุปหรือข้อสนับสนุนเกี่ยวกับแนวคิด และความสัมพันธ์ของแนวคิดและแก้ปัญหาเกี่ยวกับแนวคิดนั้น (O'Daffer, 1993) เราไม่สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์โดยปราศจากการให้เหตุผล การแสดงเหตุผลที่ดีมีคุณค่ามากกว่าที่นักเรียนหาคำตอบได้ (อัมพร ม้าคนอง, 2546) ดังนั้นการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น เพราะการให้เหตุผลช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถนอกเหนือไปจากการจดจำข้อเท็จจริง กฎ และการดำเนินการ ดังคำกล่าวที่ว่า “คณิตศาสตร์ คือการให้เหตุผล” (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 1989)

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการรับข้อมูลและประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความรู้เชิงโมโนทัศน์ (Conceptual Knowledge) ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันเพื่อใช้อธิบายหรือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความรู้เชิงกระบวนการ (Procedural Knowledge) ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับขั้นตอน

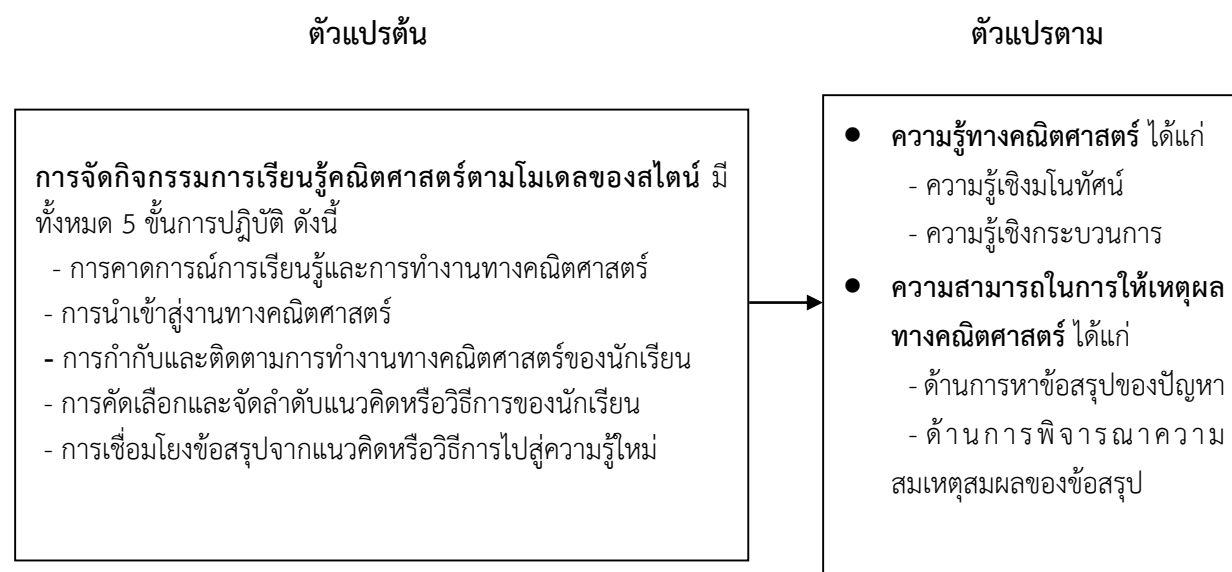
การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยการคำนวณโดยใช้สูตร และการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หรือความสามารถในการใช้กฎ ขั้นตอน การคำนวณหรือการดำเนินการต่างๆ ในการอธิบายหรือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง (อัมพร ม้าคนอง, 2554) นอกจากความรู้ทางคณิตศาสตร์แล้ว ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก็มีความสำคัญ โดยเป็นความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์เพื่อแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาหาข้อสรุปของปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และยืนยันข้อสรุป โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ด้านการหาข้อสรุปของปัญหา ซึ่งเป็นความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์ แสดงแนวคิดเกี่ยวกับการระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาหาข้อสรุปของปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป ซึ่งเป็นความสามารถของนักเรียนในการยืนยันข้อสรุป โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์มาประกอบการอธิบายความสมเหตุสมผลของข้อสรุป ด้วยความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นส่วนหนึ่งของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานของการแก้ปัญหา ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จึงได้ศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ใหม่และนำความรู้ใหม่ไปใช้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา โดยเรียนรู้แบบสืบสอบผ่านกระบวนการสำรวจ อภิปราย และสรุปเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเอง และครูใช้ขั้นตอนการปฏิบัติ 5 ขั้น (5 Practices) ในการวางแผนและดำเนินการให้นักเรียนอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อให้สรุปเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับ 5 ขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้ (Larsson, 2015) **ขั้นการปฏิบัติที่ 1 การคาดการณ์การเรียนรู้และการทำงานทางคณิตศาสตร์ (Anticipating)** ครูออกแบบหรือคัดเลือกงานทางคณิตศาสตร์ระดับสูง คาดการณ์พฤติกรรมการเรียนรู้และการตอบสนองของนักเรียนต่องานทางคณิตศาสตร์ และคาดการณ์วิธีคิดและข้อผิดพลาดของนักเรียนที่จะเกิดขึ้นในการทำงานทางคณิตศาสตร์ **ขั้นการปฏิบัติที่ 2 การนำเข้าสู่งานทางคณิตศาสตร์ (Launching)** ครูนำเสนองานทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่น่าสนใจและท้าทายนักเรียนให้มีส่วนร่วมกับกิจกรรม กระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจเงื่อนไขสำคัญต่างๆ และปัญหาของงานทางคณิตศาสตร์ **ขั้นการปฏิบัติที่ 3 การกำกับและติดตามการทำงานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Monitoring)** นักเรียนใช้ความรู้เดิมในการสำรวจและค้นหาแนวคิดหรือวิธีการเพื่อหาข้อสรุปหรือคำตอบจากงานทางคณิตศาสตร์ที่กำหนด ครูกำกับและติดตามแนวคิดหรือวิธีการ รวมถึงพฤติกรรมเรียนรู้ต่างๆ โดยเน้นใน 3 เรื่อง ได้แก่ (1) ความรู้เดิมทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ถูกต้องหรือไม่ (2) แนวคิดหรือวิธีการที่นำมาใช้เหมาะสมหรือไม่ และ (3) พฤติกรรมเรียนรู้ที่นักเรียนแสดงออก รวมถึงครูจดบันทึกแนวคิดหรือวิธีการต่างๆ ทั้งที่ถูกต้องและมีข้อผิดพลาดของนักเรียนเพื่อนำไปคัดเลือกและกำหนดเป็นประเด็นการอภิปราย **ขั้นการปฏิบัติที่ 4 การคัดเลือกและจัดลำดับแนวคิดหรือวิธีการของนักเรียน (Selecting and Sequencing)** ครูคัดเลือกแนวคิดหรือวิธีการจากที่ได้บันทึกในขั้นการปฏิบัติที่ 3 เพื่อกำหนดเป็นประเด็นการอภิปรายโดยเลือกให้ครอบคลุมแนวคิดหรือวิธีการทั้งที่ถูกต้อง มีข้อผิดพลาด รวมถึงที่หลากหลายซึ่งเพียงพอในการสรุปเป็นความรู้ใหม่ และจัดลำดับการอภิปรายของแนวคิดหรือวิธีการที่คัดเลือกดังกล่าวตามความเหมาะสม และ **ขั้นการปฏิบัติที่ 5 การ**

**เชื่อมโยงข้อสรุปจากแนวคิดหรือวิธีการไปสู่ความรู้ใหม่ (Connecting)** นักเรียนนำเสนอและอธิบายแนวคิดหรือวิธีการของตนเองหรือกลุ่มตามลำดับที่กำหนดไว้ในขั้นการปฏิบัติที่ 4 ที่ละประเด็น นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ แนวคิดหรือวิธีการและเหตุผลเพื่อหาข้อสรุปในแต่ละประเด็น ครูให้นักเรียนพิจารณาเปรียบเทียบแนวคิดหรือวิธีการจากข้อสรุปต่างๆ และเชื่อมโยงไปสู่การสรุปเป็นความรู้ใหม่

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้โมเดลของสไตน์ พบว่ามีหลายงานได้นำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามโมเดลของสไตน์มาใช้ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามโมเดลของสไตน์ ดังนี้ Cartier, Smith, Stein, and Ross (2013) ใช้โมเดลของสไตน์ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า ช่วยส่งเสริมความเข้าใจในบทเรียนของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ทำให้นักเรียนอธิบายเหตุผลได้ดีขึ้น สอดคล้องกับ Danielowski (2016) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการส่งเสริมความรู้สึกเชิงจำนวน (number sense) ผ่านการอภิปรายทางคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลของสไตน์ พบว่า ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น รวมถึงนักเรียนมีความมั่นใจในความสามารถทางคณิตศาสตร์ของตนเองมากขึ้น

### กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

## สมมติฐานการวิจัย

1. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) ที่มีกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว โดยก่อนการทดลองจะมีการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และหลังจากทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์ จะมีการทดสอบหลังการทดลอง ได้แก่ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

### 1. กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 28 (สพม.28) จังหวัดศรีสะเกษและยโสธร กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีลักษณะคะแนนความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 46 คน ของโรงเรียนสหศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 28 (สพม.28) จังหวัดศรีสะเกษและยโสธร กระทรวงศึกษาธิการ

### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

#### 1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1.1 แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.73 ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.30 - 0.75 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.27 - 0.58

1.2 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ซึ่งมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.69 ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.46 - 0.65 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.35 - 0.60

1.3 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ซึ่งมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.64 ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.32 - 0.69 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.26 - 0.51

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ตามโมเดลของสไตน์ โดยผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดให้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้พื้นฐาน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น และความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 19 แผน ระยะเวลา 19 คาบ (คาบละ 50 นาที)

### 3. การดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

#### 1. ขั้นเตรียมการก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์สำหรับกลุ่มตัวอย่าง สร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้ทั้งฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน จัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่มตัวอย่าง ประสานขอความร่วมมือในการกำหนดตารางสอนและขอบเขตเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนกับหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยถึงผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อขอความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัย

#### 2. ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน แล้วนำแบบวัดที่นักเรียนนำมาดำเนินการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนำผลการตรวจให้คะแนนมาวิเคราะห์ข้อมูล จากนั้นดำเนินการสอนนักเรียนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามโมเดลของสไตน์ โดยสอน 3 คาบต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 7 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 19 คาบ หลังจากทีดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบ 19 แผน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียนและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยให้ทำแบบวัดแต่ละฉบับคนละวัน จากนั้นผู้วิจัยนำแบบวัดที่นักเรียนนำมาดำเนินการตรวจให้คะแนน โดยแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ตอบถูกได้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและนำผลการตรวจให้คะแนนนั้นมาวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 1 ดังนี้

ตาราง 1

การหาข้อสรุปของปัญหา

ด้านการหาข้อสรุปของปัญหา	คะแนน
- นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลโดยเขียนแสดงแนวคิดในการระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ถูกต้องครบถ้วน และสร้างข้อสรุปได้ถูกต้อง	2
- นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลโดยเขียนแสดงแนวคิดในการระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ถูกต้องบางส่วน และสร้างข้อสรุปได้ถูกต้อง	1.5
- นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลโดยเขียนแสดงแนวคิดในการระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ถูกต้องครบถ้วน แต่ไม่สามารถสร้างข้อสรุปได้	1
- นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลโดยเขียนแสดงแนวคิดในการระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ถูกต้องบางส่วน แต่ไม่สามารถสร้างข้อสรุปได้	0.5

ตาราง 1 (ต่อ)

การหาข้อสรุปของปัญหา

ด้านการหาข้อสรุปของปัญหา	คะแนน
- นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเขียนแสดงแนวคิดในการระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ แต่สร้างข้อสรุปได้ถูกต้อง	0
- นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเขียนแสดงแนวคิดในการระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลได้และไม่สามารถสร้างข้อสรุปได้	
ด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป	คะแนน
- นักเรียนสามารถยืนยันข้อสรุปของปัญหาได้อย่างถูกต้อง และอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์มาประกอบการอธิบายความสมเหตุสมผลของข้อสรุปได้ถูกต้องทั้งหมด	2
- นักเรียนสามารถยืนยันข้อสรุปของปัญหาได้อย่างถูกต้อง และอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์มาประกอบการอธิบายความสมเหตุสมผลของข้อสรุปได้ถูกต้องบางส่วน	1.5
- นักเรียนไม่สามารถยืนยันข้อสรุปของปัญหาได้ถูกต้อง แต่มีการอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์มาประกอบการอธิบายความสมเหตุสมผลของข้อสรุปได้ถูกต้องทั้งหมด	1
- นักเรียนไม่สามารถยืนยันข้อสรุปของปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่มีการอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์มาประกอบการอธิบายความสมเหตุสมผลของข้อสรุปได้ถูกต้องบางส่วน	0.5
- นักเรียนสามารถยืนยันข้อสรุปของปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่มีการอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์มาประกอบการอธิบายความสมเหตุสมผลของข้อสรุป	0
- นักเรียนไม่สามารถยืนยันข้อสรุปของปัญหาได้อย่างถูกต้องหรือไม่ยืนยันข้อสรุป และไม่มีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์มาประกอบการอธิบายความสมเหตุสมผลของข้อสรุป หรือไม่ตอบ	0

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

4.1 ผู้วิจัยนำคะแนนจากการตรวจแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน มาวิเคราะห์โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $M_1$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ( $M_2$ ) ของคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test for one sample)

4.2 ผู้วิจัยนำคะแนนจากการตรวจแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน และหลังเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $M_1$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (Dependent sample t-test)

4.3 ผู้วิจัยนำคะแนนจากการตรวจแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $M_1$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ( $M_2$ ) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test for one sample)



## ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์ที่มีต่อความรู้และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงผลดังตาราง 2

ตาราง 2

ค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์

ความรู้ทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม	$M_1$	$SD$	$\mu$	$M_2$	$t$	Sig
	30	19.11	3.16	18	63.70	2.38	0.01*

\* $p < .05$ ,  $M_1$  คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนน,  $M_2$  คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนคิดเป็นร้อยละ

ตาราง 2 พบว่า คะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 19.11 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.16 คะแนนที่เกณฑ์ร้อยละ 60 เท่ากับ 18 คะแนน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 63.7 และผลการทดสอบค่าที (t-test) เท่ากับ 2.38 สรุปได้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงผลดังตาราง 3

ตาราง 3

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		$t$	Sig
		$M_1$	$SD$	$M_1$	$SD$		
	16	9.34	2.69	10.86	2.40	3.59	0.00*

\* $p < .05$ ,  $M_1$  คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนน

ตาราง 3 พบว่า คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตก่อนเรียนเท่ากับ 9.34 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.69 มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตหลังเรียนเท่ากับ 10.86 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.40 และผลการทดสอบค่าที (t-test) เท่ากับ 3.59 สรุปได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงผลดังตาราง 4

ตาราง 4

ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม	$M_1$	$SD$	$\mu$	$M_2$	$t$	Sig
รวม	16	10.86	2.40	9.60	67.88	3.55	0.00*

\* $p < .05$ ,  $M_1$  คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนน,  $M_2$  คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนคิดเป็นร้อยละ

จากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 10.86 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.40 คะแนนที่เกณฑ์ร้อยละ 60 เท่ากับ 9.6 คะแนน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 67.88 และผลการทดสอบค่าที (t-test) เท่ากับ 3.55 สรุปได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### อภิปรายผล

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์ที่มีต่อความรู้และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผลการวิจัยตามสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. จากผลการวิจัย ที่พบว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ อาจเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์ให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการเรียนเนื้อหาใหม่ of นักเรียน และเน้นให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนทั้งชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมาของตนเอง รวมทั้งได้มีโอกาสปรับแก้ความเข้าใจให้ถูกต้องและชัดเจน และนำไปสรุปเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์นี้นักเรียนได้เรียนรู้ตามขั้นการปฏิบัติ 5 ขั้นตอน ผู้วิจัยพบว่าขั้นการปฏิบัติที่ 1 การคาดการณ์การเรียนรู้และการทำงานทางคณิตศาสตร์ (Anticipating) ทำให้ครูสามารถวางแผนเกี่ยวกับการกระตุ้น การนำเสนอวิธีการหรือแนวคิดที่หลากหลาย และการอภิปรายที่ช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นการปฏิบัติที่ 2 การนำเข้าสู่งานทางคณิตศาสตร์ (Launching) ทำให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของงานทางคณิตศาสตร์ และทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเงื่อนไขสำคัญต่างๆ และคำถามของงานทางคณิตศาสตร์ที่ต้องดำเนินการก่อนลงมือสำรวจเพื่อหาแนวคิดหรือวิธีการของงานทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง ขั้นการปฏิบัติที่ 3 การกำกับและติดตามการทำงานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Monitoring) ทำให้นักเรียนได้ทราบและปรับแก้ความรู้เดิมทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้อง ได้เห็นแนวคิดหรือวิธีการที่หลากหลายของเพื่อนในกลุ่ม และได้ฝึกการกำกับและสะท้อนแนวคิดหรือวิธีการของตนเอง ขั้นการปฏิบัติที่ 4 การคัดเลือกและจัดลำดับแนวคิดหรือวิธีการของนักเรียน (Selecting and Sequencing) และขั้นการปฏิบัติที่ 5 การเชื่อมโยงข้อสรุปจากแนวคิดหรือวิธีการไปสู่ความรู้ใหม่ (Connecting) ทำให้นักเรียนได้เห็นถึงแนวคิดหรือวิธีการที่หลากหลายของเพื่อนทั้งที่ถูกต้องและมีข้อผิดพลาด ได้ตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิดหรือวิธีการทั้งของตนเอง

และเพื่อน ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในแนวคิดหรือวิธีการที่ชัดเจนยิ่งขึ้น และได้ใช้ความรู้ความเข้าใจในการทำความเข้าใจแนวคิดหรือวิธีการของเพื่อน รวมถึงนักเรียนได้ฝึกเชื่อมโยงข้อมูลและข้อสรุปต่างๆ มาสร้างเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเองและได้ฝึกใช้ความรู้ที่สร้างขึ้นอย่างเป็นระบบ

ยกตัวอย่างเช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน ของกลุ่มทดลองในชั้นการปฏิบัติที่ 2 (Launching) เมื่อนักเรียนเผชิญกับงานทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถค้นหาและทำความเข้าใจข้อมูลและเงื่อนไขสำคัญต่างๆ ได้ด้วยตนเอง ครูได้ใช้คำถามให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนร่วมกันบอกข้อมูลและเงื่อนไขต่างๆ รวมถึงคำถามของงานทางคณิตศาสตร์ที่ต้องดำเนินการจนมั่นใจว่าทั้งชั้นเรียนเข้าใจงานทางคณิตศาสตร์ถูกต้องก่อนให้นักเรียนลงมือทำ ชั้นการปฏิบัติที่ 3 (Monitoring) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ความรู้เดิมเรื่อง การหาขนาดของมุมภายในของรูปเรขาคณิตประกอบการวิเคราะห์ในการตรวจสอบว่ารูปหลายเหลี่ยมสองรูปที่คล้ายกันมีลักษณะอย่างไร นั้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถนำความรู้เดิมมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาได้สังเกตจากการพูดคุยและแสดงแนวคิดในใบกิจกรรม ซึ่งมีนักเรียนไม่กี่คนที่หาขนาดของมุมภายในของรูปเรขาคณิตผิด ครูได้ชี้แนะและอธิบายเพิ่มเติมเพื่อปรับแก้ข้อผิดพลาดของนักเรียนให้ถูกต้อง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดคุย แลกเปลี่ยนความรู้และความคิดร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อหาข้อสรุป ครูคอยๆ ใช้คำถามเพื่อไต่ระดับความคิดของนักเรียนให้นักเรียนสามารถสะท้อนความคิดและให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในแนวคิดที่นำมาใช้ชัดเจนขึ้น และชั้นการปฏิบัติที่ 5 (Connecting) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดของตนเอง ซึ่งพบว่านักเรียนบางกลุ่มใช้แนวคิดทั้งที่ถูกต้องและผิดพลาด ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนพูดคุย แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและเหตุผล และใช้คำถามให้นักเรียนคอยๆ สะท้อนความคิด ซึ่งทำให้นักเรียนกลุ่มที่ใช้แนวคิดที่ผิดและนักเรียนทั้งชั้นเรียนได้ทำความเข้าใจและทราบถึงข้อผิดพลาดหรือความเข้าใจผิดที่เกิดขึ้นและนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง และหลังจากที่นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับแนวคิดที่หลากหลายของเพื่อนทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในแนวคิดของเพื่อนๆ และตนเองชัดเจนขึ้น สังเกตได้ว่า นักเรียนสามารถวิเคราะห์แนวคิดต่างๆ ได้ และเชื่อมโยงข้อสรุปของแนวคิดเหล่านั้นจนสามารถสร้างเป็นความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง

จากชั้นการปฏิบัติทั้ง 5 ขั้นตอนข้างต้น ทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจในเนื้อหาอย่างถูกต้องชัดเจนและเป็นระบบ โดยชั้นการปฏิบัติที่ 2 3 และ 5 เป็นขั้นที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกใช้ความรู้ความเข้าใจเพื่อนำไปสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง และสรุปความรู้ขึ้นด้วยความเข้าใจของตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) ที่กล่าวว่าแนวทางการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ทำได้โดยเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ร่วมกับการฝึกการรู้คิด (metacognition) และได้เสนอหลักการเรียนรู้ไว้ว่า นักเรียนต้องเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ นักเรียนที่เรียนโดยการท่องจำสูตร กฎ ทฤษฎีหรือขั้นตอนกระบวนการต่างๆ โดยปราศจากความเข้าใจนั้นมักจะไม่สามารถนำความรู้ที่นำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Young (2015) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้โมเดลของสไตน์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า โมเดลของสไตน์ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่ดีขึ้น

2. จากผลการวิจัย ที่พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้ อาจเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์เน้นให้นักเรียนได้ฝึกการสังเกต วิเคราะห์ และใช้

ความคิดและความรู้เดิมทางคณิตศาสตร์ที่มีของนักเรียนเองทำความเข้าใจบริบทและปัญหา จากนั้นครูสร้างบรรยากาศที่ให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนร่วมกันทั้งชั้นเรียนโดยใช้ความรู้ ความคิดและเหตุผลเพื่อหาข้อสรุป และเชื่อมโยงข้อสรุปที่หลากหลายเหล่านั้นมาสู่ความรู้ใหม่ด้วยตนเองอย่างเป็นขั้นเป็นตอน ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์นี้ ผู้วิจัยพบว่า ขั้นการปฏิบัติที่ 2 การนำเข้าสู่งานทางคณิตศาสตร์ (Launching) ทำให้นักเรียนได้ฝึกการสังเกต วิเคราะห์ข้อมูลและเงื่อนไขสำคัญต่างๆ ของงานทางคณิตศาสตร์โดยใช้ความคิดและความรู้เดิมทางคณิตศาสตร์ที่มีของนักเรียนเอง ขั้นการปฏิบัติที่ 3 การกำกับและติดตามการทำงานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Monitoring) ทำให้นักเรียนได้ฝึกการวิเคราะห์และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลและเงื่อนไขจากงานทางคณิตศาสตร์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการค้นหาข้อสรุปหรือคำตอบ รวมถึงนักเรียนได้ฝึกใช้เหตุผลในการสนับสนุนหรือโต้แย้งความคิดของตนเองและเพื่อน ขั้นการปฏิบัติที่ 4 การคัดเลือกและจัดลำดับแนวคิดหรือวิธีการของนักเรียน (Selecting and Sequencing) และขั้นการปฏิบัติที่ 5 การเชื่อมโยงข้อสรุปจากแนวคิดหรือวิธีการไปสู่ความรู้ใหม่ (Connecting) ทำให้นักเรียนมีประเด็นอภิปรายแลกเปลี่ยนและถกเถียงร่วมกัน ได้ใช้เหตุผลในการอภิปรายที่ละเอียดและไม่สับสน รวมถึงนักเรียนได้ฝึกอธิบายและใช้เหตุผลในการสนับสนุนหรือโต้แย้งแนวคิดหรือวิธีการของตนเองและเพื่อน และได้เห็นการให้เหตุผลของเพื่อนอย่างหลากหลายทั้งที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องแล้วนำเหตุผลต่างๆ มาเชื่อมโยงจนไปสู่การสรุปเป็นความรู้ใหม่

ยกตัวอย่างเช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน ของกลุ่มทดลอง ในขั้นการปฏิบัติที่ 2 (Launching) และขั้นการปฏิบัติที่ 3 (Monitoring) พบว่านักเรียนสามารถสังเกตและวิเคราะห์รูปหลายเหลี่ยมสองรูปที่ทั้งคล้ายและไม่คล้ายกันเพื่อค้นหาข้อมูลและเงื่อนไขสำคัญต่างๆ ของงานทางคณิตศาสตร์ได้ และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลและเงื่อนไขต่างๆ กับความรู้เดิมทางคณิตศาสตร์เรื่อง มุมภายในของรูปเรขาคณิตได้ สังเกตได้จากแนวคิดที่นักเรียนนำมาใช้ตรวจสอบว่ารูปหลายเหลี่ยมสองรูปคล้ายกันต้องมีลักษณะอย่างไร เช่น เป็นรูปหลายเหลี่ยมชนิดเดียวกัน มีมุมที่เหมือนกันเท่ากัน และเมื่อเทียบอัตราส่วนความยาวของด้านของแต่ละรูปจะมีอัตราส่วนที่เท่ากัน ซึ่งในขณะที่นักเรียนสำรวจงานทางคณิตศาสตร์นั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดคุย ได้ใช้ความรู้และเหตุผลในการอธิบายเพื่อสนับสนุนแนวคิดหรือวิธีการที่ตนเองนำเสนอต่อกลุ่ม รวมถึงโต้แย้งแนวคิดหรือวิธีการของสมาชิกในกลุ่ม และขั้นการปฏิบัติที่ 5 (Connecting) พบว่านักเรียนใช้เหตุผลในการสนับสนุนแนวคิดของตนเองและโต้แย้งแนวคิดของเพื่อนได้โดยใช้ความรู้และข้อมูลที่กำหนดให้อย่างสมเหตุสมผล โดยได้อธิบายเหตุผลสนับสนุนจากข้อมูลที่กำหนดให้ว่า “จากการที่หนูได้สังเกตรูปหลายเหลี่ยมสองรูปที่คล้ายกันที่กำหนดให้ เมื่อนำเงื่อนไขทั้งขนาดของมุมและอัตราส่วนมาใช้ จะเห็นว่าเงื่อนไขทั้งสองสามารถตรวจสอบรูปหลายเหลี่ยมสองรูปที่คล้ายกันได้” ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เชื่อมโยงข้อสรุปของการอภิปราย จนสามารถสร้างข้อสรุปได้ด้วยตนเอง

จากขั้นการปฏิบัติที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผลที่ดีขึ้น โดยขั้นการปฏิบัติที่ 2 3 และ 5 เป็นขั้นที่เอื้อให้นักเรียนได้นำไปใช้ในการสังเกต การวิเคราะห์ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล ใช้ความรู้ความเข้าใจของตนเองในการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งความคิดของตนเองและเพื่อน ซึ่งนักเรียนได้ฝึกการใช้เหตุผลในการอธิบายหรือสะท้อนความคิดของตนเอง ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดหรือวิธีการของตนเองดีขึ้นและส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลที่ดีขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Rowan and Morrow (1993) กล่าวว่าใน ห้องเรียนเป็นสิ่งสำคัญ โดยครูต้องจัดบรรยากาศในห้องเรียนที่แสดงให้นักเรียนเห็นว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญกว่าการได้เพียงคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งเป็นบรรยากาศที่

สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิด ได้กระทำและสรุปพร้อมทั้งแสดงการยืนยันข้อสรุปของแนวคิดนั้นๆ โดยไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกกลัวที่จะเสนอเหตุผลของตนเองและยังสอดคล้องกับวรรณารถ อยู่สุข (2555) ที่กล่าวว่าแนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้น ครูควรจัดบรรยากาศแวดล้อมให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ ร่วมกับการให้เหตุผลผ่านการอธิบายและเขียนบรรยายเกี่ยวกับข้อคาดการณ์หรือข้อสรุปไปสู่การตัดสินใจหรือยืนยันข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล

3. จากผลการวิจัย ที่พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ อาจเป็นผลเนื่องมาจากที่ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลก่อนเรียน โดยพบว่าคะแนนที่แยกตามองค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนเป็นดังนี้ ด้านที่ 1 การหาข้อสรุปของปัญหา นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.16 คะแนน และด้านที่ 2 การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 คะแนน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังบกพร่องในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปอยู่ ซึ่งทำให้ผู้วิจัยมีข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์ที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกใช้เหตุผลในการแสดงความสมเหตุสมผลของข้อสรุปมากขึ้น ในระหว่างการทำกิจกรรม รวมถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เริ่มจากการส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้การสังเกต การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลจากงานทางคณิตศาสตร์ การสะท้อนความคิดของตนเอง รวมถึงส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น ได้ฝึกคิด ฝึกอธิบายเหตุผลและใช้เหตุผลเพื่อสนับสนุนความคิดของตนเองหรือโต้แย้งความคิดของผู้อื่น ซึ่งได้อภิปรายแล้วในข้อ 2 และในแต่ละขั้นดำเนินการแบบค่อยเป็นค่อยไปและต่อเนื่อง ตั้งแต่ขั้นแรก ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นและผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์ในชั้นการปฏิบัติที่ 2 ครูนำเสนองานทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนแต่ละคนได้ทำความเข้าใจ เนื่องจากงานทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวเป็นงานระดับสูงที่ต้องอาศัยความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ในการทำงาน ดังนั้นครูควรให้เวลานักเรียนอย่างเพียงพอในการทำความเข้าใจงานทางคณิตศาสตร์ก่อนลงมือแก้ปัญหาหรือหาข้อสรุป

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์ในชั้นการปฏิบัติที่ 3 โดยครูต้องกำกับและติดตามการทำงานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หากพบว่า นักเรียนไม่สามารถคิดต่อไปได้หรือคิดไม่ได้ ครูควรชี้แนะหรือให้คำแนะนำแก่นักเรียนแต่ไม่ควรบอกคำตอบแก่นักเรียน ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองในการดำเนินการ นอกจากนั้นครูควรให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและแก้ไขความรู้เดิมของนักเรียนให้ถูกต้อง

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์ในชั้นการปฏิบัติที่ 4 และ 5 ครูควรเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่จะใช้ในการอภิปรายให้เพียงพอในการสรุปเป็นความรู้ใหม่และมีจำนวนไม่มากเกินไป และครูควรเน้นให้นักเรียนได้อภิปรายอย่างอิสระ แต่ครูจะต้องควบคุมและกำหนดทิศทางการอภิปรายของนักเรียน หาก

พบว่านักเรียนอภิปรายนอกเรื่องครูควรเข้าไปกำกับให้นักเรียนกลับมาสู่การอภิปรายตามที่ครูวางไว้เพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้ใหม่ได้

### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นๆ ที่นอกเหนือจากความรู้และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่านักเรียนสามารถเขียนอธิบาย แสดงแนวคิดหรือพูดเพื่อสะท้อนความคิดของตนเองให้คนอื่นเข้าใจได้

2. ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์กับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยเปรียบเทียบระหว่างห้องที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์กับห้องที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เพื่อดูว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์มีประสิทธิภาพที่ช่วยให้นักเรียนมีความรู้และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นมากกว่าการเรียนแบบปกติหรือไม่

3. ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์ที่มีต่อเจตคติในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามโมเดลของสไตน์นั้น ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม กล้าแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนและนักเรียนมีความตั้งใจในการเรียนมากขึ้น

### รายการอ้างอิง

#### ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร:

โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.

สืบค้นจาก <http://www.pwj.ac.th/main/flash-pdf/matat-2560.pdf>

วรนาถ อยู่สุข. (2555). *การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต).

สืบค้นจาก <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/42073>

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2560). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560*. สืบค้นจาก [http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM3\\_2560.pdf](http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM3_2560.pdf)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015*.

สืบค้นจาก <https://drive.google.com/file/d/0Bza8voFmdFsrRGLYbmdPa0pkXzg/view>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*.

สืบค้นจาก <https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zScUJOOV9ldUNfTlk/view>

อัมพร ม้าคอง. (2546). *คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

## ภาษาอังกฤษ

Cartier, J. L., Smith, M., Stein, M., & Ross, D. (2013). *Practices for orchestrating productive science discussions*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics and Corwin Press.

Danielowski, J. (2016). *Increasing number sense through mathematical discourse in the primary classroom*. Retrieved from <https://sophia.stkate.edu/maed/167/>

Groth, R. E. (2015). Using the five practices model to promote statistical discourse. *Teaching Statistics*, 37(1), 13-17. doi:<https://doi.org/10.1111/test.12052>

Larsson, M. (2015). *Orchestrating mathematical whole-class discussions in the problem-solving classroom: Theorizing challenges and support for teachers* (Doctoral Dissertation, Mälardalen University). Retrieved from <http://www.diva-portal.org/smash/recprd.jsd?pid=diva2%3A865533&dswid=9734>

National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Retrieved from [http://csmc.missouri.edu/PDFS/CCM/summaries/standards\\_summary.pdf](http://csmc.missouri.edu/PDFS/CCM/summaries/standards_summary.pdf)

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

O'Daffer, P. G. (1993). Critical thinking, mathematical reasoning, and proof. *Research ideas for the classroom: High school mathematics*.

Retrieved from <https://ci.nii.ac.jp/naid/10004130027/>

Rowan, T. E., & Morrow, L. J. (1993). *Implementing the K-8 curriculum and evaluation standards: Readings from the arithmetic teacher. Implementing the K-8 Curriculum and Evaluation Standards*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Young, J. S. (2015). *Orchestrating Mathematical Discussions: A Novice Teacher's Implementation of Five Practices to Develop Discourse Orchestration in a Sixth-Grade Classroom*.

Retrieved from

<https://scholarsarchive.byu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=6606&context=etd>