

บทความวิจัย (Research Article)

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

THE EFFECTS OF LEARNING ACTIVITIES BASED ON STEM EDUCATION ON MATHEMATICAL LITERACY IN THE TOPIC OF CALCULATING AREA FOR GRADE 9 STUDENTS

Received: April 18, 2020

Revised: May 22, 2020

Accepted: May 27, 2020

ชาญณรงค์ เพ็ชรไทย¹ และวนินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์^{2*}

Channarong Phetthai¹ and Wanintorn Poonpaiboonpipat^{2*}

^{1,2}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

^{1,2}Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: wsupap@gmail.com

บทคัดย่อ

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นสมรรถนะที่จำเป็นในการใช้ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง แต่การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังอยู่ในที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ ดังนั้น การวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยกลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 35 คนของโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในภาคตะวันตก ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ใบกิจกรรมและแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลตามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 3 กระบวนการ ได้แก่ 1) การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ 2) การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา 3) การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยจากใบกิจกรรมและแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกัน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ใน 2 ด้าน คือ ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ และด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ส่วนด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านนี้ในใบกิจกรรมแต่ไม่พบในแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ การคำนวณพื้นที่

Abstract

Mathematical Literacy is the necessary performance for applying knowledge to solve real-life situations. However, the mathematical literacy score of Thai students was below the OECD average which is unsatisfied. The purposes of this research were to study the effects of learning activities based on stem education in the topic of calculating area for grade 9 students. The study was conducted with 35 Grade 9 students at an extra-large school in the western part of Thailand. Worksheets and mathematical literacy test were used to collect and analyze data of 3 Mathematical literacy processes which are 1) formulating situations mathematically; 2) employing mathematical concepts, facts, procedures; and 3) reasoning, interpreting, applying and evaluating mathematical outcomes. The results from worksheets and test showed accordingly that most students could formulate situations mathematically and employ mathematical concepts, facts, procedures. By contrast, students generally could interpret and evaluate mathematical solutions while doing worksheet. However, it was not shown in mathematical literacy test.

Keywords: STEM Education, Mathematical Literacy, Calculating Area

บทนำ

การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มีเป้าหมายที่เน้นผลลัพธ์ทั้งในแง่ของความรู้ในวิชาแกนและทักษะแห่งศตวรรษใหม่ ซึ่งเป็นผลลัพธ์ทั้งที่โรงเรียน ที่ทำงาน และชุมชนต่างเห็นคุณค่าความสำคัญของการเรียนรู้ (Bellanca & Brandt, 2010) อีกทั้งปัจจุบันกิจกรรมทางสังคมของมนุษย์มีความซับซ้อนมากขึ้นทำให้ผู้เรียนใช้ความรู้ ความคิด และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาและจัดการกับสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากอดีต ดังนั้น การจัดการเรียนรู้จึงต้องมีการต่อยอดหรือประยุกต์ความรู้ ความคิดที่มีอยู่เดิม เพื่อนำมาแก้ปัญหาสถานการณ์หรือกิจกรรมทางสังคมที่มีความซับซ้อนในยุคปัจจุบัน ผลการสำรวจเด็กและเยาวชนอายุ 14-18 ปี พบว่า นักเรียนไทยมีเวลาเรียนมากที่สุดในโลกแต่ไม่สามารถนำความรู้ในห้องเรียนไปประยุกต์ใช้ในการแก้สถานการณ์ชีวิตจริงได้ (Quality Learning Foundation, 2014) และนักเรียนไทยมีผลการเรียนรู้ที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง (TDRI, 2010) พิจารณาได้จากผลการประเมิน PISA 2015 ของประเทศไทย ด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนไทยร้อยละ 32.2 ตอบคำถามด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และร้อยละ 64.6 ตอบผิด ซึ่งการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของบุคคลในการคิด ใช้ และตีความคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลาย รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ใช้แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ (OECD, 2013) จะเห็นได้ว่าลักษณะของข้อสอบ PISA เป็นนำความรู้ไปประยุกต์เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ชีวิตจริง ในการแก้ปัญหาดังกล่าวไม่อาจใช้วิชาใดวิชาหนึ่งมาเพื่อแก้ปัญหาได้ แต่ต้องนำความรู้หลากหลายวิชามาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ สอดคล้องกับ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2014) ที่กล่าวว่า ในโลกความเป็นจริงปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ไม่ได้จัดมาเป็นระเบียบหมวดหมู่หรือแยกเนื้อหาสาระมาให้ และไม่ค่อยมี

ปรากฏการณ์ใดที่สามารถใช้ความรู้จากเนื้อหาสาระเดิมมาแก้ปัญหาได้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรเน้นการนำความรู้มาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตจริง

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนรู้ใหม่ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 การเรียนรู้ใหม่ที่จะเกิดขึ้น ต้องเน้นให้ผู้เรียนลงมือทำ (Learning by Doing) เพื่อให้เกิดทักษะโดยการลงมือทำเป็นทีม แล้วร่วมกันไตร่ตรองว่าได้เรียนรู้อะไร และต้องการต่อยอดความรู้นั้นอย่างไร นอกจากนี้ ยังต้องมีการก้าวข้ามสาระวิชา ประเมินผู้เรียนแนวใหม่ที่ไม่เน้นถูกผิดแต่เน้นการประเมินเป็นทีม (Panich, 2013, pp. 9-28) สอดคล้องกับแนวทางการเรียนการสอนแบบบูรณาการ (Integrated Instruction) ที่เน้นการสอนเชื่อมโยงความรู้ ความคิดรวบยอด หรือทักษะเข้าด้วยกัน (Jesadawiro, 2013, p. 13) ซึ่งตรงกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ซึ่งมีขั้นตอนหลักๆ ดังนี้ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2014) นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะช่วยเปิดโอกาสให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลก่อนการวางแผนแก้ปัญหาหรือการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์ อันจะส่งผลไปยังความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเห็นได้จากงานวิจัยของ Han et al. (2014) ที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น และมีอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดในกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ และส่งผลทำให้ช่วยลดช่องว่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนลงมาอีกด้วย

ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญและสนใจที่จะนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการคำนวณพื้นที่ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่ 1) การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ 2) การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา 3) การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

1. **รูปแบบการวิจัย** การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามแบบของ Schmuck (2006) ซึ่งดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการที่ต่อเนื่องกัน แต่ละวงจรประกอบด้วยขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ตามลำดับ โดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามวงจรปฏิบัติการ เพื่อสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยแล้วนำไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติถัดไป จนครบ 3 วงจรปฏิบัติการ

2. **กลุ่มเป้าหมาย** ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในภาคตะวันตก ที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เสริมทักษะ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 35 คน และดำเนินการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ๆ ละ 2 ชั่วโมง รวมเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ จำนวน 3 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้แผนละ 4 ชั่วโมง และแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2014) ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาซึ่งนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อประเมินความเป็นไปได้ รวมทั้งข้อดีและข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานเป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ และครูผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตรวจสอบความเหมาะสม ซึ่งคำนวณค่าความเหมาะสมเฉลี่ยได้เท่ากับ 4.52 และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ 1) ปรับรูปแบบการจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับข้อคำถามในใบกิจกรรม 2) ปรับเวลาใน

การดำเนินกิจกรรมให้มีความเหมาะสม รายละเอียดเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้และสถานการณ์ในแต่ละแผน แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ สถานการณ์และเวลา

แผนที่	เนื้อหา	สถานการณ์	เวลา (ชั่วโมง)
1	การคำนวณพื้นที่วงกลม	Dried grass	4
2	การคำนวณพื้นที่รูปเหลี่ยม	Math Mobile	4
3		Architect	4

3.2 ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนเขียนบันทึกขณะทำกิจกรรมเป็นรายกลุ่ม แต่ละใบกิจกรรมจะมีข้อคำถามจำนวน 6 ข้อ ที่สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและกระบวนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 3 กระบวนการ ซึ่งเป็นแบบเขียนตอบอิสระ ผู้วิจัยนำใบกิจกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมพร้อมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ 1) ปรับข้อคำถามในใบกิจกรรมให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อให้นักเรียนสามารถตอบได้อย่างตรงประเด็น 2) ปรับสถานการณ์ปัญหาให้ชัดเจนในเรื่องของปัญหาและเงื่อนไขต่างๆ ให้นักเรียนอ่านแล้วเข้าใจได้ง่าย

3.3 แบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ใช้ทดสอบความสามารถของนักเรียนเป็นรายบุคคลในการนำความรู้ หลักการ เหตุผล และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งประเมินใน 3 กระบวนการ ได้แก่ ด้านแรก คือ การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการย่อย 3 ด้าน คือ 1) ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง 2) ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น 3) แปลปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์ ด้านที่สอง คือ การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการย่อย 3 ด้าน คือ 1) คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ 2) ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสม 3) นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา และด้านที่สาม คือ การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการย่อย 3 ด้าน คือ 1) ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริง 2) ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิต 3) อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหา โดยแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จะใช้ทดสอบนักเรียนหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว ซึ่งมีรูปแบบการเขียนตอบอิสระ ประกอบด้วย 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถาม 3 ข้อ ที่สอดคล้องกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แต่ละกระบวนการ ผู้วิจัยนำแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พบว่า ข้อสอบทุกข้อมีค่าความตรงเชิงเนื้อหาเป็น 1.00 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ 1) ปรับข้อคำถามให้มีความชัดเจนและสามารถทำให้นักเรียนแสดงการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ออกมาได้ 2) ปรับรูปภาพของสถานการณ์ให้มีความชัดเจน เหมาะสม

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 4.1 ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย
- 4.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในคาบเรียนปกติของโรงเรียน โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง
- 4.3 ในระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันศึกษาข้อมูล เพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ระดมแนวคิดที่หลากหลาย และบันทึกข้อมูลหรือแนวคิดต่าง ๆ ลงในใบกิจกรรม
- 4.4 หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยใช้เวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง
- 4.5 นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมและแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) และทำการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการสามเส้าแบบการใช้เครื่องมือมากกว่า 1 ชนิด นั่นคือ ใบกิจกรรม และแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เพื่อจัดกลุ่มคำตอบและวิธีคิดของนักเรียนออกเป็น 4 แบบ ได้แก่ แบบ A แบบ B แบบ C และแบบ D ตามลำดับ ตัวอย่างของรายละเอียดดังแสดงในตาราง 2 จากนั้นนับจำนวนนักเรียนแล้วรายงานผลในรูปของความถี่ ร้อยละและความเรียง

ตาราง 2 ตัวอย่างกำหนดเกณฑ์การวัดและประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (กระบวนการที่ 2 ใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา)

แบบ	พฤติกรรมบ่งชี้
A	สามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา
B	สามารถใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสม
C	สามารถคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้
D	ไม่สามารถใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ทั้ง 3 แบบ หรือใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง

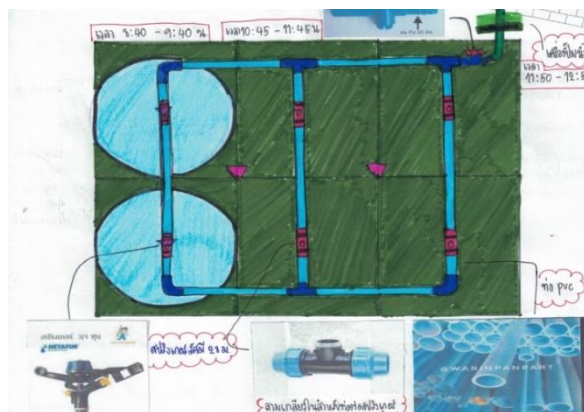
ผลการวิจัย

1. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยวิเคราะห์ใบกิจกรรมของนักเรียนจำนวน 7 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ซึ่งแสดงผลการวิจัยแต่ละแผนไว้ในตาราง 3 - 5 ตามลำดับ

ตาราง 3 แสดงการรู้เรื่องคณิตศาสตร์รายกลุ่มจากแผนฯ ที่ 1 (กิจกรรม Dried grass)

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์	จำนวนกลุ่มของนักเรียนจำแนกตามกระบวนการ ของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (ร้อยละ)			
	แบบ A	แบบ B	แบบ C	แบบ D
1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	1 (14.29)	6 (85.71)	0 (00.00)	0 (00.00)
2. การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	6 (85.71)	1 (14.29)	0 (00.00)	0 (00.00)
3. การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	0 (00.00)	6 (85.71)	1 (14.29)	0 (00.00)

จากข้อมูลในตาราง 3 พบว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 85.71 แสดงความสามารถแบบ B นั่นคือ นักเรียนสามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้นได้ และร้อยละ 14.29 แสดงความสามารถแบบ A นั่นคือ นักเรียนสามารถแปลปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 85.71 แสดงความสามารถแบบ A นั่นคือ นักเรียนสามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ และร้อยละ 14.29 แสดงความสามารถแบบ B นั่นคือ นักเรียนสามารถใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสมได้ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์นักเรียนส่วนใหญ่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 85.71 แสดงความสามารถแบบ B นั่นคือ นักเรียนสามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตได้ และร้อยละ 14.29 แสดงความสามารถแบบ C นั่นคือ นักเรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริงได้ ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่ชี้ให้เห็นการรู้เรื่องคณิตศาสตร์บางด้าน ดังภาพ 1 ซึ่งเป็นการออกแบบแนวทางการแก้ไขปัญหาคำนวณให้น้ำของสนามหญ้าโดยนักเรียนทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่าย ทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น (การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ แบบ B) นั่นคือ มีการวาดภาพจำลองของสนามหญ้าโดยใช้มาตราส่วนที่เหมาะสม การใช้รูปเรขาคณิต 2 มิติ เพื่อการแก้ปัญหา



ภาพ 1 แสดงการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์จากกิจกรรม Dried grass

ตาราง 4 แสดงการรู้เรื่องคณิตศาสตร์รายกลุ่มจากแผนที่ 2 (กิจกรรม Math Mobile)

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์	จำนวนกลุ่มของนักเรียนจำแนกตามกระบวนการ ของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (ร้อยละ)			
	แบบ A	แบบ B	แบบ C	แบบ D
1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	0 (00.00)	7 (100.00)	0 (00.00)	0 (00.00)
2. การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	7 (100.00)	0 (00.00)	0 (00.00)	0 (00.00)
3. การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	2 (28.57)	5 (71.43)	0 (00.00)	0 (00.00)

จากข้อมูลในตาราง 4 พบว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนทุกกลุ่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100.00 แสดงความสามารถแบบ B นั่นคือ นักเรียนสามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้นได้ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา นักเรียนทุกกลุ่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100.00 แสดงความสามารถแบบ A นั่นคือ นักเรียนสามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 71.43 แสดงความสามารถแบบ B นั่นคือ นักเรียนสามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตได้ และร้อยละ 28.57 แสดงความสามารถแบบ A นั่นคือ นักเรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริงได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบที่ชี้ให้เห็นการรู้เรื่องคณิตศาสตร์บางด้าน ดังภาพ 2

พื้นที่สำหรับคำนวณพื้นที่

$$\begin{aligned} \text{สูตร พท. วงกลม} &= (\pi r^2) 2 \\ &\approx 2 \times 3.14 \times 1.5 \times 1.5 \\ &\approx 14.13 \text{ ตร.ซม.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{พท. ผีเสื้อ} &= \text{ความยาวรอบรูป} \times \text{สูง} \\ &\approx 9.42 \times 5 \\ &\approx 47.1 \text{ ตร.ซม.} \end{aligned}$$

$$\text{พท. ทั้งหมด} = 14.13 + 47.1 + 4.125 = 65.355 \text{ ตร.ซม.}$$

ภาพ 2 แสดงการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาจากกิจกรรม Math Mobile

จากภาพ 2 แสดงการคำนวณพื้นที่ผิวของรูปทรงที่นักเรียนได้ทำขึ้นมา จะเห็นได้ว่าการนำกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหา และมีคำนวณได้อย่างถูกต้องตามโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาแบบ A)

ตาราง 5 แสดงการรู้เรื่องคณิตศาสตร์รายกลุ่มจากแผนที่ 3 (กิจกรรม Architect)

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์	จำนวนกลุ่มของนักเรียนจำแนกตามกระบวนการของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (ร้อยละ)			
	แบบ A	แบบ B	แบบ C	แบบ D
1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	0 (00.00)	7 (100.00)	0 (00.00)	0 (00.00)
2. การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	7 (100.00)	0 (00.00)	0 (00.00)	0 (00.00)
3. การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	00.00	7 (100.00)	0 (00.00)	0 (00.00)

จากข้อมูลในตาราง 5 พบว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนทุกกลุ่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100.00 แสดงความสามารถแบบ B นั่นคือ นักเรียนทั้งหมดสามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรู้อย่างง่าย เพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้นได้ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหานักเรียนทุกกลุ่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100.00 แสดงความสามารถแบบ A นั่นคือ นักเรียนทั้งหมดสามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ การรู้คณิตศาสตร์ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทุกกลุ่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100.00 แสดงความสามารถแบบ B นั่นคือ นักเรียนทั้งหมดสามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหามathematics ในบริบทของปัญหาชีวิตได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำภาพผลงานนักเรียนจากกิจกรรม Architect ซึ่งเป็นผลงานที่เกิดจากการใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ก่อให้เกิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในเรื่องการคำนวณพื้นที่รูปเหลี่ยมต่างๆ ในการคำนวณพื้นที่แต่ละส่วนของบ้าน ดังภาพ 3



ภาพ 3 ผลงานนักเรียนจากกิจกรรม Architect

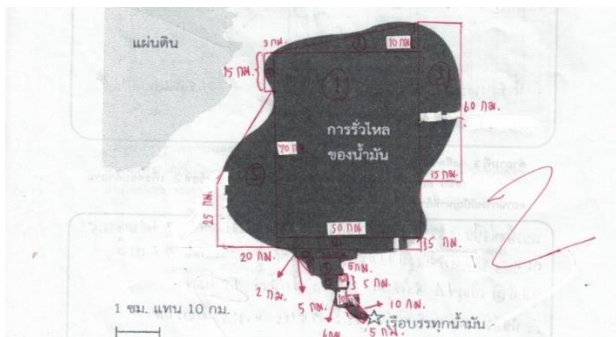
2. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยวิเคราะห์แบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่นักเรียนทำเป็นรายบุคคล จำนวน 35 คนในการตอบคำถาม 3 สถานการณ์ แล้วแสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบร้อยละของนักเรียนในแต่ละกระบวนการของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงการรู้เรื่องคณิตศาสตร์รายบุคคลจากแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

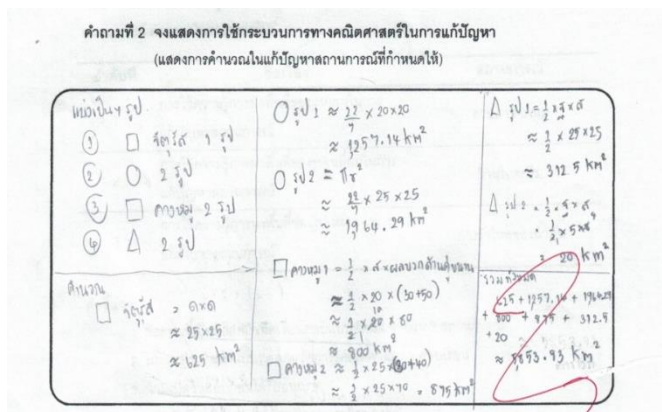
สถานการณ์	ร้อยละของจำนวนนักเรียนรายบุคคลที่จำแนกตามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แต่ละแบบ											
	แบบ A			แบบ B			แบบ C			แบบ D		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
1. การคิด												
สถานการณ์ของ												
ปัญหาในเชิง	00.00	00.00	00.00	82.86	48.57	34.29	17.14	37.14	31.42	00.00	14.29	34.29
คณิตศาสตร์												
2. การใช้หลักการ												
และกระบวนการ												
ทางคณิตศาสตร์	25.72	40.00	17.14	40.00	28.57	14.29	28.57	17.14	25.71	5.71	14.29	42.86
ในการแก้ปัญหา												
3. การตีความและ												
ประเมินผลลัพธ์	20.00	17.14	8.57	5.71	42.86	14.29	11.43	22.86	8.57	62.86	17.14	68.57
ทางคณิตศาสตร์												

หมายเหตุ : S1 หมายถึง สถานการณ์ที่ 1 S2 หมายถึง สถานการณ์ที่ 2 และ S3 หมายถึง สถานการณ์ที่ 3

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความสามารถแบบ B นั่นคือ นักเรียนสามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่าย เพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้นได้ ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา จะเห็นได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความสามารถแบบ A และ B นั่นคือ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ หรือนักเรียนสามารถใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ อาทิเช่น การที่นักเรียนเลือกใช้สูตรการคำนวณพื้นที่ต่างๆ ทั้งการหาพื้นที่วงกลม สี่เหลี่ยม สามเหลี่ยมอื่นๆ และการใช้กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ (ลำดับการใช้การดำเนินการของการบวก การลบ การคูณ การหาร) เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสมได้ ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ จะเห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่แสดงความสามารถแบบ D นั่นคือ นักเรียนไม่สามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ทั้ง 3 แบบ หรือตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง ผู้วิจัยสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมอย่างไม่เป็นทางการ พบว่า นักเรียนไม่ถนัดในการอธิบายด้วยการเขียน แต่เมื่อผู้วิจัยลองสอบถามประเด็นคำถามในแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถตอบได้ถึงแหล่งที่มาต่างๆ ที่นำมาสู่ผลลัพธ์ นั้นหมายความว่านักเรียนมีการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ แต่ยังไม่สามารถเรียบเรียงออกมาเป็นวิธีการที่ชัดเจน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอภาพแสดงการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังภาพ 4 และภาพ 5



ภาพ 4 แสดงการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์แบบ B คือ การทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปแบบง่ายเพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น



ภาพ 5 แสดงการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาแบบ A โดยนักภิกษุเกณฑ์ ขึ้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา

ผลการวิจัยระหว่างและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้ง 3 กระบวนการแสดงให้เห็นว่าในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยภาพรวมนักเรียนส่วนใหญ่มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ดังนี้ ด้านการคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์แบบ B ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาแบบ A และด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์แบบ B และหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ใน 2 ด้าน คือด้านการคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์แบบ B และด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาแบบ A และแบบ B ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยระหว่างการจัดการเรียนรู้ ส่วนด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการวิจัยระหว่างการจัดการเรียนรู้

สรุปและอภิปรายผล

การสรุปและอภิปรายผลการวิจัย ผู้วิจัยได้แบ่งตามกระบวนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 3 ด้าน ดังนี้

1. การคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น โดยมีร่องรอยแสดงวิธีการคิดของนักเรียนส่วนใหญ่ที่ชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนสถานการณ์ที่กำหนดให้ ให้อยู่ในรูปของคณิตศาสตร์ นั่นคือ การวาดภาพแล้วระบุสิ่งที่โจทย์ให้มา ซึ่งทำให้นักเรียนเห็นภาพรวมของสถานการณ์แล้วแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการจัดกิจกรรมที่ทำตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่มีการออกแบบเป็นขั้นตอนสำคัญขั้นตอนหนึ่งของกิจกรรม จึงทำให้นักเรียนมีทักษะในการเปลี่ยนสถานการณ์ปัญหาต่างๆ ให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้เป็นอย่างดี ส่วนการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง และการแปลปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์ มีจำนวนนักเรียนที่แสดงความสามารถได้รองลงมา ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Srithi et al. (2018) พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก และงานวิจัยของ Kongarun (2016) พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีสมรรถนะการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับสูง ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความคล้ายกับงานวิจัยนี้ที่นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้านย่อยที่ถนัดเพียง 1 ด้านสำหรับในการแก้ปัญหาสถานการณ์นั้นๆ และยังสอดคล้องกับแนวคิดของ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2014) ที่ว่า ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเป็นพื้นฐานเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น และส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงกันระหว่างกลุ่มสาระวิชา ซึ่งนำไปสู่การออกแบบการแก้ปัญหาโดยการคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์ได้

2. การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่สามารถในการนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีร่องรอยแสดงวิธีการคิดของนักเรียนส่วนใหญ่ที่ชี้ให้เห็นถึงการใช้สูตรทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหา นั่นคือ การที่นักเรียนใช้สูตรการหาพื้นที่ของวงกลม สี่เหลี่ยมต่างๆ มาคำนวณเพื่อแก้ปัญหาในกิจกรรม เป็นต้น ส่วนการใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสม และการคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ มีจำนวนนักเรียนที่แสดงความสามารถได้รองลงมา ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากเนื้อหาเรื่องการคำนวณพื้นที่ที่มีลักษณะสำคัญที่ต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปทรงต่างๆ จึงเอื้อต่อการใช้สูตรการหาพื้นที่ทางเรขาคณิต และไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหา อาทิ เช่น สถานการณ์จากแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ข้อ 3 ที่ให้นักเรียนหาพื้นที่การรั่วไหลของน้ำมันทั้งหมด โดยจากการตรวจแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จะเห็นได้ว่า นักเรียนแต่ละคนได้มีการแบ่งรูปใหญ่ของเป็นรูปเรขาคณิตเล็กๆ ทั้งวงกลม และรูปเหลี่ยมต่างๆ ตามแต่ความถนัด แล้วหาพื้นที่แต่ละรูปย่อยมารวมกันเป็นพื้นที่ทั้งหมด รวมถึงสถานการณ์อาจจะไม่ได้ถูกออกแบบให้ใช้กลยุทธ์ที่หลากหลายด้วย อาจนำไปสู่ข้อค้นพบที่ว่า การใช้หลักการทางคณิตศาสตร์มาช่วยแก้ปัญหานั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นด้วย เช่น ลักษณะ

ธรรมชาติของเนื้อหาและการออกแบบสถานการณ์ สำหรับผลจากแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนเลือกใช้ทั้งแบบ A และ B พอๆ กัน ซึ่งสองวิธีนี้มีความเกี่ยวข้องกันคือ เป็นวิธีที่นำไปใช้แก้ปัญหาได้ง่ายสำหรับสถานการณ์ที่ไม่มีความซับซ้อน อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ก็แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Boonmaton et al. (2018) ที่พบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานส่งผลให้เกิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ และการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหายอยู่ในระดับดีมาก และงานวิจัยของ Scott (2012) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยม 10 แห่ง ในประเทศสหรัฐอเมริกา ทำให้นักเรียนที่เข้าร่วมการเรียนแบบ STEM มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้ดีกว่า นักเรียนระดับเดียวกันที่ไม่ได้เข้าร่วมการเรียนแบบ STEM

3. การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ เห็นได้จากร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 3 ของแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มีจำนวนนักเรียนที่ไม่สามารถตอบคำถามในข้อนี้ได้หรือตอบได้แต่ไม่ถูกต้องจำนวนมาก จากการสอบถามสาเหตุของนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม พบว่า 1) นักเรียนไม่รู้ว่าจะเรียบเรียงหรืออธิบายผลลัพธ์อย่างไร 2) นักเรียนไม่รู้วิธีการหาคำตอบเลยจึงไม่สามารถตีความหรืออธิบายได้ 3) นักเรียนทำแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไม่ทัน เนื่องจากนักเรียนมีกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างช้า อีกทั้งสถานการณ์มีความซับซ้อน แต่เวลาในการทำค่อนข้างน้อยเกินไป อีกทั้งในระหว่างการจัดการเรียนรู้นักเรียนทำกิจกรรมในรูปแบบกลุ่ม อาจจะทำให้ความสามารถในการตีความและประเมินผลลัพธ์ไม่ได้เกิดขึ้นกับนักเรียนทุกคน ซึ่งกระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่อาจจะต้องใช้เวลาในการปลูกฝัง เนื่องจากนักเรียนเคยชินกับแก้ปัญหาที่สิ้นสุดเพียงได้มาซึ่งคำตอบเท่านั้น แต่ระหว่างการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มก็แสดงผลการวิจัยว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในด้านนี้ได้ เป็นจุดที่ผู้วิจัยคงต้องไปทำการศึกษาต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้

1.1 การเลือกสถานการณ์ปัญหาเพื่อจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ควรมีความน่าสนใจ สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อกระตุ้นนักเรียนให้เกิดแรงจูงใจในการแก้ปัญหา ท้าทายความคิด ความสามารถของนักเรียน จึงจะเป็นกิจกรรมที่นักเรียนอยากเรียนรู้และมีความสุข พร้อมกับได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิดของนักเรียนด้วย

1.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรมีความรู้ในสาขาอื่นที่สัมพันธ์กับการทำกิจกรรม หรืออาจเชิญผู้สอนในสาขาอื่นที่สัมพันธ์กันมาร่วมจัดการเรียนรู้ด้วย

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นมีขั้นตอนที่นักเรียนต้องออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงานอาจส่งผลถึงทักษะการคิดสร้างสรรค์ได้

2.2 ควรศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้านตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

2.3 ควรศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ได้ทั้งหมด 3 ด้านย่อยของแต่ละกระบวนการ

References

- Bellanca, J., & Brandt, R. (2010). *21st century skills, rethinking how students learn*. Bloomington, IN: Solution Tree.
- Boonmaton, R., Supap, W., & Viriyapong, R. (2018). The development of grade 11 students' mathematical literacy on probability using context-based learning. *Academic Services Journal, Prince of Songkla University*, 29(2), 51-61. [in Thai]
- Chanprasert, S. (2015). The design of learning management based on stem education on and skills development in the 21st century, *IPST Journal*, 43(192), 14-17. [in Thai]
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2014). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 1089-1113.
- Jesadawiro, S. (2013). *Integrated learning management*. Retrieved September 12, 2017, from www.edu.ru.ac.th/aspfile/knowledge_research/IntegratedLearningManagement.pdf [in Thai]
- Kongarun, K. (2016). *An action research on developing grade 10 students' collaborative problem solving competency using STEM Education via engineering design process in the topic of trigonometry* (Master thesis). Phitsanulok: Naresuan University. [in Thai]
- OECD. (2013). *PISA 2015 Draft Mathematics Framework*. Paris: OECD.
- Panich, W. (2013). *Building learning for students in the 21st century*. Bangkok: Sodsrisritwong Fund. [in Thai]
- Quality Learning Foundation. (2014). *Poll: The heaviest children in the world study but can't actually be used Plus having to study for a special pendant reform*. Retrieved October 10, 2016, from www.manager.co.th/qol/viewnews.aspx?NewsID=9570000045187 [in Thai]
- Schmuck, R. A. (2006). *Practical action research for change* (2nd ed.). Thousand Oaks: Corwin Press.
- Scott, C. (2012). An investigation of science, technology, engineering and mathematics (STEM) focused high school in the U.S. *Journal of STEM Education*, 13(5), 30-39.

Srithi, K., Supap, W., & Viriyapong, R. (2018). An action research on developing problem-based learning activities to enhance mathematical literacy in conic sections topic of students in grade 10.

Social Sciences Research and Academic Journal, 13(37), 105-118. [in Thai]

TDRI. (2010). *21st century skills rethinking how students learn*. Retrieved September 3, 2018, from <http://www.tdri.or.th> [in Thai]

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2014). *STEM Education*. Bangkok: Ministry of Education. [in Thai]