

บทความวิจัย (Research Article)

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ
ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

THE EFFECTS OF LEARNING ACTIVITIES ON RATIO, PROPORTION AND
PERCENTAGE BASED UPON STEM EDUCATION ON GRADE 7 STUDENTS'
COMPUTATIONAL THINKING ABILITY

Received: May 5, 2020

Revised: June 26, 2020

Accepted: June 30, 2020

ชววรรณ แปงการिया¹ และวรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์^{2*}
Chawawan Pangkariya¹ and Wanintorn Poonpaiboonpipat^{2*}

^{1,2}ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

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

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

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 28 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก งานวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน ใบกิจกรรม และแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์แบบ แยกประเด็น ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับยอดเยี่ยม หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เมื่อพิจารณาความสามารถในองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย การพิจารณารูปแบบของ ปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา และการพิจารณาสาระสำคัญของปัญหาอยู่ในระดับยอดเยี่ยม สำหรับความสามารถในการออกแบบอัลกอริทึมของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ อัตราส่วน สัดส่วน และ ร้อยละ

Abstract

The purposes of this research was to study the effects of learning activities on ratio, proportion and percentage based on STEM education on grade 7 students' computational thinking ability. The participants were 28 grade 7 students at a small secondary school in Phitsanulok. The research was composed of 3 research instruments which are three lesson plans, worksheets, and computational thinking test. The data were analyzed by using analytic rubric. The results revealed that most students' computational thinking is in excellent level. For each component of computational thinking, students' ability in decomposition, pattern recognition and abstraction are mostly in excellent level. While students' ability in algorithm is mainly in good level.

Keywords: STEM Education, Computational Thinking Ability, Ratio, Proportion and Percentage

บทนำ

การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking: CT) เป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญและถูกมองว่าเป็นทักษะที่นักเรียนทุกคนจำเป็นต้องพัฒนาขึ้นเพราะเป็นทักษะที่มีความเกี่ยวข้องกับทักษะเสริมศักยภาพอื่นๆ ในศตวรรษที่ 21 เช่น การแก้ไขปัญหา การคิดเชิงวิพากษ์ ประสิทธิภาพของงาน และความคิดสร้างสรรค์ (Roungrong et al., 2018) โดย Wing (2006) ได้กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณเกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหาการออกแบบระบบ เป็นความสามารถพื้นฐานที่ทุกคนควรมี เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนหรือปัญหาที่พบทั่วไปในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้ง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) Ministry of Education (2017) ได้ปรับปรุงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ทางด้านเทคโนโลยีให้มีความทันสมัยและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคปัจจุบัน โดยเพิ่มการคิดเชิงคำนวณลงในรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์ คิดอย่างเป็นระบบด้วยเหตุผล นำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตจริง และจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการทำงานในอนาคต อีกทั้งยังเป็นการเตรียมเยาวชนให้เป็นพลเมืองที่มีความพร้อมในยุคเศรษฐกิจดิจิทัล ซึ่งจะเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศต่อไปได้ ซึ่งสอดคล้องกับกรอบการประเมินคณิตศาสตร์ของ PISA 2021 ที่ให้ความสำคัญกับการให้เหตุผลและกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากข้อมูลในบริบทโลกชีวิตจริงมีอยู่มากมายและมีความซับซ้อนมากขึ้น ประกอบกับความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยี จึงต้องมีการแยกแยะข้อมูลและนำข้อมูลไปใช้ในการตัดสินใจในบริบทที่หลากหลายทำให้การใช้เพียงทักษะเชิงคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์นั้นไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือบริบทที่มีความซับซ้อน แต่จำเป็นต้องมีการคิดอย่างเป็นตรรกะ มีความสามารถในการอธิบายที่มาที่ไป และมีการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ร่วมด้วย (IPST, 2020) อีกทั้ง Barcelos et al. (2018) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณว่ามีความเกี่ยวข้องกันมาอย่างยาวนาน องค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณมีส่วนช่วยส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์และมีความสำคัญสำหรับนักเรียนที่จะประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

ผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนในฐานะครูผู้สอนคณิตศาสตร์ของผู้วิจัยและการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในเขตอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก อย่างไม่เป็นทางการจำนวน 2 ท่าน พบว่า เมื่อให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทที่ท้าทายหรือปัญหาที่พบเจอในโลกชีวิตจริง นักเรียนไม่สามารถนำความรู้จากเนื้อหาคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาได้ ทำให้ไม่สามารถแปลงสถานการณ์ของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ กล่าวคือ นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนได้ ซึ่งเป็นผลมาจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของสถานการณ์หรือปัญหาไม่ได้ไม่สามารถแยกส่วนหรือย่อยปัญหาให้ง่ายต่อการแก้ปัญหาได้ ไม่สามารถดึงรายละเอียดที่สำคัญของปัญหาที่จะนำไปสู่การสร้างหรือระบุลำดับขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหาได้ ซึ่งปัญหาที่พบเหล่านี้ก็สอดคล้องกับองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณ ผู้วิจัยจึงศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ พบว่า Palts and Pedaste (2020) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ โดยการจัดกิจกรรมในลักษณะที่ให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา มีการออกแบบและพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) นอกจากนี้ Rongrong et al. (2018) ได้กล่าวว่า ห้องเรียนที่เน้นการเรียนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ประกอบกับงานวิจัยของ Swaid (2015) ที่บูรณาการหลักสูตรการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งเน้นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ และการประยุกต์ใช้ร่วมกับวิชาอื่น เช่น ชีววิทยา การตลาด การเขียนโปรแกรม พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาการคิดเชิงคำนวณได้ เนื่องจากการคิดเชิงคำนวณเป็นการแก้ปัญหาที่มีลักษณะพิเศษ คือ ประยุกต์ใช้หลักการของวิทยาการคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย การแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย (Decomposition) เป็นการแบ่งสถานการณ์หรือปัญหาที่ครูกำหนดให้เป็นปัญหาย่อยๆ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหานั้น การพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา (Pattern Recognition) เป็นการกำหนดแบบแผนที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาจากรูปแบบของปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันหรือเกิดขึ้นซ้ำๆ ซึ่งเมื่อเข้าใจปัญหาแล้วจะพบว่าปัญหาที่แตกต่างกันสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะเดียวกันได้ การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) เป็นการพิจารณาเฉพาะรายละเอียดที่สำคัญของปัญหา เพื่อให้เข้าใจถึงแก่นแท้ของปัญหา และการออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) เป็นการออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นชุดของลำดับขั้นตอนวิธีง่ายๆ ที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่มีลักษณะแบบเดียวกันได้ ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในศาสตร์อื่นๆ หรือปัญหาทั่วไปได้อย่างเป็นระบบ มีเหตุผล เป็นขั้นตอน (IPST, 2017)

ด้วยเหตุที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีจุดมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการคิด การแก้ปัญหาแบบมีลำดับขั้นตอน และมีระบบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ สามารถตัดสินใจในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม นำแนวคิดลำดับขั้นตอนไปแก้ปัญหาในเชิงนามธรรมได้ และสามารถปรับใช้กับชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ที่เรียนรายวิชา ค21102 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 28 คน

ขอบเขตของการวิจัย เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และ ร้อยละ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อย่อย ได้แก่ อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน การเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วน การเขียนอัตราส่วนต่างๆ ให้อยู่ในรูปของร้อยละ และการนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในการแก้ปัญหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

รูปแบบการวิจัย การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (2000) เป็นแนวทางในการพัฒนาผู้วิจัยให้จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ผ่านการสะท้อนการจัดการเรียนรู้และปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไปเป็นวงจรต่อเนื่องกัน ซึ่งแต่ละวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) ดำเนินการวิจัยทั้งหมด 3 วงจร ตามแผนการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ จำนวน 3 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้แผนละ 5 ชั่วโมง โดยแต่ละแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 6 ขั้นตอน (IPST, 2014) ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา โดยเริ่มต้นจากการแตกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อยหรือส่วนย่อย เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหานั้นๆ ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อประเมินความเป็นไปได้ รวมทั้งข้อดีและข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม โดยการพิจารณารูปแบบแนวโน้มและลักษณะทั่วไปของปัญหา เพื่อนำมาประเมินสถานการณ์ แก้ปัญหาในประเด็นย่อยต่างๆ และคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้ได้นำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหามาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสม ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อการพัฒนา ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ และครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าความเหมาะสมโดยค่าเฉลี่ย 4.53 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59 ซึ่งจัดว่ามีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดและมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ดังนี้ 1) ปรับสถานการณ์ปัญหาให้มีความน่าสนใจ 2) ปรับข้อความถามในแต่ละข้อให้สื่อถึงองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณ ทั้งนี้ ผู้วิจัยแสดงรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ในตาราง 1

ตาราง 1 แสดงรายละเอียดของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหา สถานการณ์ และเวลา

แผนที่	เนื้อหา	สถานการณ์	เวลา (ชั่วโมง)
1	อัตราส่วน	บรรทุกหนักแค่ไหน กลไกช่วยได้	5
2	สัดส่วน	ขนมปุยฝ้ายเฟื่องฟู	5
3	ร้อยละ	ผมซี้ฟู แห่ง เสีย แชมพูน้ำมันมะพร้าวช่วยได้	5

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการ 1 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หรือวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง สัดส่วน ดังนี้ 1) ปรับสถานการณ์ให้กระชับและชัดเจน 2) ปรับข้อความถามในใบกิจกรรมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น 3) กำหนดเวลาในการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน และ 4) เพิ่มแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น ให้นักเรียนศึกษาความรู้จากการดูคลิปวิดีโอ สืบค้นข้อมูลในอินเทอร์เน็ต และการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการ 2 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 หรือวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ร้อยละ ควรกระตุ้นให้นักเรียนได้พยายามใช้ความคิดและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาโดยการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถเข้าใจสถานการณ์ของปัญหาได้

2. ใบกิจกรรม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับให้นักเรียนทำเป็นกลุ่มระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และมีข้อความที่สอดคล้องกับองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณ 4 ด้าน ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิจัยระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยคำตอบของนักเรียนจะถูกตรวจและจัดกลุ่มคำตอบตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric Score) ปรับปรุงจาก IPST (2017) มี 4 ระดับ คือ ยอดเยี่ยม ดี กำลังพัฒนา และเริ่มต้น ใบกิจกรรมถูกนำไปตรวจสอบความเหมาะสมพร้อมกับแผนการจัดการเรียนรู้และมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไข

แล้ว ดังนี้ 1) ปรับลดจำนวนข้อคำถามในใบกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลาในการจัดการเรียนรู้ 2) ปรับข้อคำถามให้สื่อถึง การคิดเชิงคำนวณ

3. แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 คำถามย่อย สอดคล้องกับองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณ สำหรับให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคลหลังจัดกิจกรรม การเรียนรู้ และมีการวิเคราะห์ข้อมูลเช่นเดียวกับใบกิจกรรม ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณไปให้ ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 ท่าน ตรวจสอบ พบว่า ทุกข้อมีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) อยู่ระหว่าง 0.75 - 1.00 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ทุกข้อ และมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไข แล้ว ดังนี้ 1) ปรับสถานการณ์ให้มีความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน 2) ปรับข้อคำถามบางข้อให้มีความชัดเจนมากขึ้น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และ ร้อยละ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 15 ชั่วโมงตามคาบเรียนของ โรงเรียน

3. ในระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะได้รับมอบหมายให้ทำใบกิจกรรมเป็นกลุ่ม และหลังเสร็จสิ้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณเป็นรายบุคคล

4. นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการตรวจคำตอบของนักเรียนจากใบกิจกรรมและแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณแล้ว เปรียบเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกประเด็น (Analytic Scoring) ดังตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนในตาราง 2 จากนั้นนับความถี่ของแต่ละระดับ แล้วรายงานผลในรูปความถี่และร้อยละ เพื่อเขียนสรุปเป็นผลการพัฒนาการคิดเชิง คำนวณ และวิเคราะห์ความสอดคล้องของผลการคิดเชิงคำนวณจากใบกิจกรรมและแบบวัดความสามารถในการคิดเชิง คำนวณ

ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนตามระดับความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน

องค์ประกอบ การคิดเชิงคำนวณ	ระดับคุณภาพ	พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก
การแบ่งปัญหาใหญ่ ออกเป็นปัญหาย่อย (Decomposition)	ยอดเยี่ยม (4)	สามารถแตกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อยได้ครบถ้วน ถูกต้องทุกประเด็น และเชื่อมโยงปัญหาแต่ละส่วนเข้าด้วยกันได้อย่างเหมาะสม
	ดี (3)	สามารถแตกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อยได้ครบถ้วนและถูกต้องทุกประเด็น
	กำลังพัฒนา (2)	สามารถแตกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อยได้แต่ไม่ครบถ้วนและ ไม่ถูกต้อง
	เริ่มต้น (1)	ไม่สามารถแตกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อยได้

องค์ประกอบ	ระดับคุณภาพ	พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก
การคิดเชิงคำนวณ	ยอดเยี่ยม (4)	สามารถกำหนดรูปแบบและวางแผนการแก้ปัญหาที่นำไปสู่การแก้ปัญหอย่างเป็นระบบได้ครบถ้วนทุกประเด็น
	ดี (3)	สามารถกำหนดรูปแบบและวางแผนการแก้ปัญหาที่นำไปสู่การแก้ปัญหอย่างเป็นระบบได้ส่วนใหญ่
	กำลังพัฒนา (2)	สามารถกำหนดรูปแบบและวางแผนการแก้ปัญหาที่นำไปสู่การแก้ปัญหได้บางส่วน
	เริ่มต้น (1)	ไม่สามารถกำหนดรูปแบบและวางแผนการแก้ปัญหาที่นำไปสู่การแก้ปัญหได้
การพิจารณาสรุปลักษณะสำคัญของปัญหา (Abstraction)	ยอดเยี่ยม (4)	สามารถอธิบายรายละเอียดที่สำคัญของปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน
	ดี (3)	สามารถอธิบายรายละเอียดที่สำคัญของปัญหาได้ส่วนใหญ่
	กำลังพัฒนา (2)	สามารถอธิบายรายละเอียดที่สำคัญของปัญหาได้บางส่วน
	เริ่มต้น (1)	ไม่สามารถอธิบายรายละเอียดที่สำคัญของปัญหาได้
การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithms)	ยอดเยี่ยม (4)	สามารถเขียนขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจนถูกต้องครบถ้วน
	ดี (3)	สามารถเขียนขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาได้ส่วนใหญ่
	กำลังพัฒนา (2)	สามารถเขียนขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาได้บางส่วน
	เริ่มต้น (1)	ไม่สามารถเขียนขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาได้

ผลการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ผู้วิจัยวิเคราะห์องค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณ 4 ด้าน จากคำตอบของนักเรียนจำนวน 5 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน ใน 3 ใบบัณฑิต พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นในทุกองค์ประกอบย่อยดังรายละเอียดในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนตามองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณจาก 3 ใบบัณฑิต

องค์ประกอบ การคิดเชิงคำนวณ	ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับ											
	ใบบัณฑิตที่ 1				ใบบัณฑิตที่ 2				ใบบัณฑิตที่ 3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. การแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย	0	40	40	20	0	0	60	40	0	0	40	60
2. การพิจารณาสรุปลักษณะสำคัญของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา	0	60	40	0	0	20	40	40	0	0	40	60
3. การพิจารณาสรุปลักษณะสำคัญของปัญหา	0	40	40	20	0	20	40	40	0	0	40	60
4. การออกแบบอัลกอริทึม	0	60	20	20	0	20	40	40	0	0	60	40

จากตาราง 3 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนตามองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณ จากทั้ง 3 ใบกิจกรรม เมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณ พบว่า ด้านการแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย และด้านการพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีและกำลังพัฒนาในใบกิจกรรมที่ 1 อยู่ในระดับยอดเยี่ยมและดีในใบกิจกรรมที่ 2 และ 3 แต่ในใบกิจกรรมที่ 3 นักเรียนสามารถพัฒนาจากระดับดีไปสู่ระดับยอดเยี่ยมมากขึ้น ด้านการพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหานักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับกำลังพัฒนาในใบกิจกรรมที่ 1 อยู่ในระดับยอดเยี่ยมและดีในใบกิจกรรมที่ 2 และ 3 แต่ในใบกิจกรรมที่ 3 นักเรียนสามารถพัฒนาจากระดับดีไปสู่ระดับยอดเยี่ยมมากขึ้น ส่วนในด้านการออกแบบอัลกอริทึม นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับกำลังพัฒนาในใบกิจกรรมที่ 1 อยู่ในระดับยอดเยี่ยมและดีในใบกิจกรรมที่ 2 และ 3 แต่ในใบกิจกรรมที่ 3 นักเรียนสามารถพัฒนาจากระดับกำลังพัฒนาไปสู่ระดับดีมากขึ้น

2. ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ผู้วิจัยวิเคราะห์องค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณ 4 ด้าน ของนักเรียนเป็นรายบุคคลจากแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ดังรายละเอียดในตาราง 4

ตาราง 4 แสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนตามองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณจากแบบทดสอบ

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	ร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับ			
	เริ่มต้น	กำลังพัฒนา	ดี	ยอดเยี่ยม
1. การแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย	00.00	7.14	32.13	60.69
2. การพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหานักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีและกำลังพัฒนาในใบกิจกรรมที่ 1 อยู่ในระดับยอดเยี่ยมและดีในใบกิจกรรมที่ 2 และ 3 แต่ในใบกิจกรรมที่ 3 นักเรียนสามารถพัฒนาจากระดับดีไปสู่ระดับยอดเยี่ยมมากขึ้น	00.00	7.14	35.71	57.12
3. การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา	00.00	10.71	39.27	49.98
4. การออกแบบอัลกอริทึม	00.00	14.28	46.41	39.27

จากตาราง 4 แสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนตามองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณจากแบบทดสอบ เมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย ความสามารถในการพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหานักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีและกำลังพัฒนาในใบกิจกรรมที่ 1 อยู่ในระดับยอดเยี่ยมและดีในใบกิจกรรมที่ 2 และ 3 แต่ในใบกิจกรรมที่ 3 นักเรียนสามารถพัฒนาจากระดับดีไปสู่ระดับยอดเยี่ยมมากขึ้น ส่วนในด้านการออกแบบอัลกอริทึม นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับกำลังพัฒนาในใบกิจกรรมที่ 1 อยู่ในระดับยอดเยี่ยมและดีในใบกิจกรรมที่ 2 และ 3 แต่ในใบกิจกรรมที่ 3 นักเรียนสามารถพัฒนาจากระดับกำลังพัฒนาไปสู่ระดับดีมากขึ้น

1) การแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย นักเรียนสามารถแบ่งสถานการณ์หรือปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนดให้เป็นปัญหาย่อยๆ โดยเขียนระบุข้อกำหนดหรือประเด็นสำคัญของปัญหา เห็นได้จากตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนในใบกิจกรรมจากสถานการณ์สร้างรถจำลอง โดยที่รถจำลองจะต้องบรรทุกอ้อยให้ได้มากที่สุด ใช้เวลาในการขนส่งน้อยที่สุด และต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการขนส่ง ดังภาพ 1 และจากตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนในแบบทดสอบจากสถานการณ์เลือกรถแข่งหนึ่งคันที่มีความเร็วมากที่สุด ดังภาพ 2 ซึ่งทั้งสองภาพจัดอยู่ในระดับยอด

เยี่ยม เนื่องจากนักเรียนสามารถแตกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อยได้ครบถ้วน ถูกต้องทุกประเด็น และเชื่อมโยงปัญหาแต่ละส่วนเข้าด้วยกันได้อย่างเหมาะสม

1. ระบุข้อกำหนดของปัญหา (เงื่อนไข)
 ภาระงานที่นักเรียนมีจำนวนคงที่ของบรรทัดคือ 100 ได้สัปดาห์ที่ 1 ซึ่งเท่ากับภาระงานที่นักเรียนมีที่ 1 และต้องดำเนินการให้เสร็จสิ้นภายใน 10 วัน ภาระงานที่นักเรียนมีที่ 2 จำนวน 100 ได้สัปดาห์ที่ 2
 อัตราส่วนของภาระงานที่นักเรียนมีที่ 1 และ 2

ภาพ 1 แสดงตัวอย่างการแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อยจากใบกิจกรรม

1. จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนคิดว่า "สิ่งใดคือประเด็นปัญหา"
 นักเรียนจะจัดการอย่างไรเพื่อให้เสร็จทันเวลาที่สุด
 แต่ไม่สามารรถตัดสินใจได้ว่าควรซื้อรถคันไหนดีกว่ากัน
 2. จากข้อ 1 นักเรียนมีขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างไร (เขียนเป็นข้อๆ ทอส่งเซป)
 1. นำอัตราส่วนของรถคันที่ 1
 2. นำ อัตราส่วนของรถคันที่ 2
 3. นำอัตราส่วนของรถทั้งสองคันมาเปรียบเทียบกัน 4

ภาพ 2 แสดงตัวอย่างการแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อยจากแบบทดสอบ

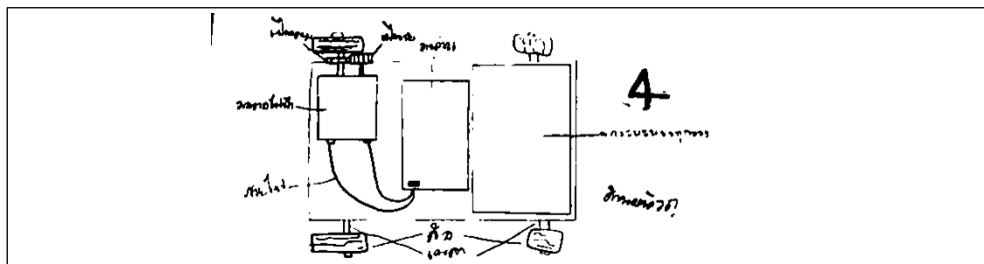
2) การพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถหาส่วนผสมจากการกำหนดสูตรในรูปร้อยละ โดยการเขียนร้อยละให้อยู่ในรูปอัตราส่วนต่างๆ ได้ เห็นได้จากตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนในแบบทดสอบจากสถานการณ์ที่ให้นักเรียนหาส่วนผสมน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นและหัวแชมพูในการผลิตแชมพูผสมน้ำมันมะพร้าว 200 มิลลิลิตร จำนวน 6 สูตร ดังภาพ 3 ซึ่งจัดอยู่ในระดับยอดเยี่ยม เนื่องจากนักเรียนสามารถกำหนดรูปแบบและวางแผนการแก้ปัญหาที่นำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบได้ครบถ้วนทุกประเด็น

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนรูปแบบที่แสดงถึงการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้
 สูตร 0% = 0 x 2 : 100 x 2 = 0 : 200
 สูตร 5% = 5 x 2 : 95 x 2 = 10 : 190
 สูตร 10% = 10 x 2 : 90 x 2 = 20 : 180
 สูตร 15% = 15 x 2 : 85 x 2 = 30 : 170
 สูตร 20% = 20 x 2 : 80 x 2 = 40 : 160
 สูตร 25% = 25 x 2 : 75 x 2 = 50 : 150

ภาพ 3 แสดงตัวอย่างการพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหาจากแบบทดสอบ

3) การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา นักเรียนสามารถเขียนแบบร่างหรือขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา เพื่อแสดงรายละเอียดสำคัญของสถานการณ์ปัญหา เห็นได้จากตัวอย่างการออกแบบร่างรถบรรทุกของนักเรียนในใบ

กิจกรรมจากสถานการณ์สร้างรถบรรทุก ดังภาพ 4 และจากตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนในแบบทดสอบจากสถานการณ์การหาต้นทุนการทำขนมพายฝ้าย ดังภาพ 5 ซึ่งจัดอยู่ในระดับยอดเยี่ยม เนื่องจาก นักเรียนสามารถอธิบายรายละเอียดที่สำคัญของปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน



ภาพ 4 แสดงตัวอย่างการพิจารณาสาระสำคัญของปัญหาจากใบกิจกรรม

3. แต่ละขั้นตอนย่อย ให้นักเรียนเขียนสาระสำคัญที่แสดงถึงวิธีการแก้ปัญหา

$$1. \text{ ราคาต่อหน่วย} = \frac{\text{ราคา}}{\text{หน่วย}}$$

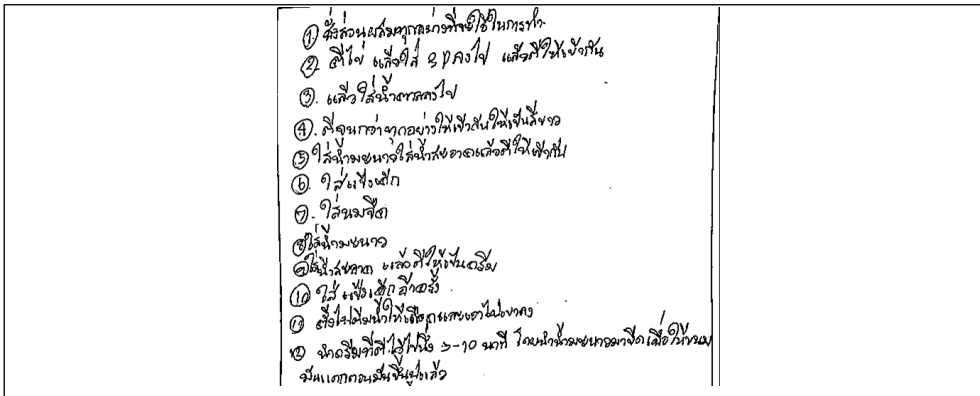
$$2. \text{ ภาควัตถุอื่นต่อหน่วย} = \text{ราคาต่อหน่วย} \times \text{จำนวนที่ใช้}$$

$$3. \text{ รวมภาควัตถุอื่นทั้งหมด} = \text{ราคาไข่} + \text{ราคาน้ำตาล} + \text{ราคาน้ำแร่} + \text{ราคาเนยสด} + \text{ราคาผงฟู} + \text{ราคาไข่} + \text{ราคาจรรยา} + \text{ราคาครีม} + \text{ราคาไอศกรีม}$$

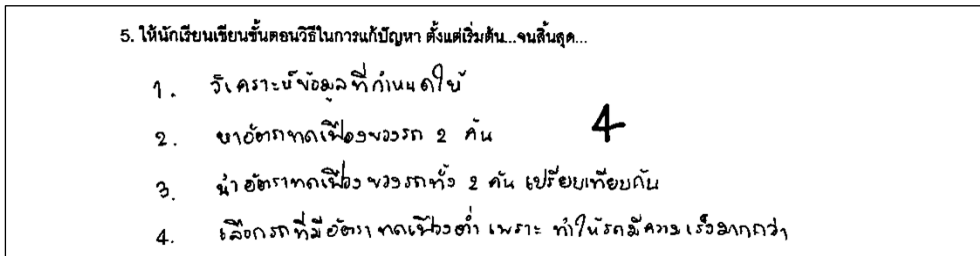
4

ภาพ 5 แสดงตัวอย่างการพิจารณาสาระสำคัญของปัญหาจากแบบทดสอบ

4) การออกแบบอัลกอริทึม นักเรียนสามารถเขียนขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา โดยมีลำดับวิธีการที่ชัดเจน จากกิจกรรมในสถานการณ์ขนมพายฝ้ายเฟื่องฟู นักเรียนสามารถเขียนขั้นตอนวิธีการทำขนมพายฝ้ายอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยระบุรายละเอียดการปฏิบัติแต่ละขั้นเรียงตามลำดับ แต่ยังคงขาดขั้นตอนการวิเคราะห์สถานการณ์ ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลความรู้ ขั้นตอนการทดสอบ และขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขปัญหาหรือชิ้นงาน เห็นได้จากตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนในใบกิจกรรมจากสถานการณ์การทำขนมพายฝ้าย ดังภาพ 6 ซึ่งจัดอยู่ในระดับกำลังพัฒนา เนื่องจากนักเรียนสามารถเขียนขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาได้บางส่วน และจากตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนในแบบทดสอบจากสถานการณ์เล็กรถแข่งหนึ่งคันที่มีความเร็วมากที่สุด ดังภาพ 7 ซึ่งจัดอยู่ในระดับยอดเยี่ยม เนื่องจากนักเรียนสามารถเขียนขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจนถูกต้องครบถ้วน



ภาพ 6 แสดงตัวอย่างการออกแบบอัลกอริทึมจากใบกิจกรรม



ภาพ 7 แสดงตัวอย่างการออกแบบอัลกอริทึมจากแบบทดสอบ

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ พบว่า ในระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีการพัฒนาระดับขององค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 ด้านอย่างต่อเนื่อง ตามลำดับของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 3 ซึ่งเมื่อพิจารณาระดับความก้าวหน้ารายองค์ประกอบย่อยจากใบกิจกรรม จะเรียงลำดับองค์ประกอบย่อยที่มีการพัฒนาจากมากไปน้อย ได้ดังนี้ การแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย การพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา และการออกแบบอัลกอริทึม ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ จากแบบทดสอบ ที่มีลำดับการพัฒนาจากมากไปน้อยเช่นเดียวกัน

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ นั้นเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริง เรียนรู้และแก้ปัญหาสถานการณ์ต่างๆ ด้วยตนเอง ภายใต้ความท้าทายโดยมีการวางแผนออกแบบอย่างเป็นขั้นตอน โดยการนำความรู้ที่ไปสร้างสรรค์ชิ้นงานอาศัยสื่อ เทคโนโลยี วัสดุ อุปกรณ์ที่เหมาะสมเรียนรู้ผ่านการออกแบบ ทั้งนี้ การนำสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับบริบทในชีวิตจริงมาใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้คิดออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือวิธีการสร้าง

ชิ้นงาน สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณให้กับนักเรียนได้ สอดคล้องกับ Palts and Pedaste (2020) ที่ได้ระบุว่า ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาการคิดเชิงคำนวณควรเริ่มจากการกำหนดหรือนิยามปัญหา จากนั้นจึงหาวิธีการแก้ปัญหา วางแผน ออกแบบ และเลือกวิธีแก้ปัญหา สอดคล้องกับ Sabkerd (2016) ที่ระบุว่า การฝึกฝนความสามารถในการคิดเชิงคำนวณสามารถใช้ในการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษา เนื่องจากอยู่บนพื้นฐานของการใช้ปัญหาเป็นฐาน มีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาเพื่อท้าทายการคิดและสร้างความสนใจให้กับนักเรียน นำไปสู่การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

เมื่อพิจารณาพัฒนาการแต่ละองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณจากใบกิจกรรมและแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณ ดังนี้

1. ด้านการแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหา สามารถวิเคราะห์หรือแยกแยะปัญหา ซึ่งเริ่มต้นจากการแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย โดยระบุสิ่งที่ปัญหาย่อย และเงื่อนไขข้อจำกัดของปัญหา เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหานั้นๆ และศึกษาองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อนำมาแก้ปัญหาส่วนย่อยต่างๆ ได้ ซึ่งสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ นั้นเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนมีความคุ้นเคย และมีความใกล้เคียงกับชีวิตจริง เช่น สถานการณ์ในการเลือกใช้รถให้ตรงตามวัตถุประสงค์ว่าจะใช้เพื่อบรรทุกสิ่งของหรือใช้เพื่อความเร็ว สถานการณ์ทำขนมพายและคำนวณต้นทุนในการผลิต และสถานการณ์ทำขนมพุทธรูปใช้เองในครัวเรือน จึงช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ สงสัย ส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้และหาแนวทางแก้ปัญหา สอดคล้องกับ Sritthi et al. (2018) ที่กล่าวว่า สถานการณ์ของปัญหาที่ครูนำเสนอ มีผลต่อการเกิดการเรียนรู้ของนักเรียน เนื่องจากเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนหรือสถานการณ์ใกล้ตัวที่นักเรียนได้เข้าร่วม ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะหาวิธีการแก้ปัญหา และสอดคล้องกับ Tibpaeng et al. (2019) ที่กล่าวว่า การใช้สถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันทำให้นักเรียนมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นต่อสถานการณ์ดังกล่าวและเห็นว่าเป็นสถานการณ์ที่มีความใกล้ตัวจึงให้ความสนใจ ทำให้เมื่อนำเสนอสถานการณ์ปัญหานักเรียนสามารถอธิบายและแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวโดยใช้ความรู้ที่ได้เรียนมา และสามารถลงมือปฏิบัติกิจกรรมได้ด้วยตนเอง

2. ด้านการพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เน้นให้นักเรียนสามารถพิจารณารูปแบบของปัญหา เพื่อนำมาประเมินสถานการณ์แก้ปัญหาในประเด็นย่อยต่างๆ โดยคำนึงถึงข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม เช่น นักเรียนนำชิ้นงานมาทำการทดสอบและประเมินการใช้งานว่ามีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้จริงหรือไม่ เมื่อนักเรียนได้ผลการทดสอบการแก้ปัญหาแล้วต้องนำผลมาวิเคราะห์เพื่อพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยพิจารณาว่าเคยพบปัญหาลักษณะนี้มาก่อนหรือไม่ หากมีรูปแบบของปัญหาที่คล้ายกันสามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาประยุกต์ใช้ ซึ่งสอดคล้องกับ Cox et al. (2016) กล่าวว่า การที่นักเรียนมีโอกาสได้นำผลงานที่ตนสร้างขึ้นไปใช้ทดสอบและประเมินผลงาน รวมทั้งการนำข้อมูลที่ได้สังเกตและจดบันทึกไว้ มาวิเคราะห์เพื่อเลือกแนวทางที่เป็นวิธีแก้ปัญหาในการปรับปรุงแก้ไขผลงานจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดีขึ้น

3. ด้านการพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา สนับสนุนให้นักเรียนสามารถเขียนแบบร่างหรือขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหา เพื่อแสดงรายละเอียดสำคัญของสถานการณ์ปัญหา เช่น นักเรียนเขียนแบบร่างของรถบรรทุกซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 1 นั้น นักเรียนสามารถระบุรายละเอียดสำคัญของชิ้นงานตามเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดรายละเอียดของชิ้นงานให้ชัดเจนก่อนลงมือสร้าง ซึ่งสอดคล้องกับ Tidma et al. (2015) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ควรให้นักเรียนคำนึงถึงการร่างภาพ และระบุรายละเอียดวิธีการสร้างได้ครบตามองค์ประกอบนั้นๆ เพื่อให้ได้ชิ้นงานตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถด้านการพิจารณาสาระสำคัญของปัญหาของนักเรียน

4. ด้านการออกแบบอัลกอริทึม จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเขียนขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา โดยมีลำดับขั้นตอนหรือวิธีการที่ชัดเจน สังเกตได้จากกรณีที่นักเรียนสร้างชิ้นงานอย่างเป็นลำดับขั้นตอน มีการวางแผนกำหนดสิ่งที่ต้องปฏิบัติก่อนและหลัง ดังเช่น การจัดการเรียนรู้ที่ 2 สถานการณ์ขนมปุยฝ้ายเฟื่องฟู นักเรียนสามารถเขียนขั้นตอนวิธีการทำขนมปุยฝ้ายอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยระบุรายละเอียดการปฏิบัติแต่ละขั้นตอนเรียงตามลำดับ ในส่วนขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน นักเรียนจะต้องเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการตั้งแต่เริ่มต้นจนจบกระบวนการให้ผู้อื่นเข้าใจ และออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน พบว่า นักเรียนเขียนขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาได้ไม่ครบทุกประเด็น เช่น นักเรียนลืมนึกถึงว่าก่อนที่จะนักเรียนจะลงมือทำขนมจะต้องสืบค้นหรือรวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแก้ปัญหา นักเรียนไม่เขียนประเด็นการแก้ไขหรือปรับปรุงชิ้นงาน ดังนั้น ครูควรอธิบายให้คำแนะนำ หรือยกตัวอย่างให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น ในการจัดการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนสามารถเขียนขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนเขียนขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาได้ไม่ครบถ้วน จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมความสามารถด้านการออกแบบอัลกอริทึมได้ แต่ต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนามากกว่านี้ ซึ่งสอดคล้องกับ English and King (2015) ได้ระบุว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาทำให้นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนในการออกแบบชิ้นงาน ตลอดจนแสดงการคำนวณต่างๆ เพื่อนำมาสู่การแก้ปัญหา ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถด้านการออกแบบอัลกอริทึมของนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้

1.1 การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ควรออกแบบสถานการณ์ปัญหา โดยคำนึงถึงการนำความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาเป็นหลัก เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการใช้แนวคิดและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ภายใต้การบูรณาการกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม

1.2 การส่งเสริมความสามารถในการออกแบบอัลกอริทึมของนักเรียน โดยพิจารณาจากผลการวิจัยพบว่าในใบกิจกรรมที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการออกแบบอัลกอริทึมอยู่ในระดับกำลังพัฒนา ครูจึงควรให้นักเรียนฝึกเขียนอัลกอริทึมก่อน โดยเริ่มต้นด้วยการทบทวนหลักการเขียนอัลกอริทึมก่อน เพื่อให้ นักเรียนมีพื้นฐานที่ดี

ในการเขียนอัลกอริทึมและสามารถนำไปใช้ได้ถูกต้อง อีกทั้งยังช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการวัดการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนอีกด้วย

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ในการวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณด้วยการบูรณาการการเรียนการสอนกับเทคโนโลยี โดยในขั้นการออกแบบอัลกอริทึมควรให้นักเรียนเขียนออกมาเป็นแบบแผนหรือผังงานอย่างเป็นระบบ ลำดับขั้นตอน เพื่อสามารถนำไปพัฒนาบรรทัดประมวลผลคอมพิวเตอร์ได้

References

- Barcelos, T. S., Munoz, R., Villarroel, R., Merino, E., & Silveira, I. F. (2018). Mathematics learning through computational thinking activities: A systematic literature review. *Journal of Universal Computer Science*, 24(7), 815.
- Cox, C., Birdy, R., Christian, S., & Anita, S. (2016). Using mathematics and engineering to solve problems in secondary level biology. *Journal of STEM Education*, 17(1), 22-30.
- English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: Fourth grade students' investigations in aerospace. *International journal of STEM education*, 2(14), 1-18.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2000). *The SAGE handbook of qualitative research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Ministry of Education. (2017). *Indicators and core curriculum for science learning (revised B.E. 2560) Basic education core curriculum BE 2551*. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand. [in Thai]
- Palts, T., & Pedaste, M. (2020). A model for developing computational thinking skills. *Informatics in Education*, 19(1), 113–128.
- Roungrong, P., Kaewurai, R., Namoungon, S., Changkwanyun, A., & Tengkeu, S. (2018). Computational thinking with Thai education. *Panyapivat Journal*, 10(3), 322 – 330. [in Thai]
- Sabkerd, S. (2016). *Development of learning activities to enhance computational thinking with focus on STEM education learning management of the programming & application course for mathayomsuksa IV students of Anukoolnaree School* (Master thesis). Maha Sarakham: Rajabhat Mahasarakham University. [in Thai]
- 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 Journals*, 13(37), 105-118. [in Thai]
- Swaid, S. I. (2015). Bringing computational thinking to STEM education. *Science Direct*, 3, 3657-3662.

- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2014). *STEM Education*. Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2017). *Manual for teacher in science foundation course technology (computer science)*. Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2020). *FOCUS in PISA*. Retrieved June 11, 2020, from <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2020-53/> [in Thai]
- Tibpaeng, R., Klineam, C., & Supap, W. (2019). The development of mathematical connection ability through context-based learning in ratio and percentage for tribesman students in grade 8. In *The 48th National Graduate Research Conference*. Nakhon Pathom: Silpakorn University. [in Thai]
- Tidma, P., Nakkuntod, M., & Kijkuakul, S. (2015). STEM education in topic of human systems to promote creative thinking of grade 8 students. *Ratchaphruek Journal*, 13(3), 71-76. [in Thai]
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communication of the ACM*, 49(3), 33-35.