

การพัฒนาคลังกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหา
เพื่อส่งเสริมการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

The Development of Mathematical Learning Activity Databank Using Problem
Solving Skills to Promote Education for Sustainable Development

พงศกร ภู่อารีย์^{1*}, พงศธร มหาวิจิตร² และ วิภารัตน์ แสงจันทร์³
Pongsakorn Phuaree^{1*}, Pongsatorn Mahavijit² and Wiparat Sangjun³

¹ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, pongsakorn.phu@ku.ac.th
(Faculty of Education, Kasetsart University)

² คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, feduptm@ku.ac.th
(Faculty of Education, Kasetsart University)

³ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, feduwrjs@ku.ac.th
(Faculty of Education, Kasetsart University)

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบคลังกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และเพื่อประเมินคุณภาพของคลังกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับเครื่องมือการวิจัยที่ใช้ในการประเมินคุณภาพได้แก่ แบบประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน แบบประเมินด้านการออกแบบเว็บไซต์ และแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการใช้ประโยชน์จากคลังกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการออกแบบคลังกิจกรรมการเรียนรู้ เผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภายใต้ URL คือ <https://pirun.ku.ac.th/~g5814600241/esd-html> ผลการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นว่าเนื้อหาของแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน จำนวน 40 เรื่อง ผลการประเมินคุณภาพในด้านการออกแบบเว็บไซต์ อยู่ในระดับผ่านคิดเป็นค่าเฉลี่ยของ IOC เท่ากับ 0.92 และผลการสอบถามความคิดเห็นของครูคณิตศาสตร์เกี่ยวกับแนวทางการใช้ประโยชน์จากคลังกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.24

คำสำคัญ: การศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน คลังกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา

ABSTRACT

The objectives of this research were to design the mathematics learning activity databank that emphasized the problem solving skills to promote education for sustainable development in secondary school. This research also focused the evaluation of the mathematics learning activity databank quality. The research instruments were evaluation form which evaluated the consistency between the contents of

each learning activity and the learning objectives to achieve sustainable development goals, website design evaluation form and questionnaire form asking the opinions on the utilization of databank. The results of the research concluded that the website was posted on the Kasetsart University web server under the URL <https://pirun.ku.ac.th/~g5814600241/esd-html>. The evaluation result evaluated by experts showed the total number of learning activities was consistent with the learning objectives to achieve sustainable development goals. The evaluation result of the quality of website design was at a pass level; the mean value of IOC is 0.92. The evaluation result of the questionnaire form asking the opinions on the utilization of databank was at a good level; the arithmetic mean value is 4.24.

KEYWORDS: Education for Sustainable Development, Mathematical Learning Activity Databank, Problem Solving Skills

**Corresponding author *Pongsakorn Phuaree, E-mail: pongsakorn.phu@ku.th โทร. 0991348547*

Received: 27 April 2020 / Revised: 29 May 2020 / Accepted: 9 September 2020 / Published online: 30 April 2021

บทนำ

หลายทศวรรษที่ผ่านมาสังคมต้องเผชิญหน้ากับปัญหาที่ทำลายและมีแนวโน้มที่สลับซับซ้อนมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มจำนวนของประชากรอย่างรวดเร็ว ปัญหาความยากจน ปัญหาสิ่งแวดล้อม ความขัดแย้งและความรุนแรงที่เกิดขึ้นในสังคม ปัญหาเหล่านี้ได้รุมเร้าและส่งผลกระทบเป็นวงกว้างต่อชีวิตความเป็นอยู่ของคนในสังคม แนวคิดของการพัฒนาที่ยั่งยืนจึงเข้ามามีบทบาทในการสนับสนุนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางความคิดและวิถีการดำเนินชีวิตเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาสังคมอย่างยั่งยืน ดังคำกล่าวของไอส์ไตน์ที่ว่า “ปัญหาท้าทายที่เราเผชิญหน้าไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยระดับความคิดเดิมเหมือนกับตอนที่เรารสร้างปัญหานั้นให้เกิดขึ้น” (Bhandari & Abe, 2003, p.17) แนวคิดของการพัฒนาที่ยั่งยืนได้ถูกหยิบยกมาอธิบายจากนักวิจัยหลายท่าน สรุปคือ การพัฒนาที่ยั่งยืนเป็นการพัฒนาที่มีลักษณะบูรณาการเป็นองค์รวม มีกระบวนการพัฒนาที่ดำเนินอย่างต่อเนื่องในการสร้างสมดุลระหว่างสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นและความสามารถในการแก้ปัญหา เพื่อให้สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป โดยอาศัยการสร้างกระบวนการคิดที่เป็นระบบ ส่งเสริมให้สมาชิกในสังคมพัฒนากระบวนการเรียนรู้และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการปฏิบัติงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ (Lehmann et al., 2008, p.283; Tilbury, 2004, p.103; พงษ์ศิริบรรณพิทักษ์, 2553, น.31)

การศึกษาเป็นความหวังที่ดีที่สุดของมนุษยชาติในการเสริมสร้างกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (พงษ์ศิริบรรณพิทักษ์, 2553, น.79) โดยในปี ค.ศ. 2015 ที่ประชุมสมัชชาใหญ่แห่งสหประชาชาติได้รับรองวาระการประชุมคือ การกำหนดเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน 17 เป้าหมาย (Sustainable Development Goals-SDGs) มีรายละเอียดดังนี้ 1) ขจัดความยากจน 2) ขจัดความหิวโหย 3) การมีสุขภาพและความเป็นที่ดี 4) การศึกษาที่เท่าเทียม 5) ความเท่าเทียมทางเพศ 6) การจัดการน้ำและสุขาภิบาล 7) พลังงานสะอาดที่ทุกคนเข้าถึงได้ 8) การจ้างงานที่มีคุณค่าและการเติบโตทางเศรษฐกิจ 9) อุตสาหกรรม นวัตกรรมโครงสร้างพื้นฐาน 10) ลดความเหลื่อมล้ำ 11) เมืองและถิ่นฐานมนุษย์อย่างยั่งยืน 12) แผนการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน 13) การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 14) การใช้ประโยชน์จากมหาสมุทรและทรัพยากรทางทะเล 15) การใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศทางบก 16) สังคมสงบสุข ยุติธรรม ไม่แบ่งแยก 17) ความร่วมมือเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนผู้เรียนควรเป็นศูนย์กลางในการสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถบูรณาการความรู้และทักษะกระบวนการ เพื่อปรับเปลี่ยนมุมมองทัศนคติในตัวเองบุคคลให้มีความรับผิดชอบต่อสังคมในปัจจุบัน ปลุกฝังคนรุ่นใหม่ให้มีจิตสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมในอนาคต เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน (Bhandari & Abe, 2003, p.18)

การขับเคลื่อนการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนในประเทศไทยพบว่า สถานศึกษาส่วนใหญ่ยึดติดกับกรอบแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงที่มุ่งเน้นการพัฒนาเพียงทางด้านการเกษตร ทำให้การขับเคลื่อนการพัฒนาที่ยั่งยืนมีข้อจำกัดและไม่ครอบคลุมทุกเป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืน รวมทั้งการส่งเสริมการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนยังมอบหมายให้เป็นบทบาทหน้าที่ของบางกลุ่มสาระการเรียนรู้เท่านั้น ทั้งที่ในความเป็นจริงการขับเคลื่อนต้องเป็นภารกิจของทุกคนและควรได้รับการสนับสนุนจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา การจัดหลักสูตรการเรียนรู้ควรคำนึงถึงความเชื่อมโยงจากทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ (พงศธร มหาวิทยาลัย และพงศกร ภู่อารีย์, 2561) โดยเฉพาะกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เน้นการสร้างกระบวนการคิดที่เป็นระบบ แต่ในปัจจุบันกลับพบว่าการเรียนคณิตศาสตร์เน้นเพียงการฝึกฝนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นโจทย์สมมติ ขาดความเชื่อมโยงในการนำเอาความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริง ดังนั้นการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการที่มีการผสมผสานคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น จะช่วยเพิ่มบทบาทความสำคัญของคณิตศาสตร์และยกระดับการฝึกฝนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้มีลักษณะเป็นปัญหาเชิงสถานการณ์ (Situational Problem) ที่มีขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหาไม่เพียงแต่ใช้หลักการ ความรู้ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่มีการบูรณาการองค์ความรู้จากกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นมาผสมผสานเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา โดยคณิตศาสตร์จะเป็นกุญแจสำคัญที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้านสติปัญญา ด้านอารมณ์และทักษะทางสังคม และด้านการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม และสร้างการเปลี่ยนแปลงในตัวบุคคลที่จะนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน

จากการศึกษาพบว่า ในต่างประเทศมีการจัดทำและเผยแพร่กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนอย่างกว้างขวาง มีการนำกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ เหล่านี้มาปรับใช้ให้สอดคล้องกับปัญหาที่ขึ้นในสังคม ซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหาทางสังคมอย่างยั่งยืน แต่สำหรับประเทศไทยยังไม่พบตัวอย่างกิจกรรมในลักษณะดังกล่าว ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะรวบรวมตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้จากแหล่งข้อมูลต่างประเทศ และพัฒนาขึ้นในรูปแบบของเว็บไซต์ โดยเน้นการรวบรวมตัวอย่างปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นปัญหาเชิงสถานการณ์มีความสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมปัจจุบัน เพื่อช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสร้างรูปแบบทางความคิดในการนำเอาคณิตศาสตร์มาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหาให้เป็นไปอย่างเป็นระบบ เช่น การรวบรวมจัดระบบข้อมูล การตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงปริมาณ เป็นต้น (ปริชา เนาว์เย็นผล, 2544, น.17) ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เห็นประโยชน์และคุณค่าของการนำเอาหลักการ ความรู้ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาสังคมได้อย่างแท้จริง

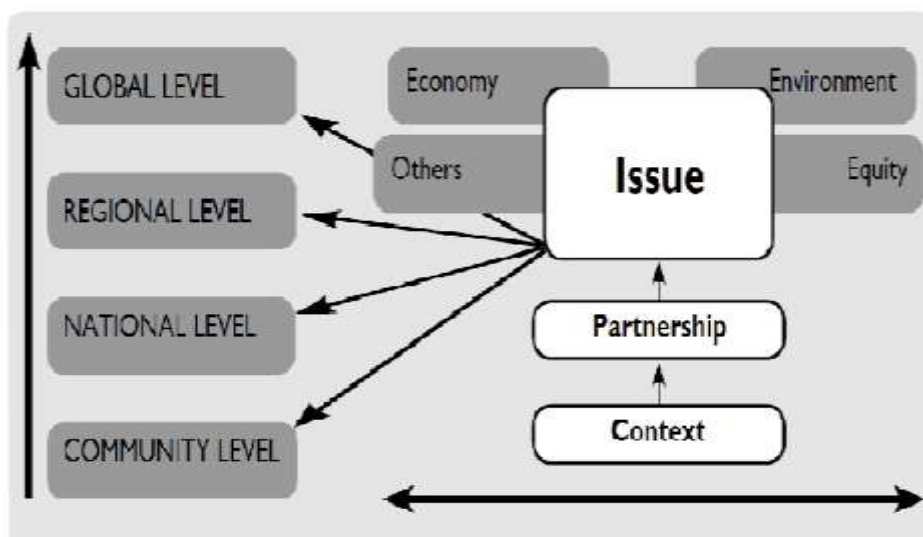
วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบคลังกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อประเมินคุณภาพของคลังกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน หมายถึง การจัดการศึกษาที่มีการนำเสนอประเด็นปัญหาทางสังคมที่เชื่อมโยงกับหัวข้อหลักทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม พร้อมส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสร้างกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยเน้นการบูรณาการความรู้และทักษะกระบวนการ ที่มีการเชื่อมโยงองค์ความรู้จากกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างๆ เข้าด้วยกัน ทั้งในส่วนของหลักการและการปฏิบัติให้ปรากฏขึ้นในทุกภาคส่วนทุกระดับของการศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม และนำไปสู่การปรับเปลี่ยนทัศนคติ ค่านิยม และหลักจริยธรรมในตัวบุคคล รวมทั้งสร้างวิถีการดำเนินชีวิตแบบใหม่ที่สามารถจัดการและรับมือกับปัญหาดังกล่าว โดยมีเป้าหมายหลักที่สำคัญเพื่อกระตุ้นให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต

2. คลังกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง แหล่งรวบรวมกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนจากแหล่งข้อมูลต่างประเทศ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในรูปแบบของเว็บไซต์ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการฝึกฝนทักษะการแก้ปัญหาผ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นปัญหาเชิงสถานการณ์ โดยมีการจัดหมวดหมู่เนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 5 เมนูหลักตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ดังนี้ 1) การจัดการน้ำและสุขาภิบาล 2) พลังงานสะอาดที่ทุกคนเข้าถึงได้ 3) เมืองและถิ่นฐานมนุษย์อย่างยั่งยืน 4) แผนการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน 5) การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการกำหนดเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนเป็นการปรับกรอบแนวคิดใหม่ให้ครอบคลุมประเด็นปัญหา (Sustainability – related Issues) ทางสังคมที่มากขึ้น ซึ่งแต่ละประเด็นปัญหาจะมีความเชื่อมโยงกับหัวข้อหลักทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม (Horizontal Linkages of ESD) พร้อมทั้งส่งเสริมให้ทุกฝ่ายได้เข้ามามีส่วนร่วมในการตัดสินใจอย่างมีความรับผิดชอบต่อประเด็นปัญหาทางสังคม ตั้งแต่ระดับบุคคล ระดับชุมชน ระดับภูมิภาค ระดับประเทศ ตลอดจนถึงระดับโลก (Vertical Linkages of ESD) (Bhandari and Abe, 2003: 20) ดังภาพที่ 1



ภาพ 1 Horizontal and Vertical Linkages of ESD

ที่มา: Bhandari and Abe (2003)

ดังนั้นองค์กร UNESCO จึงให้ความสำคัญต่อการกำหนดเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเชื่อมโยงระหว่างการจัดการศึกษากับการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยในแต่ละเป้าหมายได้มีการจัดเป็นหมวดหมู่เพื่อใช้พัฒนาผู้เรียนที่ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน คือ 1) ด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) 2) ด้านอารมณ์และทักษะทางสังคม (Socio-emotional Domain) 3) ด้านการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม (Behavioural Domain) (Rieckmann, 2017, p.11) และในแต่ละด้านองค์กร UNESCO ได้มีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives) เพื่อให้สะดวกและง่ายสำหรับผู้พัฒนาหลักสูตรและนักการศึกษาที่สามารถนำวัตถุประสงค์การเรียนรู้เหล่านี้ไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบหลักสูตรและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Rieckmann, 2017, p.8)

3. คุณภาพของคลังกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพของคลังกิจกรรมการเรียนรู้ ได้มาจากการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ โดยประเมินในด้านเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรมว่ามีความสอดคล้องกับ

วัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน และประเมินในด้านการออกแบบเว็บไซต์ รวมทั้งสอบถามความคิดเห็นของครูคณิตศาสตร์เกี่ยวกับแนวทางการใช้ประโยชน์จากคลังกิจกรรมการเรียนรู้

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. การนำคลังกิจกรรมการเรียนรู้มาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถแก้ปัญหาในโรงเรียน หรือชุมชนของตนเองได้
2. การนำคลังกิจกรรมการเรียนรู้มาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการแก้ปัญหา และแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยยึดหลักการตามกรอบแนวคิด SDGs ที่เน้นการเปลี่ยนแปลงในตัวบุคคลให้ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน คือ 1) ด้านสติปัญญา 2) ด้านอารมณ์และทักษะทางสังคม 3) ด้านการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร และตัวอย่างวิจัย

ประชากรสำหรับการวิจัย คือ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2562 ที่มาจากภูมิภาคต่างๆ

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย คือ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2562 จำนวน 15 ท่านได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โดยมีประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่า 5 ปี มีความสามารถในการใช้ภาษาอังกฤษได้

เครื่องมือวิจัย

1. คลังกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้จากแหล่งข้อมูลออนไลน์ต่างประเทศ โดยกำหนดขอบเขตเนื้อหาจาก 17 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) คัดเลือกมาจำนวน 5 เป้าหมาย พิจารณาจากตารางของ SDGs ที่มีการนำเสนอรายละเอียดหัวข้อเรื่องต่างๆ ในแต่ละเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Rieckmann, 2017, p.12-45) ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้คำสำคัญที่ปรากฏในตารางของ SDGs ในการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล และทำการวิเคราะห์หาแนวโน้มของจำนวนตัวอย่างของกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีคณิตศาสตร์มาเกี่ยวข้อง รวมทั้งพิจารณาถึงความสอดคล้องเนื้อหาสาระที่เป็นองค์ความรู้คณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) จากนั้นทำการออกแบบโครงสร้างเว็บไซต์คลังกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างโฮมเพจ (Home Page) และสร้างเว็บเพจ (Web Page) พร้อมเผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภายใต้ URL คือ <https://pirun.ku.ac.th/~g5814600241/esd-html>

2. แบบประเมินคุณภาพของคลังกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ประกอบด้วยข้อมูล 3 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 แบบประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยในแต่ละเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน องค์การ UNESCO ได้กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน ประกอบด้วยการพัฒนาผู้เรียนที่ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน มีรายละเอียดดังนี้ 1) ด้านสติปัญญา เน้นการพัฒนาความรู้และทักษะกระบวนการคิดที่จำเป็นต่อการเสริมสร้างความเข้าใจใน SDGs 2) ด้านอารมณ์และทักษะทางสังคม เน้นการพัฒนาทักษะทางสังคมที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถร่วมมือกันเพื่อส่งเสริม SDGs ให้เกิดขึ้นในสังคม รวมทั้งการสร้างทัศนคติที่ดีถึงคุณค่า การปรับเปลี่ยนทัศนคติ และการสร้างแรงจูงใจในการพัฒนาตนเอง 3) ด้านการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม

เน้นการพัฒนาความสามารถในเชิงปฏิบัติ (Rieckmann, 2017, p.11) โดยในแต่ละด้านประกอบด้วย 5 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ ดังนั้นหนึ่งเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนจะมีวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน จำนวนทั้งหมด 15 วัตถุประสงค์ (Rieckmann, 2017, p.12-45)

ชุดที่ 2 แบบประเมินด้านการออกแบบเว็บไซต์

ชุดที่ 3 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการใช้ประโยชน์จากคลังกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

การวิเคราะห์ข้อมูล

แบบประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนและแบบประเมินด้านการออกแบบเว็บไซต์ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index: IOC) และแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการใช้ประโยชน์จากคลังกิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน พร้อมจัดทำตารางสรุปลักษณะของการจัดกิจกรรมเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมการพัฒนาผู้เรียนที่ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละด้าน เพื่อนำมาสังเคราะห์เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาผู้เรียนทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านสติปัญญา ด้านอารมณ์และทักษะทางสังคม และด้านการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม

ผลการวิจัย

1. ผลการออกแบบคลังกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

1.1 เว็บไซต์ประกอบด้วย หน้าเมนูหลักสาระนำรู้เกี่ยวกับการพัฒนาที่ยั่งยืนและหน้าเมนูหลักที่แสดงตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน จำนวน 5 เมนูหลัก ดังนี้ 1) การจัดการน้ำและสุขภาพ 2) พลังงานสะอาดที่ทุกคนเข้าถึงได้ 3) เมืองและถิ่นฐานมนุษย์อย่างยั่งยืน 4) แผนการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน 5) การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวนกิจกรรมการเรียนรู้รวมทั้งหมด 40 เรื่อง ดังภาพที่ 2 นอกจากนี้ผู้วิจัยได้จัดทำสคริปต์เนื้อหาที่อธิบายรายละเอียดของแต่ละกิจกรรมในด้านการนำเอาความรู้คณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง และลักษณะการจัดกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ที่พัฒนาผู้เรียนที่ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านสติปัญญา ด้านอารมณ์และทักษะทางสังคม และด้านการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ดังภาพที่ 3



ภาพ 2 แสดงสตอรี่บอร์ดหน้าแรกของเว็บไซต์ (Home Page)



ภาพ 3 ตัวอย่างสคริปต์เนื้อหาที่แสดงรายละเอียดของแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน ทั้งนี้คลังกิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประกอบด้วย จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น และครอบคลุมเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนจำนวน 5 เป้าหมาย แต่ละเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนประกอบด้วย ด้านสติปัญญา ด้านอารมณ์และทักษะทางสังคม และด้านการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ผลดังตาราง 1 โดยแต่ละด้านประกอบด้วยวัตถุประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 5 วัตถุประสงค์ (ข้อที่ 1 – ข้อที่ 5) รายละเอียดของแต่ละวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนสามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ แหล่งข้อมูลของ UNESCO (Rieckmann, 2017, p.12-45)

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน

กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละเมนูหลัก	สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	วัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน		
		ด้านสติปัญญา	ด้านอารมณ์และทักษะทางสังคม	ด้านการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม
เมนูหลักที่ 1 การจัดการน้ำและสุขภาพ	อัตราส่วน, ร้อยละ, กราฟ, ค่าเฉลี่ย, ตารางข้อมูล	ข้อที่ 1, 2, 3	ข้อที่ 1, 2, 3, 4	ข้อที่ 3
เมนูหลักที่ 2 พลังงานสะอาดที่ทุกคนเข้าถึงได้	อัตราส่วน, ร้อยละ, เศษส่วน, กราฟ, ค่าเฉลี่ย, ตารางข้อมูล	ข้อที่ 1, 2, 3, 4	ข้อที่ 1, 2, 4, 5	ข้อที่ 1
เมนูหลักที่ 3 เมืองและถิ่นฐานมนุษย์อย่างยั่งยืน	อัตราส่วน, ร้อยละ, ประมวลค่า, พื้นที่, ปริมาตร, ค่าเฉลี่ย, กราฟ	ข้อที่ 4	ข้อที่ 2, 4, 5	ข้อที่ 4
เมนูหลักที่ 4 แผนการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน	อัตราส่วน, ร้อยละ, ทศนิยม, พื้นที่, ปริมาตร, ค่าเฉลี่ย, กราฟ, ตารางข้อมูล	ข้อที่ 1, 2, 4	ข้อที่ 2, 3, 5	ข้อที่ 1, 3
เมนูหลักที่ 5 การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	อัตราส่วน, ร้อยละ, เศษส่วน, ทศนิยม, การประมวลค่า, สัญกรณ์วิทยาศาสตร์, ค่าเฉลี่ย, กราฟ, ตารางข้อมูล	ข้อที่ 1, 2	ข้อที่ 2, 3, 4	ข้อที่ 1, 3, 4, 5

จากตาราง 1 พบว่า คลังกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้พัฒนามีเนื้อหาครอบคลุมสาระของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จำนวนและพีชคณิตเรื่องอัตราส่วน ร้อยละ เศษส่วน ทศนิยม การประมวลค่า และสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ การวัดและเรขาคณิตเรื่องการหาพื้นที่และปริมาตร สถิติและความน่าจะเป็นเรื่องค่าเฉลี่ย กราฟ และตารางข้อมูล เมื่อพิจารณาในด้านความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนพบว่า ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละเรื่องมีการเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่พัฒนาผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนในมิติที่แตกต่างกัน ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างกันนี้เป็นประเด็นที่น่าสนใจ ดังนั้นผู้วิจัยได้นำสคริปต์

เนื้อหาที่อธิบายรายละเอียดของลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของแต่ละกิจกรรม มาทำการสังเคราะห์เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมการจัดการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน มีรายละเอียดดังนี้

1) ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาผู้เรียนด้านสติปัญญา

1.1) การศึกษาข้อมูลทางสถิติที่แสดงการเปรียบเทียบหรือแสดงแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อเพิ่มความตระหนักถึงการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มสูงขึ้น

1.2) การพิจารณาทางเลือกของกิจกรรมการอุปโภคบริโภคและประเภทของแหล่งพลังงานที่คำนึงถึงผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม

1.3) การศึกษานโยบายของรัฐหรือยุทธวิธีที่ช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2) ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาผู้เรียนด้านอารมณ์และทักษะทางสังคม

2.1) การร่วมกันแสดงความคิดเห็นที่ช่วยสร้างรูปแบบการดำเนินชีวิตและการมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2.2) การประเมินพฤติกรรมการอุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวันของแต่ละบุคคลหรือบุคคลรอบข้าง โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานที่คำนึงถึงผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม

2.3) การถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยการณรงค์ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ การประชาสัมพันธ์ข้อมูล หรือการพัฒนาโปรแกรมข้อมูล เพื่อเป็นประโยชน์ต่อสมาชิกในครอบครัว โรงเรียน และชุมชนของตน

3) ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาผู้เรียนด้านการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม

3.1) การวางแผนการดำเนินงานตามยุทธวิธีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลระหว่างพฤติกรรมแบบเดิมและพฤติกรรมใหม่เพื่อสะท้อนถึงความสำเร็จในเชิงปฏิบัติ

3.2) การเป็นส่วนหนึ่งของอาสาสมัครในการปฏิบัติตามโครงการที่ช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

2. ผลการประเมินคุณภาพของคลังกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

2.1 ผลการประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน จากจำนวนกิจกรรมการเรียนรู้รวมทั้งหมด 40 เรื่อง ผู้ทรงคุณวุฒิได้ทำการประเมินเป็นรายกิจกรรมการเรียนรู้ และในแต่ละกิจกรรมอาจมีวัตถุประสงค์การเรียนรู้มากกว่าหนึ่งข้อ การประเมินกิจกรรมในหัวข้อเมนูหลักที่ 2: พลังงานสะอาดที่ทุกคนเข้าถึงได้ กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องที่ 4: Energy Policies for a Cool Future ผลการประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน ด้านอารมณ์และทักษะทางสังคม ข้อที่ 2 มีค่า IOC ที่ต่ำกว่า 0.5 ส่งผลให้เนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยผู้วิจัยได้เห็นด้วยกับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและได้ทำการปรับวัตถุประสงค์ในส่วนนี้ออกไป เหลือเพียงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ด้านสติปัญญา ข้อที่ 4 ที่มีความสอดคล้องด้านเนื้อหาของกิจกรรม ผลสรุปการประเมินรายกิจกรรมจำนวน 40 เรื่อง พบว่าเนื้อหาของแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน ทั้งหมดจำนวน 40 เรื่อง มีเพียงการปรับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนที่ไม่สอดคล้องเพียงบางข้อเท่านั้น

2.2 ผลการประเมินคุณภาพในด้านการออกแบบเว็บไซต์ ผู้ทรงคุณวุฒิได้ทำการประเมินรูปแบบของเว็บไซต์ การจัดวางข้อความและรูปภาพ รูปแบบและขนาดตัวอักษร ภาพประกอบ และสีของเว็บไซต์ รวมทั้งการนำเสนอรายละเอียดของกิจกรรมมีความเหมาะสมทั้งในด้านการจัดหมวดหมู่เนื้อหาของกิจกรรม การนำเสนอหัวข้อเรื่อง คำอธิบาย และลิงค์ของแต่ละกิจกรรม ผลดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการประเมินคุณภาพในด้านการออกแบบเว็บไซต์

รายการ	ความคิดเห็น			IOC	แปลผล
	-1	0	1		
1. รูปแบบเว็บไซต์ดึงดูดความสนใจให้นักศึกษา	0	0	3	1.00	ผ่าน
2. การจัดวางข้อความและรูปภาพบนเว็บไซต์ มีความเหมาะสม	0	0	3	1.00	ผ่าน
3. รูปแบบและขนาดตัวอักษรมีความชัดเจน อ่านง่าย	0	0	3	1.00	ผ่าน
4. ภาพประกอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่ปรากฏ	0	0	3	1.00	ผ่าน
5. เว็บไซต์มีสีสันสวยงาม	0	0	3	1.00	ผ่าน
6. การจัดหมวดหมู่เนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้สามารถค้นหาข้อมูลสะดวกและรวดเร็ว	0	1	2	0.66	ผ่าน
7. การนำเสนอหัวข้อเรื่อง คำอธิบาย และลิงค์ของแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ จัดทำได้อย่างเหมาะสม	0	1	2	0.66	ผ่าน
8. คำอธิบายใช้ภาษาที่สื่อความหมายชัดเจน เข้าใจง่าย	0	0	3	1.00	ผ่าน
9. ความเหมาะสมของเว็บไซต์ในภาพรวม	0	0	3	1.00	ผ่าน
เฉลี่ยรวม	0.92				ผ่าน

จากตาราง 2 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพในด้านการออกแบบเว็บไซต์อยู่ในระดับผ่าน คิดเป็นค่าเฉลี่ยของ IOC เท่ากับ 0.92

2.3 ผลการสอบถามความคิดเห็นของครูคณิตศาสตร์เกี่ยวกับแนวทางการใช้ประโยชน์จากคลังกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการสอบถามความคิดเห็นของครูคณิตศาสตร์เกี่ยวกับแนวทางการใช้ประโยชน์จากคลังกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

(n=15)

รายการ	ความคิดเห็น					$\bar{X}$	แปลผล
	5	4	3	2	1		
1. กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจและทันสมัยสอดคล้องกับเหตุการณ์ในปัจจุบัน	8	7	0	0	0	4.53	มาก
2. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	6	9	0	0	0	4.40	มาก
3. มีสื่อและแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมที่ช่วยสนับสนุนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหา	5	9	1	0	0	4.27	มาก
4. การจัดหมวดหมู่เนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้สามารถค้นหาข้อมูลสะดวกและรวดเร็ว	3	10	2	0	0	4.07	มาก
5. คำอธิบายรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้สื่อให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องกับความรู้ทางคณิตศาสตร์	6	8	1	0	0	4.33	มาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้สามารถนำความรู้และทักษะไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง	7	8	0	0	0	4.47	มาก
7. สามารถนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนจริงในโรงเรียนของท่าน	2	9	4	0	0	3.87	ปานกลาง
8. กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืน	4	9	2	0	0	4.13	มาก
9. ความเหมาะสมของคลังกิจกรรมการเรียนรู้ในภาพรวม	3	11	1	0	0	4.13	มาก
เฉลี่ยรวม	4.24						มาก

จากตาราง 3 พบว่า ผลสอบถามความคิดเห็นของครูคณิตศาสตร์เกี่ยวกับแนวทางการใช้ประโยชน์จากคลังกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิต 4.24

อภิปราย และข้อเสนอแนะ

1. การออกแบบคลังกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

การออกแบบพัฒนาเว็บไซต์เริ่มจากการกำหนดเป้าหมายหลักของการสร้างเว็บไซต์และกำหนดขอบเขตเนื้อหา โดยจัดทำให้อยู่ในรูปแบบของสตอรี่บอร์ดหน้าแรกของเว็บไซต์ (Home Page) เพื่อให้สะดวกต่อการค้นหาและคัดเลือกตัวอย่างเว็บไซต์ที่รูปแบบโครงสร้างมีความเหมาะสมกับสตอรี่บอร์ดที่ได้ออกแบบไว้ และนำมาใช้เป็นตัวอย่างในการวางรูปแบบโครงสร้างและรูปแบบการจัดเรียงลำดับข้อมูลในแต่ละหน้าของเมนูหลัก รวมทั้งพิจารณาถึงหลักการสำคัญของการออกแบบเว็บไซต์ในการประกอบการตัดสินใจ จากนั้นทำการจัดเตรียมข้อมูลที่จะนำเสนอให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์อักษรและไฟล์รูปภาพ สร้างไฟล์เตอร์แยกเฉพาะในการจัดเก็บไฟล์ต่างๆ ให้เป็นไปอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับจรัส จรัสรุ่งเรืองชัย (2554) ได้กล่าวถึงการออกแบบพัฒนาเว็บไซต์ว่า ควรมีการกำหนดเป้าหมายของเว็บไซต์ การวางแผน Site Map เขียนรายละเอียดใน

แต่ละหน้าเว็บ การออกแบบตามลักษณะของเว็บไซต์ที่ตรงกับความต้องการของเจ้าของหรือหน่วยงาน และควรจัดเตรียมข้อมูลที่จะนำเสนอทั้งหมดอยู่ในรูปแบบของไฟล์อักษร รูปภาพ หรือไฟล์มัลติมีเดียต่างๆ

กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละเมนูหลักแสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้ความรู้จากสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งอาจยังไม่ครอบคลุมเนื้อหาในหลักสูตรคณิตศาสตร์ เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นเพียงตัวอย่างเบื้องต้นของการรวบรวมตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีการปรับเปลี่ยนแนวคิดการจัดการเรียนการสอนแบบเดิม ที่เน้นเพียงการฝึกฝนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นโจทย์สมมติ มาเป็นแก้ปัญหาเชิงสถานการณ์ที่มีการนำเสนอประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสังคม มีการนำเอาความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา ดังนั้นการพัฒนาผู้เรียนให้เข้าใจความรู้พื้นฐานทางด้านคณิตศาสตร์ และมีความแตกฉานในหัวข้อคณิตศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างถ่องแท้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเป็นรูปธรรม ควรมีการนำเสนอรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความหลากหลายในหัวข้อคณิตศาสตร์เรื่องนั้น ตัวอย่างเช่น หัวข้อคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนสามารถนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนในด้านการจัดการน้ำและสุขภาพ เช่น ใช้คำนวณหาอัตราการสูญเสียทรัพยากรน้ำไปโดยเปล่าประโยชน์ ใช้ปรับเปลี่ยนหน่วยของปริมาณน้ำให้เป็นหน่วยสากล และใช้คาดการณ์ปริมาณน้ำที่ใช้ในกิจกรรมต่างๆ เพื่อคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคต เป็นต้น หัวข้อคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนในเรื่องเดียวกันสามารถนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนในด้านอื่นๆ เช่น ใช้คำนวณหาประสิทธิภาพของการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานแต่ละประเภทที่แตกต่างกัน และใช้คำนวณหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนไดออกไซด์ และอัตราการเปลี่ยนแปลงของระดับอุณหภูมิของแต่ละปี เป็นต้น เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มองเห็นรูปแบบที่หลากหลายของการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ สามารถนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ ส่งเสริมให้คณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับหลักการสำคัญของการจัดการศึกษาเพื่อเสริมสร้างการพัฒนาที่ยั่งยืนที่ว่า การเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ควรเน้นให้ผู้เรียนฝึกฝนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาได้หลายมิติมีความเชื่อมโยงทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม (Bhandari and Abe, 2003, p.19 and Sector, 2006, p.17)

การคิดเชิงวิเคราะห์และการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) เป็นหลักการที่สำคัญอีกประการของการจัดการศึกษาเพื่อเสริมสร้างการพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกฝนทักษะกระบวนการคิด โดยเน้นการหยิบยกประเด็นปัญหาทางสังคมเพื่อนำมาแก้ไข (Bhandari & Abe, 2003, p.19 and Sector, 2006, p.17) ดังตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง Waste to Energy (เนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน ด้านสติปัญญาข้อที่ 1 และด้านอารมณ์และทักษะทางสังคม ข้อที่ 5) ในขั้นตอนการทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) ผู้เรียนต้องศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องของปัญหาขยะ วิธีการเปลี่ยนขยะให้เป็นพลังงานไฟฟ้า และประเภทของแหล่งพลังงานที่ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในขั้นตอนการวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a plan) และขั้นตอนการดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) ที่ผู้เรียนต้องเชื่อมโยงหลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ศึกษามา เพื่อนำมาสร้างวิธีการแก้ปัญหาให้เป็นไปอย่างเป็นระบบ เริ่มจากการใช้ความรู้เรื่องกราฟและร้อยละคำนวณหาปริมาณขยะเพื่อสร้างความตระหนักถึงปัญหาขยะที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนและร้อยละคำนวณหาประสิทธิภาพของการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงาน 3 ประเภท คือ พลังงานจากชีวมวล พลังงานจากขยะ และพลังงานจากถ่านหิน นอกจากนี้ประเด็นปัญหาดังกล่าวมีปัจจัยหลายปัจจัยเป็นส่วนประกอบทำให้วิธีการแก้ปัญหามีหลายรูปแบบ ขั้นตอนการตรวจสอบผล (Looking back) ผู้เรียนต้องใช้หลักเหตุผลช่วยพิจารณาเพื่อนำไปสู่วิธีการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่เป็นรูปแบบทางเลือกที่ดีที่สุด (Polya, 2004, p.23-27) ผลการเรียนรู้จากตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง Waste to Energy จะช่วยพัฒนาผู้เรียนด้านสติปัญญาให้สามารถเลือกกิจกรรมการอุปโภคบริโภคและประเภทของแหล่งพลังงานที่คำนึงถึงผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม และช่วยพัฒนาผู้เรียนด้านอารมณ์และทักษะทางสังคมให้สามารถร่วมกันแสดงความคิดเห็นที่ช่วยสร้างรูปแบบการดำเนินชีวิตและการมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการหยิบยกประเด็นปัญหาทางสังคมมาเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างกระบวนการเรียนรู้จะช่วยฝึกฝนทักษะการแก้ปัญหาผ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นปัญหาเชิง

สถานการณ์ (Situational Problem) ซึ่งเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง มีปัจจัยหลายปัจจัยเป็นส่วนประกอบของปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาจึงไม่เพียงแต่ใช้หลักการ ความรู้ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่ควรมีการบูรณาการองค์ความรู้จากกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นมาผสมผสานในการดำเนินการแก้ปัญหา การฝึกฝนให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการองค์ความรู้และสร้างวิธีการแก้ปัญหาที่มีการดำเนินการอย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนให้เกิดขึ้นในระดับโรงเรียน (Rieckmann, 2017, p.51)

2. คุณภาพของคลังกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นว่าเนื้อหาของแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน จำนวนทั้งหมด 40 เรื่อง เป็นผลมาจากการกำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่ชัดเจนตรงตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน มีการจัดทำตารางวิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน ที่มีส่วนช่วยเสริมสร้างความเข้าใจอย่างเป็นรูปธรรมเกี่ยวกับการนำเอาคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเข้ากับการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาที่ยั่งยืน รวมทั้งการสังเคราะห์หาแนวทางในการจัดกิจกรรมที่พัฒนาผู้เรียนตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน เพื่อแสดงให้เห็นถึงบทบาทหน้าที่ในแต่ละด้านที่แตกต่างกันในการขับเคลื่อน ESD ให้เกิดขึ้นในระบบการศึกษา ส่งผลให้การคัดเลือกตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถจัดหมวดหมู่ของวัตถุประสงค์การเรียนรู้ย่อยให้สอดคล้องกับการพัฒนาผู้เรียนในแต่ละด้าน คือ ด้านสติปัญญา ด้านอารมณ์และทักษะทางสังคม และด้านการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม โดยคณิตศาสตร์จะเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่ช่วยเพิ่มศักยภาพในตัวบุคคลที่ไม่เพียงแต่เน้นการพัฒนาความรู้และทักษะ แต่ช่วยปรับเปลี่ยนทัศนคติ การสร้างค่านิยมใหม่ ที่นำไปสู่แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม

ดังตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง Energy4Travel ผู้เรียนต้องศึกษาทางเลือกของการใช้ยานพาหนะแต่ละประเภท และคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาสู่ชั้นบรรยากาศ โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องเลขทศนิยม หน่วยมาตรฐาน และสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งช่วยส่งเสริมการพัฒนาผู้เรียนในด้านสติปัญญาที่เน้นการศึกษาข้อมูลให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงต้นตอของปัญหา เพื่อเพิ่มความตระหนักและนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงทางด้านความคิดที่จะค้นหาทางเลือกใหม่ๆ ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม รวมทั้งการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการบันทึกข้อมูลจากสมาชิกในห้องเรียนและนำไปประมวลผลในระดับสเกลที่ใหญ่กว่า โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องกราฟในการนำเสนอข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบข้อมูลและวิเคราะห์ผล ที่นำไปสู่การพัฒนาโปรแกรมข้อมูลในระดับโรงเรียนหรือชุมชนเพื่อกระตุ้นให้ผู้อื่นลดปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิงและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งช่วยส่งเสริมการพัฒนาผู้เรียนในด้านอารมณ์และทักษะทางสังคมที่เน้นการเปิดโอกาสให้ทุกฝ่ายได้เข้ามามีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นเพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด นอกจากนี้ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง The World Water Crisis in Focus ผู้เรียนต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการดำเนินชีวิตและทำการประเมินปริมาณการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ ของสมาชิกในครอบครัวในระยะเวลาหนึ่งอาทิตย์ โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องตาราง การหาค่าเฉลี่ย และอัตราส่วน เพื่อคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำในระยะเวลาหนึ่งปีและนำข้อมูลไปเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้น้ำของประเทศอื่น ซึ่งช่วยส่งเสริมการพัฒนาผู้เรียนในด้านการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่เน้นการนำวิธีการแก้ปัญหามาใช้จริงในชีวิตประจำวันอย่างต่อเนื่อง และยืนยันผลสำเร็จที่เกิดขึ้นโดยตัวเลขทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การยอมรับในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของตนเอง

ผลการประเมินคุณภาพในด้านการออกแบบเว็บไซต์ อยู่ในระดับผ่าน คิดเป็นค่าเฉลี่ยของ IOC เท่ากับ 0.92 และผล การสอบถามความคิดเห็นของครูคณิตศาสตร์เกี่ยวกับแนวทางการใช้ประโยชน์จากคลังกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.24 เป็นผลมาจากการพิจารณาคัดเลือกตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการนำเสนอประเด็น ปัญหาทางสังคมในปัจจุบัน มีการจัดทำสคริปต์เนื้อหาของแต่ละกิจกรรมที่อธิบายรายละเอียดของการนำเอาหลักการ ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น สอดคล้องกับข้อความที่ว่า การจัดการศึกษาเพื่อเสริมสร้างการพัฒนา

ที่ยั่งยืนขั้นต้น นักการศึกษาควรศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainability – related Issues) รวมทั้งคำนึงถึงความเชื่อมโยงของหัวข้อหลักทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม (Bhandari and Abe, 2003, p.21-22) นอกจากนี้การคัดเลือกตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ใช้หลักการพิจารณาถึงลักษณะของการจัดกิจกรรมที่ช่วยเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนให้ครบทั้งสามด้านอย่างสมดุล คือ 1) ด้านความรู้ 2) ด้านทักษะกระบวนการ 3) ด้านทัศนคติและค่านิยม เพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง สอดคล้องกับหลักการสำคัญของการจัดการศึกษาเพื่อเสริมสร้างการพัฒนาที่ยั่งยืนที่ว่า การจัดการศึกษาเพื่อเสริมสร้างการพัฒนาที่ยั่งยืนต้องเน้นการพัฒนาความรู้ ทักษะ ปรับเปลี่ยนทัศนคติและค่านิยม ให้เกิดการผสมผสานกันเป็นองค์รวมอย่างลงตัวและฝังลึกในทุกภาคส่วนของการศึกษา รวมทั้งคำนึงถึงความสอดคล้องกันในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ (Bhandari and Abe, 2003, p.19; and Sector, 2006, p.17)

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยรวบรวมไว้สามารถนำไปปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทั้งในคาบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน
2. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมมาจากแหล่งข้อมูลต่างประเทศ อาจมีบริบทของการจัดกิจกรรมที่แตกต่างกันทางด้านสถานที่ บุคลากร และระยะเวลา ดังนั้นในการนำไปใช้ควรปรับเปลี่ยนบริบทของการจัดกิจกรรมให้สอดคล้องและเหมาะสมกับผู้เรียน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนเพิ่มเติมในด้านอื่นๆ เพื่อนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาผู้เรียนให้สามารถแก้ปัญหาสังคมที่ครอบคลุมหลายมิติมีความเชื่อมโยงทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม
2. ควรศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นและในระดับชั้นอื่น เนื่องจากการวางรากฐานของการพัฒนาที่ยั่งยืนจะต้องครอบคลุมอยู่ในทุกมิติและมีความเป็นองค์รวม
3. ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา ที่เกิดขึ้นในสังคมปัจจุบัน เช่น มลภาวะทางอากาศ PM 2.5 สารเคมีทางการเกษตร หรือปัญหาเรื้อรังที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขอย่างจริงจัง เช่น มลพิษจากขยะไมโครพลาสติก เป็นต้น
4. ควรศึกษาวิจัยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) ในรายวิชาคณิตศาสตร์เพื่อปรับเปลี่ยนบทบาทการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
5. ควรศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาการสร้างหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน ที่ส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนในมิติที่หลากหลายให้ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านสติปัญญา ด้านอารมณ์และทักษะทางสังคม และด้านการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม รวมทั้งมีการนำไปใช้ทดลองจัดการเรียนการสอนจริงในโรงเรียน เพื่อศึกษาการวัดการประเมินความสามารถในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริง

เอกสารอ้างอิง

- จรัส จรัสรุ่งเรืองชัย. (2554). *การออกแบบและสร้างเว็บไซต์ด้วย DreamweaverCS5*. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). *กิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปริญญาตรี). สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พงศธร มหาวิจิตร และ พงศกร ภู่อารีย์. (2561). คณิตศาสตร์กับการพัฒนาที่ยั่งยืน. *นิตยสาร สสวท*, 47(215), 35-41.
- พฤทธิ์ ศิริบรรณพิทักษ์. (2551). *การจัดการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน: พื้นฐานการศึกษาด้านเศรษฐกิจ สังคม และ สิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Bhandari, B. B., & Abe O. (2003). *Education for sustainable development in Nepal: Views and visions*. Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES).
- Lehmann, M., Christensen, P., Du, X., & Thrane, M. (2008). Problem-oriented and project-based learning (POPBL) as an innovative learning strategy for sustainable development in engineering education. *European journal of engineering education*, 33(3), 283-295.
- Polya, G. (2004). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (No. 246). New Jersey: Princeton university press.
- Rieckmann, M. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. Paris: UNESCO Publishing.
- Sector, U. E. (2006). *Framework for the UNDESD international implementation scheme*. Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000148650>.
- Tilbury, D. (2004). Rising to the challenge: Education for sustainability in Australia. *Australian Journal of environmental education*, 20(2), 103-114.