การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เรื่อง น้ำ เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม

ชมพูนุท แก้วใจรักษ์* กุลธิดา นุกูลธรรม และทัศตริน วรรณเกตุศิริ

ภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
*E-mail: chompunut.ka@ku.th

รับบทความ: 6 มกราคม 2566 แก้ไขบทความ: 27 กันยายน 2566 ยอมรับตีพิมพ์: 1 ตุลาคม 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เรื่อง น้ำ เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และเพื่อศึกษาความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษา กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการศึกษาแบบเรียนรวม โรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี เขต 1 จำนวน 9 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เรื่อง น้ำ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบวัดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม สถิติที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความก้าวหน้าทางการเรียน (N gain) ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในขั้นตอนการทำความเข้าใจกับความท้าทายหรือปัญหา การสร้างความคิด การเตรียมการสำหรับการปฏิบัติ และการวางแผนการดำเนินงาน นักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้มีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนต่ำกว่าก่อนเรียนในขั้นตอนการทำความเข้าใจกับความท้าทายหรือปัญหา การเตรียมการสำหรับการปฏิบัติ และการวางแผนการดำเนินงาน อย่างไรก็ตามนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้มีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในขั้นตอนการสร้างความคิด ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Treffinger *et al.* (2008) และนักเรียนทั้งหมดมีความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม

Development of Engineering Design Process Integrated with Sustainable Development Goals (SDGs) Learning Management of Water for Enhancing Creative Problem–Solving Skills and Environmental Awareness

Chompunut Kaewjairak*, Kulthida Nugultham and Tussatrin Wannagetesiri

Program Study of Teacher Education, Faculty of Education and Development Sciences, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Prathom 73140, Thailand

*E-mail: chompunut.ka@ku.th

Received: 6 January 2023 Revised: 27 September 2023 Accepted: 1 October 2023

Abstract

This research aimed to: 1) design and develop the engineering design process (EDP) learning management integrated with sustainable development goals (SDGs) for elementary students of “Water”, 2) compare the creative problem–solving skills of elementary school students before and after learning according to the EDP learning integrated SDGs of Water, and 3) study the effect of the EDP learning integrated SDGs on students’ environmental awareness. The participants consisted of 9 fifth–grade students with inclusive education at small public school of Kanchanaburi Primary Educational Service Area Office 1. The instruments consisted of the lesson plans using EDP learning integrated with SDGs of Water, creative problem–solving skills test, and environmental awareness questionnaire. The statistics used for analyzing the collected data were mean, percentage, standard deviation, and normalized gain. The findings were as follows: intelligence students learned using the EDP learning integrated with SDGs instruction had higher creative problem–solving skills in the process of understanding the challenges, generating ideas, preparing for action, and planning your approach than these before learning using this method. Students with disabilities had lower creative problem–solving skills in the process of under-standing the challenges, generating ideas, preparing for action, and planning your approach than these before learning using this method. However, the students with disabilities had higher creative problem–solving skills in the process of generating ideas according to the creative problem–solving framework of Treffinger *et al*. (2008). In addition, all students had a high level of overall environmental awareness.

Keywords: Engineering design process, Sustainable development goals (SDGs), Creative problem–solving skills, Environmental awareness

บทนำ

สถานการณ์การขยายตัวของเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงของสังคม การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรของโลกในยุคศตวรรษที่ 21 การใช้ทรัพยากรสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่อย่างจำกัดและการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบนั้น ถือเป็นหนึ่งในเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (sustainable development goals: SDGs) ซึ่งเป็นกรอบการพัฒนาของโลกเพื่อร่วมกันบรรลุการพัฒนาทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ให้แต่ละประเทศดำเนินการร่วมกัน ภายในปี ค.ศ. 2030 การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) จึงเป็นสิ่งสำคัญในการให้ความรู้ความเข้าใจและปลูกฝังให้ผู้เรียนตระหนักถึงการอยู่ร่วมกันในสังคมโลกและมีความรับผิดชอบต่อทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน (UNESCO, 2017) การบูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) สู่สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะสิ่งแวดล้อมเป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งของสาระวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสาระวิทยาศาสตร์โลก ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนเรียนรู้จากธรรมชาติ เผชิญสถานการณ์และแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม และเรียนรู้จากประสบการณ์จริงที่หลากหลาย (Office of the Basic Education Commission, 2017) นำไปสู่การศึกษาตลอดชีวิตในประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อตอบสนองเป้าหมายที่ 4 สร้างหลักประกันว่าทุกคนมีการศึกษาที่มีคุณภาพอย่างครอบคลุมและเท่าเทียม และสนับสนุนโอกาสในการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเป้าหมายที่ 6 สร้างหลักประกันเรื่องน้ำและการสุขาภิบาลให้มีการจัดการอย่างยั่งยืน และมีสภาพพร้อมใช้สำหรับทุกคน เนื่องด้วยน้ำเป็นปัจจัยในการดำรงชีวิตของมนุษย์และการดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจ จึงเป็นวาระสำคัญในการพัฒนาทั้งในระดับประเทศและระดับโลก เพื่อให้ประชาชนสามารถเข้าถึงน้ำสะอาดและสุขาภิบาลที่ดี ครอบคลุมการเข้าถึงน้ำอุปโภคบริโภคเพียงพอและได้มาตรฐาน ส่งเสริมให้เกิดการปรับปรุงคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียอย่างเป็นระบบ เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ การบริการจัดการน้ำแบบบูรณาการ การปกป้องและฟื้นฟูระบบนิเวศที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำ ตลอดจนการขยายความร่วมมือระหว่างประเทศและเพิ่มการมีส่วนร่วมของท้องถิ่นในการบริหารจัดการน้ำ (Office of the National Economic and Social Development Council, 2022) การให้ความรู้และการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้น้ำอย่างรู้คุณค่า การสร้างจิตสำนึกการตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม ไปจนถึงการมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติในฐานะสมาชิกของพลเมืองโลก การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยในการเพิ่มความตระหนักรู้และแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) (Department of Environmental Quality Promotion, 2016; Ogueri *et al*., 2020)

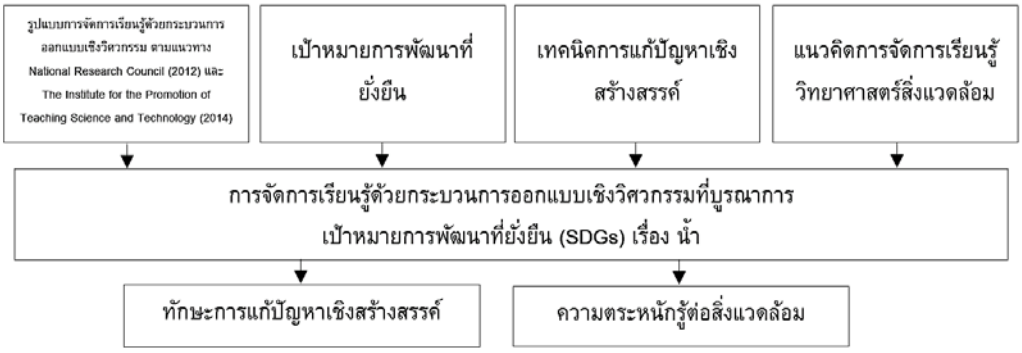
แนวทางในการพัฒนาผู้เรียนสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) หลักสูตรสถานศึกษา

ควรบูรณาการแนวคิดการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ สามารถตัดสินใจและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมผ่านการลงมือปฏิบัติ และส่งเสริมให้เห็นคุณค่าตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งถือเป็นกุญแจสำคัญในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนสู่ความยั่งยืน (Tziortzioti *et al*., 2018) โดยเฉพาะผู้เรียนในระดับประถมศึกษาเนื่องจากเป็นวัยที่เหมาะกับการปลูกฝัง กล่อมเกลาเจตคติที่ดี เติบโตเป็นบุคคลที่มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม (Piampongsarn, 2005) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้น ผู้สอนควรกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่มีความหลากหลายเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญครอบคลุม 5 ด้าน ดังนี้ ความตระหนัก ความรู้ความเข้าใจ ทักษะ เจตคติ การมีส่วนร่วมและการลงมือปฏิบัติ (Department of Environmental Quality Promotion, 2016) เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนตระหนักต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม มีบทบาทในการอนุรักษ์ป้องกัน รักษาสิ่งแวดล้อมในฐานะพลเมืองเพื่อสิ่งแวดล้อม (environmental citizen) การนำประเด็นสถานการณ์หรือปัญหาสิ่งแวดล้อมภายในท้องถิ่นเป็นบริบทของการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนวิเคราะห์สภาพปัญหา ความท้าทาย ข้อจำกัดจากปัญหาที่พบด้วยตนเอง สู่การแก้ปัญหาโดยนำองค์ความรู้จากในห้องเรียนสู่การลงมือปฏิบัติจริง เกิดทักษะและเจตคติที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม เน้นกระบวนการมีส่วนร่วมกันระหว่างโรงเรียนกับท้องถิ่นร่วมกันคิดค้นนวัตกรรมการจัดการและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม (Aphiniwet *et al*., 2012) โดย Palmer and Neal (2003) อธิบายถึงรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมประกอบด้วย 3 ลักษณะคือ 1) การศึกษาผ่านสิ่งแวดล้อม (education in or through the environment) การศึกษาสิ่งแวดล้อมเป็นการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับการส่งเสริมและพัฒนาจิตสำนึกเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม โดยให้ผู้เรียนได้สัมผัสเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมโดยตรง 2) การศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (education about for environment) การศึกษาสิ่งแวดล้อมที่การเน้นการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และผลกระทบจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อมในแง่มุมต่าง ๆ และ 3) การศึกษาเพื่อสิ่งแวดล้อม (education for environment) เป็นการศึกษาสิ่งแวดล้อมเพื่อมุ่งส่งเสริมความใส่ใจและความสามารถที่จะปรับวิถีชีวิต ตลอดจนความสามารถในการพิจารณาสิ่งแวดล้อมอย่างพินิจพิเคราะห์เพื่อให้การใช้ทรัพยากรเป็นไปอย่างเหมาะสมและชาญฉลาด อีกทั้งยังเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์การจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) (Department of Environmental Quality Promotion, 2016; Harris, 2006; Palmer and Neal, 2003)

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นกระบวนการของการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบภายใต้ทรัพยากรและข้อจำกัด รวมถึงการวิเคราะห์ข้อดี ข้อด้อย และความคุ้มทุน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยกระบวนการแก้ปัญหานี้มีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ การระบุปัญหาหรือเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องให้ชัดเจน การวางแผนเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา และการดำเนินการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยกระบวนการแก้ปัญหานี้อาจมีขั้นตอนย่อยเพื่อการวิเคราะห์ให้ละเอียดและมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น Karee-

mee (2017) อธิบายว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ประสบอย่างเป็นขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนนั้นจะเป็นการฝึกฝนผู้เรียนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมผ่านการทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ ศึกษาค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา มีการระดมความคิดออกแบบชิ้นงานให้มีความแปลกใหม่ไม่ซ้ำใครและสามารถใช้ประโยชน์หรือแก้ ปัญหาได้ มีการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ตรวจสอบชิ้นงาน นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมเกิดจากการที่ผู้เรียนได้ฝึกฝนการวิเคราะห์ปัญหาสังเคราะห์ จนสามารถนำไปสู่การพัฒนาเป็นนวัตกรรมของผู้เรียนได้ เช่นเดียวกับ Mentzer *et al.* (2015) กล่าวว่าการพัฒนาการคิดหาแนวแก้ปัญหาอย่างหลากหลายทางเลือก การมีความคิดสร้างสรรค์ เป็นทักษะที่สำคัญในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในขั้นตอนของการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา การร่างความคิดต้นแบบขยายความคิดสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ทั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการนำเทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (creative problem–solving techniques) ประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการวิเคราะห์ ระบุปัญหา การสร้างทางเลือกวิธีการแก้ปัญหา และการประเมินทางเลือกการแก้ปัญหา การนำไปสู่การดำเนินการและการทดสอบ (Higgins, 1994) จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากปัญหาที่พบในชีวิตจริงเชื่อมโยงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ วางแผนการดำเนินงานภายใต้ข้อจำกัดและเงื่อนไขของสถานการณ์ บรรลุวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดหรือการสร้างนวัตกรรมที่ตอบสนองการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมและเกิดความตระหนักรู้ต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นของผู้เรียน งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมให้สอดคล้องกับรูปแบบการจัดเรียนรู้วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมเพื่อเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ในระดับประถมศึกษา ในการจัดการเรียนรู้แบบเรียนรวมนั้น ให้ความสำคัญในประเด็นการคิดวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน เนื่องจากผู้เรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้มีความจำกัดในการคิดวิเคราะห์ วางแผน จัดลำดับ การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าเมื่อเทียบกับผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติในวัยเดียวกัน โดยเฉพาะปัญหาที่เจอในครั้งแรก ผู้เรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้มีความคิด และการตัดสินใจไม่สมเหตุสมผล รวมทั้งไม่สามารถนำความรู้และประสบการณ์จากเหตุการณ์ที่เคยเกิดแล้วไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ (Rajanukul Institute, 2014) จึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ การออกแบบการทำกิจกรรมแบบกลุ่มย่อยและคละความสามารถจะช่วยลดอุปสรรคคือ การมองไม่เห็นปัญหาที่แท้จริง ซึ่งเกิดจากสภาพการแยกปัญหาไม่ออก และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถคิดต่อเติมจากความคิดของผู้เรียนคนอื่น ๆ จึงสามารถรวบรวมข้อมูลที่เป็นมูลเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีแก้ปัญหาได้หลากหลาย (Nakkarajan, 2005) รวมถึงสอดแทรกเทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้

ปัญหาเชิงสร้างสรรค์พร้อมกับเกิดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมผ่านการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น แสดงเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยดังในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วัตถุประสงค์

1. ออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เรื่อง น้ำ ในระดับประถมศึกษา

2. เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เรื่อง น้ำ

3. ศึกษาความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับประถมศึกษาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เรื่อง น้ำ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (quasi-experimental design) ด้วยการวิจัยเชิงผสมผสาน (mixed method research) แบบแผนแบบรองรับภายใน (embedded design) ที่ใช้ข้อมูลเชิงปริมาณเป็นหลัก และใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นรอง (Creswell and Plano Clark, 2018) การวิจัยนี้ออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เรื่อง น้ำ รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน เวลา 14 ชั่วโมง นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอแก่ผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ จากนั้นทดลองใช้ (try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่มีบริบทโรงเรียนขนาดเล็กที่จัดการศึกษาแบบเรียนรวมใกล้เคียงกับกลุ่มที่ต้องการศึกษา เพื่อปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาให้เหมาะสมจนได้ฉบับสมบูรณ์แล้วจึงไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาจริง

การรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณการทดลองแบบ one–group pretest–posttest design ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน การรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณการทดลองแบบ one–group posttest only design ได้แก่ ความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน

ที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เรื่อง น้ำ การรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการซักถาม สัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างกับกลุ่มที่ศึกษาจำนวน 9 คน แบบรายบุคคลและกลุ่มในระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการวิเคราะห์ สนับสนุนข้อมูลวิจัยเชิงปริมาณให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาที่ 5 โรงเรียนขนาดเล็กที่จัดการศึกษาแบบเรียนรวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี เขต 1 ซึ่งเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จำนวน 9 คน อายุ 10–12 ปี ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติ จำนวน 6 คน และนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้จำนวน 3 คน (ได้รับการคัดกรองและมีใบรับรองจากแพทย์สาขา จิตเวชศาสตร์เด็กและวัยรุ่น) กลุ่มที่ศึกษาได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จากนักเรียนทั้งหมดที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

สมมติฐานการวิจัย นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) มีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับมาก

ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วยตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เรื่อง น้ำ และตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เรื่อง น้ำ ดัดแปลงจาก 1) แนวคิดการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของ Palmer and Neal (2003) 2) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทาง National Research Council (2012) และ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2014) 3) เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยวิเคราะห์สาระสำคัญ มาตรฐาน และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 4) จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ตามแนวทางของ UNESCO (2017) เรื่อง น้ำ จำนวน 4 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง รวมเวลา 14 ชั่วโมง ประกอบด้วย 1) แหล่งน้ำบนโลก 2) วัฏจักรของน้ำ 3) น้ำหยดสุดท้าย และ 4) น้ำคือชีวิต (ตาราง 1) การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหาหรือข้อจำกัด เป็นขั้นกระตุ้นความสนใจจากสถานการณ์สิ่งแวดล้อม เป็นขั้นการรับรู้ ทำความเข้าใจปัญหา ระดมความคิดด้วยมุมมองที่แตกต่างและหลากหลาย การเชื่อมโยงปัญหากับความรู้และประสบการณ์ วิเคราะห์ข้อจำกัดและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา โดย

ตาราง 1 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เรื่อง น้ำหยดสุดท้าย บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG) เป้าหมายย่อย 6.3 ปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยการลดมลพิษ ขจัดการทิ้งขยะและลดการปล่อยสารเคมีอันตรายและวัตถุอันตราย ลดสัดส่วนน้ำเสียที่ไม่ผ่านการบำบัดลงครึ่งหนึ่ง และเพิ่มการนำกลับมาใช้ใหม่และการใช้ซ้ำที่ปลอดภัยอย่างยั่งยืนทั่วโลก ภายในปี พ.ศ. 2573

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม
ระบุปัญหาหรือข้อจำกัด โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ การใช้ชุดคำถาม 5W1H ผังก้างปลา (fish bone diagram) และการระดมความคิด (brainstorm)	- ครูนำเสนอสถานการณ์วิกฤตการณ์ขาดแคลนน้ำ เพื่อสร้างความตระหนักถึงปัญหาและผลกระทบจากการขาดแคลนน้ำสะอาดในการอุปโภคบริโภค นักเรียนระดมความคิดตั้งคำถามด้วยเทคนิคการใช้ชุดคำถาม 5W1H เพื่อระบุปัญหา วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิคผังก้างปลา - นักเรียนศึกษาใบความรู้สถานการณ์เรื่อง การรีไซเคิล/การใช้ซ้ำน้ำทิ้งจากการชำระล้างทั่วไป (grey water recycling/reuse)
รวบรวมข้อมูลและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ การระดมความคิด ความคิดคล่องในระยะเวลาที่กำหนด (flexibility) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางที่เกี่ยวข้องอย่างอิสระและหลากหลาย และสร้างทางเลือกของการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์จากเกณฑ์และข้อจำกัด (evaluation matrix)	- ครูถามคำถามเชื่อมโยงประสบการณ์ของนักเรียนเกี่ยวกับแนวทางในการใช้น้ำอย่างประหยัด จากนั้นนักเรียนระดมความคิด แนวทางการประหยัดน้ำอย่างสร้างสรรค์โดยใช้ความคิดคล่องในระยะเวลาที่กำหนดให้ สรุปและอภิปรายเชื่อมโยงกับสถานการณ์การรีไซเคิล/การใช้ซ้ำน้ำทิ้งจากการชำระล้างทั่วไป ซึ่งเป็นอีกหนึ่งแนวทางในการประหยัดน้ำโดยการนำน้ำทิ้งจากการชำระล้างทั่วไปบำบัดกลับมาใช้ใหม่ - นักเรียนทำกิจกรรมการสร้างแบบจำลองระบบบำบัดน้ำรีไซเคิล (grey water treatment system) เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมและสร้างความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมจากการประหยัดน้ำและลดค่าใช้จ่ายน้ำประปาในโรงเรียน แต่ละกลุ่มสุ่มตัวอย่างแหล่งน้ำทิ้งในกิจกรรมต่าง ๆ ของโรงเรียน - นักเรียนระดมความคิดสู่การแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำและแบบร่างแบบจำลองอย่างอิสระ หลากหลาย ครูกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ - นักเรียนร่วมกันประเมินทางเลือกของวิธีการแก้ปัญหาหรือแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดของสถานการณ์ จากนั้นร่วมกันออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือแบบร่างแบบจำลอง
ดำเนินการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงาน โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ การระดมความคิด	- นักเรียนนำเสนอแบบร่างแบบจำลอง ครูให้คำแนะนำเพื่อให้แบบจำลองสอดคล้องกับการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดของสถานการณ์ - นักเรียนสร้างแบบจำลองนอกเวลาเรียน โดยมีครูอำนวยความสะดวกในการสร้างแบบจำลอง
ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ การระดมความคิด	- นักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบแบบจำลอง และอธิบายหลักการ กลไกการทำงานของแบบจำลอง - นักเรียนสังเกตและบันทึกปัญหาที่พบขณะทดสอบ ระดมความคิดเพื่อประเมินผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา จากนั้นปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ทดสอบประสิทธิภาพจนบรรลุวัตถุประสงค์ตามเกณฑ์คุณภาพน้ำ
นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ การระดมความคิด	- นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการสร้างชิ้นงาน และความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบบำบัดน้ำรีไซเคิล - นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย ขยายความรู้จากการทำกิจกรรมแบบจำลองระบบบำบัดน้ำรีไซเคิล และแนวทางการประหยัดน้ำด้วยรูปแบบหรือวิธีการอื่น ๆ

ใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ ระดมความคิด คำถาม 5W1H แผนภูมิก้างปลา แผนผังความคิด โมดิฟายด์ เดลฟี สร้างความตระหนักรู้ต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงานสิ่งแวดล้อม

2. รวบรวมข้อมูลและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นรวบรวมข้อมูล แนวคิดด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา แนวทางการแก้ปัญหาจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและมีความหลากหลาย ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาตามข้อจำกัดและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ระดมความคิด วิเคราะห์ข้อมูล สร้างทางเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายและสะท้อนความคิดร่วมกันเพื่อประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ ระดมความคิด Think–pair–share flexibility evaluation matrix สร้างความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมโดยคำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ วิธีการแก้ปัญหาที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

3. ดำเนินการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงาน เป็นขั้นการแก้ปัญหาตามวิธีการหรือการสร้างชิ้นงานที่ได้ประเมินความเป็นไปได้ร่วมกันผู้เรียนลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม มีส่วนร่วมในการดำเนินการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมหรือสร้างชิ้นงานจากวัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ระดมความคิดปรับปรุงแก้ไขขณะดำเนินงานให้บรรลุเกณฑ์และข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ ระดมความคิด

4. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นทดสอบประเมินการประสิทธิภาพของวิธีการหรือชิ้นงานระดมความคิด วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากการทดสอบ ปรับปรุงและแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานให้บรรลุจุดประสงค์ตามข้อจำกัดและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ ระดมความคิด

5. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือการสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่บรรลุจุดประสงค์ อภิปรายตอบข้อซักถาม แลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดร่วมกัน โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ ระดมความคิด สร้างความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม รู้สึกภาคภูมิใจ เห็นคุณค่าของการปฏิบัติงานสิ่งแวดล้อม สร้างเจตคติที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม

โดยตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาสาขาชีววิทยา เคมีสิ่งแวดล้อม และฟิสิกส์) เพื่อหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (validity) มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (index of consistency) เท่ากับ 0.80–1.00 ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยแบ่งกลุ่มที่ศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4–5 คน จัดกลุ่มผลการเรียนที่ใกล้เคียงกันเป็น 3 กลุ่ม คือ ผลการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ แล้วใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (sample random sampling) โดยการจับฉลากจากกลุ่มผลการเรียนเพื่อให้มีการกระจายของผลการเรียนในแต่ละกลุ่มเท่า ๆ กันทั้ง 2 กลุ่มซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติและนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้

2. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียน จำนวน 7 ข้อ เป็นแบบทดสอบคู่ขนานโดยแต่ละชุดเขียนตอบคำถาม

อย่างอิสระจากสถานการณ์น้ำเรื่อง แหล่งน้ำชุมชนเน่าเสีย และสาหร่ายสะพรั่งหรือสาหร่ายบลูม (algal bloom) แบบทดสอบดัดแปลงตามแนวคิดของ Treffinger *et al*. (2008) ซึ่งมีกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การทำความเข้าใจกับความท้าทายหรือปัญหา (understanding the challenge) ทำความเข้าใจและวิเคราะห์สาเหตุ ผลกระทบปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างสร้างสรรค์ ข้อจำกัดของปัญหาเพื่อนำไปสู่การแก้ไข 2) การสร้างความคิด (generating ideas) การสร้างความคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลายมีจำนวนมาก (fluent thinking) มีการคิดวิธีในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ในหลายทิศทาง (flexible thinking) มีความคิดที่แปลกใหม่ (original thinking) และมีการกระจายขยายความคิด (elaborative thinking) 3) การเตรียมการสำหรับการปฏิบัติ (preparing for action) การวิเคราะห์ กลั่นกรอง จัดลำดับ ประเมินเลือกทางเลือกที่หลากหลาย 4) การวางแผนการดำเนินงาน (planning your approach) การนำวิธีการที่ได้เลือกไว้นำไปประยุกต์ใช้ได้ในสถานการณ์จริงและสามารถแก้ปัญหาได้ ดัดแปลงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Gomonkitisak (2010) Intavimolsri (2017) Pangtrai (2014) และ Tanapant (2015) ข้อละ 3 คะแนน คะแนนเต็ม 21 คะแนน นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาค่าความเชื่อถือได้ของแบบวัด มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.730 โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายของระดับคะแนนดังนี้ ช่วงคะแนน 0.00–0.75 แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ระดับปรับปรุง ช่วงคะแนน 0.76–1.50 แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ระดับต่ำ ช่วงคะแนน 1.51–2.25 แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ระดับปานกลาง และช่วงคะแนน 2.26–3.00 แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ระดับสูง

3. แบบวัดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เรื่อง น้ำ เป็นแบบมาตราวัดประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ แบบวัดตามแนวคิดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมของ Ham *et al*. (2016) ซึ่งประกอบด้วย ความรู้ (cognitive) ความรู้สึก (affective) และพฤติกรรม (conative) เพื่อสร้างข้อคำถามแบ่งออกเป็นด้านการอนุรักษ์น้ำ ด้านตระหนักต่อปัญหาทรัพยากรน้ำ และด้านพฤติกรรมการใช้น้ำ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนและการแปลผล 5 ระดับดังนี้ เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5 คะแนน) เห็นด้วย (4 คะแนน) ไม่แน่ใจ (3 คะแนน) ไม่เห็นด้วย (2 คะแนน) และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1 คะแนน) แบบวัดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมมีเกณฑ์การแปลความหมายของระดับคะแนนดังนี้ ช่วงคะแนน 4.20–5.00 ความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมระดับมากที่สุด ช่วงคะแนน 3.40–4.19 ความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมระดับมาก ช่วงคะแนน 2.60–3.39 ความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมระดับปานกลาง ช่วงคะแนน 1.80–2.59 ความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมระดับน้อย และช่วงคะแนน 1.00–1.79 ความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมระดับน้อยที่สุด นำแบบวัดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาชีววิทยา เคมีสิ่งแวดล้อม และฟิสิกส์) เพื่อหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC เท่ากับ 0.80–1.00 ความเชื่อมั่นของ

แบบวัดมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.876

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบตามวิศวกรรมตามที่ได้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน เวลา 14 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้ 1) ให้กลุ่มที่ศึกษาทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์พื้นฐานก่อนทำการวิจัย 2) ในระหว่างการจัดการเรียนนั้น ผู้วิจัยให้กลุ่มที่ศึกษาเขียนบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจและเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการซักถาม สัมภาษณ์ผู้เรียนแบบไม่มีโครงสร้างเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์พัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนทั้งแบบรายบุคคลและแบบรายกลุ่ม 3) เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้กลุ่มที่ศึกษาทำทดสอบแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน และแบบวัดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน เรื่อง น้ำ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยวิเคราะห์หาค่าของข้อมูลต่าง ๆ โดยใช้สถิติพรรณนาสำหรับอธิบายความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที (*t*–test)

ผลการวิจัย

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัยและฐานข้อมูลต่าง ๆ วิเคราะห์และสังเคราะห์ ตลอดจนให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสู่การจัดการเรียนรู้เพื่อตอบสนองเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านพัฒนาคนและสิ่งแวดล้อมในระดับประถมศึกษา ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เรื่อง น้ำ พิจารณาตามกลุ่มที่ศึกษาซึ่งประกอบด้วยนักเรียนระดับสติปัญญาปกติและนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ย 1.89 คิดเป็นร้อยละ 62.92 นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในระดับปานกลาง และคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย 2.30 คิดเป็นร้อยละ76.57 นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในระดับสูง มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย 0.37 อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้มีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนต่ำกว่าก่อนเรียน โดยมีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ย 1.67 คิดเป็นร้อยละ 55.58 นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในระดับปานกลาง และคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย 1.07 คิดเป็นร้อยละ 35.58 นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในระดับต่ำ

เมื่อพิจารณาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Treffinger *et al*. (2008) ซึ่งประกอบด้วยการทำความเข้าใจกับความท้าทายหรือปัญหา การสร้างความคิด การเตรียมการสำหรับการปฏิบัติ และการวางแผนการ ดำเนินงาน พบว่า นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกขั้นตอนของการแก้ปัญหาเชิง

สร้างสรรค์ ขณะที่นักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้มีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในขั้นตอนการสร้างความคิดเท่านั้น ส่วนในขั้นตอนอื่นของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์นั้นมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าก่อนเรียน (ตาราง 2)

ตาราง 2 ผลการศึกษาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในแต่ละขั้นตอนของผู้เรียนที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Treffinger *et al*. (2008)

ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติ (n=6)					นักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ (n=3)				
	ก่อนเรียน*	ระดับ	หลังเรียน*	ระดับ	N gain	ก่อนเรียน*	ระดับ	หลังเรียน*	ระดับ	N gain
1. การทำความเข้าใจกับความท้าทายหรือปัญหา (ข้อที่ 1–3)	1.95	ปานกลาง	2.05	ปานกลาง	0.09	1.93	ปานกลาง	1.11	ต่ำ	–0.77
2. การสร้างความคิด (ข้อที่ 4–5)	1.76	ปานกลาง	2.14	ปานกลาง	0.31	1.74	ปานกลาง	1.83	ปานกลาง	0.07
3. การเตรียมการสำหรับการปฏิบัติ (ข้อที่ 6)	2.00	ปานกลาง	2.50	สูง	0.50	2.00	ปานกลาง	1.33	ต่ำ	–0.67
4. การวางแผนการดำเนินงาน (ข้อที่ 7)	1.83	ปานกลาง	2.50	สูง	0.57	1.00	ต่ำ	0.00	ปรับปรุง	–0.50

* หมายถึง คะแนนเฉลี่ย

เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนทำแบบทดสอบความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมโดยพิจารณาตามองค์ประกอบของความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ด้านการอนุรักษ์น้ำ ด้านตระหนักต่อปัญหาทรัพยากรน้ำ และด้านพฤติกรรมการใช้น้ำ เมื่อเปรียบเทียบความความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติกับนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้พบว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมในระดับมาก ความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบไม่แตกต่างกัน ($p \geq .05$) เมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบพบว่า ผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีความตระหนักในด้านพฤติกรรมการใช้น้ำมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด (ตาราง 3)

ตาราง 3 ผลความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เรื่อง น้ำ

ความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม	นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติ (n=6)		นักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ (n=3)		*t*	*p*
	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม		
ด้านการอนุรักษ์น้ำ	3.83	มาก	3.28	ปานกลาง	0.74	0.49
ด้านตระหนักต่อปัญหาทรัพยากรน้ำ	3.53	มาก	3.28	ปานกลาง	0.28	0.79
ด้านพฤติกรรมการใช้น้ำ	4.25	มากที่สุด	3.96	มาก	0.71	0.50
รวม	3.87	มาก	3.51	มาก	0.19	0.85

สรุปและอภิปราย

การวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เข้ากับกิจกรรมการเรียนรู้ในโรงเรียนระดับประถมศึกษา ผู้เรียนได้รับประสบการณ์กระบวนการจากการเรียนรู้เพื่อช่วยในการพัฒนาความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ทักษะในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ และกระตือรือร้นในการดำเนินการเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ (Summers and Cutting, 2016) ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์เรื่อง น้ำ ประกอบด้วย ขั้นระบุปัญหาหรือข้อจำกัด ขั้นรวบรวมข้อมูลและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงาน ขั้นทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ผู้เรียนที่มีความรู้วิทยาศาสตร์จะสามารถอธิบายวิธีการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้ดี และสามารถประเมินวิธีการแก้ปัญหาได้ด้วยข้อมูลหรือเหตุผลทางวิทยาศาสตร์สนับสนุนแนวคิดในการแก้ปัญหา (Apedoe *et al.*, 2008; Fortus *et al.*, 2005; Syukri *et al.*, 2012) การจัดการเรียนรู้นี้ส่งเสริมทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาซึ่งเป็นปัญหาแบบปลายเปิด มีความซับซ้อนเพียงพอ กำหนดเกณฑ์และข้อจำกัดที่เหมาะสมกับผู้เรียน (Guo and Woulfin, 2016) จากการสัมภาษณ์ผู้เรียนแบบไม่มีโครงสร้างและสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนขณะทำกิจกรรมพบว่า นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติสามารถระดมความคิด ระบุปัญหาสาเหตุและปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้จากความรู้เดิม เพิ่มเติมขยายความคิดจากเทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ รวบรวมข้อมูลและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้มากกว่า 3 วิธี ตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดภายใต้เกณฑ์และข้อจำกัด ขณะที่นักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้สามารถระดมความคิดในการระบุปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้เพียง 1–3 แนวคิดจากความรู้เดิม ขาดความมั่นใจขณะสัมภาษณ์หรือแสดงความคิดเห็นกับสมาชิกในกลุ่ม ตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาแต่ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์และข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เมื่อผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติมีส่วนร่วมดำเนินการแก้ไขสถานการณ์สิ่งแวดล้อมจะช่วยเพิ่มความมั่นใจและแรงจูงใจในการใช้ทักษะที่จำเป็นสำหรับการทำความเข้าใจปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม สามารถเชื่อมโยงประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมกับตนเองและสังคม สร้างเสริมความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน (Poudel, 2005) การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) มิติสิ่งแวดล้อม ตามเป้าหมายที่ 6 การจัดการน้ำและสุขาภิบาลนั้นเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สืบเสาะความรู้ วิเคราะห์สภาพสิ่งแวดล้อม ลงพื้นที่และปฏิบัติจริงในสถานการณ์ปัญหาน้ำ สร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาตามแนวคิดของผู้เรียน เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง และเสริมสร้างความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน (ภาพที่ 2–3)

เมื่อพิจารณาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์พบว่า ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดในขั้นตอนการสร้างแนวความคิด ($\overline{X}$ = 1.76) มีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ระดับปานกลาง ใน

ภาพที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง แหล่งน้ำบนโลก ผู้เรียนสำรวจแหล่งเรียนรู้การผลิตน้ำประปาหมู่บ้านและแหล่งน้ำธรรมชาติในท้องถิ่น

ภาพที่ 3 กิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง น้ำหยดสุดท้าย ผู้เรียนสร้างแบบจำลองผลิตน้ำรีไซเคิล (grey water)

ขณะที่นักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดในขั้นตอนการวางแผนการดำเนินงาน ($\bar{X}$ = 1.00) มีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ระดับต่ำ เนื่องจากนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้จะมีความสามารถในการเรียนรู้ (learning ability) ในระดับต่ำ ส่งผลต่อการคิดแก้ปัญหาความสามารถในการคิดแบบนามธรรม จึงมีความยากลำบากในการทำความเข้าใจความหมายของสิ่งที่อ่านหรือเรียนรู้ (Sarakhan, 2022; Siriratraekha, 2022) ส่งผลต่อการรับรู้รายละเอียดของปัญหา การวางแผนลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สอดคล้องกับ Cojorn (2011) พบว่าระดับความรู้เดิมของผู้เรียนมีผลต่อทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (p < .05) ภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สูงขึ้นทุกขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยขั้นตอนการวางแผนการดำเนินงานมีความก้าวหน้าทางการเรียน (N gain) สูงที่สุดซึ่งมีความก้าวหน้าระดับปานกลาง (Hake, 1999) สอดคล้องกับ Kartini *et al*. (2021) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นตอนการรวบรวมและสร้างความคิดในการแก้ปัญหาสูงขึ้น (p < .05) สอดคล้องกับ Poungraya *et al*. (2021) ที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาแบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) บูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วยกระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุปัญหา การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง การ

ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา และการทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุง พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดคือ ขั้นการออกแบบวิธีแก้ปัญหา ในทางตรงกันข้ามกับนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้มีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ต่ำลงจากก่อนเรียน สามารถอภิปรายได้ว่าผู้เรียนไม่สามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปอธิบายและประยุกต์ใช้แก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อนมากขึ้นได้ มีปัญหาในการอ่านที่ต้องทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การให้เหตุผลสนับสนุนความรู้ความเข้าใจ รวมถึงปัญหาในการวัดและประเมินผลความรู้และทักษะได้เหมือนผู้เรียนในวัยเดียวกัน เมื่อพิจารณาในขั้นตอนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทั้ง 4 ขั้นตอน มีเพียงขั้นตอนการสร้างความคิดที่มีความก้าวหน้าทางการเรียน (N gain) สูงขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สอดคล้องกับ Shondrick *et al*. (1992) พบว่า ผู้เรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้มีคะแนนด้านการกำหนดปัญหา การคิดเชิงตรรกะ และความสามารถในการแก้ปัญหาโดยรวมต่ำกว่าผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติ ขณะที่ผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาในประเด็นการคิดคล่องและการคิดยืดหยุ่นของผู้เรียนไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับ Schneider and Yoshida (1988) พบว่า ผู้เรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้มีคะแนนการแก้ปัญหาต่ำกว่าผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติอย่างมาก ในขั้นการรับรู้สถานการณ์ปัญหา การสร้างทางเลือก และผลที่เกิดจากการแก้ปัญหา นอกจากนี้ Berg (1982) ยังพบว่านักเรียนชายอายุ 10–12 ปี ที่บกพร่องทางการเรียนรู้นั้นมีวิธีการแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหา และผลที่เกิดขึ้นน้อยกว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติ นักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ในช่วงอายุ 10–13 ปี จะไม่ถนัดการตอบคำถามปลายเปิด (Ittiananku1, 2022) ทำให้ไม่สามารถวัดและประเมินทักษะการแก้ปัญหาจากแบบทดสอบได้เพียงทางเดียว ในงานวิจัยนี้จึงสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเพิ่มเติมจากการทำแบบทดสอบแบบเขียน โดยจากบทสัมภาษณ์นักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ รหัส 01 ผู้เรียนกล่าวว่า “การแก้ปัญหาเรื่องน้ำเสียเป็นสิ่งที่แก้ไขได้ยาก การลองทำดูก่อน ถ้าไม่ได้ก็ค่อยแก้ด้วยวิธีอื่นไปเรื่อย ๆ” สามารถอธิบายได้ว่า ผู้เรียนสามารถรับรู้และเข้าใจสถานการณ์ปัญหาแต่ขาดการเตรียมการวิธีแก้ปัญหาที่มีความหลากหลาย ใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก ขาดการวางแผนในขั้นตอนการดำเนินการตามเกณฑ์และข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาเนื่องจากสภาวะของโรคบกพร่องทางการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนติดตามการเรียนตามปกติไม่ได้ (Bowen, 2005; Siriratraekha, 2022)

ในงานวิจัยครั้งนี้พิจารณาตามองค์ประกอบของความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมเรื่อง น้ำ ประกอบด้วยด้านการอนุรักษ์น้ำ ด้านความตระหนักต่อปัญหาทรัพยากรน้ำ และด้านพฤติกรรมการใช้น้ำ เมื่อเปรียบเทียบความความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติกับนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้พบว่า ผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมในระดับมาก โดยนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติและนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ย 3.87 และ 3.51 ตามลำดับ ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับสติปัญญาหรือผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ส่งผลต่อความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมจากผลความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 ด้าน

(ตาราง 3) พบว่า ความตระหนักรู้ต่อการอนุรักษ์น้ำของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติและนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมในระดับมากและปานกลางตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในระดับความคิดเห็นด้วยอย่างยิ่ง ในประเด็นคำถาม “โรงเรียนและชุมชนควรมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างความตระหนักต่อการใช้น้ำอย่างประหยัดและอนุรักษ์น้ำอย่างต่อเนื่อง” ($\bar{X}$ = 4.50 และ $\bar{X}$ = 4.33 ตามลำดับ) ความตระหนักรู้ต่อปัญหาทรัพยากรน้ำ พบว่า นักเรียนที่ระดับสติปัญญาปกติและนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมในระดับมากและปานกลางตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในระดับความคิดเห็นด้วย ในประเด็นคำถาม “มนุษย์เป็นสาเหตุหลักของการขาดแคลนน้ำและเกิดมลพิษทางน้ำ” ($\bar{X}$ = 3.83 และ $\bar{X}$ = 4.00 ตามลำดับ) ความตระหนักรู้ต่อพฤติกรรมการใช้น้ำพบว่า นักเรียนที่ระดับสติปัญญาปกติและนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมในระดับมากที่สุดและมากตามลำดับ มีความคิดเห็นด้วยอย่างยิ่ง ในประเด็นคำถาม “เราควรปิดน้ำทันทีเมื่อใช้งานเสร็จ ไม่ปล่อยให้น้ำไหลล้นได้” ($\bar{X}$ = 4.67 และ $\bar{X}$ = 5.00 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 ด้าน พบว่า ผู้เรียนทั้งหมดมีความตระหนักในด้านพฤติกรรมการใช้น้ำมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด อธิบายได้ว่า ผู้เรียนมีพฤติกรรมการประหยัดน้ำในชีวิตประจำวัน ซึ่งงานวิจัยของ Hashim *et al*. (2021) ศึกษาระดับของความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมการประหยัดน้ำพบว่า ความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมการประหยัดน้ำของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ผู้เรียนมีความรู้และทัศนคติในการประหยัดน้ำในระดับสูง อย่างไรก็ตามพฤติกรรมในการประหยัดน้ำยังอยู่ในระดับปานกลาง จึงจำเป็นต้องปรับปรุงและพัฒนาพฤติกรรมการประหยัดน้ำต่อไป เช่นเดียวกันกับการสัมภาษณ์นักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ รหัส 01 ผู้เรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความในแบบสอบถามว่า “เราไม่จำเป็นต้องประหยัดน้ำเพราะพื้นที่ส่วนใหญ่ของโลกเต็มไปด้วยน้ำ” โดยผู้เรียนกล่าวว่า “พื้นที่ส่วนใหญ่ของโลกเราคือน้ำ ดังนั้นน้ำมีเพียงพอ ไม่มีความจำเป็นต้องประหยัดน้ำ” อภิปรายได้ว่าผู้สอนจำเป็นต้องให้ความรู้และเน้นย้ำเรื่อง สัดส่วนของน้ำบนโลกและระบุปริมาณน้ำที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ได้ แนวทางในการประหยัดน้ำเพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการประหยัดน้ำของผู้เรียนอย่างคงทน ในขณะที่นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติ รหัส 04 กล่าวถึงประเด็นการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และรักษาน้ำว่า “การอนุรักษ์น้ำเป็นหน้าที่ของคนทุกคน แต่การแก้ไขปัญหาน้ำเสียในชุมชนควรเป็นหน้าที่ของผู้ใหญ่บ้าน หน่วยงานราชการ หนูเป็นเด็กคงช่วยอะไรได้ไม่มาก” สอดคล้องกับ Yazici (2020) ที่กล่าวว่า นักศึกษาที่เรียนหลักสูตรอุทกศาสตร์ (hydrography) รับรู้ปัญหาน้ำแต่เชื่อว่าความสามารถของตนเองในการดำเนินการเป็นรายบุคคลนั้นมีอย่างจำกัด คาดว่าปัญหาจะได้รับการแก้ไขปัญหาจากรัฐ จากผลดังกล่าวจึงมีข้อเสนอแนะว่า ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในงานสิ่งแวดล้อมขององค์กรรัฐ เอกชน เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแก้ปัญหาและมีบทบาทในฐานะพลเมืองสิ่งแวดล้อม เช่นเดียวกับ Rahayu *et al.* (2021) ที่ได้บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ในวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษาของโรงเรียนมัธยมอาชีวศึกษาแห่งหนึ่งในประเทศ

อินโดนีเซีย พบว่า การบูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ในการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมสามารถสร้างทัศนคติที่ดีให้กับผู้เรียนได้แต่ไม่มีผลต่อความรู้ความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน จากการวิจัยนี้ส่งผลให้วิชาสิ่งแวดล้อมศึกษากลายเป็นวิชาสำคัญที่ต้องบรรจุในหลักสูตรของโรงเรียนดังกล่าวเพื่อสร้างทัศนคติที่ดีเกี่ยวกับการพัฒนาที่ยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ผู้นำไปใช้ต้องมีความพร้อมด้านเวลา เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบและพัฒนามีการศึกษาภาคสนามและทำกิจกรรมนอกเวลาเรียน โดยผู้สอนต้องมีเวลาในการให้คำปรึกษากับผู้เรียนเมื่อเกิดข้อสงสัยหรือต้องการคำแนะนำ รวมถึงผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันนอกเวลาเรียนที่โรงเรียนหรือที่บ้านได้

2. การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ควรเพิ่มความกระตุ้นและท้าทายให้ผู้เรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหามากกว่าการใช้ประสบการณ์เดิม โดยการกำหนดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ไม่คุ้นเคย (non routine problem) ที่มีโครงสร้างซับซ้อน ปัญหาแปลกใหม่สำหรับผู้เรียน ซึ่งต้องใช้ความรู้ และประสบการณ์ต่าง ๆ บูรณาการเข้าด้วยกันเพื่อสร้างแนวความคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ตัวอย่างเช่น การกำหนดสถานการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อมในสังคมเมืองนิคมอุตสาหกรรมให้กับผู้เรียนในชนบทได้แก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยจากประสบการณ์และความรู้เดิมของตนเอง

การขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

งานวิจัยนี้ได้ผ่านการขอการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หมายเลขใบรับรอง KUREC–SS64/223

เอกสารอ้างอิง

Apedoe, X., Reynolds, B., Ellefson M. R., and Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. **Journal of Science Education and Technology** 17(5): 454–465.

Aphiniwet, N., Rerkpornpipat, K., and Ketsathit, A. (2012). **Creative Approaches to Environmental Education Schools for Sustainable Development (Eco–school)**. Bangkok: National Office of Buddhism. (in Thai)

Berg, F. L. (1982). **Psychological Characteristics Related to Social Problem Solving in Learning Disabled Children and their Nondisabled Peers**. Doctor of Philosophy (Education and Psychology). Michigan: University of Michigan.

Bowen, L. M. (2005). **Intervention Strategies for LD Students**. Illinois: Illinois State University.

Cojorn, K. (2011). **A Development of Creative Problem Solving (CPS) Learning Model**

on Matter and Properties of Matter for Seventh Grade Students. Doctor of Education (Science Education). Bangkok: Srinakharinwirot University. (in Thai)

Creswell, J. W., and Plano Clark, V. L. (2018). **Designing and Conducting Mixed Methods Research**. 3rd ed. Thousand Oaks, CA: Sage.

Department of Environmental Quality Promotion. (2016). **Eco school Operation Guidelines**. Bangkok: Department of Environmental Quality Promotion, Ministry of Natural Resources and Environment. (in Thai)

Fortus, D., Krajcik, J., Dershimer, R., Marx, R., and Mamlok–Naaman, R. (2005). Design–based science and real–world problem–solving. **International Journal of Science Education** 27: 855–879.

Gomonkitisak, N. (2010). **An Analysis of the Effects of Creative Problem Solving Process on Creative Problem Solving Ability, Teamwork Skills, and Self–Esteem of Lower Secondary School Students: A Time Series Experiment**. Master of Education (Education Research Methodology). Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)

Guo, J., and Woulfin, S. (2016). Twenty–first century creativity: An investigation of how the partnership for 21st century instructional framework reflects the principles of creativity. **Roeper Review** 38: 153–161.

Hake, R. R. (1999). **Analyzing Change/Gain Scores**. USA: Department of Physics, Indiana University.

Ham, M., Mrčela, D., and Horvat, M. (2016). Insights for measuring environmental awareness. **Ekonomski Vjesnik** 29(1): 159–176.

Harris, P. G. (2006). Environmental perspectives and behavior in China: Synopsis and bibliography. **Environment and Behavior** 38(1): 5–21.

Hashim, M., Shariff, M. D. M., Mahat, H., Norkhaidi, S. B., Nayan, N., and Saleh, Y. (2021). Water–saving among school students in Malaysia. **Cakrawala Pendidikan** 40(1): 32–42.

Higgins, J. M. (1994). **101 Creative Problem Solving Techniques: The Handbook of New Ideas for Business**. Winter Park (Florida–USA): New Management.

Intavimolsri, S. (2017). **Effects of Using Steam Education Approach in Biology on Scientific Creativity and Learning Achievement of Tenth Grade Students**. Master of Education (Science Education). Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)

Ittianankul, W. (2022). **Children with Learning Disabilities**. Retrieved from https://fcdthailand.org/library, June 1, 2023 (in Thai)

Kareemee, S. (2017). Using engineering design processes to enhance creativity and problem solving skills part 1. **IPST Magazine** 46: 23–27. (in Thai)

Kartini, F. S., Widodo, A., Winarno, N., and Astuti, L. (2021). Promoting student's problem–solving skills through STEM project–based learning in earth layer and disasters topic. **Journal of Science Learning** 4(3): 257–266.

Mentzer, N., Becker, K., and Sutton, M. (2015). Engineering design thinking: High school students' performance and knowledge. **Journal of Engineering Education** 104(4): 417–432.

Nakkarajan, K. (2005). **A Proposed Model of Electronic Magazine Activities on Environment for Enhancing Creative Problem Solving for Prathomsuksa Five Students.** Master of Education (Audio–Visual Communications). Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)

National Research Council. (2012). **Framework for K–12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas** Retrieved from http://nap.edu/13165, June 1, 2023.

Office of the Basic Education Commission. (2017). **Indicators and Core Learning Content Science Learning Subject Group (Revised Edition A.D. 2017) According to the Core Curriculum of Basic Education A.D. 2008**. Bangkok: Agricultural Cooperative Printing Demonstrations of Thailand. (in Thai)

Office of the National Economic and Social Development Council. (2022). **Goal 6: Clean Water and Sanitation**. Retrieved from https://sdgs.nesdc.go.th, December 25, 2022. (in Thai)

Ogueri, D., Bualert, S., and Chunkao, K. (2020). Environmental education as a tool in water quality management. **International Journal of Management** 11: 1057–1066.

Palmer, J., and Neal, P. (2003). **The Handbook of Environmental Education.** Abingdon: Taylor and Francis.

Pangtrai, P. (2014). **The Development of Learning Activities by the Future Problem Solving to Promote Creative Thinking on the Topic "Nutrition and Living" for Grade 8 Students**. Master of Education (Curriculum and Instruction). Phitsanulok: Naresuan University. (in Thai)

Piampongsarn, P. (2005). **Environmental Education**. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai).

Poudel, D. D., Vincent, L. M., Anzalone, C., Huner, J., Wollard. D., and Clement, T. (2005). Hands–on activities and challenge tests in agricultural and environmental education. **The Journal of Environmental Education** 36(4): 10–22.

Poungraya, K., Nugultham. N., and Wannagatesiri, T. (2021). Development of chemistry teacher students' problem–solving skills through inquiry–based learning integrated with engineering design process

in STEM activities. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 12(2): 202–217. (in Thai)

Rahayu, I. K., Sanjaya, Y., and Solihat, R. (2021). Integration of SDGs in environmental education subjects of Adiwiyata vocational high school. **Journal of Physics: Conference Series** 1806(1): 012167.

Rajanukul Institute. (2014). **Slow Learning Child: Guide for Parents**. Bangkok: Agricultural Co–operative Federation of Thailand. (in Thai)

Sarakhan, N. (2022). Teaching the children with learning disabilities. **Journal of Roi Kaensarn Academi** 7(2): 409–418. (in Thai)

Schneider, M., and Yoshida, R. K. (1988). Interpersonal problem–solving skills and classroom behavioral adjustment in learning-disabled adolescents and comparison peers. **Journal of School Psychology** 26: 25–34.

Shondrick, D. D., Serafica, F. C., Clark, P., and Miller, K. G. (1992). Interpersonal problem solving and creativity in boys with and boys without learning disabilities. **Learning Disability Quarterly** 15(2): 95–102.

Siriratraekha, T. (2022). **Specific Learning Disorder**. Retrieved from https://www.happy homeclinic.com/sp04-ld.htm, April 22, 2023. (in Thai)

Summers, D., and Cutting, R. (2016). **Education for Sustainable Development in Further Education Embedding Sustainability into Teaching, Learning and the Curriculum**. London: Springer Nature.

Syukri, M., Soewarno, S., Halim, L., and Mohtar, L. E. (2018). The impact of engineering design process in teaching and learning to enhance students' science problem–solving skills. **Jurnal Pendidikan IPA Indonesia** 7(1): 66–75.

Tanapant, S. (2015). **Effects of Social Studies Learning Activities Using Creative Problem Solving Process on Creative Thinking and Critical Thinking Abilities of Ninth Grade Students**. Master of Education (Curriculum and Instruction). Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)

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

Treffinger, D. J., Selby, E. C., and Isaksen, S. G. (2008). Understanding individual problem–solving style: A key to learning and applying creative problem solving. **Learning and Individual Differences** 18(4): 390–401.

Tziortzioti, C., Andreetti, G., Rodino, L., Mavrommati, I., Vitaletti, A., and Chatzigiannakis, I. (2018). Raising awareness for water pollution based on game activities using internet of things. **In European Conference on Ambient Intelligence** (pp. 171–187). Springer, Cham.

UNESCO. (2017). **Education for Sustainable Development Goals Learning Objectives**. Paris: The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Yazici, Ö. (2020). Awareness of hydrography courses students on protection of freshwater resources. **Review of International Geographical Education Online** 10(1(Special Issue)): 97–119.