

Development of a Creative Problem-Solving Skills Assessment for Learning Activities Based on Project-Based STEAM Education Integrated With the BCG Economy Model

การพัฒนาแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้
ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นโครงงานเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี

Sathaphorn Ruengrung¹, Sura Wuttirom^{1*}, Karntarat Wuttisela¹, and Afifi Lateh²

สถาพร เรืองรุ่ง¹, สุระ วุฒิพรหม¹, กานต์ตระกูล วุฒิสลา¹, และ อาฟีฟี ลาเตะ²

¹Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190, Thailand

¹คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190 ประเทศไทย

²Faculty of Education, Prince of Songkla University, Pattani 94000, Thailand

²คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี 94000 ประเทศไทย

*Corresponding author: sura.w@ubu.ac.th

Received January 15, 2025 ■ Revised May 12, 2025 ■ Accepted June 25, 2025 ■ Published August 29, 2025

Abstract

This research aimed to 1) synthesize the components of creative problem-solving skills and 2) develop and validate a creative problem-solving skills assessment tool for learning activities based on Project-based STEAM Education integrated with the BCG Economy Model. The research sample for testing the assessment tool comprised 34 students of Grade 12. The research and development (R&D) methodology was employed to synthesize and define the components of creative problem-solving skills through an analysis of the frequencies of keywords and to validate the quality of the assessment tool, which included content validity, discriminatory power and reliability. The findings revealed as follows: 1) The creative problem-solving skills consisted of six components: (1) the creative analysis of the problem situation, (2) the collection of creative problem-solving approaches, (3) the creation of creative solutions, (4) the planning and implementation of creative problem-solving approaches, (5) the evaluation of the quality of creative solutions, and (6) the application of creative solutions in daily life. 2) The assessment tools consisting of 33 questions demonstrated CVI of 0.78–1.00 and an S-CVI/Ave of 0.92 was higher than the minimum level of 0.90. The tool demonstrated acceptable quality across all six components, with Cronbach's alpha reliability coefficients of 0.93, 0.93, 0.93, 0.93, 0.93, and 0.94, respectively, and an overall reliability of 0.93 was higher than the minimum level of 0.70. 29 out of 33 questions effectively distinguished respondents' skills.

Keywords: creative problem-solving skills assessment, STEAM Education, project-based learning, BCG Economy Model

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสังเคราะห์องค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และ 2) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นโครงงานเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้เครื่องมือ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 34 คน การวิจัยครั้งนี้ประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนาเพื่อสังเคราะห์และนิยามองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยวิเคราะห์ความถี่ของคำสำคัญ และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมิน ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น ผลการวิจัยพบว่า 1) องค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มี 6 องค์ประกอบ คือ (1) การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (2) การรวบรวมแนวทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3) การสร้างสรรค์วิธีการแก้ปัญหา (4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (5) การทดสอบประเมินคุณภาพของวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และ (6) การนำไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ 2) แบบประเมินมีข้อคำถามทั้งหมด 33 ข้อคำถามมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่าดัชนี CVI อยู่ระหว่าง 0.78-1.00 และค่าเฉลี่ยสัดส่วน S-CVI/Ave เท่ากับ 0.92 สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่ยอมรับได้ 0.90 คุณภาพของแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ทั้ง 6 องค์ประกอบ โดยมีค่าความเชื่อมั่นของครอนบาคแอลฟาเท่ากับ 0.93, 0.93, 0.93, 0.93, 0.93 และ 0.94 ตามลำดับ รวมทั้งหมดเท่ากับ 0.93 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่ยอมรับได้ที่ 0.70 และมีข้อคำถามที่จำแนกได้จำนวน 29 ข้อคำถามจากข้อคำถามทั้งหมด 33 ข้อคำถาม

คำสำคัญ: แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์, สะเต็มศึกษา, โครงงานเป็นฐาน, โมเดลเศรษฐกิจบีซีจี

■ บทนำ (Introduction)

ปัจจุบันการจัดการศึกษาของไทยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และแก้ปัญหา เนื่องจากการศึกษาอยู่ในกระบวนการปรับเปลี่ยนเพื่อให้สอดคล้องกับ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยเฉพาะในยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2561-2580) ที่เน้นการศึกษาที่ประยุกต์ใช้ความรู้หลากหลายในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ผ่านการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Education for Sustainable Development: ESD) ดังแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศไทยที่ได้นำหลักการของโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี (Bio-Circular-Green' Economic Model, BCG Model) ที่มีการบูรณาการหลักการของเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (National Science and Technology Development Agency, 2020) มาสู่ภาคการศึกษา (Faikhamta et al., 2022; Prasoplarb et al., 2024) ซึ่งความท้าทายหลักของการจัดการศึกษาสำหรับคนรุ่นใหม่ คือ การสร้างสมดุลระหว่าง เทคโนโลยีที่ก้าวหน้าและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีจำกัด รวมถึงการรักษาสิ่งแวดล้อม (Prommool et al., 2024) โดยกิจกรรมการเรียนรู้ควรส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นความสามารถในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่และเหมาะสมกับสถานการณ์ สามารถอธิบายเหตุผลและประยุกต์ การแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผล (Kongpiboon, 2023)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์จึงเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาผู้เรียน ให้สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาย่างมีประสิทธิภาพและ สร้างสรรค์ สอดคล้องกับเป้าหมายการศึกษาที่มุ่งเน้นการพัฒนาที่ยั่งยืนและยุทธศาสตร์ชาติ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีหลากหลายกิจกรรม จากการทบทวน เอกสารและงานวิจัย พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาเน้นโครงงานเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดล เศรษฐกิจบีซีจี (integrated STEAM-PBL+BCG learning model) ย่อเป็น รูปแบบ iSTEAM-PBL+BCG) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้หนึ่ง ที่ช่วยส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้เป็นรูปแบบ ที่สนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Chung et al., 2022; Tapingkae, 2023; Prasoplarb et al., 2024) โดยมีการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ให้นักเรียนได้ทำโครงงาน (Office of the Basic Education Commission, 2021) เพื่อพัฒนานวัตกรรมอย่างยั่งยืนในบริบท ท้องถิ่น (Faikhamta et al., 2022) เป็นแนวทางใหม่ในการเพิ่ม ความสามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนโดยเน้น ความยั่งยืน (Prasoplarb et al., 2024) ส่งเสริมการเรียนรู้ แบบสหวิทยาการและทักษะศตวรรษที่ 21 เชื่อมโยงปัญหาชุมชน สู่การแก้ไขจริง (Ruamcharoen et al., 2021) พัฒนาคุณภาพ ทรัพยากรธรรมชาติ (Kraisujit et al., 2022) และสร้างความ ตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม (Başaran & Erol, 2021) ดังนั้น การพัฒนาแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ควรมีการพัฒนาหรือปรับปรุงให้มีความสอดคล้องกับแนวคิด

ข้างต้น เนื่องจากปัจจุบันยังขาดแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ที่มีความจำเพาะกับบริบทของผู้เรียนที่เข้าร่วม กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด iSTEAM-PBL+BCG ซึ่งเน้น การบูรณาการเศรษฐกิจหมุนเวียนและการพัฒนาที่ยั่งยืน ทำให้ ไม่สามารถวัดผลได้อย่างถูกต้องและสะท้อนศักยภาพของผู้เรียน ได้อย่างแท้จริง

ทั้งนี้แนวคิดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์สอดคล้องกับหลักการของการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving: CPS) ซึ่งเป็น กระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างเป็นระบบผสมผสาน การคิดสร้างสรรค์และการคิดเชิงตรรกะ เพื่อนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมที่ยั่งยืนเป็นเทคนิคที่ริเริ่มโดย Alex Osborn ในช่วง ปี ค.ศ. 1930-1939 ผ่านการใช้เทคนิคการระดมสมอง (Ahmed & Alzahrani, 2020) โดยหลังจากนั้นนักวิจัยได้ทำการศึกษา ปรับปรุงและพัฒนาในรูปแบบนี้ ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์จะประกอบด้วยความคิดแบบแตกต่างและการคิด แบบรวม (Lee et al., 2023) ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในการแก้ปัญหา อย่างมีระบบ (Karamustafaoğlu & Pektaş, 2023) การแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์เป็นวิธีการค้นพบแนวคิดใหม่หรือนำแนวคิดที่ มีอยู่มาปรับเปลี่ยนในรูปแบบที่แปลกใหม่ ซึ่งส่งเสริมแนวคิดที่ มุ่งเน้นการสร้างสรรค์ (Rastogi et al., 2018) วิธีการนี้แตกต่าง จากกระบวนการแก้ปัญหาทั่วไป (Park & Green, 2019) เนื่องจากการแก้ปัญหาทั่วไปมักใช้เส้นทางเดียวในการหาคำตอบในขณะที่ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับความซับซ้อน (Kong, 2022) และผลลัพธ์ที่ไม่ชัดเจน ซึ่งจำเป็นต้องใช้ขั้นตอนและ กระบวนการที่หลากหลายในการแก้ไขปัญห (Aytekin & TopÇu, 2024) ดังความหมายของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบเพื่อหาคำตอบ หรือแนวทางแก้ปัญหาที่มีคุณค่า โดยผสมผสานการคิดสร้างสรรค์ และการคิดเชิงตรรกะ ทั้งความคล่องตัวทางความคิด ความยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ และการตระหนักรู้ต่อปัญหา เริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหา ค้นหาสาเหตุ แสวงหาแนวทางที่ หลากหลาย และเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุด (Churat et al., 2023; Apibuntho, 2024)

จากความสำคัญของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ใน กระบวนการเรียนรู้ จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาแบบประเมิน ทักษะดังกล่าว เพื่อให้สามารถวัดผลได้อย่างถูกต้องและสะท้อน ศักยภาพของผู้เรียน รวมถึงช่วยส่งเสริมการพัฒนาองค์ความรู้และ นวัตกรรมที่ตอบโจทย์ความต้องการของสังคมและเศรษฐกิจอย่าง ยั่งยืน การพัฒนาแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีความสำคัญในหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็น ด้านการส่งเสริมทักษะ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (Kima et al. 2019) หน่วยงานด้าน การศึกษาสามารถระบุและประเมินทักษะที่จำเป็นในกระบวนการ แก้ปัญหาได้ เช่น การคิดนอกกรอบ การวิเคราะห์เชิงวิพากษ์ และ การสร้างสรรค์ทางเลือกใหม่ ด้านการพัฒนาการสอน การประเมิน ที่มีประสิทธิภาพสามารถช่วยให้ครูและอาจารย์เข้าใจถึงความ

ต้องการในการพัฒนาทักษะของนักเรียนได้ชัดเจนขึ้น และปรับปรุงวิธีการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะเหล่านี้ (Churat et al., 2023; Yaemkhayai, 2023) ด้านประโยชน์ในสถานประกอบการ คือ สำหรับภาคธุรกิจการประเมินทักษะนี้สามารถใช้ในการคัดเลือกบุคลากร การประเมินความก้าวหน้าในอาชีพ และการพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมในองค์กร ด้านการแก้ปัญหาสังคมและนวัตกรรม คือ ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นหัวใจหลักในการสร้างนวัตกรรมที่ช่วยแก้ปัญหาสังคมและความท้าทายในระดับโลก เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือบริการใหม่ ๆ ที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค (Sirapanuwat et al., 2023) ด้านการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขัน คือ ประเทศและองค์กรที่สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพจะมีความได้เปรียบในการแข่งขันทั้งในด้านเศรษฐกิจและการสร้างนวัตกรรมที่ยั่งยืน (Pipatsuntikul & Hutasukpat, 2023) ดังนั้น การพัฒนาแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันและความก้าวหน้าในทุกภาคส่วนของสังคม (Vorawattanachai, 2022; Kunacheva, 2023; Hooijdonk et al., 2023)

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การใช้แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จะเน้นการวัดความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาตามบริบทของผู้เรียนและกระบวนการพัฒนาทักษะที่สร้างขึ้น มีทั้งแบบประเมินชนิดสถานการณ์ โดยใช้คำถามแบบอัตนัยที่ตอบเป็นขั้นตามกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Phaksunchai, 2019; Anthawa & Art-in, 2024; Chaiyarat, 2024) แบบประเมินชนิดสถานการณ์ โดยมีคำถามปรนัยแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก (Churat et al., 2023; Audmuangpiea et al., 2024) ประเมินโดยใช้เกณฑ์การประเมินตามกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Mejía-Villa et al., 2023) และแบบประเมินแบบมาตรวัดประเมินค่า (Rating scale) ตามองค์ประกอบของทักษะที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่หรือตามกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักศึกษาก่อนหน้า (Karamustafaoğlu & Pektaş, 2023; Aytekin & Topçu, 2024) ซึ่งในการพัฒนาการแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยมีความสนใจแบบประเมินแบบมาตรวัดประเมินค่าที่มีข้อดีด้านความสะดวกในการประเมิน และเนื่องจากมีการสังเคราะห์องค์ประกอบของทักษะขึ้นมาใหม่และเพื่อให้สอดคล้องกับบริบทของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เข้าร่วมกิจกรรมตามรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานำเน้นโครงการเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี (รูปแบบ iSTEAM-PBL+BCG) ที่มีกระบวนการแก้ปัญหาและบรรยากาศการทำงานที่สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ที่เน้นความยั่งยืน เฉพาะกลุ่มมากกว่าบริบทห้องเรียนทั่วไป

จะเห็นได้ว่าการพัฒนาแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีความจำเป็นอย่างยิ่งโดยเฉพาะแบบประเมินที่มี

ความจำเพาะกับบริบทของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และกระบวนการพัฒนาทักษะที่สร้างขึ้น เพื่อให้ทราบถึงระดับของความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน และนำข้อมูลมาเพื่อปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนการสอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตลอดจนส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยเหตุนี้ คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสังเคราะห์องค์ประกอบทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และพัฒนาแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานำเน้นโครงการเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจีที่เป็นประโยชน์ในการใช้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล และประเมินระดับทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนได้อย่างมีคุณภาพต่อไปได้

วัตถุประสงค์การวิจัย (Objectives)

1. เพื่อสังเคราะห์องค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานำเน้นโครงการเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานำเน้นโครงการเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

การทบทวนวรรณกรรม (Literature Review)

ปัจจุบันการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative problem solving: CPS) ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในการสร้างนวัตกรรมและการพัฒนาที่ยั่งยืน (Ahmed & Alzahrani, 2020) เป็นทักษะสำคัญที่มีบทบาทในการพัฒนานวัตกรรมและการศึกษาสมัยใหม่ โดยกระบวนการแก้ปัญหามุ่งเน้นการคิดสร้างสรรค์และการคิดเชิงเหตุผลเพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด (Ploykrajang et al., 2021; Jongchaloemchai, 2023) การเรียนรู้ที่บูรณาการแนวคิด STEAM-PBL และ BCG Model สามารถส่งเสริมทักษะ CPS ในบริบทของการเรียนรู้แบบโครงการที่มุ่งเน้นการพัฒนาที่ยั่งยืน มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ร่วมกับการเรียนรู้จากโครงการเพื่อแก้ปัญหาในบริบทจริง (Başaran & Erol, 2021; Chung et al., 2022; Faikhamta et al., 2022; Prasoplarb et al., 2024) อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังขาดเครื่องมือที่สามารถประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในบริบทนี้ได้เหมาะสม

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) เป็นแนวคิดที่ริเริ่มโดย Alex Osborn ในปี ค.ศ. 1952 ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านความคิดสร้างสรรค์ที่เน้นการใช้กระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์เพื่อแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อน ต่อมาแนวคิดนี้ได้พัฒนาไปสู่การก่อตั้งสถาบันการศึกษาได้นิยาม CPS ว่าเป็นกระบวนการที่ประกอบด้วย

การคิดเชิงสร้างสรรค์และการคิดเชิงเหตุผล โดยเน้นการสร้างทางเลือกที่หลากหลายและแตกต่างจากแนวทางเดิม (Vongtathum, 2015) นอกจากนี้ Treffinger et al. (2000) ได้พัฒนา CPS Model ฉบับ 6.1 ซึ่งเป็นแนวทางที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) ขั้นรวบรวมความคิด (Generating ideas) ขั้นเตรียมก่อนลงมือ (Preparing for action) ขั้นการวางแผนการดำเนินการ (Planning for Implementation) ซึ่งโมเดล CPS นี้เป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาในบริบทของการศึกษาและอุตสาหกรรม (Khodchapong, 2018)

การบูรณาการการเรียนรู้แบบ STEAM Education (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) ร่วมกับ Project-based learning (PBL) เป็นแนวทางที่ช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยการให้ผู้เรียนเผชิญกับปัญหาจริงและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ผ่านการทำโครงการบูรณาการแนวคิด BCG Economic Model เข้าไปใน STEAM-PBL ที่มีความสอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนและการพัฒนาที่ยั่งยืน (Ruamcharoen et al., 2021; Faikhamta et al., 2022; Prasoplarb et al., 2024) สอดคล้องกับองค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ได้แก่ การพัฒนาแนวคิดสร้างสรรค์และการคิดเชิงวิเคราะห์ การให้โจทย์ปัญหาที่ท้าทายและเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง การทำงานกลุ่มและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การบูรณาการ STEM และศิลปะ (A: Arts) เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ (Kunacheva, 2023)

ดังนั้น การประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จึงมีความสำคัญต่อการวัดผลสัมฤทธิ์ของกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะนี้ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปแบบของแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่าซึ่งต้องผ่าน

กระบวนการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ (Saengloetuthai, 2017; Pattiyathani, 2024) ขั้นตอนสำคัญในการพัฒนาแบบประเมิน ได้แก่ ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ผ่านผู้เชี่ยวชาญ ทดลองใช้เครื่องมือ (Try out) และวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องมือมีคุณภาพและสามารถใช้วัดทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้อย่างแม่นยำ

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นทักษะสำคัญที่มีพื้นฐานจากการคิดสร้างสรรค์และการคิดเชิงเหตุผลโดยการเรียนรู้แบบ STEAM-PBL ที่บูรณาการกับแนวคิด BCG เป็นแนวทางที่สามารถส่งเสริมการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การออกแบบแบบประเมินที่มีคุณภาพเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อตรวจสอบและพัฒนาทักษะนี้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในบริบทของการศึกษาและการพัฒนาเทคโนโลยี

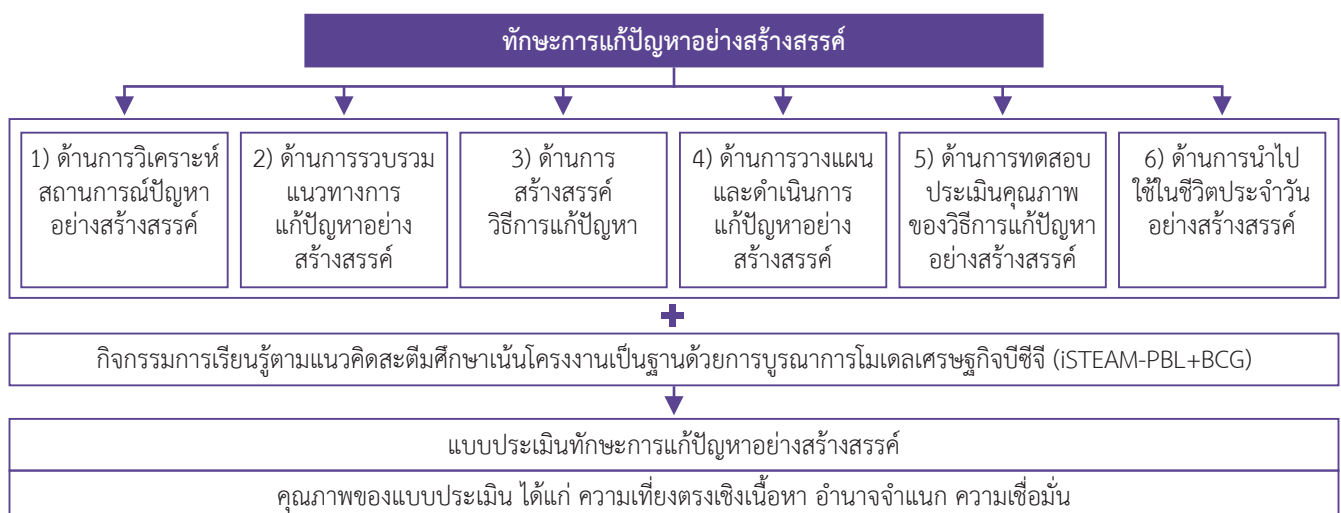
■ วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

คณะผู้วิจัยประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนา (Research and development) ในการสังเคราะห์องค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เบื้องต้นก่อนนำมาใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนตามรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นโครงงานเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี (รูปแบบ iSTEAM-PBL+BCG) โดยศึกษากับประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังนี้

กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework)

จากการทบทวนวรรณกรรม เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ คณะผู้วิจัยนำมาออกแบบกรอบแนวคิด แสดงดัง Figure 1

Figure 1
Conceptual Framework
กรอบแนวคิดการวิจัย



ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี อำนาจเจริญ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 9 ห้องเรียน รวมจำนวน 248 คน

กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 34 คน ได้มาโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เนื่องจากเป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ (AP) ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้รูปแบบ iSTEAM-PBL+BCG คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 (ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ (AP))

ขั้นตอนการวิจัย

คณะผู้วิจัยประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนาโดยใช้ขั้นตอนการวิจัย 2 ระยะ ดังนี้

1. ระยะที่ 1 การสังเคราะห์องค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นโครงงานเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี

1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากฐานข้อมูล Thai-Journal Citation Index Centre (TCI) กลุ่ม 1 และกลุ่ม 2 และวารสารนานาชาติ SCImago Journal & Country Rank (SJR) Q1 และ Q2 ในปี 2021-2024 จำนวน 12 งานวิจัย เพื่อระบอบุองค์ประกอบสำคัญของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

1.2 สังเคราะห์และนิยามองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยวิเคราะห์ความถี่ของคำสำคัญ

1.3 กำหนดกรอบแนวคิดของแบบประเมินและประเด็นการประเมินเพื่อสร้างแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นโครงงานเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี

2. ระยะที่ 2 พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นโครงงานเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี

2.1 สร้างแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นโครงงานเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) 5 ระดับ โดย "ควรปรับปรุง" เท่ากับ 1 คะแนน "พอใช้" เท่ากับ 2 คะแนน "ปานกลาง" เท่ากับ 3 คะแนน "ดี" เท่ากับ 4 คะแนน และ "ดีเด่น" เท่ากับ 5 คะแนน

2.2 นำแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นโครงงานเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจีที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 9 คน ด้าน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ศึกษา การวิจัยและ

พัฒนาหลักสูตร การวัดผลและประเมินผลการศึกษา ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content validity index: CVI) โดยพิจารณาตรวจสอบข้อคำถามในแต่ละข้อว่ามีค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหาระหว่างรายการประเมินกับนิยามศัพท์เฉพาะที่มีค่าขั้นต่ำในการยอมรับว่าข้อคำถามมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเท่ากับ 0.78 เมื่อจำนวนผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 9-10 คน (Lynn, 1986) ถ้าข้อใดมีค่าดัชนีความสอดคล้องน้อยกว่า 0.78 คณะผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

2.3 นำแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นโครงงานเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจีที่ผ่านการคัดเลือกนำไปใช้ประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมิน ประกอบด้วย อำนาจจำแนกโดยใช้ t-test และความเชื่อมั่นโดยวิธีหาความสอดคล้องภายใน (Internal consistency) จากสูตรของครอนบาค (Cronbach alpha procedure)

การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาและวิเคราะห์เอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ เกี่ยวกับองค์ประกอบและการประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) และสังเคราะห์ข้อมูลผ่านการพิจารณาความถี่ขององค์ประกอบ (ระดับ 7 ขึ้นไป)

2. ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นโครงงานเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี (Pattiyathani, 2024) ดังนี้

2.1 วิเคราะห์ความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยพิจารณา 2 ระดับ (Polit & Beck, 2006) คือ 1) ระดับ Item-level CVI (I-CVI) โดยพิจารณาข้อคำถามที่มีค่าดัชนี CVI ระหว่าง 0.78-1.00 (Lynn, 1986) และ 2) ระดับ Scale-level CVI (S-CVI) โดยพิจารณาค่าเฉลี่ยสัดส่วน S-CVI/Ave ตามเกณฑ์ขั้นต่ำที่ยอมรับได้ 0.90 (Polit & Beck, 2006)

2.2 วิเคราะห์ความเชื่อมั่นโดยวิธีหาความสอดคล้องภายในจากสูตรของครอนบาคโดยพิจารณาค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป (Cronbach, 1951)

2.3 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้ t-test โดยแบ่งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำออกเป็นกลุ่มละ 25% พิจารณาข้อคำถามที่กลุ่มสูงมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงว่ามีอำนาจจำแนกจริงและสามารถคัดเลือกไว้ใช้ (Wongratana, 2021)

ผลการวิจัย (Results)

1. ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

จากการสังเคราะห์แนวคิดของนักการศึกษา 12 คน

พบว่า องค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีทั้งหมด 6 องค์ประกอบ รายละเอียดดัง Table 1 และ Table 2

Table 1

Synthesis of Components of Creative Problem-Solving Skills

ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

สังเคราะห์องค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	องค์ประกอบที่ 1	องค์ประกอบที่ 2	องค์ประกอบที่ 3	องค์ประกอบที่ 4	องค์ประกอบที่ 5	องค์ประกอบที่ 6
Chanpala and Sitthisomboon (2021)	เข้าใจปัญหา	เสนอทางแก้	คัดเลือกแนวทาง	แสวงหาการยอมรับ	ลงมือแก้ไข	ผลสำเร็จการแก้ปัญหา
Yaemkhayai (2023)	เข้าใจสถานการณ์	ระบุปัญหา	รวบรวมแนวทาง	คัดเลือกวิธี	ออกแบบแผน	ตรวจสอบแผน
Jongchaloemchai (2023)	ระบุปัญหา	วิเคราะห์แนวทาง	ดำเนินการแก้ไข	สรุปองค์ความรู้	ประยุกต์ใช้สร้างสรรค์	-
Churat et al. (2023)	อธิบายสถานการณ์	ระบุข้อเท็จจริง	ระบุปัญหา	เสนอทางเลือก	ประเมินและเลือกวิธี	วางแผนปฏิบัติ
Kunacheva (2023)	ตระหนักถึงปัญหา	วิเคราะห์ปัญหา	คิดค้นแนวทาง	ร่วมมือแก้ไข	ทดสอบและปรับปรุง	สังเกตผล
Phuakchaowai et al. (2023)	กำหนดปัญหา	ค้นหาวิธีแก้	วางแผนออกแบบ	ลงมือปฏิบัติ	ประเมินและติดตามผล	-
Sophonhiranrak et al. (2023)	คิดเป็นระบบ	วางแผนดำเนินการ	ติดตามผล	ประเมินผล	สรุปปัญหาเพื่อพัฒนาแนวทางใหม่	-
Anthawa and Art-in (2024)	ค้นพบความจริง	ค้นพบปัญหา	ตั้งสมมติฐาน	ค้นพบคำตอบ	ยอมรับผล	-
Hooijdonk et al. (2023)	เข้าใจความท้าทาย	สร้างสรรค์แนวคิด	เตรียมพร้อม	วางแผนดำเนินการ	-	-
Karamustafaoğlu and Pektaş (2023)	หาแนวคิดสร้างสรรค์	สร้างสภาพแวดล้อมเอื้อต่อความคิด	เปิดกว้างต่อความไม่แน่นอน	กล้าทดลองและปรับปรุง	การสร้างแบบจำลอง	มุ่งมั่นแก้ปัญหาลงมือ
Aytekin and TopÇu (2024)	เตรียมการ	สำรวจปัญหา	สร้างแนวคิด	ประเมินและเลือก	นำไปใช้และปรับปรุง	ประเมินผลลัพธ์
Küçükaydın and Ulum (2024)	ความสำเร็จในการแก้ปัญหา	สร้างแนวคิด	สนับสนุน	ประเมินผลร่วมกัน	ทัศนคติเชิงบวก	-
สรุปองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	ด้านการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	ด้านการรวบรวมแนวทางแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	ด้านการสร้างสรรค์วิธีการแก้ปัญหา	ด้านการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	ด้านการทดสอบประเมินคุณภาพของวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	ด้านการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์

Table 2

Frequency Analysis of Components of Creative Problem-Solving Skills

ตารางพิจารณาความถี่ขององค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ลำดับ	องค์ประกอบ: คำสำคัญ	คนที่												ความถี่
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา อย่างสร้างสรรค์: คิดอย่างเป็นระบบ, เตรียมการ, สำรวจปัญหา, ทำความ เข้าใจสภาพการณ์, วิเคราะห์ปัญหา, ตระหนักถึงปัญหา, กำหนดปัญหา, การค้นพบปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	10
2	การรวบรวมแนวทางการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์: เสนอแนวทางแก้ไข, หาแนวคิด, สำรวจวิธี, รวบรวมแนวทาง, วิเคราะห์แนวทาง, การตั้งสมมติฐาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	-	9
3	การสร้างสรรควิธีการแก้ปัญหา: ไตร่ตรอง, คิดค้น, วิเคราะห์แนวทาง, สร้างสรรค์แนวคิด, สร้างแบบจำลอง, สร้างวิธีการ, เสนอแนวทาง, ทักษะการคิด	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	9
4	การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์: ออกแบบแผน, วางแผนการปฏิบัติ, ลงมือปฏิบัติ, การรวมตัวกันแก้ปัญหา, การค้นพบ คำตอบ, ความสามารถในการแก้ปัญหา	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	10
5	การทดสอบประเมินคุณภาพของ วิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์: ประเมินแนวคิดที่สร้าง, ตรวจสอบแผน, สรุปองค์ความรู้, ทดสอบและปรับปรุง, มุ่งมั่นหลังจากล้มเหลว	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	9
6	การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน อย่างสร้างสรรค์: ความสำเร็จใน การแก้ปัญหา, การยอมรับ, สังเกตผล, ติดตามผล, ประยุกต์ใช้, นำไปใช้แก้ ปัญหาในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	9

หมายเหตุ 1) Chanpala and Sitthisomboon (2021) 2) Yaemkhayai (2023) 3) Jongchaloemchai (2023) 4) Churat et al. (2023) 5) Kunacheva, (2023) 6) Phuakchaowai et al. (2023) 7) Sophonhiranrak et al. (2023) 8) Anthawa and Art-in (2024) 9) Hooijdonk et al. (2023) 10) Karamustafaoğlu and Pektaş (2023) 11) Aytekin and TopÇu (2024) 12) Küçükaydın and Ulum (2024)

สามารถสรุปเป็นองค์ประกอบทักษะการแก้ปัญหาอย่าง
สร้างสรรค์สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

เน้นโครงงานเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี และ
นิยมเชิงปฏิบัติการในการวัดในแต่ละองค์ประกอบดัง Table 3

Table 3

Summary of the Components and Operational Definition for Measuring Creative Problem-Solving Skills

สรุปองค์ประกอบและนิยามเชิงปฏิบัติการในการวัดทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ลำดับ	องค์ประกอบทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	พฤติกรรมบ่งชี้
1	การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (The creative analysis of the problem situation)	ความสามารถของผู้เรียนในการระบุและเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้น เลือกปัญหาที่สามารถแก้ไขได้จริงเพื่อสร้างผลงานหรือสิ่งประดิษฐ์ผ่านการศึกษาแบบสะสม โดยเน้นปัญหาในท้องถิ่นหรือในชีวิตจริงที่มีผลกระทบในภาพรวม
2	การรวบรวมแนวทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (The collection of creative problem-solving approaches)	ความสามารถของผู้เรียนในการศึกษาข้อมูลและรวบรวมแนวคิดที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์ โดยเน้นการระดมความคิดและการตัดสินใจเลือกวิธีที่เหมาะสม โดยผู้เรียนควรพิจารณาชิ้นงาน ผลิตภัณฑ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่หรือพัฒนาขึ้นใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์และมีความเป็นไปได้ในการต่อยอดในบริบทเศรษฐกิจดิจิทัล
3	การสร้างสรรควิธีการแก้ปัญหา (The creation of creative solutions)	ความสามารถของผู้เรียนในการใช้ความคิดสร้างสรรค์ทั้งความคิดคล่องแคล่ว ยืดหยุ่น ริเริ่ม และละเอียดลออในการออกแบบและพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา โดยการสร้างแนวคิด ต้นแบบ และภาพร่าง พร้อมระบุวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างผลงานหรือสิ่งประดิษฐ์ โดยผู้เรียนต้องเข้าใจแนวทางการแก้ปัญหาผ่านมุมมองเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว
4	การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (The planning and implementation of creative problem-solving approaches)	ความสามารถของผู้เรียนในการวางแผนและกำหนดขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อสร้างผลงานหรือสิ่งประดิษฐ์ โดยต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติและบริบทของตนเอง การเลือกวัสดุท้องถิ่น และการเตรียมการแก้ปัญหา โดยใช้มุมมองเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว รวมถึงการประเมินผลการดำเนินงานเพื่อลดข้อผิดพลาดในระหว่างกระบวนการ
5	การทดสอบประเมินคุณภาพของวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (The evaluation of the quality of creative solutions)	ความสามารถของผู้เรียนในการทดลองและประเมินแนวทางแก้ปัญหาที่สร้างขึ้น โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ที่เชื่อถือได้ การวัดผลจะพิจารณาจากการทดลองและการประเมินชิ้นงานให้สอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์ หากผลการทดสอบไม่เป็นไปตามเงื่อนไข ผู้เรียนต้องสามารถยอมรับความล้มเหลวและปรับแนวทางแก้ปัญหาใหม่ โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชุมชนในมิติเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว
6	การนำไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ (The application of creative solutions in daily life)	ความสามารถของผู้เรียนในการสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมต่าง ๆ โดยการสื่อสารแนวคิดใหม่และเปิดรับความคิดเห็นจากผู้อื่น เพื่อร่วมทำงานและเรียนรู้ สร้างเครือข่ายและปฏิสัมพันธ์ ผู้เรียนจะต้องสะท้อนผลการเรียนรู้ผ่านการนำเสนอและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น เพื่อปรับปรุงแนวทางการแก้ปัญหา โดยใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การทำงานเป็นทีม และการสื่อสารเป็นเครื่องมือในการบรรลุเป้าหมาย โดยคำนึงถึงคุณค่าของนวัตกรรมต่อชุมชนตามแนวคิดเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว

2. ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบประเมิน ได้แก่ ระดับชั้น ลำดับห้อง เป็นแบบตรวจรายการ (Check list) และตอนที่ 2 ประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ คือ 1) การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จำนวน 5 ข้อคำถาม 2) การรวบรวมแนวทางการแก้ปัญหา

อย่างสร้างสรรค์ จำนวน 6 ข้อคำถาม 3) การสร้างสรรควิธีการแก้ปัญหา จำนวน 5 ข้อคำถาม 4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 5 ข้อคำถาม 5) การทดสอบประเมินคุณภาพของวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 5 ข้อคำถาม และ 6) การนำไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 3 ข้อคำถาม รวมจำนวน 29 ข้อ

ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 1) ด้านค่าดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 9 คน โดยมีค่าดัชนี CVI ระหว่าง 0.78-1.00

และค่าเฉลี่ยสัดส่วน S-CVI/Ave (Average proportion) เท่ากับ 0.92 สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่ยอมรับได้ 0.90 (Polit & Beck, 2006) ซึ่งองค์ประกอบที่ 1) การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีค่าดัชนี CVI ระหว่าง 0.78-1.00 2) การรวบรวมแนวทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีค่าดัชนี CVI ระหว่าง 0.78-1.00 3) การสร้างสรรค์วิธีการแก้ปัญหา มีค่าดัชนี CVI ระหว่าง 0.78-1.00 4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีค่าดัชนี CVI ระหว่าง 0.89-1.00 5) การทดสอบประเมินคุณภาพของวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีค่าดัชนี CVI ระหว่าง 0.89-1.00 และ 6) การนำไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ มีค่าดัชนี CVI ระหว่าง 0.89-1.00 ดัง Table 4 แสดงให้เห็นว่าข้อคำถามในแต่ละองค์ประกอบมีความเที่ยงตรงของเนื้อหาสามารถนำไปใช้ในการรวบรวมข้อมูลได้ดัง Table 4 นอกจากนี้ยังมีการนำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับความกระชับความชัดเจน การสื่อความหมายของข้อคำถาม และความเหมาะสมของภาษากับวัยของผู้ตอบแบบประเมิน 2) ด้านค่าอำนาจจำแนก โดยใช้ t-test พิจารณาคัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่จำแนกได้โดยมีค่า p-value น้อยกว่า .05 พบว่า มีข้อคำถามที่จำแนกได้

จำนวน 29 ข้อคำถาม จากทั้งหมด 33 ข้อคำถามดัง Table 4 และ 3) ด้านความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ค่าความเชื่อมั่นของครอนบาคแอลฟา (Cronbach's Alpha Coefficient) โดยมีค่าความเชื่อมั่นของครอนบาคแอลฟารวมทั้งฉบับเท่ากับ 0.93 ซึ่งองค์ประกอบที่ 1) การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีค่าความเชื่อมั่นของครอนบาคแอลฟา 0.93 2) การรวบรวมแนวทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีค่าความเชื่อมั่นของครอนบาคแอลฟา 0.93 3) การสร้างสรรค์วิธีการแก้ปัญหามีค่าความเชื่อมั่นของครอนบาคแอลฟา 0.93 4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีค่าความเชื่อมั่นของครอนบาคแอลฟา 0.93 5) การทดสอบประเมินคุณภาพของวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีค่าความเชื่อมั่นของครอนบาคแอลฟา 0.93 และ 6) การนำไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ มีค่าความเชื่อมั่นของครอนบาคแอลฟา 0.94 แสดงให้เห็นว่า ข้อคำถามในแต่ละองค์ประกอบมีคุณภาพอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ทุกองค์ประกอบคือ มีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไปทุกองค์ประกอบ (Cronbach, 1951) ดัง Table 4

Table 4

Results of Content Validity, Discriminant Power, and Reliability

ตารางผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

องค์ประกอบทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	จำนวนข้อคำถาม	พิสัยค่า CVI	ข้อคำถามที่จำแนกได้	ค่าความเชื่อมั่น
A. การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	6	0.78-1.00	A2, A3, A4, A5, และ A6	0.93
B. การรวบรวมแนวทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	6	0.78-1.00	B1, B2, B3, B4, B5, และ B6	0.93
C. การสร้างสรรค์วิธีการแก้ปัญหา	5	0.78-1.00	C1, C2, C3, C4, และ C5	0.93
D. การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	5	0.89-1.00	D1, D2, D3, D4, และ D5	0.93
E. การทดสอบประเมินคุณภาพของวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	5	0.89-1.00	E1, E2, E3, E4, และ E5	0.93
F. การนำไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์	6	0.89-1.00	F2, F4, และ F6	0.94
รวม/เฉลี่ย	33 ข้อ	S-CVI/Ave 0.92	จำแนกได้ 29 ข้อ	0.93

Table 5

The Selected Questions for Each Component of Creative Problem-Solving Skills

ตารางข้อคำถามแต่ละองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ถูกคัดเลือกไว้

องค์ประกอบทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์/ข้อคำถาม	t	p
A. การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาอย่างสร้างสรรค์		
A2 การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในท้องถิ่นได้	4.02	< .001
A3 การระบุความจำเป็นในการสร้างนวัตกรรมได้	5.02	< .001
A4 การระบุเป้าหมายในการสร้างนวัตกรรมได้	3.33	< .001

Table 5
(continued)

องค์ประกอบทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์/ข้อคำถาม		<i>t</i>	<i>p</i>
A5	ความสามารถในการเลือกปัญหาท้องถิ่นที่ทำได้จริง เพื่อสร้างนวัตกรรมด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	3.67	< .001
A6	ความสามารถในการเลือกปัญหาท้องถิ่นที่ทำได้จริง เพื่อสร้างนวัตกรรมที่สร้างรายได้เสริมให้ชุมชน	3.42	< .001
B. การรวบรวมแนวทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์			
B1	การศึกษา ค้นคว้า รวบรวม ระบุแนวคิดที่หลากหลาย	5.61	< .001
B2	การศึกษา ค้นคว้า รวบรวม ระบุแนวคิดที่แปลกใหม่	3.45	< .001
B3	การศึกษา ค้นคว้า รวบรวม ระบุแนวคิดที่มีประโยชน์ต่อการสร้างนวัตกรรมได้	3.33	< .001
B4	การดำเนินการสำรวจตรวจสอบสถานการณ์ปัญหาในท้องถิ่นที่เกิดขึ้น	3.90	< .001
B5	การระดมความคิดเพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาในท้องถิ่นที่สร้างสรรค์	4.82	< .001
B6	ความสามารถในการพิจารณาความเชื่อมโยงนวัตกรรมกับเศรษฐกิจ 3 มิติของโมเดลบีซีจี	5.15	< .001
C. การสร้างสรรค์วิธีการแก้ปัญหา			
C1	การออกแบบแนวทางแก้ปัญหา สร้างต้นแบบ ระบุองค์ประกอบ และสร้างนวัตกรรม ด้วยความคิดสร้างสรรค์ ทั้งการคิดอย่างคล่องแคล่ว ยืดหยุ่น ริเริ่ม และละเอียดลออ	3.61	< .001
C2	ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมด้วยความคิดสร้างสรรค์ที่ริเริ่ม คล่องแคล่ว ยืดหยุ่น และละเอียดลออ	5.00	< .001
C3	ความสามารถในการเข้าใจแนวทางแก้ปัญหาผ่านมุมมองเศรษฐกิจชีวภาพ หมุนเวียน และสีเขียว ทั้งข้อดี ข้อจำกัด และการใช้งาน	3.90	< .001
C4	การกำหนดเงื่อนไขและข้อจำกัดที่สอดคล้องความเป็นจริงในการออกแบบแนวทางแก้ปัญหา	2.82	< .001
C5	ความสามารถในการเข้าใจธรรมชาติและความสัมพันธ์ของผู้ที่ได้รับผลกระทบจากการแก้ปัญหาในท้องถิ่น	3.56	< .001
D. การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์			< .001
D1	การวางแผนพัฒนาชิ้นงานหรือนวัตกรรมให้สอดคล้องกับบริบทผู้เรียนเอง	5.04	< .001
D2	การกำหนดขั้นตอนแก้ปัญหาและสร้างนวัตกรรมให้สอดคล้องกับบริบทผู้เรียนเอง	3.99	< .001
D3	การพิจารณาเงื่อนไขและข้อจำกัดของการดำเนินงาน	3.99	< .001
D4	การเลือกวัสดุท้องถิ่น พร้อมแก้ปัญหาผ่านมุมมองเศรษฐกิจชีวภาพ หมุนเวียน และสีเขียว	3.42	< .001
D5	การประเมินการดำเนินงานเป็นระยะเพื่อลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น	2.68	.02
E. การทดสอบประเมินคุณภาพของวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์			
E1	ความสามารถในการทดลอง ทดสอบ ประเมินวิธีแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับบริบทผู้เรียนเอง	3.42	< .001
E2	การใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรืออื่น ๆ ทดสอบและประเมินการแก้ปัญหา	3.97	< .001
E3	การยอมรับความล้มเหลวของผลการทดลอง การทดสอบ การประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้น	3.81	< .001
E4	การปรับแนวทางการแก้ปัญหาให้บรรลุเงื่อนไขและข้อจำกัดที่กำหนด	3.10	.01
E5	การคำนึงถึงผลกระทบของการทดสอบที่มีต่อชุมชนในมิติเศรษฐกิจชีวภาพ หมุนเวียน และสีเขียว	4.66	< .001
F. การนำไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์			
F2	การสื่อสารแนวคิดใหม่ ๆ โดยคำนึงถึงคุณค่าของนวัตกรรมต่อชุมชนตามแนวคิดเศรษฐกิจชีวภาพ หมุนเวียน และสีเขียวไปสู่ผู้อื่น	4.02	< .001
F4	การเปิดใจกว้างและการยอมรับมุมมองแสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น	3.35	< .001
F6	ความสามารถในการสร้างเครือข่ายและปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น	3.12	.01

อภิปรายผล (Discussion)

1. ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นโครงงานเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี ประกอบไปด้วย 6 องค์ประกอบ คือ 1) การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 2) การรวบรวมแนวทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 3) การสร้างสรรค์วิธีการแก้ปัญหา 4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 5) การทดสอบประเมินคุณภาพของวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และ 6) การนำไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบเพื่อหาคำตอบหรือแนวทางแก้ปัญหาที่มีคุณค่า โดยผสมผสานการคิดสร้างสรรค์และการคิดเชิงตรรกะ ทั้งความคล่องตัวทางความคิด ความยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ และการตระหนักรู้ต่อปัญหา (Susung & Chaijaroen, 2020; Suwanro et al., 2023) เริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหาค้นหาสาเหตุแสวงหาแนวทางที่หลากหลาย และเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันและความยั่งยืนในบริบทท้องถิ่นและโลก (Chaleoychanya et al., 2023; Churat et al., 2023) สอดคล้องกับแนวคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) เป็นแนวคิดที่เน้นการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา มีความเชื่อมโยงระหว่างการคิดของมนุษย์กับบริบทของชีวิต ซึ่งความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาสามารถพัฒนาและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Amran et al., 2019) สอดคล้องกับกระบวนการสร้างสรรค์ของ Osborn (1963) and Isaksen et al. (1993) ที่มีหลักการที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อย่างตรงประเด็น และรวมหลักการของความคิดสร้างสรรค์ไว้ในกระบวนการแก้ปัญหา และสอดคล้องการศึกษาทศวรรษที่ผ่านมาเกี่ยวกับการพัฒนาและประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนที่สามารถส่งเสริมองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้านการทำความเข้าใจปัญหา รวบรวมความคิดเตรียมก่อนลงมือทำ การวางแผนการดำเนินการ (Ploykrajang et al., 2021) ที่สามารถส่งเสริมองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้านการค้นหาข้อเท็จจริง ค้นหาวิธีแก้ปัญหา ค้นหาคำตอบของปัญหา และการยอมรับคำตอบ (Phengnoi & Boonsom, 2021) สอดคล้องการศึกษาก่อนหน้าเกี่ยวกับการพัฒนาและประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนที่สามารถส่งเสริมองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้านการกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ ค้นหาความจริงหรือปัญหา ค้นหาความคิด ค้นหาคำตอบ และการยอมรับสิ่งที่ค้นพบและสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ (Meetup, 2022) ที่สามารถส่งเสริมองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้านการค้นหาความต้องการ ค้นหาข้อเท็จจริง ระดมความคิด ทำข้อเท็จจริงให้ปรากฏ สร้างสรรค์ผลงาน ตามวิธีการแก้ปัญหา

ทดสอบ และพัฒนาผลงาน และยอมรับและสรุปผล (Chaleoychanya et al., 2023) ดังนั้นองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาเป็นแบบประเมิน แบบวัด หรือแบบทดสอบต่าง ๆ ในการวัดหรือประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นโครงงานเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกระบวนการทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) ที่เน้นหลักการที่ว่าแต่ละบุคคลมีความคิดสร้างสรรค์ที่เกิดจากมวลประสบการณ์และสามารถแสดงออกได้ในระดับการคิดและช่วงอายุที่แตกต่างกันผ่านความสนใจ กระบวนการดังกล่าวส่งผลต่อความสามารถในการตัดสินใจ การสร้างสรรค์แนวคิดอย่างต่อเนื่อง การเพิ่มความมั่นใจในตัวเอง (Self-efficacy) และการเพิ่มผลิตภาพ (Productivity) (Abraham et al., 2013) จะเห็นได้ว่าการให้ความสำคัญกับทักษะนี้จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ ให้มีความสามารถในการแข่งขันและศักยภาพที่สูงในดานนวัตกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อมและสังคม

2. ผลพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นโครงงานเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี พบว่า ข้อคำถามนั้นมีความเที่ยงตรงของเนื้อหาสามารถนำไปใช้ได้โดยมีค่าดัชนี CVI อยู่ระหว่าง 0.78-1.00 ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจงานวิจัยที่ใช้หรือพัฒนาแบบสอบถามหรือแบบประเมินโดยพิจารณาคุณภาพด้วยค่า CVI พบว่า มีการเลือกใช้ค่า CVI ไม่น้อยกว่า 0.75 หรือควรมีค่าเกินกว่า 0.70 (Phonphotthanamat, 2022) และค่าเฉลี่ยสัดส่วน S-CVI/Ave (Average proportion) เท่ากับ 0.92 สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่ยอมรับได้ 0.90 (Polit & Beck, 2006) คุณภาพของแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ทุกองค์ประกอบ โดยมีค่าความเชื่อมั่นของครอนบาคแอลฟารวมทั้งฉบับเท่ากับ 0.93 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่ยอมรับได้ที่ 0.70 (Cronbach, 1951) และมีข้อคำถามที่จำแนกได้ จำนวน 29 ข้อคำถาม จากทั้งหมด 33 ข้อคำถาม แสดงว่าเครื่องมือที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพและสามารถนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลได้ สอดคล้องกับการพัฒนาแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving Skills Inventory: CPPSI) ของ Aytakin and Topçu (2024) ที่พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นของครอนบาคแอลฟารวมทุกองค์ประกอบ เท่ากับ 0.85 สามารถนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างมีคุณภาพ ดังนั้นเมื่อแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้นนี้มีคุณภาพทั้งในด้านความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น จึงสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ในการประเมินเพื่อสะท้อนผล หรือประเมินเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นโครงงานเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจีได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็น

การสนับสนุนการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ในผู้เรียนตามเป้าหมายของการศึกษาในยุคปัจจุบัน

■ สรุปผล (Conclusions)

การวิจัยนี้เพื่อพัฒนาแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เน้นโครงงานเป็นฐานด้วยการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี ผลการสังเคราะห์พบว่า ทักษะประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ตั้งแต่การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การรวบรวมแนวทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การสร้างสรรควิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การทดสอบประเมินคุณภาพของวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จนถึงการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ ส่วนแบบประเมินที่พัฒนาขึ้นมีความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นในระดับสูง (CVI = 0.78-1.00, S-CVI/Ave = 0.92, Cronbach's Alpha = 0.93) ซึ่งมีคุณภาพที่เหมาะสมและสามารถนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลได้ นอกจากนี้ แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ช่วยเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านการศึกษาและการใช้ชีวิตประจำวัน ในเชิงวิชาการงานวิจัยนี้ช่วยสร้างกรอบแนวคิดและเครื่องมือที่มีความน่าเชื่อถือในการประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถต่อยอดในงานวิจัยด้านการศึกษาและนวัตกรรม ส่วนในเชิงสังคมสามารถช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในยุคปัจจุบันเพื่อการแก้ปัญหาอย่างยั่งยืน และแนวทางการศึกษาต่อยอดในอนาคตควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการปรับใช้แบบประเมินในกลุ่มเป้าหมายที่หลากหลาย และพัฒนาแนวทางการเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหา ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผสมผสานเทคโนโลยีและนวัตกรรม รวมถึงการพัฒนาเครื่องมือสำหรับประเมินผลในระยะยาวเพื่อตรวจสอบความยั่งยืนของผลลัพธ์ โดยครูผู้สอนควรนำทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 6 องค์ประกอบมาใช้ในการพัฒนาแผนการเรียนรู้ แนวสะเต็มศึกษาที่เน้นโครงงานเป็นฐาน โดยควรบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจีเพื่อให้เนื้อหาเชื่อมโยงกับเศรษฐกิจและสังคมในปัจจุบัน นอกจากนี้ควรพัฒนาการประเมินผลทั้งกระบวนการและผลลัพธ์ของการเรียนรู้ในแต่ละองค์ประกอบ รวมถึงบูรณาการทักษะเหล่านี้ในวิชาอื่น ๆ เช่น ภาษา ศิลปะ หรือสังคมศึกษา หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรกำหนดนโยบายที่เน้นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 โดยเริ่มจากการฝึกอบรมครูในการออกแบบกิจกรรมที่ช่วยกระตุ้นและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ในส่วนของการประเมินผล ครูควรใช้แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในการประเมินนักเรียน และปรับปรุงกระบวนการสอน เพื่อให้สามารถวัดทักษะนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการวิจัยในครั้งต่อไปควรทดลองแนวคิดนี้ในบริบทต่าง ๆ เช่น กลุ่มนักเรียนที่มีระดับชั้นและชุมชนที่หลากหลาย เพื่อทดสอบ

ความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพของแนวทางนี้ นอกจากนี้ ควรนำแบบประเมินไปทดลองใช้ในโรงเรียนที่มีทรัพยากรแตกต่างกัน เพื่อทดสอบความเหมาะสมและยืนยันคุณภาพของเครื่องมือในบริบทอื่น ๆ อีกด้วย

■ การมีส่วนร่วมของผู้เขียน (Author Contributions)

สถาพร เรืองรุ่ง: เขียนร่างต้นฉบับบทความ ทบทวนและแก้ไขต้นฉบับบทความ ออกแบบกรอบแนวคิดการวิจัย ดำเนินการวิจัยและตรวจสอบข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ **สุระ วุฒิพรหม:** ทบทวนและแก้ไขต้นฉบับบทความ ออกแบบกรอบแนวคิดการวิจัย และสร้างภาพประกอบ **กานต์ตระกูลรัตน์ วุฒิสเลา:** ทบทวนและแก้ไขต้นฉบับบทความ ออกแบบกรอบแนวคิดการวิจัย และสร้างภาพประกอบ **อาฟีฟิ ลาเต๊ะ:** ทบทวนและแก้ไขต้นฉบับบทความ ออกแบบระเบียบวิธีการวิจัย และกำกับดูแลการวิจัย

■ การประกาศผลประโยชน์ทับซ้อน (Declaration of Competing Interest)

ผู้เขียนขอประกาศว่าไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการศึกษาวิจัยนี้

■ เอกสารอ้างอิง (References)

- Abraham, C., Zachary, S., Galy, B., Tali, S., & Roni, R. (2013). Transformational leadership and creative problem solving: The mediating role of psychological safety and reflexivity. *Journal of Creative Behavior*, 48(2), 155–135. <https://doi.org/10.1002/jocb.43>
- Ahmed., S. A., & Alzahrani., S. G. (2020). Impact of creative problem-solving program on the development of creative thinking skills among university female students. *Arts and Humanities*, 28, 277–295. <https://doi.org/10.4197/Art.28-9-9>
- Amran, M. S., Kutty, F. M., & Surat, S. (2019). Creative problem-solving (CPS) skills among university students. *Creative Education*, 10(12), 3049–3058. <https://doi.org/10.4236/ce.2019.1012229>
- Anthawa, Y., & Art-in, S. (2024). The development of creative problem-solving and scientific thinking skills for grade 4 students using problem-based learning with augmented reality technology. *Journal of Education Khon Kaen University*, 47(2), 64–80. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDKKUJ/article/view/266910>
- Apibuntho, P. N. (2024). Active learning to enhance creative problem-solving skills. *Journal of Santayaphiwat Wat Nongnokkod*, 2(4), 39–53. <https://so16.tci-thaijo.org/index.php/jswn/article/view/818>
- Audmuangpiea, S., Ruangsang, N., & Saengsai, P. (2024). The development of a learning management model based on the Four Noble Truths to promote creative problem-solving skills among undergraduate students at Mahamakut Buddhist University, Isan Campus. *Journal of Buddhist Education and Research*, 10(3), 41–52. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/jber/article/view/276695>
- Aytekın, A., & TopÇu, M. S. (2024). Improving 6th grade students' creative problem-solving skills through plugged and unplugged computational thinking approaches. *Journal of Science Education and Technology*, 33(5), 1–25. <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10130-y>
- Başaran, M., & Erol, M. (2021). Recognizing aesthetics in nature with STEM and STEAM education. *Research in Science & Technological Education*, 41(1), 326–342. <https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1908248>
- Chaiyarat, K. (2024). Enhancing creative problem solving and learning motivation in social studies classrooms with gamified cooperative learning. *Thinking Skills and Creativity*, 54, Article 101616. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101616>
- Chaleoychanya, P., Thammatar, T., Satiman, A., & Bangtamai, E. (2023). Development of online project-based learning model integrated with design thinking to enhance creative problem-solving abilities and creative products of undergraduate students. *Journal of Information and Learning*, 34(2), 25–39. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/jil/article/view/265423>

- Chanpala, P., & Sitthisomboon, M. (2021). The development of an instructional model to enhance creative problem-solving for student teachers at Rajabhat University. *Journal of Education Naresuan University*, 23(1), 204–213. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/190682
- Chung, C. C., Huang, S. L., Cheng, Y. M., & Lou, S. J. (2022). Using an iSTEAM project-based learning model for technology senior high school students: Design, development, and evaluation. *International Journal of Technology and Design Education*, 32, 905–941. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10798-020-09643-5>
- Churat, W., Chanunan, S., & Chaikasith, W. C. (2023). Developing 11th graders' creative problem-solving skills using creative problem-solving models with infographics on the topic of acids – bases. *Journal of Education and Innovation*, 25(3), 229–239. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/251696
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Faikhanta, C., Suknarusaihaugul, N., Yokyong, S., Panyanukit, P., Prasoplarb, T., Muangsong, K., Ninubon, J., & Nuamcharoen, N. (2022). A conceptualization of STEM–BCG for education. *Journal of Research in Unit for Science, Technology, and Environmental Learning*, 13(2), 344–362. <https://ejournals.swu.ac.th/index.php/JSTEL/article/view/14452>
- Hooijdonk, M. V., Mainhard, T., Kroesbergen, E. H., & Tartwijk, J. V., (2023). Creative problem solving in primary school students. *Learning and Instruction*, 88, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2023.101823>
- Isaksen, S. G., Puccio, G. J., & Treffinger, D. J. (1993). An ecological approach to creativity research: Profiling for creative problem solving. *Journal of Creative Behavior*, 27(3), 149–170. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.1993.tb00704.x>
- Jongchaloemchai, P. (2023). Key skills for future learners: Creative problem solving. *Academic Journal of Phetchaburi Rajabhat University*, 13(3), 125–133. <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/ajpbu/article/view/265063>
- Karamustafaoğlu, O., & Pektaş, H. M. (2023). Developing students' creative problem-solving skills with inquiry-based STEM activity in an out-of-school learning environment. *Education and Information Technologies*, 28, 7651–7669. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11496-5>
- Khodchapong, N. (2018). *Development of psychological learning management model to promote creative problem solving among pre-service teachers* [Doctoral dissertation, Srinakharinwirot University]. DSpace JSPUI. <http://ir-thesis.swu.ac.th/dspace/handle/123456789/269>
- Kima, S., Ichoea, I., & Kaufman, J.C. (2019). The development and evaluation of the effect of creative problem-solving programs on young children's creativity and character. *Thinking Skills and Creativity*, 33, Article 100590. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.100590>
- Kong, S. C. (2022). Problem formulation in computational thinking development for nurturing creative problem solvers in primary School. *Education and Information Technologies*, 27, 12523–12542. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11101-9>
- Kongpiroon, W. (2023). Learning management based on creative problem-solving approaches. *Journal of Industrial Education*, 22(1), 1–4. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE/article/view/252562>
- Kraisujit, K., Charoendee, T., Khamthong, N., Singtokaew, S., & Pitipornthepin, S. (2022). STEM education for sustainable living. *NSTDA Magazine*, 50(236), 5–9. <https://emagazine.ipst.ac.th/236/2>
- Küçükaydın, M. A., & Ulum, H. (2024). The mediating role of creative problem-solving between design thinking and self-efficacy in STEM teaching for STEM teacher candidates. *International Journal of Technology and Design Education*, 35, 629–645. <https://doi.org/10.1007/s10798-024-09923-4>
- Kunacheva, N. (2023). Creative problem solving (CPS) learning management. *Interdisciplinary Academic and Research Journal*, 3(6), 649–668. <https://doi.org/10.60027/iarj.2023.271089>
- Lee, T., O'Mahony, L., & Lebeck, P. (2023). Creative problem-solving. In *Creativity and innovation* (pp. 117–147). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-981-19-8880-6_5
- Lynn, M. R. (1986). Determination and quantification of content validity. *Nursing Research*, 35(6), 382–385. <https://doi.org/10.1097/00006199-198611000-00017>
- Meetup, W. (2022). *The development of creative problem-solving skills of six grade students with project-based learning management in combination with infographics* [Master's thesis, Silpakorn University]. DSpace JSPUI. <http://ir-thesis-ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/4383/1/640620037.pdf>
- Mejía-Villa, A., Torres-Guevara, L. E., Prieto-Sandoval, V., Cabra, J., & Jaca, C. (2023). Training for sustainability through biomimicry and creative problem-solving processes. *Thinking Skills and Creativity*, 49, Article 101359. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101359>
- National Science and Technology Development Agency. (2020, December 16). *What is the BCG economy model*. NSTDA BCG Knowledge Repository. https://www.nstda.or.th/home/knowledge_post/what-is-bcg-economy-model
- Office of the Basic Education Commission. (2021, October 28). *Kao raek kan chatkan rienru doi chai khrongnan pen than* [First steps in project-based learning management]. Ministry of Education. https://elibrary.ksp.or.th/index.php?lvl=notice_display&id=21656
- Osborn, A. F. (1963). *Applied imagination: Principles and procedures of creative problem solving* (3rd rev. ed.). Scribners.
- Park, Y. -S., & Green, J. (2019). Bringing computational thinking into science education. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 40(4), 340–352. <https://doi.org/10.5467/JKESS.2019.40.4.340>
- Pattiyathani, S. (2024). Creating a questionnaire or scale form. *Journal of Graduate School of Management Studies of Sripatum University Khon Kaen Campus*, 1(2), 1–17. https://so18.tci-thaijo.org/index.php/JGSM_SPUKK/article/view/541
- Phaksunchai, M. (2019). Assessing of creative problem solving of King Mongkut's University of Technology Thonburi's undergraduate students. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 10(2), 2654–2661. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/view/105822>
- Phengnoi, D., & Boonsom, N. (2021). Development of scientific work creation and creative problem-solving abilities for fifth grade students by STEAM education-based learning activities management. *Silpakorn Educational Research Journal*, 13(1), 238–257. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/sueduresearchjournal/article/view/249185>
- Phonphothanamat, W. (2022). A comparative study of verifying the content validity of a research instrument with the IOC, CVR and CVI. *Rangsit Journal of Information*, 28(1), 169–192. <https://rij.rsu.ac.th/journal/57/article/281>
- Phuakchaochai, P., Sarayuthpitak, J., & Rodpipat, S. (2023). Development of health education learning using creative problem-solving model to enhance learning achievement and communication skills for secondary school students. *Academic Journal of Thailand National Sports University*, 15(3), 45–55. https://he02.tci-thaijo.org/index.php/TNSU_Journal/article/view/257669
- Pipatsuntikul, P., & Hutasukpat, S. (2023). Youth development model 4.0 to create innovation career skills with creative thinking. *Research for Community Service Journal*, 9(1), 34–48. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/DRURDI/article/view/260218>
- Ploykrajang, K., Pitipornthepin, S., & Boonsoong, B. (2021). The development of creative problem-solving process on “Cells and Cell Functions” topic through STEAM Education. *Journal of Educational Studies Review*, 36(3), 163–175. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/edukul/article/view/244398>
- Polit, D. F., & Beck, C. T. (2006). *Essentials of nursing research: Methods, appraisal, and utilization* (6th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Prasoplarb, T., Pootawee, J., & Lertdechapat, K. (2024). Development of a BCG economy model-integrated STEM learning activities. *Journal of Education Studies*, 52(1), 1–15. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDUCU/article/view/262243>
- Prommool, S., Boonchan, B., & Nopakun, A. (2024). The development of Thai teacher competencies in the new normal era based on sustainable development concepts. *Journal of Association of Professional Development of Educational Administration of Thailand*, 6(2), 451–465. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JAPDEAT/article/view/270896>
- Rastogi, R., Arora, N., & Tawar, P. S. (2018). *Statistical analysis for the effect of positive thinking on stress management and creative problem solving for adolescents* [Paper presentation]. The 5th International Conference on Computing for Sustainable Global Development, New Delhi, India. <https://www.researchgate.net/publication/326710205>
- Ruamcharoen, J., Kerdthip, K., & Jeerasathian, P. (2021). STEM education for lifelong learning: Case study to raise the creative products level from banana leaf to drive the community economy. *Journal of Education and Innovative Learning*, 1(2), 187–206. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/jeil/article/view/248913>
- Saengloetthai, J. (2017). Quality of research instrument. *Journal of Research and Curriculum Development*, 7(1), 1–15. <https://ejournals.swu.ac.th/index.php/jrcd/article/view/9145>
- Sirapanuwat, N., Satiman, A., Thammetar, T., & Ruangrit, N. (2023). The development of a blended instructional model using augmented reality and innovative design-based learning to enhance undergraduate students' ability in creative jewelry design. *Journal of Information and Learning*, 33(3), 12–21. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/jil/article/view/257918>
- Sophonhiranrak, S., Assapun, S., & Tubpan, T. (2023). Study and development of creative problem-solving performance factors from the creative problem-solving process. *Journal of Graduate Studies Valaya Alongkorn Rajabhat University*, 17(3), 209–224. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JournalGradVRU/article/view/261030>

- Susing, J., & Chaijaroen, S. (2020). Designing framework of constructivist web-based learning environments with augmented reality to enhance creative thinking on topic of animation for grade 9 students. *Journal of Information and Learning*, 31(2), 1–9. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/jil/article/view/245119>
- Suwanro, P., Intravit, A., Riyapan, P., & Suwanro, S. (2023). The development of flipped classroom learning method to improve creative thinking skills in visual arts for first year students in art education program. *Journal of Information and Learning*, 34(1), 1–11. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/jil/article/view/261210>
- Tapingkae, P. (2023). The development of an instructional model based on contextual inquiry project-based learning to enhance computational thinking for grade 7 students. *Journal of Education Khon Kaen University*, 46(3), 28–46. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDKKUJ/article/view/260428>
- Treffinger, D. J. (2000). Understanding the history of CPS. In S. G. Isaksen (Ed.), *Facilitative leadership: Making a difference with CPS* (pp. 35–53). Kendall/Hunt.
- Vongtathum, P. (2015). Creative problem-solving thinking skills for 21st century of learning. *Journal of Education Khon Kaen University*, 38(2), 111–121. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDKKUJ/article/view/47932>
- Vorawattanachai, P. (2022). Fundamental knowledge in creative thinking. *Journal of Educational Studies*, 16(1), 14–31. <https://edujournal.bsruc.ac.th/publishes/20/articles/381>
- Wongratana, C. (2021). *Techniques for using statistics in research* (15th ed.). Amorn Printing.
- Yaemkhayai, C. (2023). Development and inspection for measuring instruments of creative problem solving of students-teachers' professional. *Journal of Academic Education Chiang Rai Rajabhat University*, 8(2), 149–172. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/jeducrru/article/view/266470>