วารสารศาสตร์การศึกษาและการพัฒนามนุษย์
ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม – มิถุนายน 2569

Journal of Education and Human Development Sciences
Vol. 10 No. 1 January –June 2026

ISSN 2985-1017 (Online)

รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะนักนวัตกรผ่านแนวคิดการจัดการเรียนรู้สะเต็มบีซีจีที่เน้นกระบวนการคิดเชิงออกแบบสำหรับนิสิตครูวิทยาศาสตร์

Model of Development Innovator Competencies through the Concept of STEM BCG Learning Management and Design Thinking Process for Science Student Teachers

ศิริพร เครือทอง[1], ทัศตริน วรรณเกตุศิริ[1,*], กิตติศาอร เหล่าเหมมณี[1] และ สุพัตรา ฝ่ายขันธ์[1]
Siriporn Kruatong [1,*], Tussatrin Wannaketsiri [1,*], Kitisaorn Laohammanee[1] and Supattra Faykhan[1]

(วันรับบทความ : 18 เมษายน 2569 /วันแก้ไขบทความ : 18 พฤษภาคม 2569/วันตอบรับบทความ : 20 พฤษภาคม 2569)
(Received Date : Apr 18th, 2026r, Revised Date : May 18th, 2026, Accepted Date : May 20th, 2026)

บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้นำเสนอรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะนักนวัตกรผ่านแนวคิดการจัดการเรียนรู้สะเต็มบีซีจีที่เน้นกระบวนการคิดเชิงออกแบบสำหรับนิสิตครูวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นกรอบแนวทางในการเตรียมความพร้อมนิสิตครูให้มีทักษะสอดคล้องกับการศึกษาฐานสมรรถนะและเป้าหมายการพัฒนาประเทศ รูปแบบดังกล่าวประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) บริบทฐานราก ซึ่งใช้แนวคิดเศรษฐกิจบีซีจี (BCG Economy) เป็นฐานคิดในการแก้ปัญหา 2) กลไกขับเคลื่อนการเรียนรู้ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) 5 ขั้นตอน บูรณาการร่วมกับศาสตร์สะเต็ม (STEM) 3) ผลผลิตระดับบุคคล คือการเกิดสมรรถนะนักนวัตกร 6 ประการ ได้แก่ ทักษะการสังเกต การตั้งคำถาม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การสร้างเครือข่าย การทดลอง และทักษะความเป็นผู้นำ และ 4) ผลลัพธ์ปลายทาง นำไปสู่การเป็น “ครูนักนวัตกร” (Innovator Teacher) ที่มีสมรรถนะทางเทคโนโลยี สังคม การศึกษา และการเรียนรู้ การประยุกต์ใช้รูปแบบการเรียนรู้นี้เปิดโอกาสให้นิสิตได้ลงมือปฏิบัติจริงในการแก้ปัญหาชุมชนอย่างเป็นระบบ ซึ่งจะเป็นรากฐานสำคัญในการนำไปสร้างสรรค์นวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนในระดับโรงเรียนอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

คำสำคัญ: สมรรถนะนักนวัตกร; สะเต็มบีซีจี; กระบวนการคิดเชิงออกแบบ; นิสิตครูวิทยาศาสตร์

[1] คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน
[1] Faculty of Education and Development Sciences, Kasetsart University Kampaengsean Campus
* ผู้ติดต่อหลัก Email: siriporn.kru@ku.th
* Corresponding author Email: tussatrin.k@ku.th

Journal of Education and Human Development Sciences
Vol. 10 No. 1 January –June 2026
ISSN 2985-1017 (Online)

Abstract

This academic article presents a model for developing innovator competencies through the concept of STEM-BCG learning management emphasizing the Design Thinking process for science student teachers. The objective is to provide a framework for preparing student teachers with skills aligned with competency-based education and national development goals. The model consists of four main components: 1) Foundation Context, utilizing the BCG Economy concept as a basis for problem-solving; 2) Learning Mechanism, driven by the five-step Design Thinking process integrated with STEM disciplines; 3) Individual Output, resulting in the development of six innovator competencies: observing skills, asking questions, creativity thinking, networking, experimenting, and leadership skills; and 4) Ultimate Outcome, leading to the development of an Innovator Teacher equipped with technological, social, educational, and learning competencies. The application of this learning model provides practical opportunities for students to systematically solve community problems, serving as a crucial foundation for effectively creating innovative instructional management at the school level.

Keywords: Innovator Competencies; STEM-BCG; Design Thinking; Science Student Teachers

บทนำ

นักนวัตกร (Innovator) ถือเป็นกลุ่มบุคลากรเป้าหมายสำคัญตามแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติด้านการพัฒนาการเรียนรู้ (พ.ศ. 2561 – 2580) โดยมุ่งหวังให้ผู้มีความสามารถพิเศษมีรากฐานอาชีพที่มั่นคงควบคู่ไปกับการพัฒนาศักยภาพและคุณภาพของประชากรไทยในทุกช่วงวัย ทั้งนี้ การสร้างและพัฒนานักนวัตกรเป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในระดับสากลมาอย่างยาวนาน (Tornatzky and Klein, 1982; Harkema, 2003.; Dyer, Gregersen,& Chirstensen, 2009; OECD, 2011; Rojkangsadan, 2021) โดยมีการนิยามความหมายในหลากหลายมิติ อาทิ Herkema (2003) ที่มองว่านักนวัตกรคือผู้ที่นำองค์ความรู้และความคิดสร้างสรรค์มาปรับปรุงการทำงานและองค์กรให้ดียิ่งขึ้น ทั้งในรูปแบบของสินค้า บริการ หรือเทคโนโลยีใหม่ ขณะที่ Dyer, Gregersen,& Chirstensen (2009) เน้นย้ำสมรรถนะในเชิงผู้ประกอบการที่ใช้ทักษะการค้นพบและการบูรณาการการทำงานของสมองเพื่อสร้างแนวคิดทางธุรกิจใหม่ และ OECD (2011) ที่สะท้อนถึงความสามารถในการยกระดับผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการจัดระเบียบองค์กรด้วยวิธีการที่ทันสมัยและเห็นผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรม สำหรับประเทศไทย แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติได้กำหนดลักษณะของนักนวัตกรว่าเป็นกลุ่มบุคคลที่เป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลง มีความรู้ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ มีความอดทนต่ออุปสรรค กล้าเสี่ยงอย่างชาญฉลาด และกล้าคิดต่าง ตลอดจนมีสมรรถนะสำคัญในการตั้งคำถาม การสังเกต การสร้างเครือข่าย และการทดลอง ซึ่งองค์ความรู้เหล่านี้ได้รับการต่อยอดผ่านงานวิจัยของนักวิจัยไทยอย่างต่อเนื่อง (Yuyean et al, 2017; Yolsuriyan, 2020) เมื่อนำมาปรับใช้ในบริบททางการศึกษา ครูนักนวัตกร จึงหมายถึงครูผู้สามารถนำนวัตกรรม รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หรือเทคโนโลยีการศึกษาใหม่ๆ มายกระดับคุณภาพการเรียนการสอนในชั้นเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (ปรับปรุงจาก Herkema, 2003 และ OECD, 2011)

แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการบ่มเพาะนักแก้ปัญหาและนวัตกร (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2014) โดยในปัจจุบันได้มีการ

ISSN 2985-1017 (Online)

บูรณาการร่วมกับแนวคิดเศรษฐกิจบีซีจี (BCG Economy) อันประกอบด้วยเศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy: B) เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy: C) และเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy: G) การเชื่อมโยงนี้เรียกว่า แนวคิดสะเต็มบีซีจีเพื่อการศึกษา (STEM-BCG for Education) (Fhaikhamta et al., 2022a; Fhaikhamta et al., 2022b) ซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดสมรรถนะหลัก ตระหนักถึงคุณค่าของทรัพยากรท้องถิ่น และสร้างมูลค่าเพิ่มผ่านนวัตกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับเป้าหมายยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และหลักเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อความยั่งยืน บทความวิชาการฉบับนี้จึงมุ่งเป้าที่จะส่งเสริมสมรรถนะนักนวัตกรให้แก่นิสิตครูวิทยาศาสตร์ ผ่านการจัดการเรียนรู้สะเต็มบีซีจีที่ผสานกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เพื่อปิดช่องว่างในการพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะนวัตกรอย่างแท้จริง การใช้โมเดลเศรษฐกิจบีซีจีเป็นรากฐานร่วมกับทักษะการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ จะช่วยเตรียมความพร้อมให้นิสิตครูมีขีดความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อการพัฒนาประเทศ และสามารถประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แม้แนวคิดสะเต็มบีซีจี จะเป็นกรอบการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนตระหนักถึงทรัพยากรและสร้างมูลค่าเพิ่มได้เป็นอย่างดี แต่ในทางปฏิบัติ การจะบ่มเพาะให้ผู้เรียนก้าวข้ามจากการเป็นเพียง ผู้เรียนรู้ไปสู่การเป็นนักนวัตกร ที่สร้างสรรค์สิ่งใหม่ได้จริงนั้น จำเป็นต้องอาศัยกลไกเชิงกระบวนการที่ชัดเจนและเป็นระบบ ด้วยเหตุนี้ กระบวนการคิดเชิงออกแบบซึ่งเป็นเครื่องมือที่ได้รับการยอมรับระดับสากลในการแก้ปัญหาและสร้างนวัตกรรม จึงถูกนำมาบูรณาการเป็นจิ๊กซอว์ชิ้นสำคัญ เพื่อเติมเต็มช่องว่างดังกล่าว การผสาน การคิดเชิงออกแบบ เข้าไปใน สะเต็มบีซีจี จะช่วยตีกรอบขั้นตอนการทำงานให้นิสิตครูวิทยาศาสตร์ได้ลงมือปฏิบัติจริงตั้งแต่การเข้าใจปัญหาในชุมชนไปจนถึงการสร้างต้นแบบนวัตกรรม รูปแบบการเรียนรู้ใหม่นี้จึงเป็นคำตอบสำคัญในการแปลงนโยบายการสร้างพลเมืองนวัตกรให้กลายเป็นวิธีปฏิบัติในชั้นเรียนที่จับต้องและวัดผลได้

ทบทวนวรรณกรรม

การพัฒนาสมรรถนะนวัตกร

คำว่า นวัตกร หมายถึง บุคคลที่เป็นผู้นำในการริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งใหม่ มีความรอบรู้และสามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีจินตนาการสร้างสรรค์ ตลอดจนมีความยืดหยุ่นในการรับมือกับอุปสรรคที่เกิดขึ้นในกระบวนการพัฒนานวัตกรรม มีความกล้าเสี่ยงอย่างชาญฉลาด และมุ่งมั่นที่จะคิดต่างเพื่อสร้างความเปลี่ยนแปลง (Yuyean et al., 2017) นอกจากนี้ นวัตกรยังมีคุณลักษณะเด่นในการเปิดรับการเปลี่ยนแปลงและแสวงหาวิธีการใหม่ๆ อยู่เสมอ โดยมุ่งพัฒนาการออกแบบ ผลิตภัณฑ์ หรือบริการที่แตกต่างจากขนบเดิม ผ่านการใช้ความคิดสร้างสรรค์และมุมมองที่หลากหลาย มีใจที่เปิดกว้างพร้อมเรียนรู้จากผู้อื่น และมีความสามารถในการคิดเชื่อมโยง ตลอดจนการสร้างเครือข่ายเพื่อขยายขอบเขตความรู้ให้กว้างไกลยิ่งขึ้น (Yolsuriyan, 2020; Dyer, Gregersen, & Chirstensen, 2009; Yuyean et al., 2017) อีกทั้งยังมีจิตวิญญาณของนักวิทยาศาสตร์ที่เน้นการตั้งคำถาม การสังเกต และการทดลอง โดยติดตามผลลัพธ์อย่างไม่ย่อท้อ แม้นวัตกรจะเป็นเพียงส่วนหนึ่งของกระบวนการสร้างสรรค์ทั้งหมด แต่ถือเป็นบุคคลสำคัญที่มีบทบาทหลักในการตัดสินใจเพื่อผลักดันให้เกิดนวัตกรรม (Yolsuriyan, 2020; Dyer et al., 2009; Yuyean et al., 2017) จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลโดย Kruatong (2024) พบว่าคุณลักษณะสำคัญของนวัตกรที่สอดคล้องกันสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดได้ 6 ประการ ดังนี้ การสร้างเครือข่าย (Networking) การทดลอง (Experiment) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creativity Thinking) ทักษะความเป็นผู้นำ (Leadership Skills) ทักษะการสังเกต (Observing Skills) และการตั้งคำถาม (Asking questions

ISSN 2985-1017 (Online)

การพัฒนาสมรรถนะครูนักนวัตกร

สมรรถนะของครูนักนวัตกรนับเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนในยุคปัจจุบัน เพื่อตอบสนองความต้องการทางการศึกษาของผู้เรียนรุ่นใหม่ นักวิจัยและนักการศึกษาได้นิยามความหมายของสมรรถนะครูนักนวัตกรไว้ในหลากหลายมุมมอง อาทิ Budnyk (2019) ที่ระบุว่า สมรรถนะครูนักนวัตกรคือระบบที่บูรณาการระหว่างแรงจูงใจ ความรู้ ความสามารถ ทักษะ และคุณลักษณะส่วนบุคคลของครู ซึ่งเป็นกลไกสนับสนุนให้การดำเนินกิจกรรมทางวิชาชีพเชิงนวัตกรรมประสบความสำเร็จในทุกขั้นตอน นับตั้งแต่การสร้างแบบจำลอง การคาดการณ์ ไปจนถึงการนำนวัตกรรมไปประยุกต์ใช้จริง สอดคล้องกับการศึกษาของ Kruatong (2024) ที่สรุปว่า สมรรถนะครูนักนวัตกรเกิดจากการที่ครูมีแรงจูงใจ ความรู้ ความสามารถ ทักษะ และคุณลักษณะส่วนบุคคลที่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สมรรถนะนวัตกรของครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึงขีดความสามารถเฉพาะตัวในการบูรณาการองค์ความรู้ ทักษะ ทัศนคติ และพฤติกรรม เพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมด้านการจัดการเรียนการสอน การวิจัย และการพัฒนาการเรียนรู้ โดยแบ่งองค์ประกอบสำคัญออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้:

1) สมรรถนะทางเทคโนโลยี: หมายถึง ความสามารถของครูในการทำความเข้าใจ เลือกใช้ และบริหารจัดการเทคโนโลยีดิจิทัลได้อย่างปลอดภัย มีวิจารณญาณ และสร้างสรรค์ เพื่อเป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนการสอนและการสร้างผลงานนวัตกรรม

2) สมรรถนะทางสังคม: หมายถึง ความสามารถของครูในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีทักษะการสื่อสาร ความเข้าใจในความหลากหลายทางวัฒนธรรม ตลอดจนสามารถสร้างเครือข่ายความร่วมมือทางสังคมเพื่อยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนรู้

3) สมรรถนะทางการศึกษา: หมายถึง ความสามารถของครูในการรวบรวม สั่งสม และประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางวิชาการและศาสตร์แห่งการสอนอย่างสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษาได้อย่างเหมาะสมและครอบคลุม

4) สมรรถนะทางการเรียนรู้: หมายถึง ความสามารถของครูในการพัฒนาและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง มีทัศนคติที่เปิดกว้าง กล้าทดลองสิ่งใหม่ และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้ในการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางการศึกษาได้อย่างเป็นรูปธรรม

กระบวนการคิดเชิงออกแบบ

การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) คือกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงและการทำงานร่วมกัน เพื่อสร้างความเข้าใจ ปรับเปลี่ยนกรอบความคิด และแสวงหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีและเหมาะสมที่สุด กระบวนการนี้อาศัยการระดมสมองและรวบรวมความคิดจากหลากหลายบุคคลเพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ โดยหัวใจสำคัญของการคิดเชิงออกแบบคือการมุ่งสร้างผลิตภัณฑ์และบริการที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างแท้จริงในบริบทของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา กระบวนการนี้จะเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติผ่านการทำความเข้าใจผู้อื่นอย่างลึกซึ้ง ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 5 ประการ (d.school, n.d.; Johansson-Skoldberg, & Cetinkaya, 2013) ได้แก่

1) ทำความเข้าใจปัญหา (Empathize): การศึกษาและทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้ง เพื่อค้นหาปัญหาและความต้องการที่แท้จริงของผู้ใช้งาน

2) นิยามปัญหา (Define): การนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อระบุและอธิบายปัญหาให้ชัดเจนว่า ปัญหาที่แท้จริงของผู้ใช้งานคืออะไร

3) สร้างความคิด (Ideate): การระดมสมองเพื่อแสวงหาแนวคิดในการแก้ปัญหาให้ได้มากและหลากหลายที่สุด จากนั้นจึงนำมาวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกวิธีที่ดีและมีความเหมาะสมที่สุดในการนำไปทดลองใช้

ISSN 2985-1017 (Online)

4) สร้างต้นแบบ (Prototype): การสร้างแบบจำลองหรือชิ้นงานต้นแบบ เพื่อนำไปให้กลุ่มเป้าหมายได้ทดลองใช้งาน โดยแบบจำลองที่ดีจะต้องสามารถตอบโจทย์และแก้ปัญหาของผู้ใช้งานได้

5) ทดสอบ (Test): การนำต้นแบบไปทดสอบกับผู้ใช้งานจริง พร้อมทั้งประเมินผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แก้ไข และปรับปรุงแนวทางการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การนำกระบวนการคิดเชิงออกแบบมาใช้ในการศึกษามีผลลัพธ์เชิงประจักษ์ ดังเช่นงานวิจัยของ Phumsoong & Neungchalerm (2021) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา (STEAM Education) สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ กิจกรรมดังกล่าวกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายและแปลกใหม่ รู้จักวิเคราะห์ทางเลือกที่เหมาะสม และสามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้เพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์ นำไปสู่การเกิดกระบวนการสร้างนวัตกรรมเพื่อการแก้ปัญหาอย่างเป็นรูปธรรม นอกจากนี้ งานวิจัยของ Panprom & Kitkuakool (2022) ยังเสนอแนะว่าแนวทางการประยุกต์ใช้กระบวนการนี้ควรเริ่มต้นจากการเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน ควบคู่ไปกับการใช้คำถามที่เชื่อมโยงสถานการณ์เข้ากับเนื้อหาบทเรียน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ ลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานได้จริง ตลอดจนสามารถนำทักษะที่ได้ไปต่อยอดสำหรับการประกอบอาชีพในอนาคต

การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดสะเต็มบีซีจีเพื่อการศึกษา

แนวคิดเศรษฐกิจบีซีจี(BCG Economy) เป็นการพัฒนาแบบองค์รวมทางเศณศฐกิจ 3 มิติ ได้แก่ เศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy : B) เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy : C) และเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy : G) (Bioeconomy, Circular Economy, and Green Economy Research Community, 2018) เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนและความเข้มแข็งของประเทศ Fhaikamta et al (2022) ได้สรุปลักษณะสำคัญของเศรษฐกิจบีซีจี ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะสำคัญของเศรษฐกิจบีซีจี

	เศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy : B)	**เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy : C)**	**เศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy : G)**
นิยาม	การใช้ทรัพยากรชีวภาพ เพื่อเพิ่มมูลค่าโดยเน้นการพัฒนามูลค่าสูงผ่านการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	การออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตผ่านการหมุนเวียนเพื่อให้เกิดของเสียน้อยที่สุด (ใช้อย่างคุ้มค่า) รวมถึงการแปลงของเสียให้เป็นแหล่งรายได้	การคำนึงเกี่ยวกับทรัพยากรและการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
ตัวอย่าง	- การเลือกใช้วัสดุเหลือทิ้งในชุมชนมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า - การเพิ่มมูลค่าของทรัพยากร โดยแสดงอัตลักษณ์ของชุมชน	-การนำวัสดุที่เหลือทิ้งในชุมชนหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ -การยืดอายุของทรัพยากร ให้ใช้ซ้ำตลอดอายุการใช้งาน	-ไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม -ลดการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต

ISSN 2985-1017 (Online)

การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดสะเต็มบีซีจีเพื่อการศึกษา (STEM-BCG for Education) ที่นำเสนอโดย Fhaikamta et al. (2022) ถือเป็นกรอบแนวคิดใหม่สำหรับแวดวงการศึกษาที่มุ่งเน้นการบูรณาการโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี (BCG Economy) เข้ากับสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป้าหมายสำคัญคือการยกระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สอดรับกับทิศทางการขับเคลื่อนประเทศอย่างเป็นรูปธรรม พร้อมทั้งพัฒนาผู้เรียนให้เกิดสมรรถนะหลักตามแนวทางการศึกษาฐานสมรรถนะ (Competency-based Education) ภายใต้หลักคิด “คิดเป็น ทำเป็น เห็นคุณค่า” เพื่อนำไปสู่การเป็นผู้มีสุขภาวะที่ดีในท้ายที่สุด โดยกรอบแนวคิดนี้ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่

ส่วนฐานของโมเดล: เป็นส่วนที่สะท้อนถึงการบูรณาการมิติทางเศรษฐกิจทั้ง 3 ด้าน (บีซีจี) ซึ่งทำหน้าที่เป็นกลไกขับเคลื่อนที่เชื่อมโยงระหว่างบริบทของชุมชน ภูมิปัญญาท้องถิ่น เข้ากับบริบททางสังคมและวัฒนธรรม

ส่วนแกนกลางของโมเดล: สะท้อนให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ถูกขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้ โดยทำหน้าที่ร้อยรัดจากส่วนฐาน (การบูรณาการเศรษฐกิจบีซีจี) ขึ้นไปสู่ส่วนยอดซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุดของสะเต็มบีซีจี

ส่วนโครงร่มชั้นในของโมเดล: เป็นส่วนที่สะท้อนถึงลักษณะสำคัญในการบูรณาการข้ามศาสตร์ระหว่างสะเต็มศึกษาและโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี (STEM-BCG) ผ่านลักษณะเด่น 4 ประการ

ส่วนโครงร่มชั้นนอกของโมเดล: เป็นส่วนที่แสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์เชิงสมรรถนะหลัก (Core Competencies) ที่ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาและปลูกฝังจากกระบวนการสะเต็มบีซีจี

ส่วนยอดของโมเดล: คือเป้าหมายสูงสุดของการจัดการเรียนรู้ ที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนก้าวไปสู่การเป็น ผู้มีสุขภาวะ (Well-being) อย่างสมบูรณ์ ภายหลังจากที่ได้รับการหล่อหลอมจนเกิดสมรรถนะหลักเรียบร้อยแล้ว

กระบวนการสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ก่อนที่จะนำไปสู่รูปแบบการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ ผู้เขียนได้ดำเนินการสังเคราะห์ความเชื่อมโยง (Mapping) ระหว่างเป้าหมาย (สมรรถนะนวัตกร) บริบท (STEM-BCG) และกลไกขับเคลื่อน (Design Thinking) โดยมีกระบวนการสังเคราะห์ดังนี้:

1) **การกำหนดบริบทตั้งต้น** โดยนำมิติของเศรษฐกิจ BCG (ชีวภาพ หมุนเวียน สีเขียว) มาเป็นกรอบในการกำหนดสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้การสร้างนวัตกรรมไม่ได้ตั้งอยู่บนจินตนาการ แต่ตั้งอยู่บนฐานทรัพยากรและความยั่งยืน

2) **การบูรณาการกลไกการเรียนรู้** โดยผู้เขียนได้เทียบเคียง 5 ขั้นตอนของการคิดเชิงออกแบบ เข้ากับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (STEM) ได้แก่

2.1) ขั้น Empathize และ Define ถูกจัดให้อยู่ในมิติของการสำรวจและทำความเข้าใจปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในชุมชน (S และ M)

2.2) ขั้น Ideate และ Prototype ถูกกำหนดให้เป็นขั้นตอนการใช้เทคโนโลยีและวิศวกรรม (T และ E) เพื่อออกแบบนวัตกรรม

3) **การจับคู่ผลผลิตสมรรถนะ** โดยผู้เขียนได้เชื่อมโยงพฤติกรรมในกระบวนการ Design Thinking ให้สะท้อนออกมาเป็นสมรรถนะนวัตกร 6 ประการ เช่น การลงพื้นที่สอดคล้องกับ *'ทักษะการสังเกตและการตั้งคำถาม'* การสร้างต้นแบบสอดคล้องกับ ความคิดริเริ่มและการทดลอง และการทดสอบนวัตกรรมสอดคล้องกับการสร้างเครือข่ายและทักษะความเป็นผู้นำ

Journal of Education and Human Development Sciences
Vol. 10 No. 1 January –June 2026
ISSN 2985-1017 (Online)

จากกระบวนการสังเคราะห์ความเชื่อมโยงเชิงโครงสร้างดังกล่าว ผู้เขียนจึงสามารถพัฒนาออกมาเป็น **"รูปแบบการเรียนรู้ STEM-BCG-DT เพื่อพัฒนาสมรรถนะครูนักนวัตกร"** ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ดังภาพที่ 1

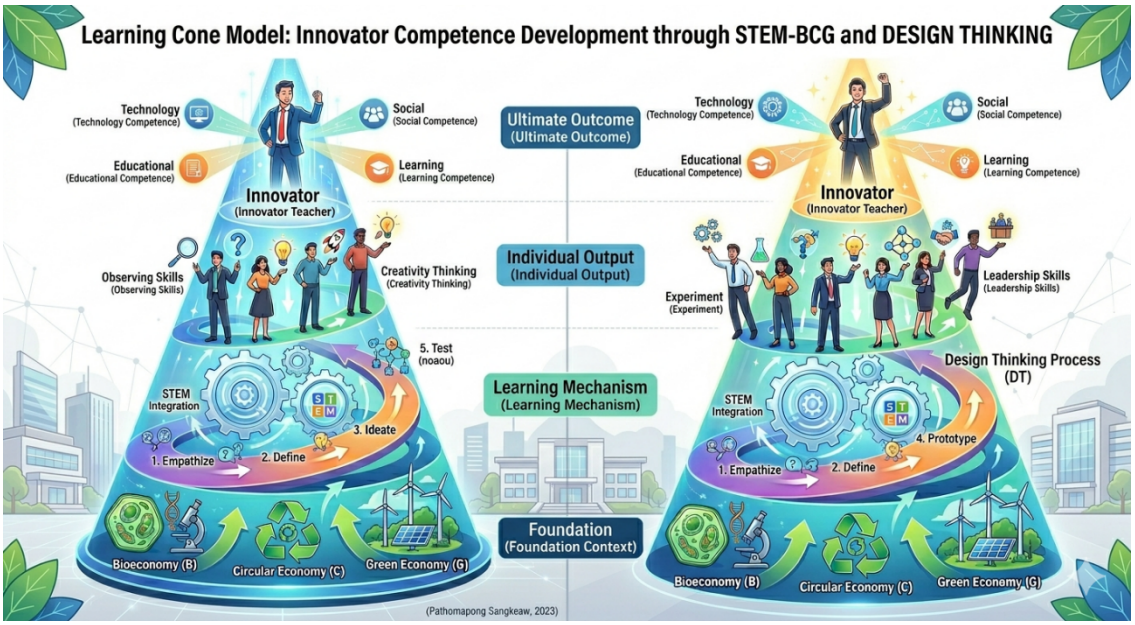

Figure 1 Innovator Competencies Development through STEM-BCG and Design Thinking

จากภาพที่ 1 รูปแบบการเรียนรู้ STEM-BCG-DT แสดงให้เห็นถึงลำดับการพัฒนาที่เริ่มจาก กลไกขับเคลื่อนการเรียนรู้ (ด้านซ้าย) ซึ่งทำหน้าที่เป็นปัจจัยนำเข้า (Input) และกระบวนการ (Process) โดยการนำกระบวนการคิดเชิงออกแบบมาเป็นแกนกลางในการสำรวจปัญหาจากบริบทฐานราก จนนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมต้นแบบ ผลจากการลงมือปฏิบัติจริงในซีกซ้ายของโมเดลจะส่งผลลัพธ์ต่อเนื่องมายัง ซีกขวาของโมเดล ที่สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับตัวนิสิตครู ทั้งในระดับสมรรถนะรายบุคคล และการบรรลุเป้าหมายสูงสุดในการเป็นครูนักนวัตกรที่มีสมรรถนะครอบคลุมทั้งมิติเทคโนโลยี สังคม การศึกษา และการเรียนรู้ โดยมีองค์ประกอบดังนี้

องค์ประกอบที่ 1: บริบทฐานราก (Foundation Context)

การเรียนรู้ต้องเริ่มต้นจากบริบทจริงรอบตัวผู้เรียน โดยยึดหลัก เศรษฐกิจบีซีจี (BCG Economy) เป็นฐานคิดสำคัญในการแก้ปัญหา ได้แก่

Bioeconomy (B): ฐานความหลากหลายทางชีวภาพและทรัพยากรในชุมชน

Circular Economy (C): การหมุนเวียนทรัพยากร วัสดุเหลือทิ้ง เพื่อให้เกิดของเสียน้อยที่สุด (Zero Waste)

Green Economy (G): การเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ลดมลพิษและความยั่งยืน

ISSN 2985-1017 (Online)

องค์ประกอบที่ 2: กลไกขับเคลื่อนการเรียนรู้ (Learning Mechanism)

การนำกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) 5 ขั้นตอน มาเป็นแกนในการจัดกิจกรรมบูรณาการร่วมกับองค์ความรู้ STEM เพื่อแก้ปัญหาในบริบท BCG ได้แก่

1) Empathize (ทำความเข้าใจปัญหา): ให้นิสิตครูลงพื้นที่ชุมชนใช้ทักษะ การสังเกต และการตั้งคำถาม เพื่อทำความเข้าใจปัญหาด้านทรัพยากรหรือสิ่งแวดล้อม (BCG)

2) Define (นิยามปัญหา): นำข้อมูลมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ และระบุปัญหาที่แท้จริง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science) และคณิตศาสตร์ (Mathematics)

3) Ideate (สร้างความคิด): ระดมสมองเพื่อหาทางออก สร้าง เครือข่าย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และใช้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ออกแบบนวัตกรรมที่เพิ่มมูลค่าและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

4) Prototype (สร้างต้นแบบ): ลงมือปฏิบัติจริง ใช้ การทดลอง และบูรณาการเทคโนโลยี (Technology) และวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ในการสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือสื่อการสอนต้นแบบ

5) Test (ทดสอบ): นำต้นแบบไปทดสอบใช้งานจริง รับฟังข้อเสนอแนะ และปรับปรุง โดยแสดงทักษะความเป็นผู้นำ ในการผลักดันนวัตกรรมให้เกิดผลสัมฤทธิ์

องค์ประกอบที่ 3: ผลผลิตระดับบุคคล (Individual Output)

จากการผ่านกลไกในองค์ประกอบที่ 2 จะทำให้นิสิตครูเกิด สมรรถนะนักนวัตกร 6 ประการ อย่างเป็นรูปธรรม ได้แก่ ทักษะการสังเกต การตั้งคำถาม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การสร้างเครือข่าย การทดลอง และทักษะความเป็นผู้นำ

องค์ประกอบที่ 4: ผลลัพธ์ปลายทาง (Ultimate Outcome)

เมื่อนิสิตครูวิทยาศาสตร์ได้รับการหล่อหลอมสมรรถนะนักนวัตกรอย่างเต็มรูปแบบ จะนำไปสู่การเป็น "ครูนักนวัตกร" (Innovator Teacher) ที่มีสมรรถนะสำคัญ 4 ด้าน พร้อมสำหรับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ได้แก่

สมรรถนะทางเทคโนโลยี: ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลสร้างสรรค์การเรียนรู้
สมรรถนะทางสังคม: ทำงานร่วมกับชุมชนและเข้าใจความหลากหลาย
สมรรถนะทางการศึกษา: สร้างสรรค์นวัตกรรมทางการศึกษาและหลักสูตรใหม่ๆ
สมรรถนะทางการเรียนรู้: เปิดรับสิ่งใหม่และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องเพื่อความยั่งยืน

การนำรูปแบบไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน การขับเคลื่อนโมเดลนี้ในชั้นเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาที่เน้นการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนิสิตครู เริ่มต้นจากการสร้าง บริบทฐานราก ผู้สอนควรจัดประสบการณ์ให้นิสิตได้ลงพื้นที่สำรวจหรือวิเคราะห์สถานการณ์จริงในชุมชน โดยใช้กรอบแนวคิดเศรษฐกิจบีซีจี เป็นแว่นขยายในการมองปัญหา เช่น การนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาเพิ่มมูลค่า หรือการลดการใช้สารเคมีในท้องถิ่น การเริ่มต้นจากบริบทที่ใกล้ตัวและเชื่อมโยงกับวิถีชีวิต จะช่วยสร้างแรงจูงใจและความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมให้กับนิสิตครูวิทยาศาสตร์ เมื่อนิสิตได้บริบทปัญหาที่ชัดเจนแล้ว ผู้สอนจะนำเข้าสู่ กลไกขับเคลื่อนการเรียนรู้ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้นตอนที่บูรณาการเข้ากับศาสตร์สะเต็มในขั้นการทำความเข้าใจปัญหา และระบุปัญหา นิสิตจะได้ใช้ทักษะการสังเกตและการตั้งคำถาม เพื่อทำความเข้าใจความต้องการของผู้คนในชุมชนอย่างลึกซึ้ง และนิยามปัญหาที่แท้จริง จากนั้นในขั้นสร้างความคิด และ ขั้นสร้างต้นแบบ ผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้นิสิตระดมสมองและดึงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี มาออกแบบวิธีแก้ปัญหา นิสิตจะได้ฝึกการคิดริเริ่มสร้างสรรค์และการทดลองลงมือปฏิบัติจริง เพื่อสร้างชิ้นงานหรือนวัตกรรมต้นแบบ ในขั้นทดสอบ นิสิตจะต้องนำต้นแบบนั้นไป

ISSN 2985-1017 (Online)

ทดลองใช้จริง รับฟังข้อเสนอแนะ และทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งเป็นเวทีสำคัญในการฝึกทักษะความเป็นผู้นำและการสร้างเครือข่าย ในระหว่างที่นิสิตผ่านกลไกการเรียนรู้ในแต่ละสัปดาห์ กระบวนการเหล่านี้จะค่อยๆ หล่อหลอมให้เกิด ผลผลิตระดับบุคคล นั่นคือ สมรรถนะนักนวัตกรทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ การสังเกต การตั้งคำถาม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การทดลอง การสร้างเครือข่าย และทักษะความเป็นผู้นำ สมรรถนะเหล่านี้จะไม่เกิดขึ้นจากการนั่งฟังบรรยาย แต่เกิดจากการลงมือแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนด้วยตนเอง ท้ายที่สุด เมื่อวงจรการเรียนรู้นี้ดำเนินไปอย่างสมบูรณ์ ผลลัพธ์ปลายทางที่เกิดขึ้นคือการยกระดับนิสิตครูวิทยาศาสตร์ให้ก้าวขึ้นเป็นครูนักนวัตกร ผู้ซึ่งเพียบพร้อมไปด้วยสมรรถนะทางเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ สมรรถนะทางสังคมที่เข้าใจความหลากหลาย สมรรถนะทางการศึกษาที่สามารถออกแบบหลักสูตรใหม่ๆ และสมรรถนะทางการเรียนรู้ที่พร้อมเปิดรับและพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง ครูนักนวัตกรเหล่านี้จะกลายเป็นฟันเฟืองสำคัญที่นำรูปแบบนี้ไปส่งต่อและประยุกต์ใช้ในห้องเรียนระดับประถมศึกษาหรือมัธยมศึกษา เพื่อสร้างพลเมืองตื่นรู้และนักนวัตกรรุ่นใหม่ที่พร้อมขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนต่อไป

บทสรุป

รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะนักนวัตกรผ่านแนวคิดการจัดการเรียนรู้สะเต็มบีซีจีที่เน้นกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (STEM-BCG-DT Learning Model for Innovator Teacher Competency) ถือเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่ตอบสนองต่อยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศในการสร้างพลเมืองแห่งอนาคต รูปแบบดังกล่าวทำงานเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบผ่าน 4 องค์ประกอบหลัก โดยเริ่มต้นจากการอาศัยบริบท เศรษฐกิจบีซีจี (BCG Economy) เป็นฐานรากเพื่อให้ผู้เรียนตระหนักถึงการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและยั่งยืน นำไปสู่กลไกขับเคลื่อนการเรียนรู้ที่บูรณาการศาสตร์สะเต็ม (STEM) เข้ากับ กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ทั้ง 5 ขั้นตอน ซึ่งทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสำคัญที่เปิดโอกาสให้นิสิตได้ลงมือแก้ปัญหาจริงในชุมชนอย่างเป็นระบบ กระบวนการเรียนรู้เชิงปฏิบัตินี้ นำไปสู่การหล่อหลอมผลผลิตระดับบุคคล คือ สมรรถนะนักนวัตกร 6 ประการ ได้แก่ ทักษะการสังเกต การตั้งคำถาม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การสร้างเครือข่าย การทดลอง และทักษะความเป็นผู้นำ ท้ายที่สุด การบ่มเพาะอย่างต่อเนื่องจะนำไปสู่ผลลัพธ์ปลายทางที่สำคัญยิ่ง นั่นคือการยกระดับนิสิตครูวิทยาศาสตร์ให้ก้าวขึ้นเป็น ครูนักนวัตกร อย่างเต็มภาคภูมิ ผู้ซึ่งเพียบพร้อมไปด้วยสมรรถนะทางเทคโนโลยี สังคม การศึกษา และการเรียนรู้ ครูนักนวัตกรเหล่านี้จะเป็นกำลังสำคัญในการนำรูปแบบการเรียนรู้นี้ไปประยุกต์ใช้และส่งต่อในห้องเรียนจริง อันเป็นรากฐานสำคัญในการสร้างนักเรียนให้เป็นนักนวัตกรรุ่นใหม่ที่พร้อมขับเคลื่อนสังคมและเศรษฐกิจของประเทศอย่างยั่งยืนในศตวรรษที่ 21 ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากรูปแบบการเรียนรู้นี้เป็นกรอบแนวคิด (Conceptual Model) ที่ได้จากการสังเคราะห์เชิงทฤษฎี ผู้เขียนจึงมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำรูปแบบนี้ไปสู่การปฏิบัติและการวิจัยในระยะต่อไป ดังนี้:

1. **ข้อเสนอแนะสำหรับการเตรียมความพร้อมเพื่อนำรูปแบบไปทดลองใช้**

1.1 การปรับกรอบคิดของผู้สอน (Mindset Shift) สถาบันผลิตครูหรือนักวิจัยที่จะนำรูปแบบนี้ไปทดลองใช้ ควรเตรียมความพร้อมผู้สอนให้ลดบทบาทการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ และเปลี่ยนเป็น ผู้อำนวยความสะดวก และ โค้ช ที่คอยตั้งคำถามกระตุ้นความคิด สร้างบรรยากาศที่ปลอดภัยต่อการทดลองและกล้าที่จะล้มเหลว เพื่อเปิดโอกาสให้นิสิตได้ดึงศักยภาพความสร้างสรรค์ออกมาอย่างเต็มที่

1.2 การออกแบบบริบทการเรียนรู้ล่วงหน้า การนำกระบวนการคิดเชิงออกแบบมาใช้จริงอาจพบข้อจำกัดด้านเวลา ดังนั้นผู้ที่จะนำไปทดลองใช้ควรจัดสรรเวลาให้มีความยืดหยุ่น และควรประสานงานกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชนล่วงหน้า เพื่อให้นิสิตได้ลงพื้นที่สำรวจปัญหาที่เชื่อมโยงกับแนวคิดเศรษฐกิจบีซีจี ได้อย่างเป็นรูปธรรม

ISSN 2985-1017 (Online)

1.3 การบริหารจัดการทรัพยากร หน่วยงานที่จะนำรูปแบบนี้ไปใช้ ควรพิจารณาจัดเตรียมสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่เอื้อต่อการสร้างนวัตกรรม เช่น การจัดพื้นที่ทำงานสร้างสรรค์ การสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์สำหรับการสร้างนวัตกรรมต้นแบบ หรือการนำวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นมาสนับสนุนตามหลักเศรษฐกิจหมุนเวียน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในระยะต่อไป

2.1 การวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนาเครื่องมือประเมิน ควรมีการนำรูปแบบนี้ไปวิจัยกึ่งทดลองในชั้นเรียนจริง พร้อมทั้งวิจัยและพัฒนาเครื่องมือวัดผล สมรรถนะนักนวัตกรทั้ง 6 ประการ เชิงประจักษ์ *เช่น* การสร้างเกณฑ์การประเมินแบบรูบริค ที่ประเมินจากพฤติกรรมการแก้ปัญหา ชิ้นงานนวัตกรรม หรือการสะท้อนคิดของนิสิต

2.2 การศึกษาผลกระทบระยะยาว ควรมีการทำวิจัยติดตามผลเพื่อประเมินว่านิสิตครูวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ STEM-BCG-DT นี้ สามารถนำสมรรถนะนักนวัตกรไปประยุกต์ใช้ในการสร้างสรรค์นวัตกรรมการเรียนการสอนในระหว่างการฝึกปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาหรือเมื่อประกอบวิชาชีพครูอย่างเต็มตัวได้มากน้อยเพียงใด

เอกสารอ้างอิง

Budnyk, O. (2019). Innovative competence of a teacher: Best European practice. *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 6*(1), 76-89. https://www.researchgate.net/publication/332551024

d.school. (n.d.). *Welcome to the virtual crash course in design thinking*. Stanford University. http://dschool.stanford.edu/dgift/

Dyer, J. H., Gregersen, H. G., & Christensen, C. M. (2009). The innovator's DNA. *Harvard Business Review, 87*(12), 60-67.

Faikhamta, C., Sukhanaruesetkul, N., Yokyong, S., Panyanukit, P., Muangsong, K., Nilubon, C., & Prasoplab, T. (2022a). Decoding STEM activities integrating BCG economic concepts for the goal of developing student competencies. *IPST Magazine, 50*(238), 31-37. [Translated]

Faikhamta, C., Sukhanaruesetkul, N., Yokyong, S., Panyanukit, P., Prasoplab, T., Muangsong, K., Nilubon, C., & Nuamcharoen, N. (2022b). BCG STEM concept for education. *Journal of Science, Technology and Environment Research for Learning, 13*(2), 344-362. [Translated]

Grewal, S. (2016). Innovative practices in teacher education. *Researchpaedia, 3*(1), 39-45.

Harkema, S. (2003). A complex adaptive perspective on learning within innovation projects. *The Learning Organization, 10*(6), 340-346. https://doi.org/10.1108/09696470310497177

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2014). *STEM teacher training curriculum handbook*. http://www.stemedthailand.org/wp-content/uploads/2015/03/newIntro-to-STEM.pdf.pdf [Translated]

Johansson, S. U., Woodilla, J., & Cetinkaya Sendas, M. (2013). Design thinking: Past, present and possible futures. *Creativity and Innovation Management, 22*(2), 121-146.

Klaijan, P., & Trairat, P. (2021). Model for enhancing innovation in undergraduate degree programs of private universities in Thailand. *Journal of Buddhist Social Sciences and Anthropology, 6*(8), 236-252. [Translated]

ISSN 2985-1017 (Online)

Koleva, M., Grigorova, T. A., & Kirova, M. (2013, June). *Innovative teaching for creative learning: Teacher training* [Paper presentation]. International Conference on Training Issues of Chemistry Teachers, Gabrovo, Bulgaria. https://www.researchgate.net/publication/262458151

Kruatong, S. (2024). *Development of academic management model for developing science teacher's innovator competencies* (Doctoral dissertation, Kasetsart University).

OECD. (2011). *Skills for innovation and research*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264097490-en

Panprom, P., & Kitkuakool, S. (2022). Development of learning management using design thinking process to promote creativity and innovation among vocational students on the topic of daily nutrients. *Journal of Educational Studies, Mahasarakham University, 16*(1), 150-164. [Translated]

Phumsong, P., & Nuengchalerm, P. (2021). Development of design thinking skills of 4th grade secondary school students who received instruction based on the STEM education approach. *Journal of Educational Administration and Supervision, Mahasarakham University, 12*(3), 204-215. [Translated]

Pollock, J. E., Tolone, L. J., & Nunnally, G. S. (2021). *How innovative teachers can start teaching innovation*. ASCD. https://www.ascd.org/el/articles/how-innovative-teachers-can-start-teaching-innovation

Rojkangsadan, T. (2018). *The most important skills of innovators*. Medium. https://thongchairoj.medium.com/ [Translated]

Royal Gazette. (2017). *Constitution of the Kingdom of Thailand, B.E. 2560 (2017)*. https://ratchakitcha2.soc.go.th/pdfdownload/?id=2103519 [Translated]

Simonović, N. (2021). Teachers' key competencies for innovative teaching. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education (IJCRSEE), 9*(3), 331-345.

Sudeendra Thirtha Koushik, K. S. (2016). Innovator skills – a comparative analysis: A 3-dimensional innovation model for business impact. *International Journal of Research and Scientific Innovation, 4*(1), 20-26.

Tornatzky, L. G., & Klein, K. J. (1982). Innovation characteristics and innovation adoption-implementation: A meta-analysis of findings. *IEEE Transactions on Engineering Management, 29*(1), 28-45.

Wongthianlai, K. (2022). *Academic management strategies for nursing colleges under the Ministry of Defence based on the innovative competency concept of nursing students* [Doctoral dissertation, Chulalongkorn University]. [Translated]

Yolsuriyan, N. (2020). *The effects of project-based learning combined with STEM education concepts on promoting innovation and creative work among fifth grade students* [Master's thesis, Silpakorn University]. [Translated]

Yuyean, P., Phumota, A., & Sriyothin, S. (2017). *Factors influencing innovatorship: A case study of PUNN products* [Paper presentation]. The 4th National Conference on Public Administration "Public Administration under Thailand 4.0", Thailand. https://conference.kku.ac.th/colaimg/files/articles/b9e07-o-76-.pdf [Translated]

ISSN 2985-1017 (Online)

Zhu, C., Wang, D., Cai, Y. H., & Engels, N. (2013). What core competencies are related to teachers' innovative teaching?. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education, 41*(1), 9-27. https://doi.org/10.1080/1359866X.2012.753984

Zhu, C., & Wang, S. (2014). Key competencies and characteristics for innovative teaching among secondary school teachers: A mixed-methods research. *Asia Pacific Education Review, 15*(3), 299–311.