โครงการวิจัยด้านกระบวนการเรียนรู้
เพื่อเสริมสร้างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว

โดย

นายสัญญา เศรษฐพิทยากุล

นายอติชาต พฤฒิกัลป์

นายศุภชัย แซ่อื้อ

ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568

ลิขสิทธิ์ของกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

สัญญาเลขที่ 2/2568

โครงการวิจัยด้านกระบวนการเรียนรู้
เพื่อเสริมสร้างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว

โดย

นายสัญญา เศรษฐพิทยากุล

นายอติชาต พฤฒิกัลป์

นายศุภชัย แซ่อื้อ

ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568

ลิขสิทธิ์ของกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

สำนักงานเลขานุการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

Project Code 2/2568

A Research Project on Learning Pedagogy to Enhance 21st-Century Skills through Green Innovation Lab

By

Sanya Setpityakul

Atichat Preittigun

Suphachai Saeue

Supported Budget by

The Educational Technology Development Fund, Minstry of Education

Fiscal Year 2025 (B.E.2558)

Copyright Educational Technology Development Fund,

Ministry of Education

สำนักงานเลขานุการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

บทสรุปผู้บริหาร

รายงาน “โครงการวิจัยเรื่องด้านกระบวนการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว” ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย จากสำนักงานเลขานุการกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา มีจุดมุ่งหมายสำคัญของโครงการวิจัย ได้แก่ การศึกษา พัฒนา และออกแบบแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะศตวรรษที่ 21 (4Cs) ได้แก่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) การสื่อสาร (Communication) การทำงานร่วมกัน (Collaboration) และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) ด้วยการใช้พื้นที่รอบโรงเรียนเป็นห้องปฏิบัติการที่มีชีวิต (Living Lab) โดยจัดการเรียนรู้เชิงรุกและการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน บูรณาการกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) และการใช้ปัญญาประดิษฐ์เชิงกำเนิด (Generative Artificial Intelligence: Gen AI) เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ออกแบบนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน สร้างการเปลี่ยนแปลงเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก 3 ประการ ได้แก่ (1) การพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) (2) การพัฒนาความรู้และสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม โดยเน้นสาระเกี่ยวกับ Green Transformation และ Carbon Footprint และ (3) การพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการคิด วิเคราะห์ และนำเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมเชิงสร้างสรรค์ในบริบทของโลกแห่งความเป็นจริง ทั้งนี้ โครงการมีเป้าหมายในวงกว้างเพื่อสังเคราะห์รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปขยายผลและปรับใช้ในระดับประเทศได้

การดำเนินการวิจัยเริ่มจากการออกแบบและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการการเรียนรู้เชิงรุก การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน และกระบวนการ Design Thinking จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาจำนวน 100 คน โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณผ่านการประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) และการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน ทั้งก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ (Pre-test และ Post-test)

ผลการวิจัย สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) และความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยผู้เรียนมากกว่าร้อยละ 50 มีผลการประเมินสมรรถนะและผลการทดสอบความรู้หลังการเข้าร่วมโครงการสูงกว่าก่อนการเข้าร่วมโครงการ นอกจากนี้ ผู้เรียนยังสามารถพัฒนาและนำเสนอข้อเสนอโครงการ Green Transformation เชิงสร้างสรรค์ได้อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งสะท้อนถึงการประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะที่ได้รับจากกระบวนการเรียนรู้ในโครงการ

จากผลการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่มีโครงสร้างชัดเจน อิงหลักฐานเชิงประจักษ์จากการประเมินผู้เรียน และสอดคล้องกับกรอบทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 การศึกษาเพื่อความยั่งยืน และการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างมีความรับผิดชอบ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีศักยภาพในการนำไปปรับใช้และขยายผลในบริบทของสถานศึกษาอื่น เพื่อสนับสนุนการพัฒนาผู้เรียนให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมในอนาคต

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

บทคัดย่อ

สัญญารับทุนเลขที่ : 2/2568
ชื่อโครงการ : **โครงการวิจัยด้านกระบวนการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว**
ชื่อนักวิจัย : **สัญญา เศรษฐพิทยากุล, อติชาต พฤฒิกัลป์, ศุภชัย แซ่อื้อ**
ระยะเวลาดำเนินการ : **มกราคม 2568 - มกราคม 2569**

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการต่อการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาในด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ได้แก่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน ควบคู่กับการพัฒนาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม โดยใช้บริบทการเรียนรู้ด้าน Green Transformation และ Carbon Footprint เป็นแกนหลัก แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยบูรณาการหลักการเรียนรู้เชิงรุกและการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน โดยประยุกต์ใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) และปัญญาประดิษฐ์เชิงกำเนิด (Generative Artificial Intelligence: Gen AI) เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย นักเรียนระดับมัธยมศึกษาจำนวน 100 คน การวิจัยใช้รูปแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียว วัดก่อนและหลัง โดยเครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แบบประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบริก และแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน เพื่อเปรียบเทียบผลการประเมินก่อนและหลังการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีสมรรถนะด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) และความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีผู้เรียนมากกว่าร้อยละ 50 ที่มีผลการประเมินสมรรถนะและผลการทดสอบความรู้สูงขึ้น ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าการบูรณาการการเรียนรู้เชิงรุก การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน กระบวนการ Design Thinking และการใช้ Gen AI สามารถสนับสนุนการพัฒนาสมรรถนะและความเข้าใจด้านความยั่งยืนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลเชิงประจักษ์ดังกล่าว ผู้วิจัยได้สังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่อิงหลักฐานเชิงวิจัย ซึ่งมีศักยภาพในการนำไปปรับใช้ในบริบทของสถานศึกษาอื่น และสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะและการศึกษาเพื่อความยั่งยืนในอนาคต

คำสำคัญ: ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21, การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน, กระบวนการคิดเชิงออกแบบ, ปัญญาประดิษฐ์เชิงกำเนิด, การศึกษาเพื่อความยั่งยืน, สำนึกรับผิดชอบต่อสังคม, คาร์บอนฟุตพริ้นท์

Abstract

Project Code : 2/2568

Project Title : A Research Project on Learning Pedagogy to Enhance 21st-Century Skills through Green Innovation Lab

Investigator : Sanya Setpityakul, Atichat Preittigun, Suphachai Saeue

Project Period : January 2025 – January 2026

This study examined the effects of an integrated instructional approach on secondary school students' development of 21st-century skills (4Cs), including critical thinking, creativity, communication, and collaboration, as well as their knowledge related to environmental sustainability. The instructional design incorporated active learning and blended learning principles, with the Design Thinking process and Generative Artificial Intelligence (Gen AI) employed as learning support tools. Green Transformation and Carbon Footprint served as the core learning context.

The study involved 100 secondary school students from a private school context and employed a pretest–posttest design. Students' competencies in the 4Cs were assessed using a rubric-based performance evaluation, while their knowledge of social responsibility and commitment to sustainability was measured through a researcher-developed knowledge test. Data were analyzed using descriptive statistics and inferential statistics to examine changes in student performance before and after the intervention.

The findings demonstrated statistically significant improvements in students' 21st-century skills and sustainability-related knowledge following participation in the learning activities. More than 50% of the participants exhibited increased competency levels across the assessed dimensions, indicating meaningful learning gains associated with the instructional intervention. The results suggest that the combined use of active learning strategies, blended learning environments, Design Thinking, and Gen AI can effectively support competency development and conceptual understanding in sustainability-focused education.

Based on the empirical findings, an evidence-informed blended learning instructional model was synthesized. The model demonstrates potential for adaptation across diverse school

contexts and for informing future implementations of competency-based sustainability education.

Keywords: 21st-Century Skills, Blended Learning, Design Thinking, Generative Artificial Intelligence, Sustainability Education, Social Responsibility, Carbon Footprint

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความร่วมมือและการสนับสนุนจากหลายภาคส่วน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สำนักงานเลขานุการกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เป็นอย่างสูงที่ได้ให้การสนับสนุนโครงการวิจัยนี้ทั้งในด้านกรอบนโยบาย แนวทางการดำเนินงาน และทรัพยากรที่เอื้อต่อการพัฒนางานวิจัย อันเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การดำเนินโครงการเป็นไปอย่างมีทิศทางและบรรลุวัตถุประสงค์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณะกรรมการและที่ปรึกษาโครงการวิจัย ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำเชิงวิชาการ ข้อเสนอแนะเชิงสร้างสรรค์ และแนวคิดที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งตลอดกระบวนการดำเนินงานวิจัย ตั้งแต่การออกแบบกรอบแนวคิด การพัฒนาเครื่องมือวิจัย ไปจนถึงการวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย ซึ่งช่วยยกระดับคุณภาพของงานวิจัยให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ โรงเรียนฮั่วเคี้ยววิทยาลัย จังหวัดขอนแก่น ผู้บริหาร คณะครู และบุคลากรทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นสถานที่ดำเนินการวิจัย อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล และสนับสนุนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการวิจัยเป็นอย่างดี ความร่วมมือจากสถานศึกษาดังกล่าวมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จของการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณ กลุ่มตัวอย่างนักเรียน ที่เข้าร่วมโครงการวิจัย ซึ่งได้ให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินสมรรถนะ และการทดสอบต่าง ๆ ด้วยความตั้งใจและความรับผิดชอบ ข้อมูลที่ได้รับจากกลุ่มตัวอย่างเป็นฐานสำคัญในการวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัยให้เป็นไปตามหลักวิชาการ

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเครื่องมือวิจัยและกรอบการประเมินสมรรถนะ ซึ่งช่วยให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีความตรงเชิงเนื้อหาและมีความเหมาะสมในการนำไปใช้จริง อันส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของผลการวิจัย

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อมที่มิได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ซึ่งการสนับสนุนและความร่วมมือจากทุกภาคส่วนล้วนมีส่วนช่วยให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย

มกราคม 2569

สำนักงานเลขานุการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ฌ
สารบัญตาราง	ฏ
สารบัญภาพ	ฑ
บทที่ 1 บทนำ	1
1. หลักการและเหตุผล	1
2. วัตถุประสงค์	2
3. เป้าหมาย/ผลผลิต/ผลสัมฤทธิ์ที่เกิดในวงกว้าง	3
4. กลุ่มเป้าหมายที่ได้รับประโยชน์	3
5. พื้นที่ดำเนินงาน	3
6. รูปแบบการวิจัย	3
7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
8. นิยามศัพท์	8
9. กรอบแนวคิดการวิจัย	11
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
1. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs)	15
2. แนวคิดการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)	18
3. แนวคิด Green Transformation และคาร์บอนฟุตพริ้นต์ (Carbon Footprint)	21
4. การเรียนรู้เชิงรุกและการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน	23
5. การประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้วย Rubric	26
6. สรุป	28

สำนักงานเลขานุการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
EDTECH FUND

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	30
1. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง / กลุ่มเป้าหมาย	32
2. พื้นที่ดำเนินงาน	32
3. รูปแบบการวิจัย	33
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	36
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล	55
6. การวิเคราะห์ข้อมูล	58
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย	63
1. ผลการวิเคราะห์สมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs)	63
2. ผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบวามรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน	68
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	73
1. สรุปผลการวิจัย	73
2. อภิปรายผลการวิจัย	75
3. ข้อเสนอแนะ	77
เอกสารอ้างอิง	80
ภาคผนวก	82
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	83
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	86
ภาคผนวก ค ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล	98
ภาคผนวก ง ภาพกิจกรรรม	106
ภาคผนวก จ แผนการจัดการเรียนรู้ ที่สามารถใช้ประชาสัมพันธ์ขยายผล ไปยังโรงเรียนอื่น ๆ	112
ภาคผนวก ฉ ประวัติผู้วิจัย	133

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กองทุนพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์การวิจัย วิธีการดำเนินการวิจัย และผลการวิจัยที่คาดหวัง 31

ตารางที่ 3.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมายและผลผลิตในวงกว้างกับวิธีการดำเนินงานและผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น 31

ตารางที่ 3.3 คำอธิบายมิติของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 37

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 38

ตารางที่ 3.5 คำอธิบายมิติของการสื่อสาร 39

ตารางที่ 3.6 เกณฑ์การประเมินการสื่อสาร 40

ตารางที่ 3.7 คำอธิบายมิติของความร่วมมือ 41

ตารางที่ 3.8 เกณฑ์การประเมินความร่วมมือ 41

ตารางที่ 3.9 คำอธิบายมิติของความคิดสร้างสรรค์ 42

ตารางที่ 3.10 เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ 42

ตารางที่ 3.11 แสดงแบบทดสอบด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน 45

ตารางที่ 3.12 ผลการตรวจสอบ IOC แบบประเมินตนเองด้านทักษะ 4Cs 49

ตารางที่ 3.13 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการรับรองเครื่องมือวิจัย (เกณฑ์ประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะ 4Cs) 51

ตารางที่ 3.14 ผลการตรวจสอบ IOC แบบทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนของผู้เรียน 52

ตารางที่ 3.15 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการรับรองเครื่องมือวิจัย (แบบทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนของผู้เรียน) 54

สำนักงานเลขานุการ กองทุนพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ (ภาพรวม)..... 65

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ (ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1)..... 66

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ (ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2)..... 66

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ (ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3)..... 67

ตารางที่ 4.5 แสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับการพัฒนาของทักษะ 4Cs สูงขึ้น..... 68

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการในภาพรวม..... 70

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ (ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1)..... 71

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ (ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2)..... 71

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ (ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3)..... 72

ตารางที่ 4.10 แสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีผลการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนสูงขึ้น..... 72

ตารางที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์การวิจัย วิธีการดำเนินการวิจัย และผลการวิจัย..... 74

ตารางที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมายและผลผลิตในวงกว้าง กับวิธีการดำเนินงานและผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น..... 75

สำนักงานเลขานุการ กองทุนเพื่อการศึกษา

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ก.1 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการรับรองเครื่องมือวิจัย (เกณฑ์ประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะ 4Cs)..... 84

ตารางที่ ก.2 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการรับรองเครื่องมือวิจัย (แบบทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนของผู้เรียน)..... 85

ตารางที่ จ.1 แผนการจัดการเรียนรู้..... 113

สำนักงานเลขานุการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1.1	แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย	13
ภาพที่ ง.1	การจัดกิจกรรมตามหน่วยที่ 1: การแนะนำโครงการสำหรับครูและผู้บริหาร	107
ภาพที่ ง.2	การจัดกิจกรรมตามหน่วยที่ 2: การแนะนำโครงการสำหรับนักเรียนและผู้ปกครอง	107
ภาพที่ ง.3	การจัดกิจกรรมตามหน่วยที่ 2: กิจกรรมเชิงปฏิบัติการกับนักเรียนและผู้ปกครอง	108
ภาพที่ ง.4	การจัดกิจกรรมตามหน่วยที่ 3: การแนะนำ Design Thinking และ Green Transformation	108
ภาพที่ ง.5	การจัดกิจกรรมการทำความเข้าใจและกำหนดปัญหา (Empathize and Define Stages)	109
ภาพที่ ง.6	การระดมความคิดและการสร้างต้นแบบ (Ideation and Prototyping Stages)	109
ภาพที่ ง.7	การนำเสนอผลการระดมความคิด	110
ภาพที่ ง.8	การนำเสนอผลงานของการสร้างต้นแบบ	110
ภาพที่ ง.9	ผู้เรียนนำเสนอโครงการ Green Transformation	111
ภาพที่ ง.10	การนำเสนอกับคณะกรรมการของโรงเรียนเพื่อคัดเลือกโครงการ	111

สำนักงานเลขานุการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
EDTECH FUND

บทที่ 1
บทนำ

1. หลักการและเหตุผล

ในโลกปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนด้วยทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน (4Cs) มีความสำคัญมากกว่าที่เคย ทักษะเหล่านี้มีความจำเป็นไม่เพียงเพื่อความสำเร็จทางการศึกษาของนักเรียนแต่ละคนเท่านั้น แต่ยังเพื่อความก้าวหน้าของประเทศด้วย อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยกำลังเผชิญกับความท้าทายในด้านนี้ ซึ่งสะท้อนให้เห็นได้ชัดเจนจากผลการประเมินในโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ที่ต่ำอย่างต่อเนื่อง คะแนน PISA ของประเทศไทย ในด้านสำคัญ ๆ เช่น คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ ยังคงอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของโลก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงช่องว่างอย่างมากในการประยุกต์ใช้ความรู้ของนักเรียนในสถานการณ์จริง ผลลัพธ์เหล่านี้ชี้ให้เห็นถึงปัญหาที่ใหญ่กว่า นั่นคือ ความจำเป็นในการเปลี่ยนแปลงจากการเรียนแบบท่องจำไปสู่การเรียนที่เน้นทักษะและการแก้ปัญหาในระบบการศึกษาของไทย

กรอบทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของ World Economic Forum เน้นความสำคัญของการพัฒนาทักษะ 4Cs เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนสำหรับโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งถูกครอบงำด้วยเทคโนโลยี การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน และการทำงานร่วมกัน นักเรียนที่สามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณ สื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ คิดค้นวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี จะมีความพร้อมมากขึ้นในการเผชิญกับความท้าทายทั้งทางด้านวิชาการและชีวิตประจำวัน ความจำเป็นนี้เร่งด่วนเป็นพิเศษสำหรับประเทศไทย เนื่องจากการพัฒนาทักษะ 4Cs ของนักเรียนจะสามารถแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผลการทดสอบ PISA ได้โดยตรง และยังช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศในระดับโลก

Design Thinking ซึ่งเป็นแนวทางแก้ปัญหาที่เน้นมนุษย์เป็นศูนย์กลาง นำเสนอวิธีการที่มีประสิทธิภาพสำหรับการพัฒนาทักษะเหล่านี้ ด้วยการกระตุ้นให้นักเรียนเคลื่อนผ่าน 5 ขั้นตอน ได้แก่ การเข้าใจปัญหา (Empathize) การกำหนดปัญหา (Define) การสร้างแนวคิด (Ideate) การสร้างต้นแบบ (Prototype) และการทดสอบ (Test) ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสารและการทำงานร่วมกันอย่างสมบูรณ์แบบ เมื่อผนวกกรอบนี้เข้ากับการศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน นักเรียนจะไม่เพียงแต่เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริงได้อีกด้วย

โครงการศึกษาวิจัยนี้ จะเริ่มต้นนำร่องที่ โรงเรียนฮั่วเคี้ยววิทยาลัย ขอนแก่น ซึ่งเป็นโรงเรียนที่มีประวัติศาสตร์มายาวนานเกือบ 80 ปี ปรัชญาของโรงเรียนในการมุ่งมั่นสะสมความดี ตอบแทนบุญคุณแผ่นดิน สอดคล้องอย่างใกล้ชิด ผ่านทางห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว (Green Innovation Lab) ซึ่งใช้ความยั่งยืน

เป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาจิตสำนึกสาธารณะในหมู่นักเรียน โรงเรียนเชื่อว่าการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจะช่วยปลูกฝังความรับผิดชอบและหน้าที่พลเมืองให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น เตรียมพร้อมนักเรียนไม่เพียงแต่เพื่อความสำเร็จทางวิชาการเท่านั้น แต่ยังเพื่อการมีส่วนร่วมที่มีความหมายต่อสังคมอีกด้วย

ทั้งนี้ ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว คือ การใช้พื้นที่ของโรงเรียนและชุมชนรอบโรงเรียนเป็นโจทย์จริง เพื่อให้นักเรียนนำกรอบแนวคิด Design Thinking มาประยุกต์ใช้ในการระบุปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ของโรงเรียนและชุมชนโดยรอบ พร้อมทั้งคิดค้นวิธีแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์ และสร้างต้นแบบสำหรับแนวคิดของพวกเขา

เป้าหมายของโครงการศึกษาวิจัย คือ การประเมินว่านักเรียนระดับมัธยมศึกษา สามารถนำทักษะ 4Cs ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงทักษะเหล่านี้อย่างเป็นรูปธรรม การออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นหลักโดยใช้กรอบแนวคิด Design Thinking จะช่วยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้จากการลงมือทำ ซึ่งจะส่งเสริมทั้งความเป็นอิสระและการทำงานร่วมกันในการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เป็นนวัตกรรมใหม่ๆ

เพื่อให้มั่นใจว่าโครงการนี้จะส่งผลกระทบไปไกลกว่าการนำร่อง โมเดลที่พัฒนาขึ้นที่โรงเรียนฮั่วเคี้ยววิทยาลัย จะทำหน้าที่เป็นต้นแบบสำหรับการขยายระดับประเทศ โดยการปรับปรุงกระบวนการ และการประเมินในระหว่างขั้นตอนนำร่อง โครงการนี้มุ่งหวังที่จะพัฒนาโมเดลที่สามารถขยายและปรับใช้ได้กับโรงเรียนในประเทศไทย ผ่านความร่วมมือกับกระทรวงศึกษาธิการ และพื้นที่นวัตกรรมการศึกษา เพื่อให้โรงเรียนในภูมิภาคต่าง ๆ สามารถนำกรอบการทำงานนี้ไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง ช่วยแก้ปัญหาความท้าทายของคะแนน PISA ของประเทศไทย ในขณะเดียวกันก็ส่งเสริมการพัฒนาแนวคิดด้านความยั่งยืนและทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ทั่วประเทศ

โดยสรุป โครงการนี้จึงไม่เพียงตอบสนองความต้องการทางการศึกษาของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในประเทศไทย แต่ยังเป็นการวางแผนที่ชัดเจนสำหรับการขยายการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ทั่วประเทศ ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว ซึ่งมีรากฐานมาจาก Design Thinking เป็นเครื่องมือที่ทรงพลังในการปลูกฝังจิตสำนึกสาธารณะและพัฒนาทักษะที่จำเป็นเพื่อความสามารถในการแข่งขันในระดับโลก

2. วัตถุประสงค์

2.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

2.1.1 เพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (4Cs) ในกลุ่มนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยการให้พวกเขามีส่วนร่วมในการเรียนรู้ผ่านการลงมือทำตามกระบวนการ Design Thinking

2.1.2 เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีสำนึกรับผิดชอบต่อสังคม และความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมผ่านกิจกรรม Green Transformation Challenge

2.1.3 เพื่อพัฒนาให้นักเรียน สามารถนำแนวทางแก้ไขที่สร้างสรรค์ ไปใช้กับความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อมในโลกแห่งความเป็นจริง

2.2 ตัวชี้วัดผลลัพธ์

2.2.1 จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมโครงการ อย่างน้อยร้อยละ 50 มีระดับการพัฒนาของทักษะ 4Cs สูงขึ้น หลังการเข้าร่วมโครงการฯ

2.2.2 จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมโครงการ อย่างน้อยร้อยละ 50 มีระดับความรู้ในด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนสูงขึ้น หลังการเข้าร่วมโครงการฯ

2.2.3 จำนวนโครงการ Green Transformation ที่นำเสนอโดยนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมโครงการ ซึ่งได้รับการคัดเลือกไปสู่การดำเนินงาน จำนวนอย่างน้อย 5 โครงการ

3. เป้าหมาย/ผลผลิต/ผลสัมฤทธิ์ที่เกิดในวงกว้าง

มีรูปแบบ/แผนการจัดการเรียนรู้ ที่สามารถขยายและปรับใช้ได้ในระดับประเทศ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งวัดผลได้จากจำนวนโรงเรียนที่นำ Green Innovation Lab และกรอบแนวคิด Design Thinking ไปใช้ภายในระยะเวลา 2 ปีแรก อย่างน้อย 10 โรงเรียน

4. กลุ่มเป้าหมายที่ได้รับประโยชน์

4.1 กลุ่มเป้าหมายหลัก ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ในกลุ่มนำร่อง (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง 3) จำนวน 100 คน

4.2 กลุ่มเป้าหมายรอง ได้แก่ ครูระดับชั้นมัธยมศึกษา ในกลุ่มนำร่อง จำนวน 10 คน

5. พื้นที่ดำเนินงาน

โรงเรียนฮั่วเคี้ยววิทยาลัย ขอนแก่น

ตั้งอยู่เลขที่ 191 ถนนศรีจันทร์ อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

6. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) ในรูปแบบการวิจัยผลิตภัณฑ์ (Product research) (Richey & Klein, 2007) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ กระบวนการออกแบบ (Design process) กระบวนการพัฒนา (Development process) และกระบวนการประเมิน (Evaluation process) ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการรายละเอียด ดังนี้

6.1 กระบวนการออกแบบ (Design Process) ประกอบด้วย

6.1.1 การจัดตั้งทีมและการมอบหมายบทบาท

1) จัดตั้งทีมโครงการที่ประกอบด้วยครู ผู้บริหารโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญ และสมาชิกในชุมชน

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

2) มอบหมายบทบาทเฉพาะ เช่น ผู้อำนวยความสะดวกในการดำเนินโครงการ ผู้นำการจัดกิจกรรมเชิงปฏิบัติการ และผู้ประเมินผล

6.1.2 กิจกรรมการพัฒนาเกณฑ์การประเมินทักษะ 4Cs

1) ออกแบบเกณฑ์การประเมินทักษะ 4Cs เพื่อวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน รวมถึงตัวชี้วัดสำหรับการประเมินก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ

6.2 กระบวนการพัฒนา (Development Process) ประกอบด้วย

6.2.1 การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน สำหรับการฝึกอบรมครูและนักเรียน

1) การแนะนำเกี่ยวกับ Design Thinking และ Green Transformation

1.1) จัดหลักสูตรแนะนำ เพื่อให้ครูและนักเรียนเข้าใจพื้นฐานของ Design Thinking ความสำคัญของ Green Transformation ในการแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม โดยหลักสูตรนี้จะครอบคลุมถึงขั้นตอนสำคัญของ Design Thinking และอธิบายถึงความสำคัญและวิธีการนำโครงการ Green Transformation ไปสู่การแก้ไขปัญหาด้านความยั่งยืนในโรงเรียนและชุมชน

1.2) ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ถึงความสอดคล้องระหว่างสองกรอบแนวคิดนี้ ในการช่วยแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ผ่านวิธีการที่สร้างสรรค์และการทำงานร่วมกัน

2) การเรียนรู้ด้วยตนเองทางออนไลน์เกี่ยวกับ Design Thinking

2.1) ผู้เรียนจะเข้าเรียนหลักสูตรการศึกษาแบบเรียนรู้ด้วยตนเอง (Online Course) ที่เจาะลึกกระบวนการ Design Thinking

2.2) หลักสูตรออนไลน์นี้ จะประกอบด้วยเนื้อหาแบบ วิดีโอ และแบบทดสอบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตามความเร็วของตนเอง โดยจะเน้นการประยุกต์ใช้ Design Thinking ในการศึกษาและโครงการด้านสิ่งแวดล้อม

3) การสำรวจโครงการ Green Transformation ด้วย Generative AI

3.1) ผู้เรียนจะได้สำรวจและเรียนรู้โครงการ Green Transformation จากแหล่งต่าง ๆ ด้วย Generative AI เพื่อช่วยในการสร้างแนวคิด โดยนำเสนอวิธีแก้ไขที่สร้างสรรค์ การแสดงผลภาพ และนวัตกรรมที่เป็นไปได้ ซึ่งสามารถช่วยเติมแนวคิดให้กับกระบวนการ Design Thinking ของผู้เรียน

4) การจัดกิจกรรมเชิงปฏิบัติการ

สำนักงานเลขาธิการ กองทุนพัฒนาการศึกษา

4.1) ผู้เรียนจะเข้าร่วม กิจกรรมเชิงปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว ทั้งในสถานที่หรือทางออนไลน์ เพื่อทำงานร่วมกันในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ กับสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริง

4.2) กิจกรรมเชิงปฏิบัติการนี้ จะช่วยให้ผู้เรียนเตรียมความพร้อมสำหรับ Green Transformation Challenge โดยมีกิจกรรมที่มุ่งเน้นการระบุปัญหา ระดมความคิด และสร้างต้นแบบเบื้องต้น

6.2.2 การจัดกิจกรรมเชิงปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว

1) การทำความเข้าใจและกำหนดปัญหา (Empathize and Define Stages)

1.1) แนะนำให้ผู้เรียนระบุประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมสำคัญ ในโรงเรียนหรือชุมชน (เช่น การจัดการขยะ การอนุรักษ์พลังงาน)

1.2) สนับสนุนให้นักเรียนทำการสัมภาษณ์ วิจัย และสำรวจข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจความท้าทายจากหลายมุมมอง

2) การระดมความคิดและการสร้างต้นแบบ (Ideation and Prototyping Stages)

2.1) ให้ผู้เรียนระดมความคิด เพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้ระบุไว้

2.2) สนับสนุนผู้เรียนในการพัฒนาต้นแบบ (ทั้งรูปแบบทางกายภาพหรือดิจิทัล) ที่แสดงถึงวิธีแก้ปัญหาที่นำเสนอ

3) การทดสอบและการปรับปรุงแก้ไข (Testing and Refinement)

3.1) ให้ผู้เรียนทดสอบต้นแบบของพวกเขาภายในโรงเรียนหรือชุมชน และรวบรวมข้อเสนอแนะ

3.2) จัดการอภิปรายกลุ่ม เพื่อปรับปรุงแนวทางแก้ไขของพวกเขาโดยอิงจากข้อมูลและข้อเสนอแนะที่ได้รับในโลกแห่งความเป็นจริง

6.2.3 การนำเสนอและคัดเลือกผลงาน

1) การนำเสนอและการสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับโครงการ

1.1) จัดวันนำเสนอผลงานโครงการให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มแสดงโครงการ Green Transformation ของพวกเขาให้เพื่อนร่วมชั้น ครู และสมาชิกในชุมชน

1.2) ให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับ โดยมุ่งเน้นไปที่ทักษะ 4Cs และวิธีที่พวกเขานำมาใช้ในระหว่างการทำโครงการ

2) การดำเนินโครงการ Green Transformation

สำนักงานเลขาธิการ กองทุนพัฒนาเทคนิคเพื่อการศึกษา

2.1) คัดเลือกโครงการ Green Transformation โครงการที่เสนอโดยกลุ่มผู้เรียน เช่น โครงการรีไซเคิล ระบบประหยัดน้ำ หรือโครงการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติและติดตามผล

6.3 กระบวนการประเมิน (Evaluation Process) ประกอบด้วย

6.3.1 การประเมินทักษะ 4Cs ก่อนและหลังโครงการ

1) ใช้เกณฑ์การประเมินทักษะ 4Cs เพื่อวัดการพัฒนาของผู้เรียนในด้านการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกันก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ

6.3.2 การทดสอบความรู้ด้านความยั่งยืน

1) ประเมินความรู้ของผู้เรียนเกี่ยวกับความยั่งยืน ความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและจิตสำนึกสาธารณะ ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ

6.3.3 การประเมินโครงการ Green Transformation

1) ทบทวนผลลัพธ์ของโครงการ Green Transformation ที่ผู้เรียนเป็นผู้นำ โดยมุ่งเน้นที่ผลกระทบต่อโรงเรียนหรือชุมชน

2) รวบรวมข้อเสนอแนะจากผู้เรียน ครู และสมาชิกในชุมชน เพื่อปรับปรุง

6.3.4 การขยายผลในวงกว้าง

1) การจัดทำเอกสารและสรุปแผนการจัดการเรียนรู้

1.1) จัดทำเอกสารของโครงการทั้งหมด รวมถึงกระบวนการ Design Thinking ผลลัพธ์ของโครงการ และบทเรียนที่ได้รับ

1.2) สรุปแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้โรงเรียนอื่น ๆ สามารถนำไปใช้ได้ โดยผนวกกรอบการทำงานของ Green Innovation Lab และการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

2) การขยายไปยังโรงเรียนอื่น ๆ

2.1) ประชาสัมพันธ์ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อาทิ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พื้นที่นวัตกรรมการศึกษา หรือ กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อส่งเสริมการขยาย Green Innovation Lab ไปยังโรงเรียนอื่น ๆ

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การดำเนินโครงการวิจัยด้านกระบวนการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว คาดว่าจะก่อให้เกิดประโยชน์ในเชิงวิชาการ เชิงการจัดการเรียนรู้ และเชิงระบบการศึกษาในหลายมิติ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนพัฒนาการศึกษาเพื่อการศึกษา

7.1 ประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียน

ผู้เรียนที่เข้าร่วมโครงการจะได้รับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ได้แก่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน อย่างเป็นรูปธรรม ผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงตามกรอบแนวคิด Design Thinking ตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหา การกำหนดประเด็น การระดมความคิด การสร้างต้นแบบ และการทดสอบแนวทางแก้ไขปัญหาในบริบทจริง

นอกจากนี้ ผู้เรียนยังได้รับการส่งเสริมให้เกิดจิตสำนึกด้านความรับผิดชอบต่อสังคมและความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม จากการใช้พื้นที่ของโรงเรียนและชุมชนเป็นแหล่งเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (Living Lab) ซึ่งช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีความตระหนักรู้ในบทบาทของตนเองในฐานะพลเมืองที่สามารถมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาสาธารณะได้อย่างสร้างสรรค์และมีความหมาย

7.2 ประโยชน์ที่เกิดกับครูผู้สอนและกระบวนการจัดการเรียนรู้

ครูผู้สอนและบุคลากรทางการศึกษาจะได้รับแนวทางและรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เป็นระบบและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง ในการออกแบบการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ผสานกับกระบวนการ Design Thinking และการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning)

นอกจากนี้ โครงการวิจัยนี้ ยังได้พัฒนาเกณฑ์การประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ที่ชัดเจน ครอบคลุม และผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินเพื่อพัฒนา (Assessment for Learning) ช่วยให้ครูสามารถติดตาม วิเคราะห์ และสะท้อนผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างเป็นระบบ และนำผลที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

7.3 ประโยชน์ที่เกิดกับสถานศึกษาและระบบการศึกษา

สถานศึกษาจะได้รับรูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ผ่านห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว ซึ่งเป็นรูปแบบที่สามารถปรับใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและชุมชนได้ โดยเชื่อมโยงการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้ากับประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน อันเป็นประเด็นสำคัญของการพัฒนาประเทศในระยะยาว

ในระดับระบบการศึกษา ผลการดำเนินโครงการสามารถใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนานโยบายและแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นสมรรถนะของผู้เรียน ช่วยสนับสนุนการยกระดับคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐานและตอบสนองต่อความท้าทายด้านผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของประเทศในบริบทการเปลี่ยนแปลงของโลกยุคใหม่

7.4 ประโยชน์เชิงวิชาการและการขยายผลในวงกว้าง

โครงการวิจัยนี้จะก่อให้เกิดองค์ความรู้เชิงกระบวนการเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนรู้เชิงนวัตกรรมในบริบทของโรงเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) และการวิจัยในชั้นเรียนในอนาคต

ทั้งนี้ รูปแบบห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียวที่พัฒนาขึ้นยังมีศักยภาพในการขยายผลไปยังสถานศึกษาอื่นในระดับภูมิภาคและระดับประเทศ ผ่านความร่วมมือกับหน่วยงานด้านการศึกษา เพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และแนวคิดด้านความยั่งยืนให้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบในวงกว้าง

8. นิยามศัพท์

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการอ่านและตีความรายงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย ดังต่อไปนี้

8.1 ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs)

หมายถึง ทักษะสำคัญที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการทำงานในศตวรรษที่ 21 ซึ่งการวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาและประเมินทักษะ 4 ด้าน ได้แก่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) การสื่อสาร (Communication) การทำงานร่วมกัน (Collaboration) และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) โดยกำหนดความหมายเชิงปฏิบัติการและระดับสมรรถนะของทักษะดังกล่าว ดังนี้

1) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการตั้งคำถามและกำหนดกรอบปัญหา วิเคราะห์และประเมินข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ใช้เหตุผลจากหลักฐาน และสังเคราะห์แนวคิดเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจหรือการแก้ไขปัญหาอย่างมีเหตุผล โดยจำแนกระดับสมรรถนะของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

1.1) ระดับเริ่มต้น หมายถึง ผู้เรียนตั้งคำถามหรือพิจารณาปัญหาอย่างผิวเผิน ขาดการวิเคราะห์ข้อมูลและการใช้เหตุผลจากหลักฐานอย่างเป็นระบบ

1.2) ระดับพอใช้ หมายถึง ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามเพื่อทำความเข้าใจปัญหาและวิเคราะห์ข้อมูลได้บางส่วน แต่การเชื่อมโยงเหตุผลและหลักฐานยังไม่ชัดเจน

1.3) ระดับดี หมายถึง ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามที่ชัดเจน วิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ และใช้เหตุผลสนับสนุนข้อสรุปได้อย่างเหมาะสม

1.4) ระดับดีเลิศ หมายถึง ผู้เรียนสามารถสังเคราะห์ข้อมูลจากหลายแหล่ง ปรับกรอบแนวคิด และใช้เหตุผลจากหลักฐานอย่างเป็นระบบในการแก้ไขปัญหาในมุมมองที่กว้างขึ้น

2) การสื่อสาร (Communication) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการถ่ายทอดความคิด แนวคิด และข้อมูลได้อย่างชัดเจน เหมาะสมกับบริบทและกลุ่มเป้าหมาย รวมถึงการรับฟังและโต้ตอบอย่างมีประสิทธิภาพ โดยจำแนกระดับสมรรถนะของทักษะการสื่อสาร ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

1.1) ระดับเริ่มต้น หมายถึง ผู้เรียนสื่อสารได้ไม่ชัดเจน ขาดโครงสร้าง และไม่คำนึงถึงผู้รับสาร

1.2) ระดับพอใช้ หมายถึง ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดข้อมูลได้ในระดับหนึ่ง แต่การสื่อสารยังไม่ต่อเนื่องหรือไม่เหมาะสมกับบริบทบางประการ

1.3) ระดับดี หมายถึง ผู้เรียนสามารถสื่อสารความคิดได้อย่างชัดเจน มีโครงสร้าง และเลือกใช้รูปแบบการสื่อสารได้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย

1.4) ระดับดีเลิศ หมายถึง ผู้เรียนสามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ สร้างความเข้าใจร่วมกัน และมีปฏิสัมพันธ์เชิงสร้างสรรค์กับผู้อื่น

3) การทำงานร่วมกัน (Collaboration) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความรับผิดชอบ เคารพความคิดเห็นที่หลากหลาย และร่วมกันบรรลุเป้าหมายของกลุ่ม ทั้งนี้ในงานวิจัยร่ ได้แจกแจงระดับสมรรถนะของทักษะการทำงานร่วมกัน ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

3.1) ระดับเริ่มต้น หมายถึง ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่มอย่างจำกัด และยังไม่แสดงความรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่

3.2) ระดับพอใช้ หมายถึง ผู้เรียนเริ่มมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม แต่ยังต้องอาศัยการชี้นำจากผู้อื่น และยังไม่สามารถจัดการความแตกต่างของความคิดเห็นได้ดี

3.3) ระดับดี หมายถึง ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างเหมาะสม มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ และร่วมแก้ไขปัญหาภายในกลุ่มได้

3.4) ระดับดีเลิศ หมายถึง ผู้เรียนมีบทบาทเชิงรุกในการทำงานเป็นทีม สนับสนุนสมาชิกกลุ่ม และสามารถจัดการความขัดแย้งอย่างสร้างสรรค์

4) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการคิดริเริ่มแนวคิดใหม่ การเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย และการพัฒนาแนวคิดให้เหมาะสมกับบริบท โดยได้จำแนกระดับสมรรถนะของทักษะความคิดสร้างสรรค์ ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

4.1) ระดับเริ่มต้น หมายถึง ผู้เรียนเสนอแนวคิดตามแบบอย่างเดิม ขาดความแปลกใหม่และการต่อยอดแนวคิด

4.2) ระดับพอใช้ หมายถึง ผู้เรียนสามารถเสนอแนวคิดใหม่ได้บ้าง แต่ยังขาดความหลากหลายหรือความยืดหยุ่นทางความคิด

4.3) ระดับดี หมายถึง ผู้เรียนสามารถเสนอแนวคิดที่หลากหลายและเหมาะสมกับปัญหาพร้อมทั้งพัฒนาแนวคิดให้ชัดเจน

4.4) ระดับดีเลิศ หมายถึง ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์แนวคิดที่แปลกใหม่ มีความยืดหยุ่นทางความคิด และต่อยอดแนวคิดไปสู่การแก้ไขปัญหาหรือการสร้างนวัตกรรมได้อย่างเป็นระบบ

8.2 Design Thinking

หมายถึง กระบวนการคิดเชิงออกแบบที่เน้นมนุษย์เป็นศูนย์กลาง (Human-Centered Design) ซึ่งมุ่งให้ความสำคัญกับความต้องการ ปัญหา และบริบทของผู้ใช้หรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเป็นหลัก โดยกระบวนการ

ดังกล่าวประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การเข้าใจปัญหา (Empathize) การกำหนดปัญหา (Define) การสร้างแนวคิด (Ideate) การสร้างต้นแบบ (Prototype) และการทดสอบ (Test) ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีลักษณะเป็นวงจร สามารถปรับย้อนกลับไปมาได้ตามผลการเรียนรู้และข้อค้นพบที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงาน

ในการวิจัยนี้ Design Thinking ถูกนำมาใช้เป็นกรอบแนวคิดหลักในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านการเรียนรู้จากปัญหาจริง ฝึกการคิดอย่างเป็นระบบ การทำงานร่วมกัน และการสร้างแนวทางแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในบริบทที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง

8.3 ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว (Green Innovation Lab)

หมายถึง พื้นที่การเรียนรู้เชิงปฏิบัติที่ออกแบบขึ้นเพื่อใช้บริบทของโรงเรียนเป็นฐานการเรียนรู้ (Context-Based Learning) โดยมุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการสำรวจ วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนในชีวิตจริง

ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว ทำหน้าที่เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการลงมือปฏิบัติ การทดลองแนวคิด และการสร้างต้นแบบนวัตกรรม โดยประยุกต์ใช้กระบวนการ Design Thinking เป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาแนวคิดและโครงการ Green Transformation ที่สามารถนำไปใช้ได้จริง ทั้งในระดับโรงเรียนและชุมชน พร้อมทั้งส่งเสริมจิตสำนึกสาธารณะและความรับผิดชอบต่อสังคมของผู้เรียน

8.4 การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาจริงหรือสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ โดยมุ่งให้ผู้เรียนเป็นผู้แสวงหาความรู้ด้วยตนเองผ่านการตั้งคำถาม การค้นคว้า การอภิปราย และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อพัฒนาแนวทางการแก้ไขปัญหาอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ

ในการวิจัยนี้ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานถูกนำมาใช้เป็นแนวทางสำคัญในการออกแบบกิจกรรมห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกันควบคู่ไปกับการเรียนรู้เนื้อหา และการประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทจริง

8.5 การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning)

หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผสานการเรียนรู้แบบเผชิญหน้าในชั้นเรียน (Face-to-Face Learning) เข้ากับการเรียนรู้ผ่านสื่อดิจิทัลหรือการเรียนรู้ออนไลน์อย่างเป็นระบบ โดยมุ่งสร้างความยืดหยุ่นในการเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตามศักยภาพ ความพร้อม และความสนใจของตนเอง

ในการวิจัยนี้ การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานถูกนำมาใช้เพื่อสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ตลอดโครงการ ตั้งแต่การปูพื้นความรู้ การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเตรียมความพร้อมก่อนกิจกรรมเชิงปฏิบัติการ ไปจนถึงการสะท้อนผลการเรียนรู้ โดยมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) และเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมในห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว

9. กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ผ่านห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว เพื่อเสริมสร้างทักษะแห่งศตวรรษ 21 ใช้กรอบแนวคิดการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) ซึ่งมุ่งเน้นการออกแบบ พัฒนา ทดลองใช้ และประเมินผลกระบวนการจัดการเรียนรู้จากหลักฐานเชิงแนวคิดและการดำเนินงานจริง เพื่อให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้จริง และมีศักยภาพในการขยายผลในบริบทสถานศึกษาอื่น

กรอบแนวคิดการวิจัยในครั้งนี้ พัฒนาขึ้นจากการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์กรอบแนวคิด มาตรฐาน และรายงานเชิงนโยบายด้านการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 จากแหล่งข้อมูลและหน่วยงานทั้งในระดับนานาชาติและระดับประเทศ อาทิ Partnership for 21st Century Learning (P21), EdLeader21, Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), Cambridge Assessment และรายงาน Future of Jobs ของ World Economic Forum (WEF) เพื่อนำมาใช้เป็นฐานเชิงหลักฐานในการกำหนดสมรรถนะ แนวทางการจัดการเรียนรู้ และการพัฒนาเครื่องมือวิจัยที่สอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาการศึกษาในปัจจุบัน

กรอบแนวคิดการวิจัยประกอบด้วย 3 กระบวนการหลักที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ ได้แก่ กระบวนการออกแบบ (Design Process) กระบวนการพัฒนา (Development Process) และ กระบวนการประเมินผล (Evaluation Process) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

9.1 กระบวนการออกแบบ (Design Process)

กระบวนการออกแบบมุ่งเน้นการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์กรอบแนวคิดและมาตรฐานด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 จากแหล่งข้อมูลเชิงวิชาการและเชิงนโยบายทั้งในระดับนานาชาติและระดับประเทศ เพื่อใช้เป็นฐานในการกำหนดกรอบสมรรถนะและทิศทางการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ โดยไม่ได้มุ่งเน้นการวิเคราะห์บริบทเชิงพื้นที่ของโรงเรียนหรือชุมชนเป็นรายกรณี

9.2 กระบวนการพัฒนา (Development Process)

กระบวนการพัฒนามุ่งเน้นการนำกรอบสมรรถนะและผลลัพธ์จากกระบวนการออกแบบมาใช้ในการพัฒนาเป็นเครื่องมือและรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในสถานศึกษา โดยอาศัยกระบวนการ Design Thinking ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว (Green Innovation Lab) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) และการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) เป็นกลไกหลักในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งครอบคลุมการนำรูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานและกิจกรรมเชิงปฏิบัติการไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

ผลลัพธ์จากกระบวนการพัฒนา ได้แก่

1) (ร่าง) รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานและกิจกรรมเชิงปฏิบัติการ ซึ่งใช้เป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดระยะเวลาโครงการ

2) แบบทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนของผู้เรียน ซึ่งพัฒนาขึ้นตามกรอบแนวคิดและสมรรถนะที่กำหนดไว้ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ

9.3 กระบวนการประเมินผล (Evaluation Process)

กระบวนการประเมินผล ครอบคลุมการประเมินผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการในหลายมิติ โดยเน้นการประเมินทั้งผลลัพธ์ด้านผู้เรียน ผลงานที่เกิดขึ้น และความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

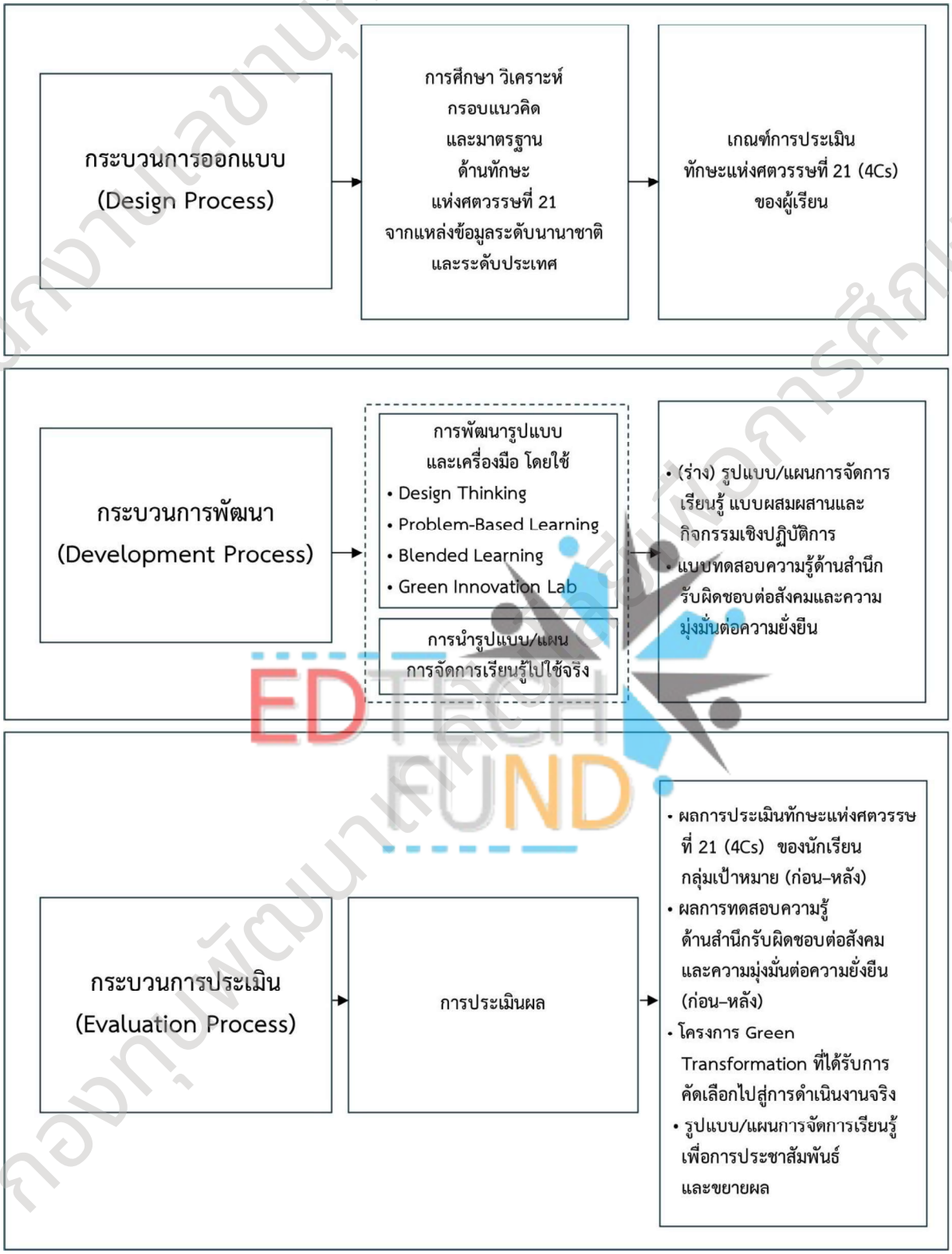
ผลลัพธ์จากกระบวนการประเมินผล ประกอบด้วย

1) ผลการประเมินนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผลการประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) และผลการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนของผู้เรียน ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ

2) โครงการ Green Transformation ที่นำเสนอโดยนักเรียนกลุ่มเป้าหมายและได้รับการคัดเลือกเพื่อนำไปสู่การดำเนินงานจริง และ

3) รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินและสรุปผล เพื่อใช้ในการประชาสัมพันธ์และขยายผลไปยังสถานศึกษาอื่น

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
EDTECH FUND



ภาพที่ 1.1 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยทางการศึกษาที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนในมิติของสมรรถนะและความรู้เชิงบูรณาการจำเป็นต้องอาศัยกรอบแนวคิดและทฤษฎีที่มีความชัดเจนและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย เนื้อหาสาระที่นำเสนอในบทที่ 2 นี้ จึงจัดทำขึ้นเพื่อทบทวนและสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนรู้เชิงรุก และการเรียนรู้เพื่อความยั่งยืน อันเป็นฐานสำคัญในการออกแบบกระบวนการวิจัย เครื่องมือ และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในโครงการวิจัยนี้

ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของโลกในศตวรรษที่ 21 ระบบการศึกษาไม่ได้มีบทบาทเพียงในการถ่ายทอดความรู้เชิงเนื้อหาเท่านั้น หากแต่ต้องมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต การทำงาน และการเป็นพลเมืองที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม องค์กรระหว่างประเทศหลายแห่งได้ชี้ให้เห็นตรงกันว่าการศึกษาในยุคปัจจุบันจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะการคิด การสื่อสาร และการทำงานร่วมกันควบคู่ไปกับความรู้เชิงวิชาการ (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2018; World Economic Forum [WEF], 2020)

แนวคิดเรื่องทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะกรอบทักษะ 4Cs ซึ่งประกอบด้วย การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในระดับนานาชาติว่าเป็นกรอบสมรรถนะหลักที่ควรถูกบูรณาการเข้าสู่การจัดการเรียนรู้ในทุกระดับการศึกษา (Partnership for 21st Century Learning [P21], 2019; OECD, 2018)

ขณะเดียวกัน งานวิจัยด้านการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนให้เกิดขึ้นอย่างแท้จริงจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการมีส่วนร่วม การคิดวิเคราะห์ และการลงมือปฏิบัติ แนวคิดการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) และการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) จึงถูกนำเสนอเป็นกรอบการจัดการเรียนรู้ที่มีศักยภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้เชิงสมรรถนะ และได้รับการนำไปใช้ในบริบทการศึกษาหลากหลายระดับ (Bonwell & Eison, 1991; Graham, 2006; OECD, 2018)

นอกจากนี้ ประเด็นด้านความยั่งยืนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้กลายเป็นความท้าทายสำคัญของสังคมโลกในปัจจุบัน แนวคิด Green Transformation และการเรียนรู้เกี่ยวกับคาร์บอนฟุตพริ้นต์ (Carbon Footprint) จึงมีบทบาทสำคัญในการปลูกฝังความรู้ ความตระหนัก และความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมให้แก่ผู้เรียน โดยเฉพาะในกรอบของการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Education for Sustainable Development: ESD) ซึ่งเน้นการบูรณาการความรู้ ทักษะ และค่านิยมเข้าด้วยกัน (Intergovernmental Panel on Climate

Change [IPCC], 2021; OECD, 2021; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2017)

ท้ายที่สุด การวิจัยที่มุ่งเน้นการพัฒนาสมรรถนะจำเป็นต้องใช้แนวทางการประเมินที่สามารถสะท้อนพฤติกรรมและศักยภาพของผู้เรียนได้อย่างรอบด้าน การประเมินสมรรถนะด้วยเกณฑ์การประเมินแบบรูบริก (Rubric) จึงถูกนำเสนอเป็นเครื่องมือสำคัญที่สอดคล้องกับการวัดผลการเรียนรู้เชิงสมรรถนะ และได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในงานวิจัยทางการศึกษา (Andrade, 2005; Brookhart, 2013)

1. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs)

แนวคิดเรื่องทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (21st-Century Skills) ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของบริบทโลกในด้านเศรษฐกิจ สังคม เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อบทบาทของระบบการศึกษาในการเตรียมผู้เรียนให้สามารถดำรงชีวิตและทำงานได้อย่างมีคุณภาพในสังคมร่วมสมัย องค์กรระหว่างประเทศหลายแห่งได้เสนอกรอบแนวคิดเกี่ยวกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะที่มากกว่าความรู้เชิงเนื้อหา และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างเหมาะสม (OECD, 2018; WEF, 2020)

กรอบทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่ได้รับการอ้างอิงอย่างแพร่หลายในแวดวงการศึกษา คือ กรอบทักษะที่เสนอโดย Partnership for 21st Century Learning ซึ่งเน้นการบูรณาการทักษะด้านการคิด การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน เข้ากับการเรียนรู้เชิงวิชาการ โดยมองว่าทักษะเหล่านี้เป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิตและปรับตัวต่อความเปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Partnership for 21st Century Learning [P21], 2019)

ในบริบทของการศึกษาขั้นพื้นฐาน การนำกรอบทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 มาใช้ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการกำหนดเป็นเป้าหมายเชิงนโยบายเท่านั้น หากแต่จำเป็นต้องแปลงกรอบแนวคิดดังกล่าวให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ กระบวนการเรียนการสอน และการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเป็นรูปธรรม งานวิจัยจำนวนมากชี้ให้เห็นว่าการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 จะเกิดผลอย่างแท้จริงเมื่อผู้เรียนได้รับโอกาสในการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิด วิเคราะห์ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการทำงานร่วมกันในบริบทที่มีความหมาย (OECD, 2018; Trilling & Fadel, 2009)

ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยฉบับนี้จึงเลือกใช้กรอบทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นฐานในการออกแบบการจัดการเรียนรู้และการประเมินผล โดยมุ่งเน้นทักษะสำคัญที่สามารถสะท้อนสมรรถนะของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน และสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาผู้เรียนในยุคปัจจุบัน

1.1 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ถือเป็นทักษะพื้นฐานที่มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้และการแก้ไขปัญหาในศตวรรษที่ 21 โดยหมายถึงความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล พิจารณาหลักฐาน ตั้งคำถามอย่างมีเหตุผล และตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลที่เชื่อถือได้ มากกว่าการยอมรับข้อมูลหรือข้อสรุปโดยปราศจากการไตร่ตรอง (Facione, 2015)

กรอบแนวคิดด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ได้รับการอ้างอิงอย่างแพร่หลาย ชี้ให้เห็นว่าการคิดเชิงวิพากษ์ไม่ได้เป็นเพียงทักษะทางสติปัญญาเท่านั้น แต่ยังเกี่ยวข้องกับทัศนคติและพฤติกรรมของผู้เรียนในการเปิดรับมุมมองที่หลากหลาย การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล และการสะท้อนคิดต่อผลลัพธ์ของการตัดสินใจของตนเอง (Ennis, 2011; Facione, 2015)

ในบริบทของการจัดการเรียนรู้ การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณจำเป็นต้องอาศัยกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน และต้องใช้การวิเคราะห์เชิงเหตุผลในการหาคำตอบ งานวิจัยทางการศึกษาพบว่าแนวทางการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การเรียนรู้ผ่านปัญหา และการทำงานเป็นกลุ่ม มีส่วนช่วยส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ (Bonwell & Eison, 1991; OECD, 2018)

สำหรับงานวิจัยนี้ การคิดอย่างมีวิจารณญาณถูกกำหนดเป็นหนึ่งในสมรรถนะหลักที่ต้องการพัฒนา โดยเชื่อมโยงทักษะดังกล่าวเข้ากับบริบทของการเรียนรู้ด้านความยั่งยืน ผู้เรียนได้รับการออกแบบกิจกรรมให้ต้องวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลกระทบของกิจกรรมมนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อม พิจารณาทางเลือกในการลดคาร์บอนฟุตพรินต์ และตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนหรือชุมชน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นพลเมืองที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม (UNESCO, 2017; OECD, 2021)

1.2 ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)

ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) เป็นหนึ่งในทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถเผชิญกับปัญหาและความท้าทายที่มีความซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ความคิดสร้างสรรค์มิได้หมายถึงเพียงความสามารถในการสร้างสิ่งใหม่ในเชิงศิลปะหรือจินตนาการเท่านั้น หากแต่ครอบคลุมถึงความสามารถในการคิดอย่างยืดหยุ่น การมองปัญหาจากหลากหลายมุมมอง และการพัฒนาแนวทางหรือวิธีการใหม่ในการแก้ไขปัญหาอย่างเหมาะสมกับบริบท (Runco, 2014)

กรอบแนวคิดด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของ Partnership for 21st Century Learning ได้ให้ความสำคัญกับความคิดสร้างสรรค์ในฐานะสมรรถนะหลักที่ต้องพัฒนาอย่างเป็นระบบ โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างและพัฒนาแนวคิดใหม่ ปรับปรุงแนวคิดเดิม และนำความคิดเหล่านั้นไปใช้ในการสร้างคุณค่าให้กับตนเองและสังคม (Partnership for 21st Century Learning [P21], 2019) ขณะเดียวกัน องค์กรเพื่อความร่วมมือทาง

เศรษฐกิจและการพัฒนาได้ชี้ให้เห็นว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นสมรรถนะที่มีความเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดกับการเรียนรู้เชิงลึก และเป็นปัจจัยสำคัญในการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมต่อโลกการทำงานในอนาคต (OECD, 2018)

ในมุมมองเชิงการศึกษา ความคิดสร้างสรรค์ไม่ได้เกิดขึ้นจากความสามารถโดยกำเนิดเพียงอย่างเดียว แต่สามารถพัฒนาได้ผ่านการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดลอง คิดค้น และเรียนรู้จากความผิดพลาด งานวิจัยจำนวนมากชี้ให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการตั้งคำถามปลายเปิด การทำงานเป็นกลุ่ม และการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์จริง มีส่วนช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ (Amabile, 1996; Runco, 2014)

ผู้วิจัยเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญอย่างยิ่งในบริบทของการเรียนรู้ด้านความยั่งยืน เนื่องจากปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัญหาที่ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยแนวทางเดิมเพียงอย่างเดียว ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความสามารถในการคิดค้นแนวทางใหม่ ปรับใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างสร้างสรรค์ และพัฒนาแนวคิดที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนหรือชุมชน การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับแนวคิด Green Transformation จึงเป็นพื้นที่สำคัญในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ควบคู่ไปกับความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม (UNESCO, 2017; OECD, 2021)

สำหรับงานวิจัยนี้ ความคิดสร้างสรรค์ถูกกำหนดเป็นหนึ่งในสมรรถนะหลักที่ต้องการพัฒนา โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเสนอแนวคิดเชิงสร้างสรรค์ในการลดคาร์บอนฟุตพรินต์และการเพิ่มความยั่งยืนในบริบทใกล้ตัว การเปิดพื้นที่ให้ผู้เรียนได้ทดลองแนวคิด แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และปรับปรุงข้อเสนอของตนอย่างต่อเนื่อง เป็นกลไกสำคัญที่ผู้วิจัยใช้เพื่อส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์อย่างเป็นรูปธรรมและสอดคล้องกับกรอบทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

1.3 การสื่อสาร (Communication)

การสื่อสารเป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการถ่ายทอดความคิด ข้อมูล และเหตุผลให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน เหมาะสมกับบริบท และใช้รูปแบบการสื่อสารที่หลากหลาย ทั้งการพูด การเขียน และการใช้สื่อดิจิทัล Partnership for 21st Century Learning (2019) ระบุว่าการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพเป็นองค์ประกอบสำคัญของการทำงานร่วมกัน การมีส่วนร่วมทางสังคม และการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

งานวิจัยด้านการศึกษาแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่ได้รับการฝึกฝนทักษะการสื่อสารผ่านกิจกรรมอภิปราย การนำเสนอผลงาน และการทำงานกลุ่ม มีแนวโน้มที่จะพัฒนาความเข้าใจเชิงลึกและความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็นมากขึ้น (Trilling & Fadel, 2009) การสื่อสารยังมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้เรื่องความยั่งยืน เนื่องจากผู้เรียนจำเป็นต้องสามารถอธิบายแนวคิดเชิงซับซ้อน เช่น การลดคาร์บอนฟุตพรินต์ หรือผลกระทบของกิจกรรมมนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อม ให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเป็นระบบ

1.4 การทำงานร่วมกัน (Collaboration)

การทำงานร่วมกันหมายถึงความสามารถในการทำงานกับผู้อื่นอย่างมีเป้าหมายร่วมกัน เคารพความคิดเห็นที่แตกต่าง และร่วมกันแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ Organisation for Economic Co-operation and Development (2018) ชี้ให้เห็นว่าการทำงานร่วมกันเป็นสมรรถนะที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในสังคมยุคใหม่ ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่มักมีลักษณะซับซ้อนและต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายฝ่าย

การพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกันในผู้เรียนช่วยส่งเสริมความรับผิดชอบร่วม การแบ่งบทบาทหน้าที่ และการเรียนรู้จากผู้อื่น ทักษะนี้ยังสอดคล้องกับการเรียนรู้เชิงโครงงานและการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นทีมและแก้ไขปัญหาในสถานการณ์จริง (Johnson & Johnson, 2014)

1.5 การบูรณาการ 4Cs ในบริบทการวิจัยนี้

จากการวิเคราะห์แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่าทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะกรอบ 4Cs ไม่ควรถูกพัฒนาแยกส่วนจากการเรียนรู้เชิงเนื้อหา หากแต่ควรถูกบูรณาการเข้ากับกระบวนการเรียนรู้ที่มีความหมาย โครงการวิจัยนี้จึงนำกรอบ 4Cs มาใช้เป็นฐานในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินสมรรถนะผู้เรียน โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะดังกล่าวผ่านการเรียนรู้เชิงปฏิบัติในบริบทของ Green Transformation และ Carbon Footprint ทั้งนี้ เพื่อให้การพัฒนาสมรรถนะ 4Cs เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม สอดคล้องกับเป้าหมายการวิจัย และสามารถสะท้อนผลลัพธ์การเรียนรู้ได้อย่างมีนัยสำคัญทางวิชาการ

2. แนวคิดการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)

แนวคิดการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นกรอบแนวคิดและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา ทั้งในภาคธุรกิจ เทคโนโลยี นโยบายสาธารณะ และการศึกษา สาระสำคัญของแนวคิดนี้อยู่ที่การนำวิธีคิดแบบนักออกแบบมาใช้ในการทำความเข้าใจปัญหาและพัฒนาแนวทางแก้ไข โดยยึดมนุษย์เป็นศูนย์กลาง (Human-Centered) และให้ความสำคัญกับการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ การทดลอง และการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Brown, 2008; Razzouk & Shute, 2012)

ในบริบททางการศึกษา Design Thinking ถูกมองว่าเป็นมากกว่ากระบวนการสร้างนวัตกรรม หากแต่เป็นกรอบการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง การแก้ปัญหาเชิงซับซ้อน และการทำงานร่วมกันของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องโดยตรงกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะกรอบ 4Cs (OECD, 2018) การนำ Design Thinking มาใช้ในการจัดการเรียนรู้จึงไม่เพียงมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้ “คำตอบที่ถูกต้อง” แต่เน้นกระบวนการคิด การตั้งคำถาม และการพัฒนาวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับบริบทจริง

2.1 ความหมายและพัฒนาการของแนวคิด Design Thinking

Brown (2008) อธิบายว่า Design Thinking คือแนวทางการคิดและการทำงานที่ผสมผสานความต้องการของมนุษย์ ความเป็นไปได้ทางเทคโนโลยี และความเหมาะสมเชิงระบบหรือเชิงองค์กรเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อสร้างแนวทางแก้ไขปัญหาที่มีคุณค่าและยั่งยืน แนวคิดดังกล่าวได้รับการต่อยอดจากสถาบันด้านการออกแบบและนวัตกรรม เช่น Stanford d.school ซึ่งได้พัฒนา Design Thinking ให้เป็นกระบวนการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในหลากหลายสาขา รวมถึงการศึกษา

Razzouk และ Shute (2012) เสนอว่า Design Thinking ในบริบทการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดอย่างเป็นระบบ เปิดรับความไม่แน่นอน และเรียนรู้จากความล้มเหลว โดยเน้นการสร้างความเข้าใจเชิงลึกต่อปัญหา ก่อนที่จะพัฒนาแนวคิดและทดลองแนวทางแก้ไข แนวคิดนี้สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) ที่มองว่าผู้เรียนสร้างความรู้ผ่านประสบการณ์และการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม มากกว่าการรับความรู้จากผู้สอนเพียงฝ่ายเดียว

2.2 กระบวนการ Design Thinking และลักษณะสำคัญ

แม้จะมีการนำเสนอรูปแบบของกระบวนการ Design Thinking ที่แตกต่างกันในรายละเอียด แต่โดยทั่วไปมักอธิบายผ่านขั้นตอนหลัก 5 ขั้น ได้แก่ (1) การเข้าใจผู้ใช้หรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (Empathize) (2) การกำหนดปัญหา (Define) (3) การสร้างแนวคิด (Ideate) (4) การสร้างต้นแบบ (Prototype) และ (5) การทดสอบและปรับปรุง (Test) (Brown, 2008; Stanford University Institute of Design [d.school], 2018)

ขั้นตอน Empathize มุ่งเน้นการทำความเข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้งจากมุมมองของผู้ใช้หรือผู้ได้รับผลกระทบ ผ่านการสังเกต การตั้งคำถาม และการรับฟังประสบการณ์จริง ขั้นตอนนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในบริบทการเรียนรู้ เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความเข้าใจเชิงบริบทและความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น ซึ่งเป็นพื้นฐานของการแก้ปัญหาเชิงสังคมและสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอน Define เป็นการสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากขั้น Empathize เพื่อนำไปสู่การกำหนดปัญหาที่ชัดเจนและมีความหมาย การกำหนดปัญหาอย่างเหมาะสมช่วยให้การพัฒนาแนวทางแก้ไขในขั้นถัดไปมีทิศทางและไม่หลงประเด็น

ขั้นตอน Ideate เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ระดมความคิดอย่างอิสระ สร้างแนวคิดที่หลากหลายโดยไม่จำกัดกรอบในช่วงแรก การส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าเสนอ และยอมรับความแตกต่างของแนวคิด เป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการทำงานร่วมกัน (Partnership for 21st Century Learning [P21], 2019)

ขั้นตอน Prototype และ Test เป็นการนำแนวคิดที่ได้ไปทดลองปฏิบัติจริง ผ่านการสร้างต้นแบบและการทดสอบกับผู้ใช้หรือสถานการณ์จริง กระบวนการนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือทำ เห็นข้อจำกัด

ของแนวคิด และปรับปรุงแนวทางแก้ไขอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสะท้อนลักษณะการเรียนรู้แบบวนซ้ำ (Iterative Learning) อันเป็นหัวใจของ Design Thinking

2.3 Design Thinking กับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

งานวิจัยหลายชิ้นชี้ให้เห็นว่า Design Thinking มีศักยภาพในการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะกรอบ 4Cs อย่างเป็นรูปธรรม (Razzouk & Shute, 2012; OECD, 2018) กระบวนการคิดเชิงออกแบบช่วยส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณผ่านการวิเคราะห์ปัญหาและการประเมินแนวทางแก้ไข ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ผ่านการระดมแนวคิดและการทดลองแนวทางใหม่ ส่งเสริมการสื่อสารผ่านการนำเสนอแนวคิดและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และส่งเสริมการทำงานร่วมกันผ่านการทำงานเป็นทีมในทุกขั้นตอนของกระบวนการ

ในบริบทของการศึกษาขั้นพื้นฐาน Design Thinking ยังช่วยเปลี่ยนบทบาทของผู้เรียนจากผู้รับความรู้เป็นผู้สร้างความรู้ ผู้เรียนไม่ได้เรียนรู้เพียง “คำตอบ” แต่เรียนรู้ “วิธีคิด” และ “วิธีแก้ปัญหา” ซึ่งเป็นทักษะที่สามารถถ่ายโอนไปใช้ในบริบทอื่น ๆ ได้ในระยะยาว (Transferable Skills)

2.4 Design Thinking กับการเรียนรู้เพื่อความยั่งยืน

ประเด็นด้านความยั่งยืนและสิ่งแวดล้อมเป็นตัวอย่างของปัญหาเชิงซับซ้อน (Wicked Problems) ที่ไม่มีคำตอบตายตัว และต้องอาศัยการคิดเชิงระบบและการทำงานร่วมกันจากหลายฝ่าย Design Thinking จึงถูกนำมาใช้เป็นกรอบในการเรียนรู้เพื่อความยั่งยืน เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาในมิติต่าง ๆ และพัฒนาแนวทางแก้ไขที่เหมาะสมกับบริบทของตนเอง (UNESCO, 2017)

การเรียนรู้เรื่อง Green Transformation และ Carbon Footprint ผ่าน Design Thinking เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมเข้าด้วยกัน ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนหรือชุมชน ระดมแนวคิดเพื่อลดการปล่อยคาร์บอน และทดลองแนวทางแก้ไขในระดับที่เหมาะสม กระบวนการดังกล่าวไม่เพียงพัฒนาความรู้เชิงเนื้อหา แต่ยังส่งเสริมจิตสำนึกความรับผิดชอบต่อสังคม และการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในฐานะพลเมืองที่ตระหนักถึงความยั่งยืน

2.5 การประยุกต์ใช้ Design Thinking ในบริบทการวิจัยนี้

จากการวิเคราะห์แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยเห็นว่า Design Thinking เป็นกรอบแนวคิดที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในโครงการวิจัยนี้ เนื่องจากสอดคล้องกับเป้าหมายในการพัฒนาสมรรถนะ 4Cs และการเรียนรู้เพื่อความยั่งยืน กระบวนการคิดเชิงออกแบบถูกนำมาใช้เป็นกรอบหลักในการออกแบบกิจกรรมในห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง การทำงานร่วมกัน และการสะท้อนผลการเรียนรู้

การเลือกใช้ Design Thinking ในงานวิจัยนี้ จึงไม่ได้เป็นเพียงการนำแนวคิดที่ได้รับความนิยมมาใช้ หากแต่เป็นการเลือกกรอบการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องทั้งในเชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

และสามารถเชื่อมโยงไปสู่การออกแบบเครื่องมือวิจัย การประเมินสมรรถนะ และการวิเคราะห์ผลการวิจัยในบทต่อไปได้อย่างเป็นระบบ

3. แนวคิด Green Transformation และคาร์บอนฟุตพรินต์ (Carbon Footprint)

การเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้กลายเป็นประเด็นสำคัญระดับโลก ที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สังคม และคุณภาพชีวิตของประชากรในระยะยาว วิกฤตการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ซึ่งมีสาเหตุสำคัญมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้ผลักดันให้หลายประเทศและองค์กรระหว่างประเทศต้องทบทวนรูปแบบการพัฒนาและการดำเนินชีวิตอย่างจริงจัง เพื่อมุ่งสู่ความยั่งยืนในมิติเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม (OECD, 2021; UNESCO, 2017) แนวคิด Green Transformation จึงเกิดขึ้นในฐานะกรอบการเปลี่ยนแปลงเชิงระบบที่มุ่งปรับโครงสร้างเศรษฐกิจและสังคมไปสู่รูปแบบการพัฒนาที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และสร้างสมดุลระหว่างการพัฒนาและการอนุรักษ์ในระยะยาว (OECD, 2021)

ในบริบทของการศึกษา แนวคิด Green Transformation ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการพัฒนาเทคโนโลยีสีเขียวหรือการกำหนดนโยบายระดับประเทศเท่านั้น หากแต่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการพัฒนาความรู้ ทัศนคติ และสมรรถนะของเยาวชน ซึ่งเป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนสังคมสู่ความยั่งยืนในอนาคต การเรียนรู้เรื่อง Green Transformation จึงถูกมองว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Education for Sustainable Development: ESD) ที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจปัญหาเชิงซับซ้อนด้านสิ่งแวดล้อม คิดอย่างมีวิจารณญาณ และมีส่วนร่วมในการสร้างการเปลี่ยนแปลงเชิงบวกในระดับบุคคล ชุมชน และสังคม (UNESCO, 2017)

3.1 แนวคิด Green Transformation ในบริบทสากลและการศึกษา

Green Transformation หรือบางครั้งเรียกว่า Green Transition หมายถึง กระบวนการเปลี่ยนผ่านเชิงโครงสร้างของระบบเศรษฐกิจและสังคมจากรูปแบบที่พึ่งพาการใช้ทรัพยากรและพลังงานฟอสซิลอย่างเข้มข้น ไปสู่รูปแบบที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ใช้พลังงานหมุนเวียน และคำนึงถึงความยั่งยืนในระยะยาว (OECD, 2021) แนวคิดนี้สะท้อนการเปลี่ยนมุมมองจากการเติบโตทางเศรษฐกิจในเชิงปริมาณไปสู่การพัฒนาที่ให้ความสำคัญกับคุณภาพชีวิต ความเป็นธรรมทางสังคม และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

รายงานของ WEF (2020) ชี้ให้เห็นว่า Green Transformation ไม่เพียงเป็นความจำเป็นด้านสิ่งแวดล้อม แต่ยังเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแรงงานและทักษะในอนาคต การเปลี่ยนผ่านไปสู่เศรษฐกิจสีเขียวจะก่อให้เกิดอาชีพใหม่และความต้องการทักษะใหม่ ซึ่งระบบการศึกษาจำเป็นต้องเตรียม ความพร้อมให้แก่ผู้เรียนตั้งแต่ระดับพื้นฐาน ในทำนองเดียวกัน OECD (2021) ได้เน้นย้ำว่าการพัฒนาเศรษฐกิจสีเขียวต้องอาศัยการเรียนรู้ตลอดชีวิต และการพัฒนาสมรรถนะด้านการคิดเชิงระบบ การแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องโดยตรงกับกรอบทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

สำหรับภาคการศึกษา แนวคิด Green Transformation ได้รับการบูรณาการผ่านกรอบการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (ESD) ของ UNESCO ซึ่งมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจ และทักษะที่จำเป็นต่อ การมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนอย่างมีความรับผิดชอบ (UNESCO, 2017) การเรียนรู้ในกรอบนี้ไม่เพียงเน้นการรับรู้ข้อมูล แต่เน้นการลงมือปฏิบัติ การคิดวิเคราะห์ และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงรุกและการใช้กระบวนการ Design Thinking ในการศึกษา

3.2 แนวคิดคาร์บอนฟุตพรินต์ (Carbon Footprint)

หนึ่งในแนวคิดสำคัญที่เกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับ Green Transformation คือ คาร์บอนฟุตพรินต์ (Carbon Footprint) ซึ่งหมายถึง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยมักคำนวณในหน่วยเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 equivalent) (IPCC, 2021) แนวคิดนี้ช่วยให้สามารถวัดและประเมินผลกระทบของกิจกรรมต่าง ๆ ต่อสภาพภูมิอากาศได้อย่างเป็นรูปธรรม เช่น การใช้พลังงาน การเดินทาง การบริโภคสินค้า หรือการจัดการของเสีย

IPCC (2021) ระบุว่าการลดคาร์บอนฟุตพรินต์ในทุกระดับ ตั้งแต่ระดับบุคคล องค์กร ไปจนถึงระดับประเทศ เป็นปัจจัยสำคัญในการบรรลุเป้าหมายการจำกัดอุณหภูมิโลกไม่ให้เพิ่มขึ้นเกิน 1.5–2 องศาเซลเซียส การทำความเข้าใจแนวคิดคาร์บอนฟุตพรินต์จึงเป็นพื้นฐานสำคัญของการตัดสินใจเชิงนโยบายและพฤติกรรมในชีวิตประจำวัน

ในบริบทการเรียนรู้ แนวคิดคาร์บอนฟุตพรินต์มีคุณค่าในฐานะเครื่องมือทางการศึกษาที่ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เชิงวิทยาศาสตร์กับพฤติกรรมของตนเองและชุมชน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้การคำนวณคาร์บอนฟุตพรินต์จากกิจกรรมต่าง ๆ วิเคราะห์แหล่งที่มาของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และพัฒนาแนวทางในการลดหรือชดเชยการปล่อยคาร์บอนอย่างเหมาะสม การเรียนรู้ในลักษณะนี้ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจเชิงระบบและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมในระดับปฏิบัติ

3.3 Green Transformation, Carbon Footprint และการเรียนรู้เชิงสมรรถนะ

นักวิชาการหลายท่านชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้ด้านความยั่งยืนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศควรได้รับการออกแบบในลักษณะที่บูรณาการความรู้ ทักษะ และค่านิยมเข้าด้วยกัน มากกว่าการสอนเชิงเนื้อหาเพียงอย่างเดียว (OECD, 2021; UNESCO, 2017) แนวคิด Green Transformation และคาร์บอนฟุตพรินต์จึงเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้เป็นบริบทการเรียนรู้เชิงสมรรถนะ (Competency-Based Learning) ซึ่งผู้เรียนต้องใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร และการทำงานร่วมกันในการทำความเข้าใจและแก้ไขปัญหาเชิงซับซ้อน

การเรียนรู้เรื่องคาร์บอนฟุตพรินต์ยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ การวิเคราะห์ตัวแปร และการประเมินผลกระทบ ซึ่งช่วยพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ขณะเดียวกัน การออกแบบแนวทาง

ลดการปล่อยคาร์บอนหรือเพิ่มความสามารถในการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในบริบทของโรงเรียนหรือชุมชน ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และการทำงานร่วมกันของผู้เรียนอย่างเป็นรูปธรรม

3.4 การประยุกต์ใช้แนวคิด Green Transformation และ Carbon Footprint ในงานวิจัยนี้

จากการวิเคราะห์แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยเห็นว่าแนวคิด Green Transformation และคาร์บอนฟุตพรินต์มีความเหมาะสมอย่างยิ่งในการนำมาใช้เป็นสาระสำคัญของการจัดการเรียนรู้ในโครงการวิจัยนี้ เนื่องจากเป็นประเด็นที่มีความร่วมสมัย เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน และสามารถใช้เป็นบริบทในการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ได้อย่างรอบด้าน

โครงการวิจัยนี้จึงนำแนวคิดดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตั้งแต่เหตุผลของการเปลี่ยนผ่านสู่ความยั่งยืน (Why) ความหมายและหลักการของ Green Transformation และคาร์บอนฟุตพรินต์ (What) ไปจนถึงแนวทางในการคำนวณ การลด และการเพิ่มความสามารถในการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในบริบทที่เหมาะสม (How) การจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้ช่วยให้ผู้เรียนไม่เพียงมีความรู้เชิงแนวคิด แต่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้จริง และตระหนักถึงบทบาทของตนเองในการขับเคลื่อนสังคมสู่ความยั่งยืน

4. การเรียนรู้เชิงรุกและการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

การพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ไม่สามารถบรรลุผลได้อย่างแท้จริง หากยังคงยึดแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนไปสู่ผู้เรียนฝ่ายเดียว แนวคิดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) และการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) จึงได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในฐานะกรอบการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน การคิดวิเคราะห์ และการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และการเรียนรู้เชิงสมรรถนะ (Bonwell & Eison, 1991; Graham, 2006)

ในบริบทของการศึกษาเพื่อความยั่งยืน การจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการลงมือปฏิบัติ การสะท้อนคิด และการเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์จริง มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมและ Green Transformation เป็นปัญหาเชิงซับซ้อนที่ไม่สามารถทำความเข้าใจได้ผ่านการเรียนรู้เชิงรับเพียงอย่างเดียว การนำแนวคิด Active Learning และ Blended Learning มาประยุกต์ใช้ร่วมกันจึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้านความรู้ สมรรถนะ และจิตสำนึกต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

4.1 แนวคิดและหลักการของการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

การเรียนรู้เชิงรุกเป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้มีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในกระบวนการเรียนรู้ แทนที่จะเป็นเพียงผู้รับข้อมูลจากการบรรยายของผู้สอน Bonwell และ Eison (1991) ให้นิยามการเรียนรู้เชิงรุกว่าเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้อง “ทำ” กิจกรรมบางอย่างและ “คิด”

ไตร่ตรองเกี่ยวกับสิ่งที่ตนเองได้กระทำลงไป แนวคิดดังกล่าวตั้งอยู่บนฐานของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) ซึ่งมองว่าความรู้ไม่ได้ถูกถ่ายทอดโดยตรงจากผู้สอนไปยังผู้เรียน หากแต่ถูกสร้างขึ้นจากประสบการณ์และการปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม

ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้เชิงรุก ได้แก่ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตั้งคำถาม แก้ปัญหา อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเอง ผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การเรียนรู้เชิงโครงงาน (Project-Based Learning) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การอภิปรายกลุ่ม และการเรียนรู้จากกรณีศึกษา (Case-Based learning) แนวทางเหล่านี้ช่วยส่งเสริมการคิดขั้นสูงและการเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์จริง (Prince, 2004)

งานวิจัยเชิงประจักษ์จำนวนมากสนับสนุนประสิทธิผลของการเรียนรู้เชิงรุก โดย Freeman และคณะ (2014) ได้ทำการวิเคราะห์อภิมาน (Meta-Analysis) ในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) และพบว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนและลดอัตราการสอบตกได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการสอนแบบบรรยายแบบดั้งเดิม ผลการศึกษาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นของผู้เรียนเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพการเรียนรู้

ในมิติของการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 การเรียนรู้เชิงรุกมีศักยภาพในการส่งเสริมทักษะ 4Cs อย่างชัดเจน ผู้เรียนได้ฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณผ่านการวิเคราะห์ปัญหาและการตัดสินใจ ฝึกความคิดสร้างสรรค์ผ่านการพัฒนาแนวทางหรือผลงาน ฝึกการสื่อสารผ่านการนำเสนอและอภิปราย และฝึกการทำงานร่วมกันผ่านกิจกรรมกลุ่ม การจัดการเรียนรู้เชิงรุกจึงเป็นกลไกสำคัญที่เชื่อมโยงการพัฒนาทักษะ 4Cs เข้ากับการเรียนรู้เชิงเนื้อหาอย่างเป็นรูปธรรม (Trilling & Fadel, 2009)

4.2 แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning)

การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) เป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่ผสานการเรียนแบบเผชิญหน้าในชั้นเรียน (Face-to-Face Learning) เข้ากับการเรียนรู้ผ่านสื่อดิจิทัลหรือระบบออนไลน์อย่างเป็นระบบ Graham (2006) อธิบายว่า Blended Learning เป็นการผสมผสานจุดเด่นของการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบ เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้

ใน Blended Learning ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาการเรียนรู้ผ่านสื่อออนไลน์ เช่น วิดีโอการสอน บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ หรือแพลตฟอร์มการเรียนรู้ ขณะเดียวกันก็ยังคงมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นผ่านกิจกรรมในห้องเรียน การผสมผสานดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนสามารถควบคุมจังหวะและรูปแบบการเรียนรู้ของตนเองได้มากขึ้น และเปิดโอกาสให้เวลาในชั้นเรียนถูกใช้ไปกับกิจกรรมเชิงปฏิบัติ การอภิปราย และการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นหัวใจของการเรียนรู้เชิงรุก (Means et al., 2013)

การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ได้เร่งให้การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานกลายเป็นแนวทางสำคัญของการศึกษาในหลายประเทศ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยก่อนหน้านี้ได้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของ Blended Learning

มาแล้ว โดย Means และคณะ (2013) พบว่าการเรียนรู้แบบผสมผสานสามารถส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในระดับที่เทียบเท่าหรือดีกว่าการเรียนแบบเผชิญหน้าเพียงอย่างเดียว เมื่อมีการออกแบบกิจกรรมและสื่อการเรียนรู้อย่างเหมาะสม

4.3 การบูรณาการ Active Learning และ Blended Learning

การบูรณาการการเรียนรู้เชิงรุกเข้ากับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เป็นแนวทางที่ช่วยเสริมจุดแข็งของทั้งสองแนวคิดให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด การใช้สื่อออนไลน์ช่วยให้ผู้เรียนได้เตรียมความรู้พื้นฐานล่วงหน้า ขณะที่การจัดกิจกรรมในชั้นเรียนช่วยเปิดพื้นที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ อภิปราย และสะท้อนผลการเรียนรู้ร่วมกัน แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เช่น ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) และการเรียนรู้แบบสลับสถานี (Station Rotation) ซึ่งได้รับความนิยมในระดับนานาชาติ (Graham, 2006)

การบูรณาการทั้งสองแนวคิดยังเอื้อต่อการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะในบริบทของการเรียนรู้เชิงสมรรถนะ ผู้เรียนสามารถใช้เวลาในการเรียนออนไลน์ เพื่อศึกษาข้อมูลและแนวคิดพื้นฐาน จากนั้นนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาเชิงซับซ้อนผ่านกิจกรรมกลุ่มในชั้นเรียน กระบวนการดังกล่าวช่วยให้การเรียนรู้มีความลึกซึ้งและมีความหมายมากขึ้น

4.4 ปัญญาประดิษฐ์เชิงกำเนิด (Generative AI) กับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา ปัญญาประดิษฐ์เชิงกำเนิด (Generative Artificial Intelligence: Gen AI) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศของการเรียนรู้ดิจิทัล โดยเฉพาะในฐานะเครื่องมือที่สามารถสนับสนุนกระบวนการคิด การสร้างสรรค์ และการสื่อสารของผู้เรียน แนวคิดการนำ Gen AI มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ไม่ได้มุ่งหมายให้เทคโนโลยีทำหน้าที่แทนผู้เรียน หากแต่เป็นการใช้ Gen AI เป็นเครื่องมือเสริมการเรียนรู้ (Learning Support Tool) ภายใต้กรอบการกำกับดูแลของครูผู้สอนและเป้าหมายการเรียนรู้ที่ชัดเจน (OECD, 2023; UNESCO, 2023)

ในบริบทของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน Gen AI สามารถทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่อดิจิทัล โดยช่วยสนับสนุนผู้เรียนในกระบวนการเข้าถึงข้อมูล การตั้งคำถาม การจัดโครงสร้างความคิด และการสะท้อนแนวคิดของตนเอง การใช้ Gen AI ในลักษณะนี้ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามจังหวะและศักยภาพของตนเอง ขณะเดียวกัน ยังช่วยให้เวลาในชั้นเรียนถูกนำไปใช้กับกิจกรรมเชิงปฏิบัติ การอภิปราย และการทำงานร่วมกันมากขึ้น

เอกสารเชิงนโยบายและงานวิจัยล่าสุดชี้ให้เห็นว่า การใช้ Gen AI ในการศึกษา หากมีการออกแบบกิจกรรมอย่างเหมาะสม สามารถช่วยส่งเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ และการสื่อสาร อย่างไรก็ตาม นักวิชาการเน้นย้ำว่าการใช้ Gen AI ต้องอยู่ภายใต้กรอบจริยธรรม ความโปร่งใส และการกำกับดูแลที่เหมาะสม เพื่อให้เทคโนโลยีทำหน้าที่สนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างแท้จริง (OECD, 2023; UNESCO, 2023)

4.5 การประยุกต์ใช้การเรียนรู้เชิงรุก การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน และ Gen AI ในงานวิจัยนี้

จากกรอบแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุก การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน และการใช้ Gen AI (OECD, 2023; UNESCO, 2023) ผู้วิจัยได้นำแนวคิดเหล่านี้ มาบูรณาการในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของโครงการวิจัยนี้อย่างเป็นระบบ โดยกำหนดให้ Gen AI เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานที่สนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ไม่ใช่เป็นเครื่องมือทดแทนการคิดหรือการตัดสินใจของผู้เรียน

ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนได้ใช้ Gen AI เพื่อสนับสนุนการค้นคว้าข้อมูลเบื้องต้น การกระตุ้นแนวคิดในการพัฒนาข้อเสนอด้าน Green Transformation ของแต่ละกลุ่ม การตั้งคำถามเชิงลึกเกี่ยวกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน รวมถึงการช่วยจัดลำดับความคิดและโครงสร้างการนำเสนอผลงาน ทั้งนี้ กระบวนการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และการตัดสินใจยังคงเป็นบทบาทหลักของผู้เรียน โดยมีครูผู้สอนทำหน้าที่กำกับ ดูแล และสะท้อนผลการเรียนรู้

การบูรณาการแนวคิดทั้งสามประการในลักษณะดังกล่าวช่วยให้การจัดการเรียนรู้เอื้อต่อการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) อย่างเป็นรูปธรรม และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย ทั้งในด้านการพัฒนาความรู้เรื่อง Green Transformation และ Carbon Footprint และการพัฒนาทักษะการคิด การสื่อสาร และการทำงานร่วมกันของผู้เรียน

5. การประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้วย Rubric

การประเมินผลการเรียนรู้ในกรอบการจัดการเรียนรู้เชิงสมรรถนะจำเป็นต้องอาศัยแนวทางการประเมินที่สามารถสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้และสมรรถนะที่แท้จริงของผู้เรียนได้อย่างรอบด้าน แนวคิดการประเมินแบบดั้งเดิมที่เน้นการทดสอบความรู้เชิงเนื้อหาเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอในการสะท้อนความสามารถด้านการคิด การสื่อสาร และการทำงานร่วมกันซึ่งเป็นหัวใจของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ด้วยเหตุนี้ การใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบริก (Rubric) จึงได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในฐานะเครื่องมือสำคัญสำหรับการประเมินสมรรถนะผู้เรียนในบริบทการเรียนรู้เชิงรุกและการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (Andrade, 2005; Brookhart, 2013)

5.1 แนวคิดและความหมายของ Rubric ในการประเมินสมรรถนะ

Rubric หมายถึง เกณฑ์การประเมินที่ระบุระดับคุณภาพของผลงานหรือพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างชัดเจน โดยมักประกอบด้วยตัวบ่งชี้ (Criteria) และระดับผลการปฏิบัติ (Performance Levels) ซึ่งช่วยให้การประเมินมีความเป็นระบบ โปร่งใส และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ Andrade (2005) อธิบายว่า Rubric ไม่เพียงเป็นเครื่องมือสำหรับผู้สอนในการให้คะแนนเท่านั้น แต่ยังเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ (Instructional Tool) ที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความคาดหวังของการเรียนรู้และสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างมีทิศทาง

ในบริบทของการประเมินสมรรถนะ (Competency-Based Assessment) Rubric มีบทบาทสำคัญในการเชื่อมโยงระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผล เนื่องจากสมรรถนะมักแสดงออกผ่านพฤติกรรม กระบวนการคิด และการปฏิบัติจริง ซึ่งไม่สามารถวัดได้ด้วยข้อสอบปรนัยเพียงอย่างเดียว (Brookhart, 2013) การใช้ Rubric จึงช่วยให้การประเมินสามารถสะท้อนคุณภาพของการเรียนรู้ในเชิงลึกและสอดคล้องกับลักษณะของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

5.2 Rubric กับการประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs)

การประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะกรอบ 4Cs จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่สามารถจับพฤติกรรมและกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างรอบด้าน งานวิจัยหลายชิ้นชี้ให้เห็นว่า Rubric เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมอย่างยิ่งในการประเมินทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และ การทำงานร่วมกัน เนื่องจากสามารถกำหนดตัวบ่งชี้ที่สะท้อนพฤติกรรมเฉพาะของแต่ละทักษะได้อย่างชัดเจน (OECD, 2018; P21, 2019)

ในมิติของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) Rubric สามารถใช้ประเมินความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา การใช้เหตุผล การประเมินข้อมูล และการตัดสินใจอย่างมีหลักฐาน ในขณะที่ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) สามารถประเมินผ่านความหลากหลายของแนวคิด ความแปลกใหม่ และความเหมาะสมของแนวทางที่ผู้เรียนพัฒนาขึ้น สำหรับการสื่อสาร (Communication) Rubric ช่วยประเมินความชัดเจน ความเป็นระบบ และความเหมาะสมของการนำเสนอ ส่วนการทำงานร่วมกัน (Collaboration) สามารถประเมินผ่านการมีส่วนร่วม ความรับผิดชอบร่วม และการเคารพความคิดเห็นของผู้อื่น

การกำหนด Rubric แยกตามมิติของ 4Cs ยังช่วยให้การประเมินมีความละเอียดและสามารถนำผลการประเมินไปใช้ในการวิเคราะห์พัฒนาการของผู้เรียนในแต่ละด้านได้อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการประเมินเพื่อพัฒนา (Assessment For Learning) มากกว่าการประเมินเพื่อจัดลำดับเพียงอย่างเดียว (Black & Wiliam, 2009)

5.3 Rubric กับการเรียนรู้เชิงรุกและการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

การจัดการเรียนรู้เชิงรุกและการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน มักเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การทำงานกลุ่ม การอภิปราย การนำเสนอผลงาน และการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ลักษณะของกิจกรรมดังกล่าวเอื้อต่อการใช้ Rubric เป็นเครื่องมือประเมิน เนื่องจาก Rubric สามารถกำหนดเกณฑ์การประเมินที่สอดคล้องกับกิจกรรมและพฤติกรรมการเรียนรู้ที่คาดหวัง (Brookhart, 2013)

ในบริบทของ Blended Learning Rubric ยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือเชื่อมโยงการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์และออฟไลน์ ผู้เรียนสามารถรับรู้เกณฑ์การประเมินล่วงหน้าและใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการเรียนรู้ของตนเอง ขณะที่ผู้สอนสามารถใช้ Rubric เพื่อประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งในกิจกรรมดิจิทัลและกิจกรรมใน

ชั้นเรียนอย่างสอดคล้องกัน การใช้ Rubric ในลักษณะนี้ช่วยเพิ่มความชัดเจนและความยุติธรรมในการประเมินและสนับสนุนการเรียนรู้เชิงรุกของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ

5.4 Rubric กับการใช้ Generative AI ในการเรียนรู้

การนำ Generative AI มาใช้เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้ยิ่งทำให้การออกแบบการประเมินมีความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากผู้เรียนอาจใช้เครื่องมือดิจิทัลช่วยสนับสนุนกระบวนการคิดและการสร้างสรรค์ Rubric จึงทำหน้าที่เป็นกลไกสำคัญในการกำกับทิศทางการเรียนรู้ โดยเน้นการประเมินที่กระบวนการคิด การตัดสินใจ และการมีส่วนร่วมของผู้เรียน มากกว่าการประเมินผลลัพธ์เชิงรูปแบบเพียงอย่างเดียว (OECD, 2023)

การกำหนด Rubric ที่ชัดเจนช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจว่าการใช้ Gen AI เป็นเพียงเครื่องมือสนับสนุน ไม่ใช่ตัวแทนการคิดของตนเอง ผู้เรียนยังคงต้องแสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินแนวคิดด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับหลักจริยธรรมในการใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เพื่อการศึกษา (UNESCO, 2023)

5.5 การประยุกต์ใช้ Rubric ในงานวิจัยนี้

จากกรอบแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยเลือกใช้ Rubric เป็นเครื่องมือหลักในการประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ในโครงการวิจัยนี้ โดยออกแบบ Rubric ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน และการใช้ Generative AI เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้

Rubric ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยตัวบ่งชี้ที่สะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้ในแต่ละมิติของ 4Cs และกำหนดระดับผลการปฏิบัติเป็นลำดับขั้น เพื่อสะท้อนระดับสมรรถนะของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ การใช้ Rubric ในลักษณะนี้ช่วยให้การประเมินสมรรถนะผู้เรียนมีความชัดเจน สอดคล้องกับกรอบแนวคิดของการวิจัย และสามารถนำผลการประเมินไปใช้ในการวิเคราะห์ผลลัพธ์ของโครงการได้อย่างมีนัยสำคัญทางวิชาการ

6. สรุป

จากการทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทนี้ สามารถสรุปได้ว่าการพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องอาศัยกรอบแนวคิดที่บูรณาการทั้งด้านสมรรถนะ กระบวนการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ร่วมสมัย และการประเมินผลอย่างเป็นระบบ ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ถูกนำมาใช้เป็นกรอบสมรรถนะหลักในการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ ขณะที่แนวคิดการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ทำหน้าที่เป็นกระบวนการสำคัญในการส่งเสริมการคิด การแก้ปัญหา และการสร้างสรรค์ของผู้เรียนในบริบทของปัญหาเชิงซับซ้อน

ในขณะเดียวกัน แนวคิด Green Transformation และคาร์บอนฟุตพรินต์ถูกนำมาใช้เป็นสาระสำคัญของการเรียนรู้ เพื่อเชื่อมโยงความรู้เชิงวิชาการเข้ากับสถานการณ์จริงด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน ซึ่งเป็นประเด็นที่

มีความสำคัญในระดับโลกและสอดคล้องกับการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน การจัดการเรียนรู้เชิงรุกควบคู่กับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน รวมถึงการบูรณาการปัญญาประดิษฐ์เชิงกำเนิด (Generative AI) ในฐานะเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ ถูกนำเสนอเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการมีส่วนร่วมของผู้เรียน การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง และการเรียนรู้เชิงสมรรถนะอย่างรอบด้าน

นอกจากนี้ การประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้วยเกณฑ์การประเมินแบบรูบริก (Rubric) ได้รับการนำเสนอเป็นเครื่องมือสำคัญในการสะท้อนพฤติกรรมและสมรรถนะที่แท้จริงของผู้เรียน โดยเฉพาะในมิติของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งไม่สามารถประเมินได้อย่างเหมาะสมด้วยการทดสอบความรู้เพียงอย่างเดียว การใช้ Rubric ที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้และวัตถุประสงค์ของโครงการ ช่วยให้การประเมินผลมีความเป็นระบบ โปร่งใส และสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลลัพธ์ของการวิจัยได้อย่างมีนัยสำคัญ

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยในโครงการนี้ ซึ่งได้รับการออกแบบบนพื้นฐานของกรอบแนวคิด แนวคิดเชิงทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้สังเคราะห์ไว้ในบทที่ 2 เพื่อให้การดำเนินการวิจัยมีความเป็นระบบ และสามารถตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์การวิจัย วิธีการวิจัย และผลการวิจัยที่คาดหวังได้อย่างชัดเจน

ผู้วิจัยจึงนำเสนอตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์การวิจัย วิธีการดำเนินการวิจัย และผลการวิจัยที่คาดหวัง รวมถึงตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมายและผลผลิตในวงกว้างกับวิธีการดำเนินงานและผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ก่อนการอธิบายรายละเอียดของกระบวนการดำเนินการวิจัยในส่วนต่าง ๆ

โดยการนำเสนอตารางดังกล่าวมีวัตถุประสงค์ เพื่อสะท้อนภาพรวมของโครงสร้างและลำดับขั้นตอนของการดำเนินการวิจัย ตั้งแต่การกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมาย การออกแบบและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ การนำแผนไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม ตลอดจนแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยจำแนกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์การวิจัย วิธีการดำเนินการวิจัย และผลลัพธ์การวิจัย

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีการดำเนินการวิจัย	เครื่องมือ/ข้อมูลที่ใช้	ผลลัพธ์การวิจัย
1. เพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผ่านการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ตามกระบวนการ Design Thinking	จัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยบูรณาการกระบวนการ Design Thinking ภายใต้การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน และการใช้ Gen AI เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้	แบบประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) แบบ Rubric (ก่อน–หลังการเข้าร่วมโครงการ)	นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีระดับสมรรถนะด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) หลังการเข้าร่วมโครงการสูงกว่าก่อนการเข้าร่วมโครงการ อย่างมีนัยสำคัญ และมีนักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 50 ที่มีระดับสมรรถนะสูงขึ้น
2. เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม ผ่าน	จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการเนื้อหา Green Transformation และ Carbon Footprint ผ่านการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ	แบบทดสอบวัดความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน	นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีผลการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนหลังการ

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีการดำเนินการวิจัย	เครื่องมือ/ข้อมูลที่ใช้	ผลลัพธ์การวิจัย
กิจกรรม Green Innovation Lab	และการใช้ Gen AI สนับสนุนการเรียนรู้	(ก่อน–หลัง การเข้าร่วมโครงการ)	เข้าร่วมโครงการสูงกว่าก่อนการเข้าร่วมโครงการ และมีนักเรียน อย่างน้อยร้อยละ 50 ที่มีระดับความรู้สูงขึ้น
3. เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการนำเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมเชิงสร้างสรรค์ในบริบทของโลกแห่งความเป็นจริง	เปิดโอกาสให้นักเรียนทำงานกลุ่มเพื่อพัฒนาโครงการ Green Transformation ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบและการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ	ผลงานข้อเสนอโครงการ Green Transformation ของนักเรียน	นักเรียนสามารถพัฒนาและนำเสนอข้อเสนอโครงการ Green Transformation ได้อย่างเป็นรูปธรรม และมีโครงการที่ได้รับการคัดเลือกเพื่อนำไปสู่การดำเนินงานจริงอย่างน้อย 5 โครงการ

ตารางที่ 3.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมายและผลผลิตในวงกว้างกับวิธีการดำเนินงานและผลลัพธ์การวิจัย

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีการดำเนินการวิจัย	เครื่องมือ/ข้อมูลที่ใช้	ผลลัพธ์การวิจัย
เพื่อให้ได้รูปแบบ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถ ขยายผลและปรับใช้ได้ในระดับประเทศ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs)	1. ดำเนินการออกแบบและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการการเรียนรู้เชิงรุก การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน และกระบวนการ Design Thinking 2. นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย	ผลการประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) และผล การทดสอบความรู้ ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน (ก่อน–หลัง การเข้าร่วมโครงการ)	ได้รูปแบบ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน ที่มีโครงสร้างชัดเจน อิงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์ จากการประเมินผู้เรียน สามารถนำไปปรับใช้และขยายผลในบริบทของสถานศึกษาอื่นในระดับประเทศ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
EDTECH FUND

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีการดำเนินการวิจัย	เครื่องมือ/ข้อมูลที่ใช้	ผลลัพธ์การวิจัย
	โดยดำเนินการวัดสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) และความรู้ด้าน Green Transformation และ Carbon Footprint ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นข้อสรุปของโครงการ		เพื่อส่งเสริมการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียน

1. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง / กลุ่มเป้าหมาย

1.1 ประชากรของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนต่างๆ ในประเทศไทย

1.2 กลุ่มตัวอย่าง/กลุ่มเป้าหมายของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เป็นการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ประกอบด้วย

1) นักเรียนทั้งหมดในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1–ม.3) จำนวน 100 คน จากโรงเรียนฮั่วเคี้ยววิทยาลัย ขอนแก่น
2) ครูที่รับผิดชอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคอมพิวเตอร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1–ม.3) จำนวน 10 คน จากโรงเรียนฮั่วเคี้ยววิทยาลัย ขอนแก่น

2. พื้นที่ดำเนินงาน

โรงเรียนฮั่วเคี้ยววิทยาลัย ขอนแก่น

ตั้งอยู่เลขที่ 191 ถนนศรีจันทร์ อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

สำนักงานเลขาธิการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา EDTECH FUND

3. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) ในรูปแบบการวิจัยผลิตภัณฑ์ (Product research) (Richey & Klein, 2007) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ กระบวนการออกแบบ (Design process) กระบวนการพัฒนา (Development process) และกระบวนการประเมิน (Evaluation process) ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการรายละเอียด ดังนี้

3.1 กระบวนการออกแบบ (Design Process) ประกอบด้วย

3.1.1 การจัดตั้งทีมและการมอบหมายบทบาท

1) จัดตั้งทีมโครงการที่ประกอบด้วยครู ผู้บริหารโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญ และสมาชิกในชุมชน

2) มอบหมายบทบาทเฉพาะ เช่น ผู้อำนวยความสะดวกในการดำเนินโครงการ ผู้นำการจัดกิจกรรมเชิงปฏิบัติการ และผู้ประเมินผล

3.1.2 กิจกรรมการพัฒนาเกณฑ์การประเมินทักษะ 4Cs

1) ออกแบบเกณฑ์การประเมินทักษะ 4Cs เพื่อวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน รวมถึงตัวชี้วัดสำหรับการประเมินก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ

3.2 กระบวนการพัฒนา (Development Process) ประกอบด้วย

3.2.1 การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน สำหรับการฝึกอบรมครูและนักเรียน

1) การแนะนำเกี่ยวกับ Design Thinking และ Green Transformation

1.1) จัดหลักสูตรแนะนำ เพื่อให้ครูและนักเรียนเข้าใจพื้นฐานของ Design Thinking ความสำคัญของ Green Transformation ในการแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม โดยหลักสูตรนี้จะครอบคลุมถึงขั้นตอนสำคัญของ Design Thinking และอธิบายถึงความสำคัญและวิธีการนำโครงการ Green Transformation ไปสู่การแก้ไขปัญหาด้านความยั่งยืนในโรงเรียนและชุมชน

1.2) ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ถึงความสอดคล้องระหว่างสองกรอบแนวคิดนี้ ในการช่วยแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ผ่านวิธีการที่สร้างสรรค์และการทำงานร่วมกัน

2) การเรียนรู้ด้วยตนเองทางออนไลน์เกี่ยวกับ Design Thinking

2.1) ผู้เรียนจะเข้าเรียนหลักสูตรการศึกษาแบบเรียนรู้ด้วยตนเอง (Online Course) ที่เจาะลึกกระบวนการ Design Thinking

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนพัฒนาการศึกษา

2.2) หลักสูตรออนไลน์นี้ จะประกอบด้วย เนื้อหาแบบ วิดีโอ และแบบทดสอบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตามความเร็วของตนเอง โดยจะเน้นการประยุกต์ใช้ Design Thinking ในการศึกษาและโครงการด้านสิ่งแวดล้อม

3) การสำรวจโครงการ Green Transformation ด้วย Generative AI

3.1) ผู้เรียนจะได้สำรวจและเรียนรู้โครงการ Green Transformation จากแหล่งต่าง ๆ ด้วย Generative AI เพื่อช่วยในการสร้างแนวคิด โดยนำเสนอวิธีแก้ไขที่สร้างสรรค์ การแสดงผลภาพ และนวัตกรรมที่เป็นไปได้ซึ่งสามารถช่วยเติมแนวคิดให้กับกระบวนการ Design Thinking ของผู้เรียน

4) การจัดกิจกรรมเชิงปฏิบัติการ

4.1) ผู้เรียนจะเข้าร่วม กิจกรรมเชิงปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว ทั้งในสถานที่หรือทางออนไลน์ เพื่อทำงานร่วมกันในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริง

4.2) กิจกรรมเชิงปฏิบัติการนี้ จะช่วยให้ผู้เรียนเตรียมความพร้อมสำหรับ Green Transformation Challenge โดยมีกิจกรรมที่มุ่งเน้นการระบุปัญหา ระดมความคิด และสร้างต้นแบบเบื้องต้น

3.2.2 การจัดกิจกรรมเชิงปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว

1) การทำความเข้าใจและกำหนดปัญหา (Empathize and Define Stages)

1.1) แนะนำให้ผู้เรียนระบุประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมสำคัญ ในโรงเรียนหรือชุมชน (เช่น การจัดการขยะ การอนุรักษ์พลังงาน)

1.2) สนับสนุนให้นักเรียนทำการสัมภาษณ์ วิจัย และสำรวจข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจความท้าทายจากหลายมุมมอง

2) การระดมความคิดและการสร้างต้นแบบ (Ideation and Prototyping Stages)

2.1) ให้ผู้เรียนระดมความคิดเพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้ระบุไว้

2.2) สนับสนุนผู้เรียนในการพัฒนาต้นแบบ (ทั้งรูปแบบทางกายภาพหรือดิจิทัล) ที่แสดงถึงวิธีแก้ปัญหาที่นำเสนอ

3) การทดสอบและการปรับปรุงแก้ไข (Testing and Refinement)

3.1) ให้ผู้เรียนทดสอบต้นแบบของพวกเขาภายในโรงเรียนหรือชุมชน และรวบรวมข้อเสนอแนะ

3.2) จัดการอภิปรายกลุ่ม เพื่อปรับปรุงแนวทางแก้ไขของพวกเขาโดยอิงจากข้อมูลและข้อเสนอแนะที่ได้รับในโลกแห่งความเป็นจริง

สำนักงานเลขานุการ กองทุนพัฒนาบุคลากรเพื่อการศึกษา

3.2.3 การนำเสนอและคัดเลือกผลงาน

1) การนำเสนอและการสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับโครงการ

1.1) จัดวันนำเสนอผลงานโครงการให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มแสดงโครงการ Green Transformation ของพวกเขาให้เพื่อนร่วมชั้น ครู และสมาชิกในชุมชนได้ชม

1.2) ให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับ โดยมุ่งเน้นไปที่ทักษะ 4Cs และวิธีที่พวกเขานำมาใช้ในระหว่างการทำโครงการ

2) การดำเนินโครงการ Green Transformation

2.1) คัดเลือกโครงการ Green Transformation โครงการที่เสนอโดยกลุ่มผู้เรียน เช่น โครงการรีไซเคิล ระบบประหยัดน้ำ หรือโครงการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติและติดตามผล

3.3 กระบวนการประเมิน (Evaluation Process) ประกอบด้วย

3.3.1 การประเมินทักษะ 4Cs ก่อนและหลังโครงการ

1) ใช้เกณฑ์การประเมินทักษะ 4Cs เพื่อวัดการพัฒนาของผู้เรียนในด้านการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกันก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ

3.3.2 การทดสอบความรู้ด้านความยั่งยืน

1) ประเมินความรู้ของผู้เรียนเกี่ยวกับความยั่งยืน ความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและจิตสำนึกสาธารณะ ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ

3.3.3 การประเมินโครงการ Green Transformation

1) ทบทวนผลลัพธ์ของโครงการ Green Transformation ที่ผู้เรียนเป็นผู้นำ โดยมุ่งเน้นที่ผลกระทบต่อโรงเรียนหรือชุมชน

2) รวบรวมข้อเสนอแนะจากผู้เรียน ครู และสมาชิกในชุมชน เพื่อปรับปรุง

3.3.4 การขยายผลในวงกว้าง

1) การจัดทำเอกสารและสรุปแผนการจัดการเรียนรู้

1.1) จัดทำเอกสารของโครงการทั้งหมด รวมถึงกระบวนการ Design Thinking ผลลัพธ์ของโครงการ และบทเรียนที่ได้รับ

1.2) สรุปแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้โรงเรียนอื่น ๆ สามารถนำไปใช้ได้ โดยผนวกกรอบการทำงานของ Green Innovation Lab และการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

2) การขยายไปยังโรงเรียนอื่น ๆ

สำนักงานเลขานุการ กองกุนพัฒนาเพื่อการศึกษา

2.1) ประชาสัมพันธ์ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อาทิ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พื้นที่นวัตกรรมการศึกษา หรือ กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อส่งเสริมการขยาย Green Innovation Lab ไปยังโรงเรียนอื่น ๆ

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 แนวทางการออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (เกณฑ์ประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะ 4Cs)

หลังจากการทบทวนวรรณกรรมจากแหล่งอ้างอิงที่หลากหลาย ทั้งในระดับทฤษฎีและเชิงปฏิบัติ พบว่าการพัฒนาเกณฑ์ประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะ 4Cs ควรตั้งอยู่บนหลักการที่สอดคล้องกับธรรมชาติของทักษะยุคใหม่ ความสามารถในการประยุกต์ใช้ในบริบทจริง และการสะท้อนพัฒนาการของผู้เรียนอย่างมีความหมาย

4.1.1 หลักการออกแบบ Rubric ที่ยึดตามทฤษฎีและบริบทการใช้จริง

การออกแบบ Rubric สำหรับการประเมินสมรรถนะผู้เรียนในด้านทักษะ 4Cs จำเป็นต้องตั้งอยู่บนหลักการที่สอดคล้องกับคุณลักษณะของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และสภาพจริงของการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยสามารถสังเคราะห์หลักการสำคัญได้ ดังนี้:

1) ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Learner-Centered Design) Rubric ควรสะท้อนพัฒนาการของผู้เรียนเป็นรายบุคคล และเอื้อต่อการพัฒนาตนเอง โดยเน้นความสามารถในการใช้ทักษะในบริบทจริง มากกว่าการท่องจำหรือการให้คำตอบที่ถูกต้องเพียงหนึ่งเดียว
2) เชื่อมโยงกับบริบทการใช้ทักษะ (Authenticity and Contextualization) การประเมินควรตั้งอยู่ในสถานการณ์หรือภารกิจที่สมจริง (Authentic Tasks) ซึ่งเอื้อให้ผู้เรียนได้แสดงสมรรถนะ 4Cs อย่างเป็นธรรมชาติ เช่น การทำโครงงาน การอภิปรายกลุ่ม หรือการนำเสนอผลงาน
3) มีมิติหลากหลายของทักษะ (Multidimensionality) Rubric ควรแบ่งมิติเฉพาะของแต่ละทักษะอย่างชัดเจน เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ อาจแบ่งออกเป็น การตั้งคำถาม การวิเคราะห์ข้อมูล การใช้เหตุผลเชิงหลักฐาน และการสังเคราะห์แนวทางใหม่ ซึ่งจะทำให้การประเมินมีความละเอียด และสะท้อนความเข้าใจเชิงลึก
4) มีระดับพฤติกรรมที่ชัดเจน (Behaviorally Anchored Levels) Rubric ที่ดีควรแสดงให้เห็นพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละระดับของการพัฒนาอย่างชัดเจน ตั้งแต่ระดับเริ่มต้น (Emerging) จนถึงระดับเชี่ยวชาญ (Extending) เพื่อให้ผู้สอนสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับที่ตรงจุด และผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ต่อเนื่อง

5) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนผลการเรียนรู้ (Student Agency and Reflection) โดยควรออกแบบ Rubric ให้สามารถนำไปใช้ในการประเมินตนเอง (Self-Assessment) และการประเมินร่วมกัน (peer-assessment) ได้ด้วย เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้อย่างมีความหมายและยั่งยืน

6) รองรับความยืดหยุ่นและความหลากหลาย (Flexibility and Adaptability) โดยไม่ควรยึด Rubric เป็นเครื่องมือที่ตายตัว แต่ควรสามารถปรับใช้ให้สอดคล้องกับลักษณะวิชา กลุ่มผู้เรียน และเป้าหมายการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยยังคงรักษาเจตนารมณ์ของการประเมินเพื่อการเรียนรู้

การกำหนดหลักการเหล่านี้สอดคล้องกับแนวคิดของ OECD ที่มุ่งเน้นการประเมินในฐานะ “กระบวนการเพื่อพัฒนา” (Assessment For Learning) มากกว่าการวัดผลเพื่อให้คะแนนเพียงอย่างเดียว อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีบทบาทในการกำกับการเรียนรู้ของตน ซึ่งถือเป็นหัวใจของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

4.1.2 เกณฑ์ประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะ 4Cs

1) เกณฑ์ประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ระดับชั้น: ม.1–ม.3

คำอธิบาย:

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ ความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ รอบคอบ และเป็นเหตุเป็นผล โดยใช้ข้อมูล หลักฐาน และการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจ สังเคราะห์ และตัดสินใจอย่างมีคุณภาพ

ผู้เรียนที่มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะสามารถ:

1.1) ตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับปัญหาอย่างลึกซึ้ง

1.2) ตรวจสอบและเปรียบเทียบข้อมูลจากหลายแหล่งอย่างมีเหตุผล

1.3) ใช้ข้อมูลหรือหลักฐานสนับสนุนความคิดเห็นหรือการตัดสินใจ

1.4) ประมวลและเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อนำเสนอทางออกหรือแนวคิดใหม่ได้อย่างสร้างสรรค์

ตารางที่ 3.3 คำอธิบายมิติของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ชื่อมิติ (อังกฤษ)	คำแปลภาษาไทย	คำอธิบาย
Questioning & Problem Framing	การตั้งคำถามและการกำหนดกรอบปัญหา	ความสามารถในการตั้งคำถามอย่างมีคุณภาพและวางกรอบแนวคิด

ชื่อมิติ (อังกฤษ)	คำแปลภาษาไทย	คำอธิบาย
		หรือมุมมองในการพิจารณาและแก้ไขปัญหา
Analyzing Information	การวิเคราะห์ข้อมูล	ความสามารถในการแยกแยะ ประเมิน และทำความเข้าใจข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล
Evidence-Based Reasoning	การใช้เหตุผลจากหลักฐาน	ความสามารถในการอ้างอิงและใช้หลักฐานสนับสนุนข้อคิดเห็นหรือข้อสรุปอย่างเป็นระบบ
Synthesizing & Reframing	การสังเคราะห์	ความสามารถในการรวมข้อมูลจากหลายแหล่ง และปรับเปลี่ยนมุมมองหรือแนวทางแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

มิติ (Dimension)	1 – เริ่มต้น	2 - พอใช้	3 - ดี	4 - ดีเลิศ
การตั้งคำถามและการกำหนดกรอบปัญหา	ถามแบบผิวเผิน ไม่สอดคล้องกับปัญหา	เริ่มตั้งคำถามเพื่อเข้าใจปัญหา แต่ยังไม่ลึกซึ้ง	ตั้งคำถามที่ชัดเจน สร้างกรอบวิเคราะห์ปัญหาได้ดี	ตั้งคำถามเชิงระบบ เชื่อมโยงปัญหากับบริบทกว้าง
การวิเคราะห์ข้อมูล	วิเคราะห์ข้อมูลแบบพื้นฐาน ไม่ตรวจสอบแหล่งที่มา	แยกแยะข้อมูลได้บางส่วน แต่ยังไม่แม่นยำ	วิเคราะห์เปรียบเทียบแหล่งข้อมูลได้อย่างเป็นเหตุผล	สังเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ พร้อมตรวจสอบอคติหรือข้อจำกัด
การใช้เหตุผลจากหลักฐาน	ให้ข้อคิดเห็นโดยไม่อ้างอิงหลักฐาน	เริ่มอ้างอิงหลักฐาน แต่ยังไม่ชัดเจน หรือเชื่อมโยงไม่ตรง	ใช้หลักฐานสนับสนุนข้อสรุปได้ดี มีความเชื่อมโยงชัดเจน	เลือกหลักฐานที่เหมาะสม วิเคราะห์เชิงลึก และมีข้อโต้แย้งสำรอง

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา
กองทุนพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา

มิติ (Dimension)	1 – เริ่มต้น	2 - พอใช้	3 - ดี	4 - ดีเลิศ
การสังเคราะห์และปรับกรอบแนวคิด	นำเสนอแนวคิดแบบแยกส่วน ไม่เชื่อมโยงกัน	เริ่มรวบรวมข้อมูลจากหลายมุมมอง	สามารถสังเคราะห์และเสนอแนวทางใหม่จากหลายแหล่ง	ปรับกรอบคิดใหม่อย่างสร้างสรรค์และเสนอทางเลือกที่เหนือความคาดหมาย

2) เกณฑ์ประเมินทักษะการสื่อสาร (Communication) ระดับชั้น: ม.1–ม.3

คำอธิบายทักษะ:

การสื่อสาร คือ ความสามารถในการแสดงออกทางความคิด ความรู้สึก หรือข้อมูลต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในการพูด การเขียน การฟัง และการใช้สื่อหรือเทคโนโลยีต่าง ๆ โดยมีเป้าหมาย เพื่อให้ผู้รับสารเข้าใจอย่างถูกต้องและสามารถตอบสนองได้อย่างเหมาะสม

ผู้เรียนที่มีทักษะการสื่อสาร จะสามารถ:

2.1) ถ่ายทอดความคิดของตนเองได้อย่างชัดเจนและมีโครงสร้าง

2.2) ฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างตั้งใจ และตอบสนองด้วยความเคารพ

2.3) เลือกใช้สื่อหรือเครื่องมือที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์และผู้รับสาร

2.4) มีปฏิสัมพันธ์ในการสื่อสารที่ส่งเสริมความเข้าใจร่วมกัน

ตารางที่ 3.5 คำอธิบายมิติของการสื่อสาร

ชื่อมิติ (อังกฤษ)	คำแปลภาษาไทย	คำอธิบาย
Idea Expression	การถ่ายทอดความคิด	ความสามารถในการสื่อสารความคิดของตนเองได้อย่างชัดเจน มีโครงสร้าง และเหมาะสมกับผู้ฟัง
Listening & Interpretation	การฟังและตีความ	ความสามารถในการฟังอย่างตั้งใจ และตีความหรือสรุปสิ่งที่ได้รับอย่างถูกต้อง
Media & Multimodal Use	การใช้สื่อและเทคโนโลยี	การเลือกใช้สื่อ เครื่องมือ หรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อเสริมการสื่อสารให้มีประสิทธิภาพ
Dialogue & Interaction	การสื่อสารเชิงโต้ตอบ	การมีปฏิสัมพันธ์ในการสื่อสารที่เปิดรับความคิดเห็นและสามารถสนทนาแลกเปลี่ยนอย่างลึกซึ้ง

ตารางที่ 3.6 เกณฑ์การประเมินการสื่อสาร

มิติ (Dimension)	1 – เริ่มต้น	2 - พอใช้	3 - ดี	4 - ดีเลิศ
การถ่ายทอดความคิด	สื่อสารไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน	พอสื่อสารได้ แต่ยังไม่ชัดเจนหรือไม่ตรงจุด	สื่อสารอย่างชัดเจน มีโครงสร้างและเหมาะสมกับผู้ฟัง	นำเสนอได้ดึงดูดใช้ภาษาหรือสื่ออย่างสร้างสรรค์
การฟังและตีความ	ไม่ค่อยตั้งใจฟังหรือไม่เข้าใจเนื้อหา	ฟังพอเข้าใจแต่ไม่สามารถสรุปความได้ดี	ฟังอย่างตั้งใจและสามารถตีความหรือสรุปเนื้อหาได้	ฟังเชิงวิเคราะห์และสามารถตั้งคำถามต่อยอดได้อย่างมีเหตุผล
การใช้สื่อและเทคโนโลยี	ไม่ใช้หรือใช้สื่อไม่เหมาะสม	ใช้สื่อได้บางประเภทแต่ยังไม่ส่งเสริมการสื่อสาร	เลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสมเสริมความเข้าใจ	ใช้สื่อหลากหลายอย่างสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพสูง
การสื่อสารเชิงโต้ตอบ	สื่อสารแบบทางเดียวไม่เปิดรับความคิดเห็น	เริ่มโต้ตอบแต่ยังไม่ชัดเจนหรือขาดเหตุผล	มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีเคารพ และต่อยอดความคิด	สร้างบทสนทนาที่ลึกซึ้ง พร้อมรับฟังและปรับแนวคิด

3) เกณฑ์ประเมินทักษะความร่วมมือ (Collaboration) ระดับชั้น: ม.1–ม.3

คำอธิบายทักษะ:

ความร่วมมือ คือ ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ โดยแสดงออกถึงการมีส่วนร่วม การแบ่งปันความรับผิดชอบ การเคารพความคิดเห็นที่แตกต่าง และการช่วยเหลือกันเพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกัน

ผู้เรียนที่มีทักษะความร่วมมือ จะสามารถ:

3.1) มีส่วนร่วมในการทำงานทีมอย่างต่อเนื่องและสร้างสรรค์

3.2) แบ่งหน้าที่และรับผิดชอบงานของตนอย่างมีวินัย

3.3) เคารพและยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่าง รวมถึงจัดการความขัดแย้งอย่างเหมาะสม

สำนักงานเลขานุการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา EDTECH FUND

3.4) ส่งเสริมและสนับสนุนสมาชิกในทีม เพื่อให้ทีมประสบความสำเร็จร่วมกัน

ตารางที่ 3.7 คำอธิบายมิติของความร่วมมือ

ชื่อมิติ (อังกฤษ)	คำแปลภาษาไทย	คำอธิบาย
Participation & Engagement	การมีส่วนร่วม	ความสามารถในการเข้าร่วมกิจกรรมหรือการทำงานทีมอย่างสม่ำเสมอและสร้างสรรค์
Shared Responsibility	ความรับผิดชอบร่วม	การแบ่งหน้าที่และรับผิดชอบงานร่วมกัน เพื่อบรรลุเป้าหมายของทีม
Respect & Conflict Resolution	การเคารพและจัดการความขัดแย้ง	การรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่าง และจัดการข้อขัดแย้งอย่างเหมาะสม
Leadership & Facilitation	ภาวะผู้นำและการสนับสนุนทีม	การสนับสนุนและนำทีมให้ทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 3.8 เกณฑ์การประเมินความร่วมมือ

มิติ (Dimension)	1 – เริ่มต้น	2 - พอใช้	3 - ดี	4 - ดีเลิศ
การมีส่วนร่วม	ไม่ค่อยมีส่วนร่วมหรือรบกวนการทำงานของทีม	มีส่วนร่วมบ้างแต่ไม่ต่อเนื่อง	มีส่วนร่วมอย่างสม่ำเสมอและตั้งใจ	เป็นพลังหลักในการขับเคลื่อนทีมอย่างสร้างสรรค์
ความรับผิดชอบร่วม	ไม่รับผิดชอบหรือทำเฉพาะส่วนตน	เริ่มช่วยเหลือทีมแต่ยังไม่สม่ำเสมอ	ทำงานร่วมรับผิดชอบเป้าหมายของทีม	ริเริ่มช่วยจัดการงานและแบ่งภาระงานอย่างเท่าเทียม
การเคารพและจัดการความขัดแย้ง	ไม่รับฟังความเห็นต่างหรือขัดแย้งบ่อยครั้ง	พยายามฟังหรือประนีประนอมแต่ยังมีอารมณ์ร่วม	เคารพและฟังความเห็นต่างอย่างจริงใจ	ไกล่เกลี่ยข้อขัดแย้งได้ดี และส่งเสริมความสามัคคีในทีม
ภาวะผู้นำและการสนับสนุนทีม	ไม่ช่วยกระตุ้นหรือส่งเสริมทีม	มีบทบาทบางครั้งในการนำเสนอหรือผลักดันทีม	มีส่วนในการผลักดันทีมและสนับสนุนสมาชิก	เป็นผู้นำอย่างสร้างสรรค์ ช่วยอำนวยการทำงานร่วมกันได้ยอดเยี่ยม

4) เกณฑ์ประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) ระดับชั้น: ม.1–ม.3

คำอธิบายทักษะ:

ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการคิดหรือสร้างแนวทางใหม่ ๆ ที่มีคุณค่า มีความแปลกใหม่ และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาหรือพัฒนางานได้จริง โดยรวมถึงความสามารถในการริเริ่ม ทดลอง ปรับปรุง และพัฒนาแนวคิดให้เหมาะสมกับบริบท

ผู้เรียนที่มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ จะสามารถ:

4.1) คิดไอเดียได้หลากหลาย และไม่ยึดติดกับรูปแบบเดิม

4.2) เสนอแนวทางใหม่ ๆ ที่เหมาะสมกับปัญหาและสถานการณ์

4.3) กล้าทดลองและไม่กลัวความล้มเหลว

4.4) ปรับปรุงและพัฒนาแนวคิดจากคำแนะนำหรือประสบการณ์

ตารางที่ 3.9 คำอธิบายมิติของความคิดสร้างสรรค์

ชื่อมิติ (อังกฤษ)	คำแปลภาษาไทย	คำอธิบาย
Idea Fluency	การคิดแนวทางได้หลากหลาย	ความสามารถในการคิดแนวทางหรือไอเดียจำนวนมากในระยะเวลาสั้น และหลากหลายแง่มุม
Originality & Flexibility	ความแปลกใหม่และยืดหยุ่น	ความสามารถในการสร้างหรือปรับแนวคิดให้แตกต่างจากเดิมและเหมาะสมกับบริบท
Risk-Taking & Experimentation	การทดลองและกล้าคิด	ความสามารถในการกล้าลองสิ่งใหม่ๆ แม้ยังไม่แน่ใจในผลลัพธ์
Iteration & Refinement	การปรับปรุงและพัฒนาแนวคิด	ความสามารถในการพัฒนาแนวคิดหรือผลงานผ่านกระบวนการปรับปรุงซ้ำจากการเรียนรู้

ตารางที่ 3.10 เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์

มิติ (Dimension)	1 – เริ่มต้น	2 - พอใช้	3 - ดี	4 - ดีเลิศ
การคิดไอเดียได้หลากหลาย	เสนอแนวคิดจำกัดหรือซ้ำซาก	เริ่มมีแนวคิดหลายทาง แต่ยังไม่ต่อเนื่อง	เสนอแนวคิดได้หลากหลาย และเชื่อมโยงได้ดี	ผลิตไอเดียจำนวนมาก พร้อมความเชื่อมโยงที่คาดไม่ถึง

มิติ (Dimension)	1 – เริ่มต้น	2 - พอใช้	3 - ดี	4 - ดีเลิศ
ความแปลกใหม่และยืดหยุ่น	ยึดติดรูปแบบเดิม ไม่เปิดต่อแนวคิดใหม่	เริ่มเสนอแนวทางใหม่ หรือดัดแปลงบ้าง	ปรับเปลี่ยนแนวคิดตามบริบทได้ดี	พลิกแพลงแนวคิดอย่างยืดหยุ่นและแปลกใหม่
การทดลองและกล้าคิด	หลีกเลี่ยงสิ่งใหม่หรือไม่แน่ใจ	พยายามทดลองสิ่งใหม่บ้างเมื่อมีแรงสนับสนุน	กล้าลองแนวคิดใหม่แม้ไม่มั่นใจเต็มที่	ทดลองอย่างมั่นใจและเรียนรู้จากความล้มเหลว
การปรับปรุงและพัฒนาแนวคิด	ไม่ปรับปรุงแนวคิดหรือผลงานหลังจากลอง	ปรับปรุงผลงานเพียงเล็กน้อยตามคำแนะนำ	พัฒนาและปรับผลงานตามผลสะท้อน	หมุนเวียนแนวคิด ซักซ้อมและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

ทั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้นำเกณฑ์ดังกล่าวมาพัฒนาเป็นแบบประเมินผู้เรียน โดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือวัดพัฒนาการของผู้เรียนในด้านทักษะสำคัญ

2) เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนตระหนักรู้และสะท้อนตนเองต่อการเรียนรู้ (Self-Regulated Learning)

3) เพื่อให้ครูมีเครื่องมือที่เป็นระบบในการให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงพฤติกรรม

4) เพื่อใช้ในการปรับแผนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับบริบทและความต้องการของผู้เรียนรายบุคคล

โดยมีกรอบแนวทางในการออกแบบแบบประเมิน ดังนี้

1) เชื่อมโยงกับตัวชี้วัดเชิงพฤติกรรม: รายการประเมินทั้งหมดมีการจัดหมวดหมู่ตาม 4Cs และแยกเป็น 4 มิติ (Dimensions) ในแต่ละทักษะ เช่น การตั้งคำถาม, การวิเคราะห์ข้อมูล, การให้เหตุผล, และการสังเคราะห์แนวทางใหม่ สำหรับ Critical Thinking
2) มีเกณฑ์ระดับพัฒนา 4 ระดับ: แบบประเมินทั้งสองฉบับใช้กรอบการประเมินแบบพัฒนาการ (Progressive Rubric) ที่มีระดับพฤติกรรม 4 ระดับ ได้แก่
   2.1) ระดับ 1: เริ่มต้น / ยังต้องการการส่งเสริม
   2.2) ระดับ 2: กำลังพัฒนา
   2.3) ระดับ 3: มีความสามารถในระดับเป้าหมาย

2.4) ระดับ 4: มีความสามารถโดดเด่นและต่อยอดได้

3) รองรับการใช้เพื่อสะท้อนตนเองและการสังเกตจากครู:

4.2 แนวทางการออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (แบบทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนของผู้เรียน)

การออกแบบแบบทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนของผู้เรียนในการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินระดับความรู้และความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับประเด็นสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน โดยมุ่งเน้นการประเมินด้านความรู้เชิงแนวคิดและการประยุกต์ใช้ในระดับพื้นฐาน มากกว่าการวัดเจตคติ ค่านิยม หรือความรู้สึก ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมและยากต่อการประเมินเชิงปริมาณอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะในกลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย (ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น)

กรอบแนวคิดในการออกแบบแบบทดสอบนี้พัฒนาขึ้นบนฐานของแนวคิด **Green Transformation** ซึ่งเป็นแนวคิดที่มุ่งเน้นการเปลี่ยนผ่านเชิงระบบด้านวิธีคิด กระบวนการดำเนินงาน และรูปแบบกิจกรรมของมนุษย์เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสนับสนุนการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยกำหนดให้ประเด็น **Carbon Footprint** เป็นแกนกลางของสาระสำคัญ เนื่องจากเป็นแนวคิดที่สามารถเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมในชีวิตประจำวันของผู้เรียนกับผลกระทบเชิงสิ่งแวดล้อมในระดับสังคมและระดับโลกได้อย่างชัดเจน และสามารถนำไปใช้เป็นฐานในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผลได้อย่างเป็นรูปธรรม

โครงสร้างเนื้อหาของแบบทดสอบถูกออกแบบตามลำดับตรรกะ Why – What – How เพื่อให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในโครงการ โดย

1) *Why* มุ่งประเมินความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับเหตุผล ความจำเป็น และความสำคัญของการเปลี่ยนผ่านสู่ Green Transformation ในบริบทของปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์
2) *What* มุ่งประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับความหมาย องค์ประกอบ และแหล่งกำเนิดของ Carbon Footprint จากกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ทั้งในระดับบุคคล โรงเรียน และชุมชน
3) *How* มุ่งประเมินความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ด้าน Carbon Footprint ในการคำนวณ การลด และการเพิ่มความสามารถในการดูดซับหรือกักเก็บก๊าซคาร์บอนในระดับพื้นฐาน ซึ่งเป็นทักษะที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมเชิงปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว (Green Innovation Lab)

การกำหนดขอบเขตเนื้อหาและการสร้างข้อคำถามในแบบทดสอบอาศัยการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์กรอบแนวคิด มาตรฐาน และเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลทั้งในระดับนานาชาติและระดับประเทศที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาที่ยั่งยืน เพื่อนำมาใช้เป็นฐานในการกำหนดสาระสำคัญและระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่

เหมาะสมกับพัฒนาการของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเน้นระดับ ความเข้าใจ (Understanding) การประยุกต์ใช้ (Application) และ การคิดวิเคราะห์ในระดับพื้นฐาน (Basic Analysis) ทั้งนี้ เพื่อให้การประเมินผลสะท้อนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจริงจากการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในโครงการ

แบบทดสอบถูกออกแบบในรูปแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ เพื่อให้เหมาะสมทั้งในด้านเวลาในการทำแบบทดสอบ ความชัดเจนในการให้คะแนน และความสามารถในการนำผลไปวิเคราะห์เปรียบเทียบก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ (Pre-test / Post-test) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) ที่มุ่งประเมินผลลัพธ์ของกระบวนการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยข้อคำถามทุกข้อถูกออกแบบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาที่จัดการเรียนรู้จริง และกิจกรรมเชิงปฏิบัติการในโครงการ เพื่อให้ผลการประเมินมีความน่าเชื่อถือและสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้และการขยายผลในบริบทสถานศึกษาอื่นได้ต่อไป

โดยแบบทดสอบในรูปแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 3.11 แสดงแบบทดสอบด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน

ข้อที่	สาระสำคัญ	ระดับพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ตัวเลือก	เฉลย
1	WHY	ความเข้าใจ	เหตุผลสำคัญที่สุดของ Green Transformation คือข้อใด	ก. เพิ่มการใช้ทรัพยากร ข. แก้ผลกระทบจากกิจกรรมมนุษย์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ค. เพิ่มรายได้อุตสาหกรรม ง. เพิ่มความสะดวกสบาย	ข
2	WHY	ความเข้าใจ	ปัญหาใดเชื่อมโยงโดยตรงกับ Carbon Footprint	ก. ขาดแคลนแรงงาน ข. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ค. การขยายเมือง ง. เทคโนโลยี	ข
3	WHY	ความเข้าใจ	Green Transformation หมายถึงข้อใด	ก. เปลี่ยนสีอาคาร ข. เปลี่ยนผ่านวิธีคิดและการดำเนินกิจกรรมเพื่อลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม ค. เพิ่มพื้นที่อุตสาหกรรมสีเขียว	ข

ข้อที่	สาระสำคัญ	ระดับพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ตัวเลือก	เฉลย
				ง. ปลูกต้นไม้ทุกพื้นที่	
4	WHY	การคิดวิเคราะห์ในระดับพื้นฐาน	เหตุใดเยาวชนจึงมีบทบาทสำคัญต่อ Green Transformation	ก. ใช้พลังงานมากที่สุด ข. กำหนดนโยบายประเทศ ค. เป็นผู้เริ่มต้นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมระยะยาว ง. เป็นเจ้าของทรัพยากร	ค
5	WHAT	ความเข้าใจ	Carbon Footprint คืออะไร	ก. ปริมาณคาร์บอนในดิน ข. ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมมนุษย์ ค. ปริมาณออกซิเจนในอากาศ ง. ปริมาณพลังงานโรงงาน	ข
6	WHAT	ความเข้าใจ	กิจกรรมใดเป็นแหล่ง Carbon Footprint	ก. ปลูกต้นไม้ ข. ใช้ไฟฟ้า ค. รีไซเคิล ง. ใช้พลังงานแสงอาทิตย์	ข
7	WHAT	ความเข้าใจ	ก๊าซที่เกี่ยวข้องกับ Carbon Footprint มากที่สุดคืออะไร	ก. O_2 ข. N_2 ค. CO_2 ง. He	ค
8	WHAT	การคิดวิเคราะห์ในระดับพื้นฐาน	กิจกรรมใดทำให้ Carbon Footprint สูงขึ้น	ก. ใช้จักรยาน ข. ใช้เครื่องปรับอากาศนาน ค. ปลูกผัก ง. ปิดไฟเมื่อไม่ใช้	ข
9	WHAT	ความเข้าใจ	แหล่ง Carbon Footprint ในโรงเรียนคือข้อใด	ก. กีฬา ข. ใช้ไฟฟ้าและแอร์ ค. อ่านหนังสือ ง. เรียนออนไลน์	ข

สำนักงานเลขานุการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
EDTECH FUND

ข้อที่	สาระสำคัญ	ระดับพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ตัวเลือก	เฉลย
10	WHAT	ความเข้าใจ	ข้อใดกล่าวถึง Carbon Footprint ถูกต้อง	ก. เกิดจากธรรมชาติเท่านั้น ข. ไม่เกี่ยวกับมนุษย์ ค. ลดได้ด้วยการปรับพฤติกรรม ง. ไม่ส่งผลสิ่งแวดล้อม	ค
11	HOW	การประยุกต์	จุดประสงค์ของการคำนวณ Carbon Footprint คืออะไร	ก. เพิ่มพลังงาน ข. ทราบปริมาณการปล่อยก๊าซ ค. เพิ่มผลผลิต ง. ทดแทนทรัพยากร	ข
12	HOW	การประยุกต์	ข้อมูลใดจำเป็นในการคำนวณ Carbon Footprint จากไฟฟ้า	ก. จำนวนคน ข. หน่วยไฟฟ้า ค. จำนวนต้นไม้ ง. พื้นที่บ้าน	ข
13	HOW	การประยุกต์	เดินทางด้วยรถยนต์ไกลขึ้น ส่งผลต่อ Carbon Footprint อย่างไร	ก. ลดลง ข. คงเดิม ค. เพิ่มขึ้น ง. คำนวณไม่ได้	ค
14	HOW	การประยุกต์	การคำนวณระดับพื้นฐานควรเน้นสิ่งใด	ก. ความแม่นยำสูง ข. เข้าใจแนวคิดและเปรียบเทียบได้ ค. สูตรซับซ้อน ง. โปรแกรมขั้นสูง	ข
15	HOW	การประยุกต์	ใช้ไฟฟ้าน้อยลง ส่งผลอย่างไร	ก. เพิ่มขึ้น ข. ลดลง ค. คงที่ ง. ไม่เกี่ยวข้อง	ข
16	HOW	การคิดวิเคราะห์ในระดับ	วิธีใดลด Carbon Footprint ในโรงเรียนได้ดีที่สุด	ก. เปิดไฟทิ้งไว้ ข. ลดการใช้พลังงานไม่จำเป็น ค. เพิ่มกระดาษ	ข

สำนักงานเลขานุการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
EDTECH FUND

ข้อที่	สาระสำคัญ	ระดับพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ตัวเลือก	เฉลย
		พื้นฐาน		ง. เพิ่มเครื่องใช้ไฟฟ้า	
17	HOW	การวิเคราะห์	Reduce หมายถึงข้อใด	ก. เพิ่มการใช้ ข. ลดการใช้ที่ไม่จำเป็น ค. เปลี่ยนใหม่ทั้งหมด ง. กักเก็บ	ข
18	HOW	การวิเคราะห์	ใช้ขนส่งสาธารณะแทนรถส่วนตัว ส่งผลอย่างไร	ก. เพิ่ม CF ข. ไม่เปลี่ยน ค. ลด CF ง. มลพิษเพิ่ม	ค
19	HOW	ความเข้าใจ	วิธีใดเพิ่มการดูดซับคาร์บอนในโรงเรียน	ก. ตัดต้นไม้ ข. เพิ่มพื้นที่สีเขียว ค. ใช้ฟอสซิล ง. เผาขยะ	ข
20	HOW (Capture)	ความเข้าใจ	การปลูกต้นไม้ช่วย Carbon Footprint อย่างไร	ก. เพิ่มการปล่อย ข. ไม่เกี่ยวข้อง ค. ดูดซับคาร์บอน ง. เพิ่มก๊าซเรือนกระจก	ค

4.3 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

4.3.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ (เกณฑ์ประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะ 4Cs)

เครื่องมือเกณฑ์ประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะ 4Cs ได้รับการตรวจสอบและรับรองความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านการศึกษา การออกแบบการเรียนรู้ จิตวิทยา สถิติและการวัดผล และการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียน จำนวน 5 ท่าน ซึ่งมีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านที่หลากหลาย ครอบคลุมทั้งการออกแบบหลักสูตร การวิเคราะห์ข้อมูล การส่งเสริมพัฒนาการด้านจิตวิทยาและสังคม การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนการนิเทศและประเมินคุณภาพการศึกษา ทำให้การรับรองครั้งนี้มีความรอบด้านและน่าเชื่อถือสูง

1) ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1: สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก และดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ เชี่ยวชาญด้านการจัดการศึกษา การออกแบบหลักสูตรครู การพัฒนา

สมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21 การสร้างโครงสร้างการเรียนรู้ที่ทันสมัย และการจัดการศึกษาในบริบทปัจจุบัน

2) ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 2: สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก และดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาเยาวชน การปลูกฝังทักษะทางสังคม และการสร้างสมรรถนะด้านการคิดเชิงวิเคราะห์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้กับประเด็นทางสังคมและสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีเหตุผล อีกทั้งยังมีประสบการณ์ในการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรับผิดชอบต่อสังคม (Social Responsibility)

3) ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 3: สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท และดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ เชี่ยวชาญด้านการประยุกต์ใช้สถิติ และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการบริหารจัดการ และการออกแบบระบบประเมินผล

4) ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 4: สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา การบูรณาการสื่อดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ และการออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้ในระดับนโยบายและภาคปฏิบัติ

5) ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 5: สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก เชี่ยวชาญด้านการนิเทศการศึกษา การติดตามและประเมินคุณภาพการเรียนการสอน และการออกแบบกระบวนการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์

การตรวจสอบด้วยผู้เชี่ยวชาญข้างต้น ทั้ง 5 ท่าน โดยใช้วิธี Index of Item-Objective Congruence (IOC) เพื่อประเมินว่าแต่ละข้อคำถามในแบบประเมินมีความสอดคล้องกับมิติของทักษะที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยผู้เชี่ยวชาญทุกท่านได้รับแบบประเมินดังกล่าวเพื่อพิจารณาคะแนนในแต่ละข้อ ดังนี้:

+1 = สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของมิตินั้น

0 = ไม่แน่ใจ

–1 = ไม่สอดคล้อง

จากนั้นคำนวณค่า IOC ของแต่ละข้อจากสูตร:

IOC = (∑ คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ) ÷ (จำนวนผู้เชี่ยวชาญ)

โดยค่า IOC ที่ถือว่า “ผ่าน” เกณฑ์ความตรงเชิงเนื้อหา คือ **≥ 0.50**

ตารางที่ 3.12 ผลการตรวจสอบ IOC แบบประเมินตนเองด้านทักษะ 4Cs

ทักษะหลัก	มิติย่อย	ค่า IOC	สถานะ
Critical Thinking	การตั้งคำถามและการกำหนดกรอบปัญหา	1.00	ผ่าน
	การวิเคราะห์ข้อมูล	0.80	ผ่าน

ทักษะหลัก	มิติย่อย	ค่า IOC	สถานะ
	การใช้เหตุผลจากหลักฐาน	1.00	ผ่าน
	การสังเคราะห์และปรับกรอบแนวคิด	0.80	ผ่าน
Communication	การถ่ายทอดความคิด	1.00	ผ่าน
	การฟังและตีความ	0.80	ผ่าน
	การใช้สื่อและเทคโนโลยี	0.60	ผ่าน
	การสื่อสารเชิงโต้ตอบ	0.80	ผ่าน
Collaboration	การมีส่วนร่วม	1.00	ผ่าน
	ความรับผิดชอบร่วม	0.80	ผ่าน
	การเคารพและจัดการความขัดแย้ง	0.60	ผ่าน
	ภาวะผู้นำและการสนับสนุนทีม	0.80	ผ่าน
Creativity	การคิดไอเดียได้หลากหลาย	0.80	ผ่าน
	ความแปลกใหม่และยืดหยุ่น	0.80	ผ่าน
	การทดลองและกล้าคิด	1.00	ผ่าน
	การปรับปรุงและพัฒนาแนวคิด	0.80	ผ่าน

ทั้งนี้ จากการวิเคราะห์ผลด้วยวิธี IOC พบว่า:

1) แบบประเมินมีจำนวนทั้งหมด 16 รายการ ครอบคลุม 4 มิติของทักษะ 4Cs

2) รายการส่วนใหญ่มีค่าดัชนี IOC ≥ 0.80 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดี

3) มีเพียงบางรายการที่ค่าดัชนีอยู่ระหว่าง 0.60–0.69 ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า อาจมีความคลุมเครือในการตีความ เช่น ข้อที่ใช้คำว่า “อย่างสร้างสรรค์” หรือ “อย่างมั่นใจ” โดยไม่มีตัวอย่างประกอบ

4) ผู้เชี่ยวชาญเสนอให้ใช้ วิธีการปูพื้นความเข้าใจหรือยกตัวอย่างประกอบก่อนการประเมิน แทนการตัดข้อเหล่านั้นออก

สาระสำคัญที่ได้จากการตรวจสอบ

1) แบบประเมินสามารถใช้งานได้ โดยมีความตรงเชิงเนื้อหาในระดับ “ยอมรับได้” ถึง “ดีมาก”

2) ข้อที่มีค่า IOC ต่ำกว่ามาตรฐานไม่ได้แปลว่าไม่เหมาะสม แต่ควรมีการ อธิบายเพิ่มเติมโดยผู้ดำเนินการ หรือมีช่วงปูพื้นเพื่อทำความเข้าใจคำศัพท์หลัก ก่อนเริ่มต้นการประเมิน

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา EDTECH FUND

3) การมี Facilitator หรือครูคอยตอบคำถามในระหว่างการใช้แบบประเมิน จะช่วยลดความคลาดเคลื่อนจากความเข้าใจไม่ตรงกันของผู้ตอบได้อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 3.13 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการรับรองเครื่องมือวิจัย (เกณฑ์ประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะ 4Cs)

รายชื่อ	ตำแหน่งงาน/ความเชี่ยวชาญ
1) ผศ.ดร.พงษ์ภิญโญ แม้นโกศล	• คณบดีวิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
2) ผศ.ดร.นรุตม์ พรประสิทธิ์	• อาจารย์ประจำภาควิชาจิตวิทยา คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3) ผศ.เอกรินทร์ ยลระบิล	• อาจารย์ประจำวิชาสถิติ สาขาวิชาบริหารการปฏิบัติการและรองคณบดีฝ่ายกิจการองค์กรและความยั่งยืน คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
4) ดร.ศุภธิดา พรหมพยัคฆ์	• CEO บจก.ดิเอสเคิร์ฟ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา • อดีตกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิในคณะกรรมการนโยบายพื้นที่นวัตกรรมการศึกษา
5) ดร.พลพิพัฒน์ วัฒนเศรษฐานุกูล	• ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 • ได้รับรางวัล "นวัตกรรมระดับยอดเยี่ยม" การคัดเลือกผลงานวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) การพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา ภายใต้โครงการ Innovation For Thai Education (IFTE) ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๗ “ระดับจังหวัด” สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดกรุงเทพมหานคร

4.3.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ (แบบทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนของผู้เรียน)

เพื่อให้แบบทดสอบความรู้เรื่อง Green Transformation และ Carbon Footprint ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และขอบเขตเนื้อหาที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ของข้อคำถามทุกข้อก่อนนำไปใช้จริง

การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาดำเนินการโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งมีความรู้และประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน การจัดการเรียนรู้ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน และการวัดและประเมินผลทางการศึกษา โดยผู้ทรงคุณวุฒิได้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และสาระสำคัญของเนื้อหาในหัวข้อ Green Transformation โดยเฉพาะประเด็น Why, What และ How (การคำนวณ การลด และการเพิ่มความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอน)

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละข้อคำถาม ดังนี้

+1 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องบางส่วนหรือยังไม่ชัดเจน

–1 หมายถึง ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

จากนั้นนำผลการพิจารณามาคำนวณค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของข้อคำถามแต่ละข้อ โดยพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป เป็นเกณฑ์การยอมรับว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และสามารถนำไปใช้ในกjารเก็บรวบรวมข้อมูลได้ ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิมาใช้ในการปรับปรุงถ้อยคำ ความชัดเจนของโจทย์ และความเหมาะสมของตัวเลือกคำตอบในบางข้อ เพื่อให้ข้อคำถามมีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียนและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ก่อนนำแบบทดสอบไปใช้จริงในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ 3.14 ผลการตรวจสอบ IOC แบบทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนของผู้เรียน

ข้อที่	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
1	1.00	ผ่าน
2	1.00	ผ่าน
3	1.00	ผ่าน
4	1.00	ผ่าน
5	1.00	ผ่าน
6	1.00	ผ่าน
7	1.00	ผ่าน
8	0.67	ผ่าน
9	1.00	ผ่าน
10	1.00	ผ่าน
11	1.00	ผ่าน

ข้อที่	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
12	0.67	ผ่าน
13	1.00	ผ่าน
14	1.00	ผ่าน
15	1.00	ผ่าน
16	1.00	ผ่าน
17	1.00	ผ่าน
18	1.00	ผ่าน
19	1.00	ผ่าน
20	1.00	ผ่าน

จากตารางแสดงผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบความรู้ จำนวน 20 ข้อ พบว่าข้อคำถามทุกข้อมีค่า IOC อยู่ในช่วง 0.67–1.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (IOC ≥ 0.50) แสดงให้เห็นว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และสาระสำคัญของเนื้อหาในระดับที่ยอมรับได้ และสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

โดยผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเชิงคุณภาพในหลายประเด็น ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาใช้ประกอบการปรับปรุงเครื่องมือก่อนนำไปใช้จริง ทั้งนี้ ข้อเสนอแนะดังกล่าวมีบทบาทสำคัญในการยกระดับคุณภาพและความน่าเชื่อถือของแบบทดสอบในเชิงวิชาการ

1) ประเด็นสำคัญประการแรกที่ผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะ คือ ความชัดเจนของถ้อยคำในโจทย์คำถาม โดยเฉพาะข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเชิงนามธรรม เช่น Green Transformation และ Carbon Footprint ผู้ทรงคุณวุฒิได้เสนอให้ปรับถ้อยคำให้ใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับพัฒนาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ลดการใช้คำศัพท์เชิงเทคนิคที่อาจก่อให้เกิดความคลุมเครือในการตีความ ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงถ้อยคำในข้อคำถามบางข้อให้มีความกระชับ ชัดเจน และอ้างอิงบริบทของกิจกรรมหรือสถานการณ์ใกล้ตัวของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจโจทย์ได้ตรงตามเจตนารมณ์ของการวัด
2) ประเด็นประการที่สอง คือ ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และสาระสำคัญของเนื้อหา ผู้ทรงคุณวุฒิได้พิจารณาและเสนอแนะให้ตรวจสอบความสมดุลของข้อคำถามในแต่ละหมวดสาระตามกรอบ Why, What และ How เพื่อให้แบบทดสอบครอบคลุมทั้งด้านความเข้าใจเชิงแนวคิดและการประยุกต์ใช้ใน

ระดับพื้นฐานอย่างเหมาะสม ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงข้อคำถามบางข้อให้สอดคล้องกับระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และหลีกเลี่ยงข้อคำถามที่อาจวัดความรู้เกินขอบเขตของเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้จริงในโครงการ

3) ประเด็นประการที่สาม คือ ความเหมาะสมของตัวเลือกคำตอบ ผู้ทรงคุณวุฒิได้เสนอแนะให้ปรับตัวเลือกคำตอบในบางข้อให้มีความสมเหตุสมผลใกล้เคียงกัน และลดความชัดเจนของตัวลวงที่อาจทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกคำตอบที่ถูกต้องได้โดยไม่อาศัยความเข้าใจในเนื้อหา ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงตัวเลือกคำตอบให้มีคุณภาพในเชิงการวัดมากยิ่งขึ้น โดยคงไว้ซึ่งความยากง่ายที่เหมาะสมกับระดับผู้เรียน และช่วยให้แบบทดสอบสามารถจำแนกระดับความรู้ของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น

นอกจากนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิยังได้ให้ข้อเสนอแนะในประเด็น ความเหมาะสมของระดับความยากของข้อคำถามโดยรวม เพื่อให้แบบทดสอบสามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนได้อย่างเหมาะสม ผู้วิจัยจึงได้พิจารณาปรับระดับความยากของข้อคำถามบางข้อให้อยู่ในระดับความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ และการคิดวิเคราะห์ในระดับพื้นฐาน อันสอดคล้องกับลักษณะของการวิจัยเชิงพัฒนาและพัฒนาการทางความคิดของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ตารางที่ 3.15 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการรับรองเครื่องมือวิจัย (แบบทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนของผู้เรียน)

รายชื่อ	ตำแหน่งงาน/ความเชี่ยวชาญ
1) รศ.ดร.นิตย์ เพ็ชรรักษ์	• นักวิจัยอาวุโส และคณะที่ปรึกษาจากโครงการ Hub of Net Zero มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาในการจัดทำรายงานคาร์บอนฟุตพรินต์องค์กร • อดีตรองอธิการบดีสายงานวิชาการ และอดีตรองอธิการบดีสายงานวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
2) ดร.วริศ ลิ้มลาวัลย์	• คณบดีคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ • คณะที่ปรึกษาจากโครงการ Hub of Net Zero มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาในการจัดทำรายงานคาร์บอนฟุตพรินต์องค์กร • อดีตรองคณบดีรองคณบดีฝ่ายบริหาร วิทยาลัยนานาชาติ (IC) มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สำนักงานเลขานุการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

รายชื่อ	ตำแหน่งงาน/ความเชี่ยวชาญ
3) ดร.สุวิไล พุ่มโพธิ์	• ผู้ทรงคุณวุฒิ ภาควิชาวิศวกรรมไอโอทีและสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกลาเจาคุณทหารลาดกระบัง • ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการคาร์บอนอุตสาหกรรมด้วยระบบ IIoT • ที่ปรึกษาด้านพลังงาน บมจ.เอกรัฐวิศวกรรม

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ได้รับการออกแบบภายใต้กรอบของการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) ซึ่งให้ความสำคัญกับการประเมินผลลัพธ์ของการจัดการเรียนรู้ทั้งในมิติของสมรรถนะผู้เรียนและมิติของความรู้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ภายใต้บริบทการใช้งานจริงของสถานศึกษา โดยผู้วิจัยกำหนดให้การประเมินสมรรถนะของผู้เรียนในมิติของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) เป็นแกนสำคัญในการเก็บรวบรวมข้อมูล เนื่องจากเป็นผลลัพธ์หลักที่สอดคล้องกับเป้าหมายของโครงการและแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาทักษะการคิด การสื่อสาร ความคิดสร้างสรรค์ และการทำงานร่วมกันของผู้เรียน

ภายใต้กรอบดังกล่าว การประเมินสมรรถนะด้านทักษะ 4Cs ถูกออกแบบให้ดำเนินการควบคู่กับการทดสอบความรู้เรื่อง Green Transformation และ Carbon Footprint ซึ่งทำหน้าที่เป็นเครื่องมือในการประเมินผลลัพธ์ด้านความรู้เชิงแนวคิดและการประยุกต์ใช้ในระดับพื้นฐาน การจัดลำดับการเก็บรวบรวมข้อมูลในลักษณะนี้สะท้อนแนวคิดของโครงการที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนเป็นลำดับแรก และใช้การทดสอบความรู้เป็นกลไกสนับสนุนในการอธิบายผลลัพธ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานและกิจกรรมเชิงปฏิบัติการภายใต้แนวคิด Green Transformation

นอกจากนี้ กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลยังได้รับการออกแบบให้มีลำดับขั้นตามช่วงเวลาของการดำเนินโครงการ ตั้งแต่ก่อนการจัดกิจกรรม ระหว่างการดำเนินกิจกรรม และหลังการจัดกิจกรรม เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนทั้งในด้านสมรรถนะและด้านความรู้ได้อย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ การกำหนดวิธีการและช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์ผลการวิจัยในเชิงพัฒนาและเพื่อให้ข้อมูลที่ได้สามารถสะท้อนผลลัพธ์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นได้อย่างมีความสมเหตุสมผลในเชิงวิชาการ โดยจำแนกออกเป็นระยะต่างๆ ดังนี้

5.1 การเตรียมการและการตรวจสอบเครื่องมือก่อนการเก็บข้อมูล

ในระยะเริ่มต้นของการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการเตรียมความพร้อมด้านเครื่องมือการประเมิน โดยมุ่งเน้นให้เครื่องมือสามารถสะท้อนผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างครอบคลุมทั้งในมิติของสมรรถนะและมิติ

ของความรู้ อันสอดคล้องกับกรอบแนวคิดและวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือการประเมินหลัก 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือสำหรับการประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) และแบบทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นเรื่อง Green Transformation และ Carbon Footprint

สำหรับการประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะ 4Cs ผู้วิจัยได้พัฒนาเกณฑ์การประเมิน (Rubric) โดยอาศัยกรอบแนวคิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และบริบทการจัดการเรียนรู้ของโครงการเป็นฐาน เพื่อกำหนดตัวบ่งชี้และระดับสมรรถนะที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่คาดหวังจากผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เกณฑ์การประเมินดังกล่าวถูกออกแบบให้ครอบคลุมทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน โดยคำนึงถึงความชัดเจนของตัวบ่งชี้ ความเหมาะสมของระดับพฤติกรรม และความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประเมินในบริบทการเรียนรู้จริง

ในส่วนของแบบทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนของผู้เรียน ที่มุ่งเน้นเรื่อง Green Transformation และ Carbon Footprint นั้น ผู้วิจัยได้ออกแบบข้อคำถามให้สอดคล้องกับขอบเขตเนื้อหาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของโครงการ โดยจัดโครงสร้างเนื้อหาตามลำดับตรรกะ Why, What และ How (การคำนวณ การลด และการเพิ่มความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอน) เพื่อให้สามารถประเมินความรู้เชิงแนวคิดและการประยุกต์ใช้ในระดับพื้นฐานของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม

ภายหลังการพัฒนาเครื่องมือทั้งสองประเภท ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือไปผ่านกระบวนการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และนำข้อเสนอแนะที่ได้รับมาปรับปรุงเครื่องมือในประเด็นด้านความชัดเจนของถ้อยคำ ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการของผู้เรียน ทั้งนี้ กระบวนการตรวจสอบและปรับปรุงเครื่องมือดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มคุณภาพและความน่าเชื่อถือของเครื่องมือก่อนนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะถัดไป

5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนดำเนินโครงการ

ภายหลังการเตรียมความพร้อมด้านเครื่องมือการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการสะท้อนระดับสมรรถนะและความรู้ของผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายก่อนการเข้าร่วมโครงการ ทั้งนี้ การเก็บข้อมูลในระยะดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นฐานในการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนภายหลังการดำเนินโครงการ และเพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์ผลลัพธ์ของการจัดการเรียนรู้ในเชิงพัฒนาอย่างเป็นระบบ

ในระยะนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินสมรรถนะของผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) เป็นลำดับแรก โดยใช้เกณฑ์การประเมิน (Rubric) ที่พัฒนาขึ้นตามกรอบแนวคิดของโครงการ การประเมินครอบคลุมทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน ซึ่งสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้และศักยภาพของผู้เรียนก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้แนวคิด Green Transformation ข้อมูลจาก

การประเมินดังกล่าวใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการแสดงระดับสมรรถนะของผู้เรียนในช่วงก่อนการดำเนินโครงการ และเป็นฐานสำหรับการเปรียบเทียบกับผลการประเมินหลังการดำเนินโครงการในระยะถัดไป

ภายหลังการประเมินสมรรถนะด้านทักษะ 4Cs ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านความรู้ของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Pre-test) เพื่อสะท้อนระดับความรู้และความเข้าใจของผู้เรียนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด Green Transformation แหล่งกำเนิดของ Carbon Footprint และแนวทางการคำนวณ การลด และการเพิ่มความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนในระดับพื้นฐาน ข้อมูลจากแบบทดสอบดังกล่าวทำหน้าที่เป็นข้อมูลตั้งต้นในการเปรียบเทียบกับผลการทดสอบหลังการดำเนินโครงการ เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงด้านความรู้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

การจัดลำดับการเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะก่อนดำเนินโครงการ โดยเริ่มจากการประเมินสมรรถนะด้านทักษะ 4Cs และตามด้วยการทดสอบความรู้ สะท้อนแนวคิดของการวิจัยที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนเป็นแกนหลัก และใช้การประเมินความรู้เป็นกลไกสนับสนุนในการอธิบายผลลัพธ์การเรียนรู้ ทั้งนี้ ข้อมูลจากระยะที่ 2 ถูกจัดเก็บและจัดระบบอย่างเป็นระเบียบ เพื่อเตรียมใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับวิเคราะห์เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการในระยะถัดไป

5.3 การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

ภายหลังการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนดำเนินโครงการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานและกิจกรรมเชิงปฏิบัติการภายใต้แนวคิด Green Transformation ซึ่งได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงการและกรอบแนวคิดการวิจัย โดยมุ่งส่งเสริมการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ควบคู่กับการเสริมสร้างความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็น Green Transformation และ Carbon Footprint

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระยะนี้ดำเนินการผ่านกระบวนการเรียนรู้เชิงรุกที่เน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียน โดยผสานแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) เข้ากับกิจกรรมเชิงปฏิบัติการที่ออกแบบตามหลักการ Design Thinking และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทั้งนี้ กิจกรรมการเรียนรู้ได้รับการออกแบบให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกกระบวนการคิด การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การสื่อสาร และการทำงานร่วมกันผ่านสถานการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับบริบทของสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน ซึ่งเป็นสาระสำคัญของโครงการ

ในระหว่างการดำเนินกิจกรรม ผู้วิจัยทำหน้าที่กำกับ ติดตาม และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เพื่อให้กิจกรรมดำเนินไปตามแผนที่กำหนดไว้ และเอื้อต่อการมีส่วนร่วมของผู้เรียนอย่างทั่วถึง อย่างไรก็ตาม ในระยะนี้ยังไม่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลลัพธ์เชิงปริมาณหรือเชิงเปรียบเทียบ โดยการดำเนินกิจกรรมมุ่งเน้นไปที่การสร้างประสบการณ์การเรียนรู้และการส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นหลัก

การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในระยะที่ 3 จึงทำหน้าที่เป็นช่วงเวลาสำคัญในการเอื้อให้เกิดการพัฒนาทั้งด้านสมรรถนะและด้านความรู้ของผู้เรียน ซึ่งเป็นเงื่อนไขพื้นฐานสำหรับการประเมินผลลัพธ์ของการจัดการเรียนรู้ในระยะหลังดำเนินโครงการ ทั้งนี้ การออกแบบและดำเนินกิจกรรมในลักษณะดังกล่าวช่วยให้การประเมินผลในระยะถัดไปสามารถสะท้อนผลของกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ภายใต้แนวคิด Green Transformation ได้อย่างมีความสมเหตุสมผลในเชิงวิชาการ

5.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังดำเนินโครงการ

เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการเข้าร่วมกิจกรรมอย่างเป็นระบบ ทั้งในมิติของสมรรถนะผู้เรียนและมิติของความรู้ ทั้งนี้ การเก็บข้อมูลในระยะหลังดำเนินโครงการมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับข้อมูลก่อนดำเนินโครงการ และเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนอันเป็นผลจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ภายใต้แนวคิด Green Transformation

ในระยะนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินสมรรถนะของผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) เป็นลำดับแรก โดยใช้เกณฑ์การประเมิน (Rubric) ชุดเดียวกับที่ใช้ในการประเมินก่อนดำเนินโครงการ เพื่อให้การเปรียบเทียบผลการประเมินมีความสอดคล้องเชิงระเบียบวิธี โดยมุ่งสะท้อนระดับสมรรถนะของผู้เรียนหลังการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้

ควบคู่กับการประเมินสมรรถนะด้านทักษะ 4Cs ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านความรู้ของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนหลังการเข้าร่วมโครงการ (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับที่ใช้ในการเก็บข้อมูลก่อนดำเนินโครงการ เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงด้านความรู้เชิงแนวคิดและการประยุกต์ใช้ในระดับพื้นฐานของผู้เรียน อันเกี่ยวข้องกับประเด็น Green Transformation แหล่งกำเนิดของ Carbon Footprint และแนวทางการคำนวณ การลด และการเพิ่มความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอน

ข้อมูลที่ได้จากการประเมินสมรรถนะด้านทักษะ 4Cs และการทดสอบความรู้หลังดำเนินโครงการถูกจัดเก็บและตรวจสอบความครบถ้วนอย่างเป็นระบบ ก่อนนำไปใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับข้อมูลก่อนดำเนินโครงการ ทั้งนี้ การออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะหลังดำเนินโครงการให้สอดคล้องกับระยะก่อนดำเนินโครงการ ช่วยให้การวิเคราะห์ผลการวิจัยสามารถสะท้อนการเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีเหตุผลเชิงวิชาการ และสนับสนุนการสรุปผลการวิจัยในเชิงพัฒนาได้อย่างเหมาะสม

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 แนวทางและหลักการในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการภายใต้กรอบวัตถุประสงค์การวิจัยและกรอบแนวคิดของโครงการ โดยมีเป้าหมายเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการเข้าร่วมโครงการ ทั้งในมิติของ

สมรรถนะด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) และมิติของความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน โดยมุ่งเน้นเรื่อง Green Transformation และ Carbon Footprint การกำหนดแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลจึงมุ่งให้สอดคล้องกับลักษณะของข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ และรูปแบบการวิจัยเชิงพัฒนา ซึ่งเน้นการอธิบายผลลัพธ์ของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล โดยพิจารณาทั้งข้อมูลเชิงพรรณนาและข้อมูลเชิงอนุมาน เพื่อให้สามารถอธิบายลักษณะของข้อมูลในภาพรวม และตรวจสอบความแตกต่างของผลการประเมินก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการได้อย่างมีเหตุผลเชิงวิชาการ การวิเคราะห์เชิงพรรณนาใช้เพื่ออธิบายแนวโน้มของระดับสมรรถนะและความรู้ของผู้เรียน ขณะที่การวิเคราะห์เชิงอนุมานใช้เพื่อพิจารณาว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมีหรือไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวัดผลจากกลุ่มผู้เรียนกลุ่มเดิมในสองช่วงเวลา คือ ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมกับข้อมูลแบบจับคู่ (paired data) ในการวิเคราะห์ความแตกต่าง โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ทั้งนี้ นอกจากการพิจารณานัยสำคัญทางสถิติแล้ว ผู้วิจัยยังให้ความสำคัญกับการรายงานขนาดอิทธิพล (effect size) เพื่อสะท้อนความแรงของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ และช่วยให้การตีความผลการวิจัยมีความสมบูรณ์ในเชิงความหมายทางการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการทั้งในภาพรวมของผู้เรียนทั้งหมด และการวิเคราะห์แยกตามระดับชั้นเรียน ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อสะท้อนลักษณะและแนวโน้มของผลการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มย่อย ทั้งนี้ แนวทางดังกล่าวช่วยให้ผลการวิเคราะห์สามารถเชื่อมโยงกับบริบทของผู้เรียน และสนับสนุนการอภิปรายผลการวิจัยในบทถัดไปได้อย่างมีเหตุผลและสอดคล้องกับกรอบการวิจัย

6.2 การเตรียมข้อมูลและการตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูล

ก่อนดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเตรียมข้อมูลอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ข้อมูลที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์มีความถูกต้อง ครบถ้วน และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ข้อมูลที่ได้จากการประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) และแบบทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน ถูกตรวจสอบความสมบูรณ์ของการตอบแบบประเมินและแบบทดสอบทุกฉบับก่อนนำไปประมวลผล

ในขั้นตอนการเตรียมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการลงรหัสข้อมูลและจัดชุดข้อมูลตามช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล ได้แก่ ก่อนการเข้าร่วมโครงการ และหลังการเข้าร่วมโครงการ รวมทั้งจัดกลุ่มข้อมูลตามระดับชั้นเรียน ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อรองรับการวิเคราะห์ทั้งในภาพรวมและการวิเคราะห์แยกตามกลุ่มย่อย ทั้งนี้ การจัดระบบข้อมูลดังกล่าวช่วยให้สามารถติดตามและเปรียบเทียบข้อมูลจากผู้เรียนกลุ่มเดิมในสองช่วงเวลาได้อย่างชัดเจน โดยผู้วิจัยได้ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของช่วงคะแนน และ

ความสอดคล้องของค่าคะแนนในแต่ละตัวแปร เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดจากการบันทึกข้อมูลผิดพลาด

ทั้งนี้ เพื่อความเหมาะสมในการเลือกใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์ความแตกต่างก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ ผู้วิจัยได้ตรวจสอบสมมติฐานเบื้องต้นของการใช้สถิติ T-Test สำหรับกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์ โดยพิจารณาลักษณะการแจกแจงของค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนหลังและก่อน (Difference Scores) ในแต่ละตัวแปร ทั้งนี้ การตรวจสอบดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อยืนยันความเหมาะสมของสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ และใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในกรณีที่ข้อมูลมีลักษณะเบี่ยงเบนจากสมมติฐานการแจกแจงปกติ

6.3 การวิเคราะห์ข้อมูลด้านสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs)

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระดับสมรรถนะของผู้เรียนก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ และเพื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานและกิจกรรมเชิงปฏิบัติการภายใต้แนวคิด Green Transformation ทั้งนี้ การวิเคราะห์มุ่งสะท้อนการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนในแต่ละมิติอย่างเป็นระบบ และสอดคล้องกับกรอบแนวคิดและวัตถุประสงค์ของการวิจัย

ข้อมูลสมรรถนะผู้เรียนได้จากการประเมินโดยใช้เกณฑ์การประเมิน (Rubric) ซึ่งครอบคลุมทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) การสื่อสาร (Communication) และการทำงานร่วมกัน (Collaboration) ทั้งนี้ การคำนวณคะแนนสมรรถนะในแต่ละมิติของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ดำเนินการโดยการนำคะแนนจากข้อย่อยในมิตินั้นมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อสะท้อนระดับสมรรถนะโดยรวมของผู้เรียนในแต่ละมิติ ทั้งนี้ การใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนข้อย่อยช่วยคงสเกลของการประเมินให้สอดคล้องกับระดับของเกณฑ์การประเมิน (Rubric) และสะท้อนภาพรวมของพฤติกรรมตามตัวบ่งชี้ที่กำหนดไว้อย่างเหมาะสม

หลังจากนั้น ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการประเมินก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการมาวิเคราะห์เชิงพรรณนา โดยรายงานค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่ออธิบายระดับสมรรถนะของผู้เรียนในแต่ละมิติทั้งก่อนและหลังการดำเนินโครงการ

สำหรับการวิเคราะห์เชิงอนุมาน ผู้วิจัยใช้สถิติ T-Test สำหรับกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์ (Paired-Samples T-Test) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ เนื่องจากเป็นการวัดผลจากผู้เรียนกลุ่มเดิมในสองช่วงเวลา การวิเคราะห์ดำเนินการแยกตามรายมิติของทักษะ 4Cs เพื่อให้สามารถพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะในแต่ละด้านได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้ การวิเคราะห์ดำเนินการทั้งในภาพรวมของผู้เรียนทั้งหมด และการวิเคราะห์แยกตามระดับชั้นเรียน ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อสะท้อนแนวโน้มการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนในแต่ละกลุ่มย่อย

ในการรายงานผลการวิเคราะห์ ผู้วิจัยนำเสนอค่า t องศาอิสระ (df) และค่า p เพื่อพิจารณานัยสำคัญทางสถิติของความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ .05 นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังรายงาน ขนาดอิทธิพล (Effect Size) โดยใช้ค่า Cohen's d สำหรับข้อมูลแบบจับคู่ เพื่อสะท้อนความแรงของการเปลี่ยนแปลงด้านสมรรถนะที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ ซึ่งช่วยเสริมการตีความผลการวิเคราะห์ให้มีความหมายในเชิงการศึกษา ไม่จำกัดเพียงการพิจารณานัยสำคัญทางสถิติเท่านั้น

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านสมรรถนะผู้เรียนในลักษณะดังกล่าวช่วยให้สามารถอธิบายทั้งแนวโน้มและขนาดของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละมิติของทักษะ 4Cs ได้อย่างเป็นระบบ และเป็นฐานสำคัญในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในบทถัดไป รวมทั้งใช้ประกอบการอภิปรายผลการวิจัยในเชิงพัฒนาให้สอดคล้องกับกรอบแนวคิดและเป้าหมายของโครงการ

6.4 การวิเคราะห์ข้อมูลด้านความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระดับความรู้และความเข้าใจของผู้เรียนก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ และเพื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงด้านความรู้ที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานและกิจกรรมเชิงปฏิบัติการภายใต้แนวคิด Green Transformation การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้จึงมุ่งสะท้อนผลลัพธ์ด้านความรู้เชิงแนวคิดและการประยุกต์ใช้ในระดับพื้นฐานของผู้เรียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และกรอบแนวคิดของโครงการ

ข้อมูลด้านความรู้ได้จากแบบทดสอบความรู้เรื่อง Green Transformation และ Carbon Footprint ซึ่งใช้คะแนนรวมของแบบทดสอบเป็นตัวแทนระดับความรู้ของผู้เรียน ผู้วิจัยนำคะแนนก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการมาวิเคราะห์เชิงพรรณนา โดยรายงานค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่ออธิบายแนวโน้มของระดับความรู้ของผู้เรียนทั้งก่อนและหลังการดำเนินโครงการ ทั้งในภาพรวมของผู้เรียนทั้งหมด และการวิเคราะห์แยกตามระดับชั้นเรียน ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สำหรับการวิเคราะห์เชิงอนุมาน ผู้วิจัยใช้สถิติ T-Test สำหรับกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์ (Paired-Samples T-Test) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนรวมของแบบทดสอบก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ เนื่องจากเป็นการวัดผลจากผู้เรียนกลุ่มเดิมในสองช่วงเวลา การวิเคราะห์ดำเนินการทั้งในภาพรวมของผู้เรียนทั้งหมด และการวิเคราะห์แยกตามระดับชั้นเรียน เพื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงด้านความรู้ในแต่ละกลุ่มย่อยอย่างเป็นระบบ

ในการรายงานผลการวิเคราะห์ ผู้วิจัยนำเสนอค่า t องศาอิสระ (df) และค่า p เพื่อพิจารณานัยสำคัญทางสถิติของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ควบคู่กับการรายงาน ขนาดอิทธิพล (Effect Size) โดยใช้ค่า Cohen's d สำหรับข้อมูลแบบจับคู่ เพื่อสะท้อนขนาดของการเปลี่ยนแปลงด้านความรู้ที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ การรายงานขนาดอิทธิพลช่วยเสริมการตีความผลการวิเคราะห์ให้มีความสมบูรณ์ และเอื้อต่อการพิจารณาความหมายเชิงการศึกษาของผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น นอกเหนือจากการพิจารณานัยสำคัญทางสถิติเพียงอย่างเดียว

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านความรู้ในลักษณะดังกล่าวจึงเป็นฐานสำคัญในการอธิบายผลลัพธ์ด้านการเรียนรู้เชิงความรู้ของผู้เรียน และเชื่อมโยงกับผลการวิเคราะห์ด้านสมรรถนะผู้เรียนในมิติของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เพื่อสะท้อนผลการดำเนินโครงการในภาพรวมอย่างเป็นระบบในบทถัดไป

สำนักงานเลขานุการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

บทที่ 4 นี้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินโครงการวิจัย ซึ่งมุ่งศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดที่พัฒนาขึ้นต่อสมรรถนะของผู้เรียนในมิติของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) และผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน ทั้งนี้ การวิเคราะห์ข้อมูลในบทนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะและความรู้ของผู้เรียนก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการอย่างเป็นระบบ และเพื่อพิจารณาว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งผลต่อผู้เรียนได้ในระดับใด

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการโดยอาศัยสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมานควบคู่กัน โดยสถิติเชิงพรรณนาใช้ในการอธิบายลักษณะทั่วไปของข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ ขณะที่สถิติเชิงอนุมานใช้เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการด้วยสถิติ T-Test แบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์ (Paired-Samples T-Test) ซึ่งเหมาะสมกับการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวัดซ้ำในกลุ่มตัวอย่างเดิม นอกจากนี้ ยังมีการรายงานค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) เพื่อสะท้อนความหมายเชิงปฏิบัติของผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นควบคู่กับการพิจารณานัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ในบทนี้นำเสนอในสองลักษณะ ได้แก่ การนำเสนอผลในภาพรวมของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และการนำเสนอผลโดยจำแนกตามระดับชั้นเรียน เพื่อให้สามารถพิจารณาความสอดคล้องและความแตกต่างของผลการวิจัยในแต่ละกลุ่มย่อยได้อย่างรอบด้าน ทั้งนี้ การจัดลำดับและรูปแบบการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในบทที่ 4 ได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ระบุไว้ในบทที่ 3 เพื่อให้การตีความผลการวิจัยเป็นไปอย่างมีความเชื่อมโยง มีความน่าเชื่อถือ และเข้าใจได้ง่าย

1. ผลการวิเคราะห์สมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs)

การวิเคราะห์สมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะผู้เรียนในมิติของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และความคิดสร้างสรรค์ ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ ทั้งนี้ สมรรถนะดังกล่าวได้รับการประเมินโดยใช้เกณฑ์การประเมินตามตัวบ่งชี้พฤติกรรมที่กำหนดไว้ และคำนวณคะแนนสมรรถนะรายมิติจากค่าเฉลี่ยของคะแนนข้อย่อย เพื่อสะท้อนภาพรวมของพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนในแต่ละมิติอย่างเหมาะสม

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ในหัวข้อนี้แบ่งออกเป็นสองส่วน ได้แก่ การนำเสนอผลในภาพรวมของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และการนำเสนอผลโดยจำแนกตามระดับชั้นเรียน เพื่อให้สามารถพิจารณาผลของการจัดการเรียนรู้ต่อสมรรถนะผู้เรียนได้อย่างรอบด้าน และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

โดยในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สถิติ T-Test แบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์ (Paired Samples T-Test) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ โดยคำนวณค่าความแตกต่างเฉลี่ย (Mean Difference) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง (SD Difference)

สถิติ t คำนวณจากอัตราส่วนของค่าเฉลี่ยของผลต่างต่อค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่าง และรายงานขนาดอิทธิพล (Effect Size) โดยใช้ Cohen's d สำหรับกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่.05 และรายงานค่า p-value แบบสองด้าน (Two-Tailed)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ มีดังนี้:

1) ค่าเฉลี่ยของผลต่าง (Mean Diff) = (Σ(Mean ก่อน – Mean หลัง)) / n
2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง (SD Diff) = √(Σ(ค่าผลต่างรายบุคคล – ค่าเฉลี่ยของผลต่าง)^2 / (n-1))
3) t = Mean Diff / (SD Diff / √n)
4) Cohen's d = Mean Diff / SD Diff

1.1 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ (ภาพรวม)

ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ในภาพรวมของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ พบว่า ผู้เรียนมีระดับสมรรถนะหลังการเข้าร่วมโครงการสูงกว่าก่อนการเข้าร่วมโครงการในทุกมิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลการวิเคราะห์ด้วยสถิติ T-Test แบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์แสดงให้เห็นว่าคะแนนสมรรถนะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และความคิดสร้างสรรค์ หลังการเข้าร่วมโครงการมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการเข้าร่วมโครงการอย่างชัดเจน ($p < .001$)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ พบว่าการเพิ่มขึ้นของคะแนนสมรรถนะเกิดขึ้นในทุกมิติ และมีลักษณะเป็นไปในทิศทางเดียวกันในกลุ่มผู้เรียนส่วนใหญ่ สะท้อนให้เห็นถึงความสม่ำเสมอของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายหลังการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ตามโครงการวิจัยนี้ นอกจากนี้ ค่าความแปรปรวนของผลต่างคะแนนอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งบ่งชี้ว่าการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนไม่ได้จำกัดอยู่เพียงผู้เรียนบางกลุ่ม แต่เกิดขึ้นในภาพรวมของกลุ่มตัวอย่าง

ในด้านความหมายเชิงปฏิบัติ ผลการวิเคราะห์ค่าขนาดอิทธิพล (Cohen's d) พบว่าการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะของผู้เรียนในทุกมิติของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 มีค่าขนาดอิทธิพลอยู่ในระดับสูง

แสดงให้เห็นว่าโครงการวิจัยมีผลต่อการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญในเชิงการศึกษา ไม่เพียงแต่ในเชิงสถิติเท่านั้น ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างเป็นรูปธรรม

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ (ภาพรวม)

มิติของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	n	Mean ก่อน	SD ก่อน	Mean หลัง	SD หลัง	Mean Diff	SD Diff	t	df	p-value	Cohen's d (paired)
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ Critical Thinking	100	1.66	0.40	2.53	0.61	0.87	0.43	20.16	99	< .001	2.02
การสื่อสาร Communication	100	1.68	0.37	2.48	0.55	0.80	0.44	18.32	99	< .001	1.83
การทำงานร่วมกัน Collaboration	100	1.66	0.39	2.52	0.54	0.86	0.39	22.25	99	< .001	2.23
ความคิดสร้างสรรค์ Creativity	100	1.69	0.42	2.53	0.52	0.85	0.41	20.79	99	< .001	2.08

1.2 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ จำแนกตามระดับชั้น

ผลการวิเคราะห์สมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) เมื่อจำแนกตามระดับชั้นเรียน ได้แก่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผู้เรียนในทุกระดับชั้นมีคะแนนสมรรถนะหลังการเข้าร่วมโครงการสูงกว่าก่อนการเข้าร่วมโครงการในทุกมิติของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับ .001

เมื่อพิจารณาในแต่ละระดับชั้น พบว่าผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีพัฒนาการด้านสมรรถนะในมิติของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนหลังการเข้าร่วมโครงการ สะท้อนให้เห็นว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถสนับสนุนการพัฒนาทักษะพื้นฐานที่สำคัญของผู้เรียนในช่วงต้นของระดับชั้นมัธยมศึกษาได้อย่างเหมาะสม

ในทำนองเดียวกัน ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของคะแนนสมรรถนะในทุกมิติหลังการเข้าร่วมโครงการ โดยลักษณะของการเปลี่ยนแปลงเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กล่าวคือ คะแนนเฉลี่ยหลังการเข้าร่วมโครงการสูงกว่าก่อน

การเข้าร่วมโครงการอย่างสม่ำเสมอ และค่าความแปรปรวนของผลต่างคะแนนอยู่ในระดับที่สะท้อนความสม่ำเสมอของการพัฒนาในกลุ่มผู้เรียนแต่ละระดับชั้น

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาค่าขนาดอิทธิพล (Cohen's d) ของการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะในแต่ละระดับชั้น พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามโครงการวิจัยนี้ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียนในเชิงปฏิบัติอย่างมีนัยสำคัญในทุกระดับชั้น แม้ว่าบริบทด้านพัฒนาการและประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละช่วงวัยจะแตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสามารถประยุกต์ใช้กับผู้เรียนในระดับชั้นที่หลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทั้งนี้ มีรายละเอียดผลการวิเคราะห์สมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ เมื่อจำแนกตามระดับชั้นเรียน ดังแสดงไว้ในตาราง

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ (ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1)

มิติของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	n	Mean ก่อน	SD ก่อน	Mean หลัง	SD หลัง	Mean Diff	SD Diff	t	df	p-value	Cohen's d (paired)
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ Critical Thinking	37	1.42	0.28	2.24	0.41	0.82	0.31	16.12	36	< .001	2.65
การสื่อสาร Communication	37	1.51	0.23	2.22	0.34	0.72	0.35	12.29	36	< .001	2.02
การทำงานร่วมกัน Collaboration	37	1.47	0.21	2.27	0.32	0.80	0.28	17.64	36	< .001	2.90
ความคิดสร้างสรรค์ Creativity	37	1.48	0.27	2.39	0.25	0.91	0.34	16.18	36	< .001	2.66

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ (ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2)

มิติของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	n	Mean ก่อน	SD ก่อน	Mean หลัง	SD หลัง	Mean Diff	SD Diff	t	df	p-value	Cohen's d (paired)
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ Critical Thinking	33	1.57	0.27	2.26	0.43	0.69	0.46	8.62	32	< .001	1.50

มิติของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	n	Mean ก่อน	SD ก่อน	Mean หลัง	SD หลัง	Mean Diff	SD Diff	t	df	p-value	Cohen's d (paired)
การสื่อสาร Communication	33	1.55	0.22	2.21	0.29	0.66	0.31	12.16	32	< .001	2.12
การทำงานร่วมกัน Collaboration	33	1.54	0.22	2.27	0.37	0.73	0.35	11.94	32	< .001	2.08
ความคิดสร้างสรรค์ Creativity	33	1.52	0.23	2.22	0.35	0.70	0.40	10.18	32	< .001	1.77

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ (ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3)

มิติของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	n	Mean ก่อน	SD ก่อน	Mean หลัง	SD หลัง	Mean Diff	SD Diff	t	df	p-value	Cohen's d (paired)
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ Critical Thinking	30	2.05	0.35	3.18	0.46	1.13	0.42	14.70	29	< .001	2.68
การสื่อสาร Communication	30	2.04	0.39	3.10	0.47	1.06	0.54	10.81	29	< .001	1.97
การทำงานร่วมกัน Collaboration	30	2.03	0.44	3.11	0.46	1.08	0.46	12.92	29	< .001	2.36
ความคิดสร้างสรรค์ Creativity	30	2.13	0.40	3.06	0.55	0.93	0.46	11.01	29	< .001	2.01

ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ พบว่า จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมโครงการ มีระดับการพัฒนาของทักษะ 4Cs สูงขึ้น ร้อยละ 96-98 ซึ่งเป็นไปตามตัวชี้วัดระดับผลลัพธ์ของโครงการได้ระบุไว้ข้างต้นว่า จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมโครงการ อย่างน้อยร้อยละ 50 มีระดับการพัฒนาของทักษะ 4Cs สูงขึ้น หลังการเข้าร่วมโครงการฯ โดยสามารถเปรียบเทียบสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการได้ ดังแสดงในตาราง

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองบริหารการวิจัยและพัฒนาการศึกษา

ตารางที่ 4.5 แสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับการพัฒนาของทักษะ 4Cs สูงขึ้น

มิติของทักษะ แห่งศตวรรษที่ 21	สูงขึ้น (คน)	เท่าเดิม (คน)	ลดลง (คน)	สูงขึ้น (%)
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ Critical Thinking	96	4	0	96.0
การสื่อสาร Communication	97	3	0	97.0
การทำงานร่วมกัน Collaboration	99	1	0	99.0
ความคิดสร้างสรรค์ Creativity	98	2	0	98.0

2. ผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบทางความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน

การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน ในการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับความรู้ ความเข้าใจ และการรับรู้เชิงแนวคิด ของผู้เรียน เกี่ยวกับประเด็นด้านการเปลี่ยนผ่านสู่ความยั่งยืนและการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นต์ ซึ่งเป็นสาระสำคัญ ของโครงการวิจัย ทั้งนี้ การวิเคราะห์มุ่งพิจารณาผลของการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นต่อผู้เรียนในมิติของความรู้เชิง เนื้อหา อันเป็นฐานสำคัญของการพัฒนาสมรรถนะและการประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทจริง

แบบทดสอบความรู้ที่ใช้ในการวิจัยได้รับการออกแบบให้ครอบคลุมสาระสำคัญเกี่ยวกับ Green Transformation และ Carbon Footprint ในมิติของเหตุผล ความหมาย และแนวทางการดำเนินการ (Why, What and How) โดยเน้นทั้งความเข้าใจเชิงแนวคิด การคำนวณ การลด และการเพิ่มความสามารถในการดูดซับ ก๊าซคาร์บอน ทั้งนี้ แบบทดสอบดังกล่าวถูกนำมาใช้ในการประเมินผู้เรียนก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ เพื่อสะท้อนการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดของ การวิจัย

โดยในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สถิติ T-Test แบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์ (Paired Samples T-Test) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ โดยคำนวณค่าความแตกต่างเฉลี่ย (Mean Difference) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง (SD Difference)

สถิติ t คำนวณจากอัตราส่วนของค่าเฉลี่ยของผลต่างต่อค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่าง และ รายงานขนาดอิทธิพล (Effect Size) โดยใช้ Cohen’s d สำหรับกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ ทางสถิติที่.05 และรายงานค่า p-value แบบสองด้าน (Two-Tailed)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ มีดังนี้:

3) ค่าเฉลี่ยของผลต่าง (Mean Diff) = (**Σ**(Mean ก่อน – Mean หลัง)) / n

4) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง (SD Diff) = √(**Σ(ค่าผลต่างรายบุคคล ─** ค่าเฉลี่ยของผลต่าง)^2 / (n-1))

3) t = Mean Diff / (SD Diff / √n)

4) Cohen's d = Mean Diff / SD Diff

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ในหัวข้อนี้อาศัยสถิติ T-Test แบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์ (Paired-Samples T-Test) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการในกลุ่มผู้เรียนกลุ่มเดิม ซึ่งเหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลที่ได้จากการวัดซ้ำในช่วงเวลาก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นอกจากนี้ ยังมีการรายงานค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) เพื่อสะท้อนความหมายเชิงปฏิบัติของการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ควบคู่กับการพิจารณานัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็นสองส่วน ได้แก่ การนำเสนอผลในภาพรวมของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และการนำเสนอผลโดยจำแนกตามระดับชั้นเรียน เพื่อให้สามารถพิจารณาผลของการจัดการเรียนรู้ต่อผู้เรียนในบริบทและระดับพัฒนาการที่แตกต่างกันได้อย่างรอบด้าน

2.1 ผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อ ความยั่งยืน ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ (ภาพรวม)

ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนในภาพรวมของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีระดับความรู้หลังการเข้าร่วมโครงการสูงกว่าก่อนการเข้าร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การวิเคราะห์ด้วยสถิติ T-Test แบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์ ซึ่งเปรียบเทียบคะแนนจากผู้เรียนกลุ่มเดิมก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ สะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงเชิงบวกของผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ที่เกิดขึ้นภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามโครงการวิจัยนี้

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังการเข้าร่วมโครงการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ขณะที่ค่าความแปรปรวนของผลต่างคะแนนอยู่ในระดับที่เหมาะสม สะท้อนว่าการเพิ่มขึ้นของผลสัมฤทธิ์ทางความรู้เกิดขึ้นในกลุ่มผู้เรียนส่วนใหญ่ ไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะผู้เรียนบางราย ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด Green Transformation และ Carbon Footprint ได้อย่างทั่วถึงในระดับกลุ่ม

ในเชิงการตีความผลลัพธ์ การเพิ่มขึ้นของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางความรู้สะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนเข้าใจสาระสำคัญเกี่ยวกับเหตุผลและความจำเป็นของการเปลี่ยนผ่านสู่ความยั่งยืน ความหมายและองค์ประกอบของคาร์บอนฟุตพริ้นต์ ตลอดจนแนวทางในการคำนวณ การลด และการจัดการประเด็นดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันเป็นฐานความรู้ที่สำคัญต่อการพัฒนาสมรรถนะด้านความยั่งยืนในระดับต่อไป

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาค่าขนาดอิทธิพล (Cohen’s d) ของการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ พบว่าค่าดังกล่าวอยู่ในระดับสูงมาก ซึ่งบ่งชี้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามโครงการวิจัยนี้ไม่เพียงก่อให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่านั้น แต่ยังมีความหมายเชิงปฏิบัติในทางการศึกษาอย่างชัดเจน กล่าวคือ โครงการสามารถสร้างผลกระทบเชิงบวกต่อการพัฒนาความรู้ของผู้เรียนได้อย่างเป็นรูปธรรมและมีขนาดผลที่เด่นชัด

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการในภาพรวม

ตัวแปร	n	Mean ก่อน	SD ก่อน	Mean หลัง	SD หลัง	Mean Diff	SD Diff	t	df	p-value	Cohen's d (paired)
ความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน	100	10.06	1.38	16.85	2.06	6.79	2.60	26.13	99	< .001	2.61

2.2 ผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ จำแนกตามระดับชั้น

ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ด้าน Green Transformation และ Carbon Footprint เมื่อจำแนกตามระดับชั้นเรียน ได้แก่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผู้เรียนในทุกระดับชั้นมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางความรู้หลังการเข้าร่วมโครงการสูงกว่าก่อนการเข้าร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับ .001 เช่นเดียวกัน สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามโครงการวิจัยนี้สามารถส่งผลต่อการพัฒนาความรู้ของผู้เรียนได้อย่างสม่ำเสมอในทุกระดับชั้น

เมื่อพิจารณาในรายละเอียด พบว่าผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางความรู้หลังการเข้าร่วมโครงการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบให้สอดคล้องกับพื้นฐานความรู้และพัฒนาการของผู้เรียนในช่วงต้นของระดับชั้นมัธยมศึกษา ในขณะที่ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก็แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของคะแนนความรู้ในทิศทางเดียวกัน แม้จะมีความแตกต่างด้านประสบการณ์การเรียนรู้และระดับความซับซ้อนของความรู้ในแต่ละช่วงวัย

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาค่าขนาดอิทธิพล (Cohen’s d) ของการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ในแต่ละระดับชั้น พบว่าค่าดังกล่าวอยู่ในระดับสูงในทุกกลุ่ม ซึ่งบ่งชี้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามโครงการวิจัยนี้มีผลต่อ

การพัฒนาความรู้ของผู้เรียนในเชิงปฏิบัติอย่างมีนัยสำคัญ ไม่ว่าจะเป็นผู้เรียนในระดับชั้นใด ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นในการนำไปใช้กับผู้เรียนในระดับชั้นที่หลากหลาย และสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจด้าน Green Transformation และ Carbon Footprint อย่างเป็นระบบและยั่งยืน

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ (ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1)

ตัวแปร	n	Mean ก่อน	SD ก่อน	Mean หลัง	SD หลัง	Mean Diff	SD Diff	t	df	p-value	Cohen's d (paired)
ความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน	37	10.41	1.32	16.97	1.83	6.57	2.14	18.66	36	< .001	3.07

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ (ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2)

ตัวแปร	n	Mean ก่อน	SD ก่อน	Mean หลัง	SD หลัง	Mean Diff	SD Diff	T	df	p-value	Cohen's d (paired)
ความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน	33	9.79	1.36	16.67	2.06	6.88	2.70	14.63	32	< .001	2.55

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา EDTECH FUND

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ (ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3)

ตัวแปร	n	Mean ก่อน	SD ก่อน	Mean หลัง	SD หลัง	Mean Diff	SD Diff	t	df	p-value	Cohen's d (paired)
ความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน	30	9.93	1.44	16.90	2.35	6.97	3.03	12.58	29	< .001	2.30

ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ พบว่า จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมโครงการ มีระดับผลการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนสูงขึ้น ร้อยละ 100 ซึ่งเป็นไปตามตัวชี้วัดระดับผลลัพธ์ของโครงการได้ระบุไว้ข้างต้นว่า จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมโครงการ อย่างน้อยร้อยละ 50 มีระดับความรู้ในด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนสูงขึ้น หลังการเข้าร่วมโครงการฯ โดยสามารถแสดงผลการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการได้ ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 4.10 แสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีผลการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนสูงขึ้น

ตัวแปร	สูงขึ้น (คน)	เท่าเดิม (คน)	ลดลง (คน)	สูงขึ้น (%)
ความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน	100	0	0	100.0

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะของผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) และความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบตามกรอบแนวคิด Design Thinking และการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) ต่อการพัฒนาผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ทั้งในมิติของสมรรถนะและความรู้เชิงเนื้อหา ตลอดจนเพื่อพัฒนารูปแบบหรือแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้และขยายผลในบริบทการศึกษาอื่นได้

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ตามวัตถุประสงค์และตัวชี้วัดระดับผลลัพธ์ของโครงการ ดังนี้

1) ประการแรก ผลการวิจัยในด้านการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) พบว่า ผู้เรียนมีระดับสมรรถนะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และความคิดสร้างสรรค์ หลังการเข้าร่วมโครงการสูงกว่าก่อนการเข้าร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในภาพรวมและเมื่อจำแนกตามระดับชั้นเรียน ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การทำงานเป็นทีม และการแก้ปัญหาเชิงบริบท สามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะสำคัญที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างเป็นรูปธรรม ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ พบว่า จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมโครงการ มีระดับการพัฒนาของทักษะ 4Cs สูงขึ้น ร้อยละ 96-98 ซึ่งเป็นไปตามตัวชี้วัดระดับผลลัพธ์ของโครงการได้ระบุไว้ข้างต้นว่า จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมโครงการ อย่างน้อยร้อยละ 50 มีระดับการพัฒนาของทักษะ 4Cs สูงขึ้น หลังการเข้าร่วมโครงการฯ

2) ประการที่สอง ผลการวิจัยในด้านผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน พบว่า ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ และแนวทางการจัดการประเด็นด้านคาร์บอนฟุตพริ้นต์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนหลังการเข้าร่วมโครงการ ทั้งในมิติของเหตุผล ความหมาย และแนวทางการดำเนินการ (Why, What and How) รวมถึงการคำนวณ การลด และการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นต์ ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบขึ้นสามารถช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้านความยั่งยืนในระดับที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ พบว่า จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมโครงการ

มีระดับผลการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนสูงขึ้น ร้อยละ 100 ซึ่งเป็นไปตามตัวชี้วัดระดับผลลัพธ์ของโครงการได้ระบุไว้ข้างต้นว่า จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมโครงการ อย่างน้อยร้อยละ 50 มีระดับความรู้ในด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนสูงขึ้น หลังการเข้าร่วมโครงการฯ

3) ในระดับผลลัพธ์เชิงพฤติกรรมและการสร้างสรรค์ผลงาน ผู้เรียนสามารถนำความรู้และสมรรถนะที่ได้รับจากกระบวนการเรียนรู้ไปต่อยอดเป็นโครงการ Green Transformation ที่มีความหลากหลายและสอดคล้องกับบริบทของโรงเรียนและชุมชน โดยในโครงการวิจัยนี้ ผู้เรียนได้ร่วมกันพัฒนาโครงการด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนจำนวนทั้งสิ้น 5 โครงการ ซึ่งสะท้อนการบูรณาการความรู้ด้าน Carbon Footprint การทำงานเป็นทีม การคิดสร้างสรรค์ และการสื่อสารแนวคิดอย่างเป็นระบบ แม้ผลงานดังกล่าวจะไม่ได้ถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณในการวิเคราะห์ผลการวิจัย แต่ถือเป็นหลักฐานเชิงคุณภาพที่สะท้อนผลลัพธ์ของกระบวนการจัดการเรียนรู้ในระดับการประยุกต์ใช้จริง

4) ในระดับเป้าหมายและผลผลิตของโครงการ การวิจัยครั้งนี้ได้นำไปสู่การพัฒนารูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีโครงสร้างชัดเจน ครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้ตั้งแต่การสร้างความเข้าใจเชิงแนวคิด การพัฒนาสมรรถนะ ไปจนถึงการประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทจริง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความยืดหยุ่น สามารถปรับใช้ได้กับผู้เรียนในระดับชั้นที่หลากหลาย และสอดคล้องกับนโยบายและทิศทางการพัฒนาการศึกษาด้านความยั่งยืนvทั้งนี้ สามารถแสดงผลการวิจัย เป็นตารางที่แสดงความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ วัตถุประสงค์และเป้าหมาย การออกแบบและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ การนำแผนไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม ตลอดจนแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยจำแนกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์การวิจัย วิธีการดำเนินการวิจัย และผลการวิจัย

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีการดำเนินการวิจัย	เครื่องมือ/ข้อมูลที่ใช้	ผลการวิจัย
1. เพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาผ่านการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ตามกระบวนการ Design Thinking	จัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยบูรณาการกระบวนการ Design Thinking ภายใต้การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานและการใช้ Gen AI	แบบประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) แบบ Rubric (ก่อน–หลังการเข้าร่วมโครงการ)	นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีระดับสมรรถนะด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) หลังการเข้าร่วมโครงการสูงกว่าก่อนการเข้าร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญ และมีนักเรียนอย่างน้อย

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีการดำเนินการวิจัย	เครื่องมือ/ข้อมูลที่ใช้	ผลการวิจัย
	เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้		ร้อยละ 50 ที่มีระดับสมรรถนะสูงขึ้น
2. เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมผ่านกิจกรรม Green Innovation Lab	จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการเนื้อหา Green Transformation และ Carbon Footprint ผ่านการเรียนรู้เชิงปฏิบัติและการใช้ Gen AI สนับสนุนการเรียนรู้	แบบทดสอบวัดความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน (ก่อน–หลังการเข้าร่วมโครงการ)	นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีผลการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนหลังการเข้าร่วมโครงการสูงกว่าก่อนการเข้าร่วมโครงการ และมีนักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 50 ที่มีระดับความรู้สูงขึ้น
3. เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการนำเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมเชิงสร้างสรรค์ในบริบทของโลกแห่งความเป็นจริง	เปิดโอกาสให้นักเรียนทำงานกลุ่มเพื่อพัฒนาโครงการ Green Transformation ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบและการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ	ผลงานข้อเสนอโครงการ Green Transformation ของนักเรียน	นักเรียนสามารถพัฒนาและนำเสนอข้อเสนอโครงการ Green Transformation ได้อย่างเป็นรูปธรรม และมีโครงการที่ได้รับการคัดเลือกเพื่อนำไปสู่การดำเนินงานจริง จำนวน 5 โครงการ

ตารางที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมายและผลผลิตในวงกว้างกับวิธีการดำเนินงานและผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

เป้าหมาย/ผลผลิตในวงกว้าง	วิธีการดำเนินงาน	แหล่งข้อมูล/หลักฐาน	ผลการวิจัย
เพื่อให้ได้รูปแบบ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถขยายผล	ดำเนินการออกแบบและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่	ผลการประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs)	ได้รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน ที่มี

เป้าหมาย/ผลผลิตในวงกว้าง	วิธีการดำเนินงาน	แหล่งข้อมูล/หลักฐาน	ผลการวิจัย
และปรับใช้ได้ในระดับประเทศ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs)	บูรณาการการเรียนรู้เชิงรุก การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน และกระบวนการ Design Thinking นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย โดยดำเนินการวัดสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) และความรู้ด้าน Green Transformation และ Carbon Footprint ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นข้อสรุปของโครงการ	และผลการทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคม และความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน (ก่อน–หลังการเข้าร่วมโครงการ)	โครงสร้างชัดเจนอิงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์จากการประเมินผู้เรียน สามารถนำไปปรับใช้และขยายผลในบริบทของสถานศึกษาอื่นในระดับประเทศ เพื่อส่งเสริมการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียน

ในภาพรวม ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าโครงการนี้ไม่เพียงก่อให้เกิดผลลัพธ์ในระดับผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังนำไปสู่ผลผลิตในระดับระบบการจัดการเรียนรู้ กล่าวคือ ได้รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปขยายผลและปรับใช้ในบริบทของโรงเรียนอื่นหรือในระดับประเทศได้ ทั้งในฐานะต้นแบบของการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และในฐานะกลไกหนึ่งในการส่งเสริมการเรียนรู้ด้าน Green Transformation และความยั่งยืนในระบบการศึกษา

2. อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่ปรากฏในบทที่ 4 สะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบตามกรอบแนวคิด Design Thinking ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) สามารถส่งผลต่อการพัฒนาผู้เรียนได้ทั้ง

ในมิติของสมรรถนะด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) และในมิติของความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ ผลการวิจัยสามารถอภิปรายได้ในประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้

ประเด็นแรก ผลการวิจัยด้านสมรรถนะผู้เรียนในมิติของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) พบว่าผู้เรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนหลังการเข้าร่วมโครงการ ทั้งในภาพรวมและเมื่อจำแนกตามระดับชั้นเรียน ผลดังกล่าวสอดคล้องกับหลักการของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในกระบวนการเรียนรู้ ผ่านการทำงานเป็นกลุ่ม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการแก้ปัญหาในบริบทจริง การออกแบบกิจกรรมตามกระบวนการ Design Thinking ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ การสื่อสารแนวคิดของตนเอง และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างเป็นระบบ ซึ่งล้วนเป็นองค์ประกอบสำคัญของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

ประเด็นที่สอง ผลการวิจัยด้านผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังการเข้าร่วมโครงการ ทั้งนี้ การเพิ่มขึ้นของผลสัมฤทธิ์ทางความรู้สามารถอธิบายได้จากลักษณะของเนื้อหาและกิจกรรม การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงแนวคิดเชิงทฤษฎีกับสถานการณ์จริงในบริบทของโรงเรียนและชุมชน การนำประเด็นด้านคาร์บอนฟุตพริ้นต์ซึ่งเป็นเรื่องใกล้ตัวและมีความหมายต่อชีวิตประจำวันของผู้เรียน มาใช้เป็นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจสาระสำคัญได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น และเห็นความเชื่อมโยงระหว่างความรู้กับการนำไปใช้จริง

ประเด็นที่สาม เมื่อพิจารณาค่าขนาดอิทธิพลของผลการวิจัย พบว่าการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านสมรรถนะ 4Cs และด้านผลสัมฤทธิ์ทางความรู้มีค่าขนาดอิทธิพลอยู่ในระดับสูง ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไม่เพียงก่อให้เกิดความแตกต่างในเชิงสถิติเท่านั้น แต่ยังมีความหมายเชิงปฏิบัติในทางการศึกษาอย่างชัดเจน ผลดังกล่าวอาจสะท้อนถึงความเหมาะสมของการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผสานกระบวนการคิดเชิงออกแบบ การเรียนรู้เชิงรุก และการใช้สื่อดิจิทัลเข้าด้วยกันอย่างสอดคล้องกับลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนในปัจจุบัน

ประเด็นที่สี่ การที่ผู้เรียนสามารถพัฒนาโครงการ Green Transformation ออกมาได้จำนวน 5 โครงการ ถือเป็นผลลัพธ์เชิงพฤติกรรมที่สนับสนุนผลการวิจัยในเชิงปริมาณ แม้ผลงานดังกล่าวจะไม่ได้ถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ทางสถิติ แต่สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถของผู้เรียนในการบูรณาการความรู้และสมรรถนะที่ได้รับไปสู่การสร้างสรรค์แนวคิดและการลงมือปฏิบัติจริง ผลลัพธ์ในลักษณะนี้ชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามโครงการวิจัยสามารถสร้างพื้นที่การเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาผู้เรียนในระดับที่ก้าวข้ามการรับรู้เชิงความรู้ไปสู่การประยุกต์ใช้และการสร้างคุณค่าในบริบทจริง

โดยรายการโครงการ Green Transformation จำนวน 5 โครงการ ประกอบด้วย

1) โครงการส่งเสริมการคัดแยกขยะในโรงเรียน
2) โครงการลดการใช้กระดาษ

3) โครงการลดขยะอินทรีย์ และสร้างคุณค่าจากขยะอินทรีย์

4) โครงการลดการใช้แก้วพลาสติก

5) โครงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในห้องเรียน

ทั้งนี้ สรุปผลการอภิปรายชี้ให้เห็นว่า รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นในโครงการวิจัยนี้มีศักยภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้ด้านความยั่งยืนควบคู่กับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ และสามารถใช้เป็นต้นแบบในการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นผลลัพธ์เชิงสมรรถนะและความหมายของการเรียนรู้ในบริบทการศึกษาร่วมสมัยได้อย่างเหมาะสม

3. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นว่ารูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมสมรรถนะของผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) และผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ด้าน Green Transformation และ Carbon Footprint ได้อย่างมีนัยสำคัญ การวิจัยครั้งนี้จึงนำไปสู่ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและการนำไปใช้ในเชิงปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

ประการแรก ในระดับนโยบายการศึกษา ควรส่งเสริมให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำกรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการกระบวนการ Design Thinking และการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) ไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการเรียนการสอนด้านความยั่งยืนและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ทั้งนี้ แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาการศึกษาที่มุ่งเน้นสมรรถนะของผู้เรียนและการเรียนรู้เชิงรุกมากกว่าการถ่ายทอดเนื้อหาเพียงอย่างเดียว

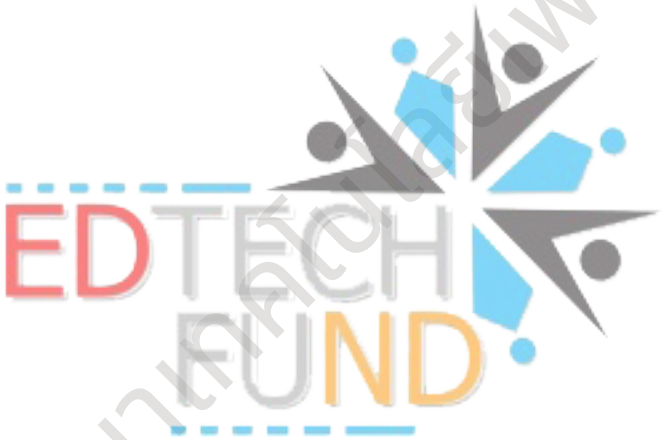
ประการที่สอง ในระดับหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ควรนำรูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นจากโครงการวิจัยนี้ไปปรับใช้เป็นต้นแบบในการออกแบบหน่วยการเรียนรู้หรือกิจกรรมบูรณาการข้ามกลุ่มสาระ โดยสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาด้าน Green Transformation และ Carbon Footprint เข้ากับรายวิชาต่าง ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา เทคโนโลยี หรือการงานอาชีพ ทั้งนี้ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ควบคู่กับการฝึกทักษะการคิด การทำงานร่วมกัน และการแก้ปัญหาในบริบทจริง

ประการที่สาม ในระดับการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา ควรมีการสนับสนุนการพัฒนาศักยภาพครูในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และการใช้เครื่องมือประเมินสมรรถนะที่หลากหลาย เช่น เกณฑ์การประเมินตามตัวบ่งชี้ (Rubric) และแบบทดสอบที่เน้นการวัดความเข้าใจเชิงแนวคิด การพัฒนาครูในลักษณะดังกล่าวจะช่วยให้การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้เกิดประสิทธิผลอย่างแท้จริง และสามารถขยายผลไปยังบริบทการเรียนการสอนที่แตกต่างกันได้

ประการที่สี่ ในระดับการประเมินผลและการติดตามผล ควรส่งเสริมให้สถานศึกษานำแนวทางการประเมินที่ครอบคลุมทั้งสมรรถนะของผู้เรียนและผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ไปใช้ควบคู่กัน เพื่อสะท้อนผลลัพธ์

การเรียนรู้ในมิติที่หลากหลายมากขึ้น การใช้ข้อมูลจากการประเมินทั้งก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยให้สถานศึกษาและผู้กำหนดนโยบายสามารถติดตามความก้าวหน้าและปรับปรุงแนวทางการจัดการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง

ในภาพรวม การวิจัยครั้งนี้เสนอให้รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นถูกนำไปใช้เป็นต้นแบบในระดับที่กว้างขึ้น ไม่เพียงแต่ในระดับโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการเท่านั้น แต่ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้และขยายผลในระดับเครือข่ายโรงเรียน หรือในระดับประเทศได้ โดยเฉพาะในบริบทของการส่งเสริมการเรียนรู้ด้านความยั่งยืนและการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญของการพัฒนาการศึกษาในปัจจุบันและอนาคต



สำนักงานเลขาธิการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

Amabile, T. M. (1996). Creativity in context: Update to the social psychology of creativity. Boulder, CO: Westview Press.

Andrade, H. G. (2005). Teaching with rubrics: The good, the bad, and the ugly. *College Teaching, 53*(1), 27–31. https://doi.org/10.3200/CTCH.53.1.27-31

Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom*. ASHE-ERIC Higher Education Reports.

Brookhart, S. M. (2013). *How to create and use rubrics for formative assessment and grading*. ASCD.

Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review, 86*(6), 84–92.

Ennis, R. H. (2011). *Critical thinking: Reflection and perspective, Part I. Inquiry: Critical Thinking across the Disciplines, 26*(1), 4–18.

Facione, P. A. (2015). *Critical thinking: What it is and why it counts* (Updated ed.). Insight Assessment.

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 111*(23), 8410–8415. https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111

Graham, C. R. (2006). Blended learning systems: Definition, current trends, and future directions. In C. J. Bonk & C. R. Graham (Eds.), *The handbook of blended learning* (pp. 3–21). Pfeiffer.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. Cambridge University Press.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2014). Cooperative learning in the 21st century. *Anales de Psicología, 30*(3), 841–851. https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.201241

Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M., & Jones, K. (2013). *The effectiveness of online and blended learning: A meta-analysis of the empirical literature*. Teachers College Record.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Publishing.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2021). *Towards a green recovery*. OECD Publishing.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *Generative artificial intelligence in education: Opportunities, risks and policy considerations*. OECD Publishing.

Partnership for 21st Century Learning. (2019). *Framework for 21st century learning*. http://www.battelleforkids.org

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education, 93*(3), 223–231. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x

Razzouk, R., & Shute, V. (2012). What is design thinking and why is it important? *Review of Educational Research, 82*(3), 330–348. https://doi.org/10.3102/0034654312457429

Runco, M. A. (2014). *Creativity: Theories and themes: Research, development, and practice* (2nd ed.). Academic Press.

Stanford d.school. (2018). *An introduction to design thinking process guide*.

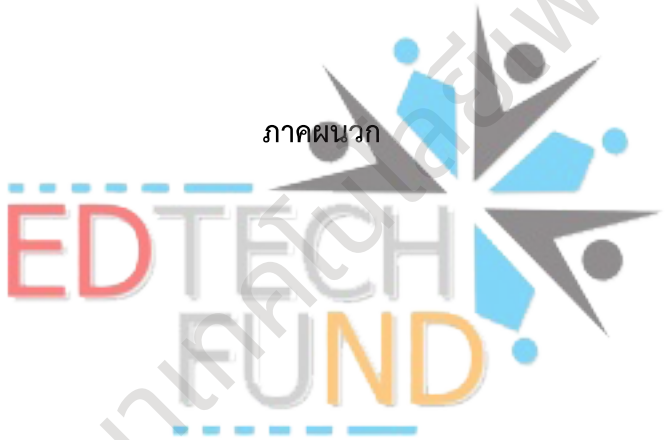
Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass.

UNESCO. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. UNESCO Publishing.

UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO Publishing.

World Economic Forum. (2020). *The future of jobs report 2020*. World Economic Forum.

ภาคผนวก



สำนักงานเลขานุการ
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

สำนักงานเลขานุการ
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

ตารางที่ ก.1 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการรับรองเครื่องมือวิจัย (เกณฑ์ประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะ 4Cs)

รายชื่อ	ตำแหน่งงาน/ความเชี่ยวชาญ
1) ผศ.ดร.พงษ์ภิญโญ แม้นโกศล	• คณบดีวิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
2) ผศ.ดร.นรุตม์ พรประสิทธิ์	• ภาควิชาจิตวิทยา คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3) ผศ.เอกรินทร์ ยลระบิล	• อาจารย์ประจำวิชาสถิติ สาขาวิชาบริหารการปฏิบัติการและรองคณบดีฝ่ายกิจการองค์กรและความยั่งยืน คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
4) ดร.ศุภธิดา พรหมพยัคฆ์	• CEO บจก.ดิเอสเคิร์ฟ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา • อดีตกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิในคณะกรรมการนโยบายพื้นที่นวัตกรรมการศึกษา
5) ดร.พลพิพัฒน์ วัฒนเศรษฐานุกูล	• ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 • ได้รับรางวัล "นวัตกรรมระดับยอดเยี่ยม" การคัดเลือกผลงานวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) การพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา ภายใต้โครงการ Innovation For Thai Education (IFTE) ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๗ “ระดับจังหวัด” สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดกรุงเทพมหานคร

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนพัฒนาการศึกษา EDTECH FUND

ตารางที่ ก.2 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการรับรองเครื่องมือวิจัย (แบบทดสอบความรู้ด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืนของผู้เรียน)

รายชื่อ	ตำแหน่งงาน/ความเชี่ยวชาญ
1) รศ.ดร.นิตย์ เพ็ชรรักษ์	• นักวิจัยอาวุโส และคณะที่ปรึกษาจากโครงการ Hub of Net Zero มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาในการจัดทำรายงานคาร์บอนฟุตพรินต์องค์กร • อดีตรองอธิการบดีสายงานวิชาการ และอดีตรองอธิการบดีสายงานวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
2) ดร.วริศ ลิ้มลาวัลย์	• คณบดีคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ • คณะที่ปรึกษาจากโครงการ Hub of Net Zero มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาในการจัดทำรายงานคาร์บอนฟุตพรินต์องค์กร • อดีตรองคณบดีรองคณบดีฝ่ายบริหาร วิทยาลัยนานาชาติ (IC) มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
3) ดร.สุวิไล พุ่มโพธิ์	• ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการคาร์บอนอุตสาหกรรมด้วยระบบ IIoT • ผู้ทรงคุณวุฒิ ภาควิชาวิศวกรรมไอโอทีและสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกลาเจาคุณทหารลาดกระบัง • ที่ปรึกษาด้านพลังงาน บมจ.เอกรัฐวิศวกรรม

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา EDTECH FUND

สำนักงานเลขานุการ
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบฟอร์มประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs)

คำอธิบายแบบประเมิน

แบบฟอร์มฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อประเมินสมรรถนะของผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) ซึ่งประกอบด้วย การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน โดยเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินโครงการวิจัยด้านกระบวนการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว

การประเมินนี้มิใช่การทดสอบเพื่อให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่มีวัตถุประสงค์เพื่อสะท้อนระดับการแสดงพฤติกรรมและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามสถานการณ์จริง ข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้เพื่อการศึกษา วิเคราะห์ และพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

โปรดอ่านตัวบ่งชี้พฤติกรรมในแต่ละข้ออย่างละเอียด และพิจารณาระดับการปฏิบัติตามความเป็นจริง โดยเลือกคะแนนที่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกมากที่สุดในช่วงเวลาที่กำหนด ทั้งนี้ โปรดตอบแบบประเมินด้วยความซื่อสัตย์และตั้งใจ เพื่อให้ผลการประเมินสะท้อนภาพรวมของสมรรถนะของผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง

การประเมินใช้เกณฑ์ระดับคะแนน 4 ระดับ ได้แก่

- ระดับ 4 หมายถึง แสดงพฤติกรรมได้ในระดับดีเยี่ยมและสม่ำเสมอ
- ระดับ 3 หมายถึง แสดงพฤติกรรมได้ในระดับดี
- ระดับ 2 หมายถึง แสดงพฤติกรรมได้ในระดับพอใช้ แต่ยังไม่สม่ำเสมอ
- ระดับ 1 หมายถึง แสดงพฤติกรรมได้ในระดับควรปรับปรุง

ข้อมูลจากแบบประเมินนี้จะถูกเก็บรักษาเป็นความลับ และนำเสนอในภาพรวมเพื่อการวิจัยเท่านั้น โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผลการเรียนหรือการประเมินรายบุคคลของผู้เรียนแต่อย่างใด ผู้เรียนสามารถตอบแบบประเมินได้อย่างมั่นใจและสบายใจ

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบประเมินในครั้งนี้

เลขประจำตัว:_____ **ระดับชั้น:**_____ **เลขที่:**_____

วันที่ประเมิน:_____ **ช่วงการประเมิน:** ☐ ก่อนเข้าร่วมโครงการ ☐ หลังเข้าร่วมโครงการ

ส่วนที่ 1: การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

พฤติกรรมบ่งชี้	1 - เริ่มต้น	2 - พอใช้	3 - ดี	4 - ดีเลิศ
การตั้งคำถามและการกำหนดกรอบปัญหา				
การวิเคราะห์ข้อมูล				
การใช้เหตุผลจากหลักฐาน				
การสังเคราะห์และปรับกรอบแนวคิด				

ส่วนที่ 2: การสื่อสาร

พฤติกรรมบ่งชี้	1 - เริ่มต้น	2 - พอใช้	3 - ดี	4 - ดีเลิศ
การถ่ายทอดความคิด				
การฟังและตีความ				
การใช้สื่อและเทคโนโลยี				
การสื่อสารเชิงโต้ตอบ				

ส่วนที่ 3: ความร่วมมือ

พฤติกรรมบ่งชี้	1 - เริ่มต้น	2 - พอใช้	3 - ดี	4 - ดีเลิศ
การมีส่วนร่วม				
ความรับผิดชอบร่วม				
การเคารพและจัดการความขัดแย้ง				
ภาวะผู้นำและการสนับสนุนทีม				

ส่วนที่ 4: ความคิดสร้างสรรค์

พฤติกรรมบ่งชี้	1 - เริ่มต้น	2 - พอใช้	3 - ดี	4 - ดีเลิศ
การคิดไอเดียได้หลากหลาย				
ความแปลกใหม่และยืดหยุ่น				
การทดลองและกล้าคิด				
การปรับปรุงและพัฒนาแนวคิด				

สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา EDTECH FUND

คำอธิบายสมรรถนะ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

มิติ (Dimension)	1 – เริ่มต้น	2 - พอใช้	3 - ดี	4 - ดีเลิศ
การตั้งคำถามและการกำหนดกรอบปัญหา	ถามแบบผิวเผิน ไม่สอดคล้องกับปัญหา	เริ่มตั้งคำถามเพื่อเข้าใจปัญหา แต่ยังไม่ลึกซึ้ง	ตั้งคำถามที่ชัดเจน สร้างกรอบวิเคราะห์ปัญหาได้ดี	ตั้งคำถามเชิงระบบ เชื่อมโยงปัญหากับบริบทกว้าง
การวิเคราะห์ข้อมูล	วิเคราะห์ข้อมูลแบบพื้นฐาน ไม่ตรวจสอบแหล่งที่มา	แยกแยะข้อมูลได้บางส่วน แต่ยังไม่แม่นยำ	วิเคราะห์เปรียบเทียบแหล่งข้อมูลได้อย่างเป็นเหตุผล	สังเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ พร้อมตรวจสอบอคติหรือข้อจำกัด
การใช้เหตุผลจากหลักฐาน	ให้ข้อคิดเห็นโดยไม่อ้างอิงหลักฐาน	เริ่มอ้างอิงหลักฐาน แต่ยังไม่ชัดเจนหรือเชื่อมโยงไม่ตรง	ใช้หลักฐานสนับสนุนข้อสรุปได้ดี มีความเชื่อมโยงชัดเจน	เลือกหลักฐานที่เหมาะสม วิเคราะห์เชิงลึก และมีข้อโต้แย้งสำรอง
การสังเคราะห์และปรับกรอบแนวคิด	นำเสนอแนวคิดแบบแยกส่วน ไม่เชื่อมโยงกัน	เริ่มรวบรวมข้อมูลจากหลายมุมมอง	สามารถสังเคราะห์และเสนอแนวทางใหม่จากหลายแหล่ง	ปรับกรอบคิดใหม่อย่างสร้างสรรค์ และเสนอทางเลือกที่เหนือความคาดหมาย

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนพัฒนาการอุดมศึกษา

การสื่อสาร

มิติ (Dimension)	1 – เริ่มต้น	2 - พอใช้	3 - ดี	4 - ดีเลิศ
การถ่ายทอดความคิด	สื่อสารไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน	พอสื่อสารได้ แต่ยังไม่ชัดเจนหรือไม่ตรงจุด	สื่อสารอย่างชัดเจน มีโครงสร้างและเหมาะสมกับผู้ฟัง	นำเสนอได้ดึงดูดใช้ภาษาหรือสื่ออย่างสร้างสรรค์
การฟังและตีความ	ไม่ค่อยตั้งใจฟังหรือไม่เข้าใจเนื้อหา	ฟังพอเข้าใจแต่ไม่สามารถสรุปความได้ดี	ฟังอย่างตั้งใจและสามารถตีความหรือสรุปเนื้อหาได้	ฟังเชิงวิเคราะห์และสามารถตั้งคำถามต่อยอดได้อย่างมีเหตุผล
การใช้สื่อและเทคโนโลยี	ไม่ใช้หรือใช้สื่อไม่เหมาะสม	ใช้สื่อได้บางประเภทแต่ยังไม่ส่งเสริมการสื่อสาร	เลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสมเสริมความเข้าใจ	ใช้สื่อหลากหลายอย่างสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพสูง
การสื่อสารเชิงโต้ตอบ	สื่อสารแบบทางเดียวไม่เปิดรับความคิดเห็น	เริ่มโต้ตอบแต่ยังไม่ชัดเจนหรือขาดเหตุผล	มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีเคารพ และต่อยอดความคิด	สร้างบทสนทนาที่ลึกซึ้ง พร้อมรับฟังและปรับแนวคิด

สำนักงานเลขานุการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
ED TECH FUND

ความร่วมมือ

มิติ (Dimension)	1 – เริ่มต้น	2 - พอใช้	3 - ดี	4 - ดีเลิศ
การมีส่วนร่วม	ไม่ค่อยมีส่วนร่วม หรือรบกวน การทำงานของทีม	มีส่วนร่วมบ้าง แต่ไม่ต่อเนื่อง	มีส่วนร่วมอย่าง สม่ำเสมอและตั้งใจ	เป็นพลังหลัก ในการขับเคลื่อนทีม อย่างสร้างสรรค์
ความรับผิดชอบ ร่วม	ไม่รับผิดชอบ หรือทำเฉพาะ ส่วนตน	เริ่มช่วยเหลือทีม แต่ยังไม่สม่ำเสมอ	ทำงานร่วม รับผิดชอบ เป้าหมายของทีม	ริเริ่มช่วยจัดการงาน และแบ่งภาระงาน อย่างเท่าเทียม
การเคารพและ จัดการความขัดแย้ง	ไม่รับฟัง ความเห็นต่าง หรือขัดแย้งบ่อยครั้ง	พยายามฟัง หรือประนีประนอม แต่ยังมีอารมณ์ร่วม	เคารพและฟัง ความเห็นต่าง อย่างจริงใจ	ไกล่เกลี่ยข้อขัดแย้ง ได้ดี และส่งเสริม ความสามัคคีในทีม
ภาวะผู้นำ และการสนับสนุน ทีม	ไม่ช่วยกระตุ้น หรือส่งเสริมทีม	มีบทบาทบางครั้ง ในการนำเสนอ หรือผลักดันทีม	มีส่วน ในการผลักดันทีม และสนับสนุน สมาชิก	เป็นผู้นำอย่าง สร้างสรรค์ ช่วยอำนวยการ ทำงานร่วมกันได้ ยอดเยี่ยม

สำนักงานเลขานุการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
EDTECH FUND

ความคิดสร้างสรรค์

มิติ (Dimension)	1 – เริ่มต้น	2 - พอใช้	3 - ดี	4 - ดีเลิศ
การคิดไอเดีย ได้หลากหลาย	เสนอแนวคิดจำกัด หรือซ้ำซาก	เริ่มมีแนวคิดหลาย ทาง แต่ยังไม่ ต่อเนื่อง	เสนอแนวคิดได้ หลากหลาย และ เชื่อมโยงได้ดี	ผลิตไอเดีย จำนวนมาก พร้อม ความเชื่อมโยง ที่คาดไม่ถึง
ความแปลกใหม่และยืดหยุ่น	ยึดติดรูปแบบเดิม ไม่เปิดต่อแนวคิด ใหม่	เริ่มเสนอ แนวทางใหม่ หรือดัดแปลงบ้าง	ปรับเปลี่ยน แนวคิด ตามบริบทได้ดี	พลิกแพลง แนวคิด อย่างยืดหยุ่น และ แปลกใหม่
การทดลอง และกล้าคิด	หลีกเลี่ยงสิ่งใหม่ หรือไม่แน่ใจ	พยายามทดลอง สิ่งใหม่บ้าง เมื่อมีแรง สนับสนุน	กล้าลอง แนวคิดใหม่ แม้ไม่มั่นใจเต็มที่	ทดลอง อย่างมั่นใจ และเรียนรู้ จาก ความล้มเหลว
การปรับปรุง และพัฒนา แนวคิด	ไม่ปรับปรุง แนวคิด หรือผลงาน หลังจากลอง	ปรับปรุงผลงาน เพียงเล็กน้อย ตามคำแนะนำ	พัฒนา และปรับผลงาน ตามผลสะท้อน	หมุนเวียน แนวคิด ซักซ้อม และพัฒนา อย่างต่อเนื่อง

สำนักงานเลขานุการ กองทุนพัฒนาเทคนิคเพื่อการศึกษา
EDTECH FUND

แบบทดสอบด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน

คำอธิบายแบบทดสอบ

แบบทดสอบฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความรู้และความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน โดยใช้บริบทของ Green Transformation และ Carbon Footprint เป็นกรอบในการประเมิน โดยเป็น ส่วนหนึ่งของการดำเนินโครงการวิจัยด้านกระบวนการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว

แบบทดสอบนี้ไม่ส่งผลต่อคะแนนผลการเรียนของผู้เรียน ขอให้ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวในแต่ละข้อ

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

เลขประจำตัว:_____ **ระดับชั้น:**_____ **เลขที่:**_____

วันที่ประเมิน:_____ **ช่วงการประเมิน:** ☐ ก่อนเข้าร่วมโครงการ ☐ หลังเข้าร่วมโครงการ

---

1. เหตุผลสำคัญที่สุดของ Green Transformation คือข้อใด

ก. เพิ่มการใช้ทรัพยากร

ข. แก้ผลกระทบจากกิจกรรมมนุษย์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

ค. เพิ่มรายได้อุตสาหกรรม

ง. เพิ่มความสะดวกสบาย

2. ปัญหาใดเชื่อมโยงโดยตรงกับ Carbon Footprint

ก. ขาดแคลนแรงงาน

ข. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ค. การขยายเมือง

ง. เทคโนโลยี

3. Green Transformation หมายถึงข้อใด

ก. เปลี่ยนสีอาคาร

ข. เปลี่ยนผ่านวิธีคิดและการดำเนินกิจกรรมเพื่อลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม

ค. เพิ่มพื้นที่อุตสาหกรรมสีเขียว

ง. ปลูกต้นไม้ทุกพื้นที่

4. เหตุใดเยาวชนจึงมีบทบาทสำคัญต่อ Green Transformation

ก. ใช้พลังงานมากที่สุด

ข. กำหนดนโยบายประเทศ

ค. เป็นผู้เริ่มต้นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมระยะยาว

ง. เป็นเจ้าของทรัพยากร

5. Carbon Footprint คืออะไร

ก. ปลูกต้นไม้

ข. ใช้ไฟฟ้า

ค. รีไซเคิล

ง. ใช้พลังงานแสงอาทิตย์

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนเพื่อการศึกษา FD TECH FUND

6. กิจกรรมใดเป็นแหล่ง Carbon Footprint

ก. ปลูกต้นไม้

ข. ใช้ไฟฟ้า

ค. รีไซเคิล

ง. ใช้พลังงานแสงอาทิตย์

7. ก๊าซที่เกี่ยวข้องกับ Carbon Footprint มากที่สุดคืออะไร

ก. O_2

ข. N_2

ค. CO_2

ง. He

8. กิจกรรมใดทำให้ Carbon Footprint สูงขึ้น

ก. ใช้จักรยาน

ข. ใช้เครื่องปรับอากาศนาน

ค. ปลูกผัก

ง. ปิดไฟเมื่อไม่ใช้

9. แหล่ง Carbon Footprint ในโรงเรียนคือข้อใด

ก. กีฬา

ข. ใช้ไฟฟ้าและแอร์

ค. อ่านหนังสือ

ง. เรียนออนไลน์

10. ข้อใดกล่าวถึง Carbon Footprint ถูกต้อง

ก. เกิดจากธรรมชาติเท่านั้น

ข. ไม่เกี่ยวกับมนุษย์

ค. ลดได้ด้วยการปรับพฤติกรรม

ง. ไม่ส่งผลสิ่งแวดล้อม

11. จุดประสงค์ของการคำนวณ Carbon Footprint คืออะไร

ก. เพิ่มพลังงาน

ข. ทราบปริมาณการปล่อยก๊าซ

ค. เพิ่มผลผลิต

ง. ทดแทนทรัพยากร

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
EDTECH FUND

12. ข้อมูลใดจำเป็นในการคำนวณ Carbon Footprint จากไฟฟ้า

ก. จำนวนคน

ข. หน่วยไฟฟ้า

ค. จำนวนต้นไม้

ง. พื้นที่บ้าน

13. เดินทางด้วยรถยนต์ไกลขึ้น ส่งผลต่อ Carbon Footprint อย่างไร

ก. ลดลง

ข. คงเดิม

ค. เพิ่มขึ้น

ง. คำนวณไม่ได้

14. การคำนวณระดับพื้นฐานควรเน้นสิ่งใด

ก. ความแม่นยำสูง

ข. เข้าใจแนวคิดและเปรียบเทียบได้

ค. สูตรซับซ้อน

ง. โปรแกรมขั้นสูง

15. ใช้ไฟฟ้าน้อยลง ส่งผลอย่างไร

ก. เพิ่มขึ้น

ข. ลดลง

ค. คงที่

ง. ไม่เกี่ยวข้อง

16. วิธีใดลด Carbon Footprint ในโรงเรียนได้ดีที่สุด

ก. เปิดไฟทิ้งไว้

ข. ลดการใช้พลังงานไม่จำเป็น

ค. เพิ่มกระดาษ

ง. เพิ่มเครื่องใช้ไฟฟ้า

17. Reduce หมายถึงข้อใด

ก. เพิ่มการใช้

ข. ลดการใช้ที่ไม่จำเป็น

ค. เปลี่ยนใหม่ทั้งหมด

ง. กักเก็บ

สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ กองบริหารการคลังเพื่อการศึกษา EDTECH FUND

18. ใช้ขนส่งสาธารณะแทนรถส่วนตัว ส่งผลอย่างไร

ก. เพิ่ม CF

ข. ไม่เปลี่ยน

ค. ลด CF

ง. มลพิษเพิ่ม

19. วิธีใดเพิ่มการดูดซับคาร์บอนในโรงเรียน

ก. ตัดต้นไม้

ข. เพิ่มพื้นที่สีเขียว

ค. ใช้ฟอสซิล

ง. เผาขยะ

20. การปลูกต้นไม้ช่วย Carbon Footprint อย่างไร

ก. เพิ่มการปล่อย

ข. ไม่เกี่ยวข้อง

ค. ดูดซับคาร์บอน

ง. เพิ่มก๊าซเรือนกระจก

.....

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
EDTECH FUND

ภาคผนวก ค

ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล

สำนักงานเลขานุการ
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

ผลการประเมินสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs)

เลขที่อ้างอิง	ระดับชั้น	CT (ก่อน)	CT (หลัง)	COM (ก่อน)	COM (หลัง)	COL (ก่อน)	COL (หลัง)	CRE (ก่อน)	CRE (หลัง)
S001	M1	1.5	2.25	1.5	2	1.25	2	1.25	2.25
S002	M1	1.75	2.75	1.5	2.75	1.25	1.75	1.5	2.75
S003	M1	1.25	1.75	1.75	2.75	1.75	2	1.5	2
S004	M1	1.25	2	1.5	2	1.25	2	1.5	2.5
S005	M1	1.25	2	1.75	2.5	1.5	2.25	1.75	2.25
S006	M1	1.25	1.5	1.25	2	1.5	2	1.75	2.5
S007	M1	1.75	2.5	1.5	1.75	1.5	2.5	1	2.75
S008	M1	1.25	2.25	1.75	2.25	1.5	2.25	1.25	2
S009	M1	1.5	3	1.5	2	1.5	2	1.25	2.5
S010	M1	2	2.5	1.75	2.25	1.75	3	2	2.25
S011	M1	1.5	2	1.25	1.5	1.5	2.25	1.75	2.25
S012	M1	1.25	2.25	2	2.5	1.25	2.5	1.75	2.75
S013	M1	1.75	2.25	1	2.75	1.25	2.25	1.5	2.25
S014	M1	1	1.25	1.5	2.5	1.5	2.25	1.5	2.75
S015	M1	1.25	2.25	1.25	2.75	1.25	2	1	2.25
S016	M1	1.75	3	1.5	2	1.5	2.5	1.25	2.25
S017	M1	1.25	2.25	1.5	2.5	1.5	2.25	1.75	2.75
S018	M1	1.75	2.5	1	2.25	1.25	2	1.25	2
S019	M1	1.5	2	1.75	2.5	1.25	2	1.75	2.25
S020	M1	1.75	2.75	1.5	2.25	1.5	2.5	1.5	2.5
S021	M1	1	2	1.75	2.25	1.5	2	2	2.5
S022	M1	1	1.5	1.25	1.75	1.5	2.5	2	2.5
S023	M1	1.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.75	1.25	2.5
S024	M1	1.25	1.75	1.75	2.75	1.5	2.25	1.5	2.5
S025	M1	1.25	2.5	1.5	2.5	1.25	2.5	1.25	2.75
S026	M1	1.25	2.25	1.5	1.75	1.75	3	1.5	2.5
S027	M1	1.75	2.25	1.5	2.25	1.5	2.5	1.25	2.25
S028	M1	1.75	2.75	1.25	2	1.5	2	1.5	2.5
S029	M1	1.25	1.75	1.5	2.25	2	3	1.25	1.75
S030	M1	1.75	2.25	1.5	1.75	1.25	2.25	1.5	2
S031	M1	1.75	2.75	1.5	2	1.5	1.75	1.5	2.5
S032	M1	1.25	2.25	2	2.25	1.25	2	1.75	2.25
S033	M1	1.5	2.25	1.5	2	1.75	2.5	1.5	2.5
S034	M1	1	2.25	1.25	2	1.25	2.25	1.5	2.25

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เลขที่อ้างอิง	ระดับชั้น	CT (ก่อน)	CT (หลัง)	COM (ก่อน)	COM (หลัง)	COL (ก่อน)	COL (หลัง)	CRE (ก่อน)	CRE (หลัง)
S035	M1	1.25	2.5	1.75	2.25	1.5	2.25	1.5	2.5
S036	M1	1.5	2.75	1.5	2.5	2	2.25	1.25	2.25
S037	M1	1	1.75	1.25	1.75	1.25	2	1	2.5
S038	M2	1.5	2	1.25	2	1.25	2.25	1.25	3
S039	M2	1.75	2.25	1.5	2.25	1.5	1.75	1.5	3
S040	M2	1.75	2.5	1.5	1.75	1.75	2.5	1.5	2.25
S041	M2	1.5	2.25	1.75	2.5	2	2.75	1.5	1.75
S042	M2	2	2	1.5	2	1.5	1.75	1.5	2
S043	M2	1.75	2.75	1.75	2.25	1.25	2	2	2.25
S044	M2	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	2.25	1.25	2.25
S045	M2	1.5	2.25	1.5	2.75	1.5	3	2	2.5
S046	M2	1.5	2.5	1.25	2	1.75	2.25	1.75	2
S047	M2	2	2.5	1.5	1.75	1.75	2.75	1.5	2.5
S048	M2	1	1	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	2.25
S049	M2	1.5	2.75	1.25	2.75	1.25	1.75	1	2
S050	M2	1	3	1.75	2.5	1.5	2.5	1.5	2.25
S051	M2	1.25	2.25	1.5	2.25	1.5	2.25	1.25	2
S052	M2	1.25	1.75	2	2.75	1.75	2	1.5	2.5
S053	M2	1.5	2.25	1	2	1.75	2.5	1.5	2
S054	M2	1.75	2.75	1.75	2.25	1.25	2	1.5	2.75
S055	M2	2	2.5	1.5	2.25	1.5	3	1.5	2.75
S056	M2	1.5	1.75	1.5	2.25	1.5	2.5	1.25	1.75
S057	M2	1.75	2	2	2.5	1.75	2	1.75	2.5
S058	M2	1.25	2	1.75	2.25	1.25	2	1.5	2.25
S059	M2	1.75	1.75	1.5	2.25	2	2.5	1.75	2.5
S060	M2	1.75	2.25	1.75	2	1.5	2	1.5	2
S061	M2	1.75	2.25	1.5	2.25	1.5	2.5	1.75	2
S062	M2	1.75	2.25	1.25	2.25	1.5	1.5	1.5	1.75
S063	M2	1	2.5	2	2	1.75	2.5	1.5	2.25
S064	M2	1.5	2.25	1.5	2.25	1.75	2	1.75	2
S065	M2	1.25	2.75	1.75	2.5	1.75	2.5	1.5	2
S066	M2	1.75	2.75	1.5	2.25	1.25	1.75	1.25	2.5
S067	M2	1.5	1.75	1.5	2	1.5	2.5	1.5	2
S068	M2	1.75	2.25	1.5	2	1.25	2.5	1	1.75
S069	M2	1.75	2.5	1.5	2.25	1.25	2	1.75	2.25
S070	M2	1.75	2.75	1.5	2	1.5	2.25	1.75	1.75
S071	M3	1.75	3.5	2.5	3.5	2.5	2.75	2.75	4

เลขที่อ้างอิง	ระดับชั้น	CT (ก่อน)	CT (หลัง)	COM (ก่อน)	COM (หลัง)	COL (ก่อน)	COL (หลัง)	CRE (ก่อน)	CRE (หลัง)
S072	M3	2.75	3.5	2.25	3.25	1.75	3	2	2.75
S073	M3	2.25	3.5	2.25	4	2.25	3.5	2	3.5
S074	M3	1.75	3.5	2.25	2.75	1.75	4	2.5	3.25
S075	M3	1.75	3	2.25	3.25	1.75	3	2.25	3.5
S076	M3	2.25	3.25	1.75	3	1.75	3.25	2	3.5
S077	M3	1.5	2.75	2	2.75	2.25	3.25	1.75	2.5
S078	M3	2.25	3.25	1.5	2.75	2.5	3.5	2	2.5
S079	M3	2	4	1.75	2.5	2.75	3.25	1.75	3.25
S080	M3	2.5	3.5	2.25	3.5	2	3	2.25	2.5
S081	M3	2.5	2.75	2.5	3.75	2.5	3	1.75	2.75
S082	M3	1.5	2	2.25	3.25	1.25	1.75	1.75	3
S083	M3	2	3	1.5	2.75	2	3	1.75	2.5
S084	M3	1.75	2.25	2.25	3	2	2.75	2.25	2.5
S085	M3	2.5	3.75	2.5	3.25	2.25	3.5	2.5	2.5
S086	M3	1.5	2.75	2.25	2.75	2	2.75	2.25	3.25
S087	M3	1.75	3	2	3.75	1	2.5	2.5	2.75
S088	M3	2	3.5	1.5	3.5	2.5	3	2.5	4
S089	M3	2.5	3.5	2.25	2.75	2.25	3.25	2	3.25
S090	M3	2	3.25	1.25	3.75	2	2.75	2.5	2.75
S091	M3	2	4	2.5	3	2	3.25	1	2
S092	M3	2.25	3.5	2	2	2.25	4	2.5	3.75
S093	M3	1.75	3	2	3.25	1	3	2.25	3.25
S094	M3	2.5	3.5	1.75	2.75	2.25	3.75	2.5	3
S095	M3	1.75	2.5	2	2.5	1.5	2.75	2.25	3.5
S096	M3	2	3	2.75	3.25	2.75	3.5	1.75	3.5
S097	M3	1.75	3	2.5	3.75	2	2.75	1.5	2
S098	M3	2.25	2.75	1.75	2.5	2.25	3.5	2.75	4
S099	M3	2	3.25	1.5	3.25	1.75	2.75	2.5	3.25
S100	M3	2.5	3.25	1.5	3	2.25	3.25	2	3

สำนักวิทยบริการฯ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

ผลการทดสอบด้านสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและความมุ่งมั่นต่อความยั่งยืน

เลขที่อ้างอิง	ระดับชั้น	คะแนนที่ได้ (ก่อน)	คะแนนที่ได้ (หลัง)
S001	M1	9	20
S002	M1	12	17
S003	M1	12	14
S004	M1	9	16
S005	M1	9	19
S006	M1	12	17
S007	M1	12	15
S008	M1	11	19
S009	M1	10	15
S010	M1	9	18
S011	M1	8	18
S012	M1	10	17
S013	M1	12	20
S014	M1	9	15
S015	M1	11	17
S016	M1	10	15
S017	M1	10	14
S018	M1	9	16
S019	M1	9	16
S020	M1	12	17
S021	M1	12	19
S022	M1	12	19
S023	M1	12	17
S024	M1	12	16

สำนักงานเลขาธิการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา EDTECH FUND

เลขที่อ้างอิง	ระดับชั้น	คะแนนที่ได้ (ก่อน)	คะแนนที่ได้ (หลัง)
025	M1	11	18
S026	M1	11	19
S027	M1	9	19
S028	M1	11	16
S029	M1	11	15
S030	M1	10	18
S031	M1	12	16
S032	M1	8	15
S033	M1	11	20
S034	M1	10	18
S035	M1	9	15
S036	M1	9	14
S037	M1	10	19
S038	M2	8	17
S039	M2	8	16
S040	M2	8	19
S041	M2	11	14
S042	M2	10	19
S043	M2	9	14
S044	M2	9	15
S045	M2	12	14
S046	M2	11	19
S047	M2	9	19
S048	M2	10	18
S049	M2	9	17
S050	M2	9	16
S051	M2	12	15
S052	M2	11	14

สำนักงานเลขาธิการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
EDTECH FUND

เลขที่อ้างอิง	ระดับชั้น	คะแนนที่ได้ (ก่อน)	คะแนนที่ได้ (หลัง)
S053	M2	9	20
S054	M2	9	16
S055	M2	9	19
S056	M2	9	16
S057	M2	10	15
S058	M2	10	14
S059	M2	11	16
S060	M2	11	16
S061	M2	11	14
S062	M2	12	15
S063	M2	8	20
S064	M2	8	16
S065	M2	11	17
S066	M2	10	17
S067	M2	11	20
S068	M2	8	15
S069	M2	8	18
S070	M2	12	20
S071	M3	10	17
S072	M3	10	14
S073	M3	8	19
S074	M3	12	19
S075	M3	8	20
S076	M3	9	15
S077	M3	8	20
S078	M3	10	17
S079	M3	8	14
S080	M3	9	14

สำนักงานเลขาธิการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
EDTECH FUND

เลขที่อ้างอิง	ระดับชั้น	คะแนนที่ได้ (ก่อน)	คะแนนที่ได้ (หลัง)
S081	M3	12	20
S082	M3	12	14
S083	M3	10	20
S084	M3	11	15
S085	M3	11	16
S086	M3	10	14
S087	M3	9	14
S088	M3	8	19
S089	M3	10	17
S090	M3	12	14
S091	M3	8	17
S092	M3	10	19
S093	M3	12	16
S094	M3	10	20
S095	M3	10	17
S096	M3	9	18
S097	M3	8	19
S098	M3	12	14
S099	M3	11	20
S100	M3	11	15

สำนักงานเลขาธิการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
EDTECH FUND

ภาคผนวก ง ภาพกิจกรรม



สำนักงานเลขานุการ
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา



ภาพที่ ง.1 การจัดกิจกรรมตามหน่วยที่ 1: การแนะนำโครงการสำหรับครูและผู้บริหาร



ภาพที่ ง 2 การจัดกิจกรรมตามหน่วยที่ 2: การแนะนำโครงการสำหรับนักเรียนและผู้ปกครอง



ภาพที่ ง.3 การจัดกิจกรรมตามหน่วยที่ 2: กิจกรรมเชิงปฏิบัติการกับนักเรียนและผู้ปกครอง



ภาพที่ ง.4 การจัดกิจกรรมตามหน่วยที่ 3: การแนะนำ Design Thinking และ Green Transformation



ภาพที่ ง.5 การจัดกิจกรรมการทำความเข้าใจและกำหนดปัญหา (Empathize and Define Stages)



ภาพที่ ง.6 การระดมความคิดและการสร้างต้นแบบ (Ideation and Prototyping Stages)



ภาพที่ ง.7 การนำเสนอผลการระดมความคิด



ภาพที่ ง.8 การนำเสนอผลงานของการสร้างต้นแบบ

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม



ภาพที่ ง.9 ผู้เรียนนำเสนอโครงการ Green Transformation



ภาพที่ ง.10 การนำเสนอกับคณะกรรมการของโรงเรียนเพื่อคัดเลือกโครงการ

สำนักงานเลขานุการ กองกฎหมายและนิติการ เพื่อการศึกษา

สำนักงานเลขานุการ
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

ภาคผนวก จ

แผนการจัดการเรียนรู้ ที่สามารถใช้ประชาสัมพันธ์ขยายผล ไปยังโรงเรียนอื่น ๆ

แผนจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ฯ แบ่งออกเป็น 9 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

ตารางที่ จ.1 แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วย	ชื่อหน่วย/หัวข้อการเรียนรู้	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1	แนะนำโครงการ Green Transformation & Design Thinking (สำหรับครูและผู้บริหาร)	ผู้บริหารและครูเข้าใจเป้าหมายโครงการ เห็นบทบาทของตนในฐานะ Facilitator/Supporter และเตรียมระบบสนับสนุนสำหรับนักเรียน
2	แนะนำโครงการ Green Transformation & Design Thinking (สำหรับนักเรียนและผู้ปกครอง)	นักเรียนและผู้ปกครองเข้าใจเป้าหมายและแนวทางของโครงการ เห็นความเชื่อมโยงกับ 4Cs และความยั่งยืน เกิดทัศนคติบวกและพร้อมสนับสนุน
3	หลักสูตรแนะนำ: Design Thinking Green Transformation และ Generative AI	นักเรียนเข้าใจพื้นฐาน Design Thinking และ Green Transformation รวมทั้งรู้จักใช้ Gen AI เบื้องต้นเพื่อค้นหาและต่อยอดแนวคิด
4	ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว – Empathize & Define	นักเรียนสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม ใช้แบบฟอร์มที่ออกแบบร่วมกัน และนิยามปัญหาหลักโดยใช้เกณฑ์ที่ตกลงร่วมกัน
5	ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว – Ideation & Prototyping (รอบแรก)	นักเรียนระดมความคิดอย่างสร้างสรรค์ ใช้ Post-It หรือเครื่องมือที่ง่าย และ Gen AI เป็นตัวช่วย สร้างต้นแบบเบื้องต้นของแนวคิด
6	ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว – Ideation & Prototyping (รอบสอง)	นักเรียนคัดเลือกแนวคิดโดยใช้เกณฑ์ “ความเป็นไปได้ + ผลกระทบ” และปรับปรุงต้นแบบให้มีรายละเอียดมากขึ้น
7	ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว – Testing & Refinement	นักเรียนนำต้นแบบไปทดสอบ รวบรวม Feedback วิเคราะห์จุดแข็ง–ข้อจำกัด และปรับปรุงต้นแบบให้เหมาะสม
8	การเรียนรู้ด้วยตนเองทางออนไลน์เกี่ยวกับ Design Thinking	นักเรียนเรียนครบ 5 บท เข้าใจขั้นตอน Design Thinking และเขียน Reflection เพื่อเชื่อมโยงสู่การปฏิบัติจริง

หน่วย	ชื่อหน่วย/หัวข้อการเรียนรู้	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
9	การนำเสนอและการสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับโครงการ	นักเรียนนำเสนอผลงานโครงการต่อเพื่อน ครู และผู้เกี่ยวข้อง ฝึกการสื่อสาร รับ–ให้ Feedback อย่างสร้างสรรค์ และสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้

สำนักงานเลขาธิการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

หน่วยที่ 1

1. **ข้อมูลทั่วไป**

   ชื่อหน่วย/หัวข้อการเรียนรู้ : แนะนำโครงการ Green Transformation & Design Thinking

   ระดับชั้น : ม.1 / ม.2 / ม.3 (เน้นกลุ่มครูและผู้บริหาร)

   เวลา : 3 ชั่วโมง

2. **วัตถุประสงค์การเรียนรู้**

   เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรม ผู้เรียนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจะสามารถ:

   1) อธิบายวัตถุประสงค์และเป้าหมายของโครงการ Green Transformation & Design Thinking
   2) เชื่อมโยงแนวทางโครงการกับทักษะ 4Cs ที่คาดหวังต่อผู้เรียน
   3) อธิบายผลลัพธ์พึงประสงค์ (Expected Outcomes) ในมิติผู้เรียน โรงเรียน และสังคม
   4) เห็นความสำคัญของบทบาทครูและผู้บริหารในการสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน

3. **สาระสำคัญ / แนวคิดหลัก (Key Concepts)**

   1) ความหมายของ Green Transformation และความเชื่อมโยงกับการเรียนรู้เพื่อความยั่งยืน
   2) แนวคิด Design Thinking เป็นเครื่องมือแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
   3) การบูรณาการทักษะ 4Cs ในการจัดการเรียนรู้
   4) การมีส่วนร่วมของครูและผู้บริหารในฐานะ Facilitator และ Supporter

4. **กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activities)**

   1. **ขั้นนำ (Engage):**
      1) เปิดกิจกรรมด้วยวิดีโอสั้น ๆ เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมและแนวทาง Green Transformation
      2) วิทยากรชี้ให้เห็นความท้าทายในโรงเรียน เช่น การใช้พลังงาน การจัดการขยะ
   2. **ขั้นเรียนรู้ (Explore & Explain):**
      1) วิทยากรนำเสนอภาพรวมโครงการ วัตถุประสงค์ และผลลัพธ์ที่คาดหวัง
      2) อธิบายการใช้ Design Thinking เป็นแกนกลางของกระบวนการเรียนรู้
      3) ยกตัวอย่างโครงการจากโรงเรียนอื่นเพื่อสร้างแรงบันดาลใจ
   3. **ขั้นสร้างสรรค์ (Ideate & Prototype):**
      1) ครูและผู้บริหารร่วมทำกิจกรรมเล็ก ๆ เช่น การระดมสมองว่า “ในโรงเรียนของเรา ปัญหา Green Transformation ที่สำคัญคืออะไร”
      2) สรุปออกมาเป็นแนวคิดเบื้องต้นจากกลุ่ม
   4. **ขั้นทดสอบ/แลกเปลี่ยน (Test & Share):**
      1) แต่ละกลุ่มนำเสนอประเด็นที่ตนคิดว่าควรได้รับการแก้ไข

สำนักวิทยาลัยขานุการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา EDTECH FUND

2) ผู้เข้าร่วมสะท้อนความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนมุมมอง

5. **ขั้นสรุป (Reflect):**

1) ครูและผู้บริหารร่วมกันสะท้อนว่าเห็นบทบาทของตนเองในโครงการนี้อย่างไร

2) ผู้สอนสรุปว่ากิจกรรมนี้ จะเป็นฐานสำคัญสู่การจัดการเรียนรู้ของนักเรียนในหน่วยต่อไป

5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1) วิดีโอสั้น/สไลด์นำเสนอเรื่อง Green Transformation

2) Post-It สำหรับระดมสมอง

3) Flipchart หรือ Whiteboard สำหรับกิจกรรมกลุ่ม

4) ตัวอย่างโครงการโรงเรียนสีเขียวจากต่างประเทศ/ในประเทศ

6. การวัดและประเมินผล

1) Teacher Assessment: สังเกตการมีส่วนร่วมของผู้เข้าร่วม (ครู/ผู้บริหาร) ในการอภิปราย

2) Self-Reflection: ให้ผู้เข้าร่วมบันทึกความเข้าใจต่อวัตถุประสงค์โครงการและบทบาทของตนเอง

3) Outcome Check: ประเมินจากการสรุปเป็นข้อความสั้น ๆ ถึงความเข้าใจผลลัพธ์พึงประสงค์

7. หมายเหตุสำหรับครูผู้สอน

1) เน้นการสื่อสารที่สร้างแรงบันดาลใจมากกว่าการบรรยายยาว

2) กระตุ้นให้ครูและผู้บริหารเห็นตนเองเป็น หุ้นส่วนการเรียนรู้ ของนักเรียน

3) จัดบรรยากาศเชิงบวก สนุกสนาน และสร้างแรงขับเคลื่อน

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
FD TECH FUND

หน่วยที่ 2

1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อหน่วย/หัวข้อการเรียนรู้ : แนะนำวัตถุประสงค์ แนวทาง และผลลัพธ์พึงประสงค์ของโครงการ (สำหรับนักเรียนและผู้ปกครอง)

ระดับชั้น : ม.1 / ม.2 / ม.3

เวลา : 1 ชั่วโมง

2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรม นักเรียนและผู้ปกครองจะสามารถ:

1) อธิบายเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของโครงการได้
2) เห็นความเชื่อมโยงของโครงการกับทักษะ 4Cs และการเรียนรู้เพื่อความยั่งยืน
3) ตระหนักถึงผลลัพธ์พึงประสงค์ทั้งต่อผู้เรียน ครอบครัว และโรงเรียน
4) มีทัศนคติที่ดีต่อการมีส่วนร่วมและการสนับสนุนโครงการ

3. สาระสำคัญ / แนวคิดหลัก (Key Concepts)

1) ความสำคัญของการพัฒนาทักษะ 4Cs
2) การเชื่อมโยง Design Thinking กับการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม
3) ความร่วมมือของครอบครัวและโรงเรียนในการพัฒนาผู้เรียน
4) ผลลัพธ์พึงประสงค์ในมิติ ความรู้ ทักษะ และเจตคติ

4. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activities)

1. **ขั้นนำ (Engage):**
   1) เปิดด้วยวิดีโอ/สื่อเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เด็ก ๆ คุ้นเคย (เช่น ขยะพลาสติกในโรงเรียน)
   2) ครูเชื่อมโยงไปสู่คำถามว่า “ทำไมเราจึงต้องเรียนรู้เรื่อง Green Transformation”
2. **ขั้นเรียนรู้ (Explore & Explain):**
   1) วิทยากร/ครูอธิบายภาพรวมโครงการ เน้นว่าเป็นการเรียนรู้ผ่านการลงมือทำ (Active Learning)
   2) ยกตัวอย่างกิจกรรมที่จะเกิดขึ้น เช่น การสำรวจ Carbon Footprint การสร้างต้นแบบโครงการสีเขียว
3. **ขั้นสร้างสรรค์ (Ideate & Prototype):**
   1) นักเรียนและผู้ปกครองร่วมกันระดมความคิดว่า “สิ่งแวดล้อมใกล้ตัวเราที่ควรปรับปรุง”
   2) บันทึกไอเดียด้วย Post-It และรวมเป็นกระดานใหญ่
4. **ขั้นทดสอบ/แลกเปลี่ยน (Test & Share):**
   1) ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอ 1–2 ประเด็นที่ตนคิดว่าน่าสนใจ

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ED TECH FUND

2) เปิดโอกาสให้ผู้ปกครองสะท้อนความเห็นหรือเล่าประสบการณ์จริงจากบ้าน

5. **ขั้นสรุป (Reflect):**

1) ครูสรุปผลลัพธ์ที่คาดหวัง เช่น นักเรียนได้ฝึก 4Cs ครอบครัวได้ตระหนักถึงบทบาทการสนับสนุน

2) แจกใบความรู้ย่อ (Handout) ที่สรุปวัตถุประสงค์และขั้นตอนโครงการ

5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1) คลิปวิดีโอปัญหาสิ่งแวดล้อม

2) Post-It พร้อมปากกาเมจิก และกระดาษฟลิปชาร์ต

3) Handout: วัตถุประสงค์และผลลัพธ์โครงการ

4) ตัวอย่างโครงการสิ่งแวดล้อมง่าย ๆ ที่เด็กสามารถทำได้

6. การวัดและประเมินผล

1) Self-Reflection: นักเรียนเขียนความเข้าใจสั้น ๆ เกี่ยวกับโครงการ

2) Feedback จากผู้ปกครอง: ใช้แบบสอบถามสั้น ๆ (Google Form) ตรวจสอบความเข้าใจและทัศนคติ

3) Teacher Assessment: สังเกตการมีส่วนร่วมของนักเรียนและผู้ปกครองในกิจกรรมระดมสมอง

7. หมายเหตุสำหรับครูผู้สอน

1) สร้างบรรยากาศเชิงบวกที่เน้นความร่วมมือ ไม่ใช่การบรรยายหนัก ๆ

2) เปิดโอกาสให้ผู้ปกครองมีบทบาท ไม่ใช่เป็นเพียงผู้ฟัง

3) กระตุ้นให้นักเรียนและผู้ปกครองเห็น “คุณค่าและความหมาย” ของการเข้าร่วมโครงการ

สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา EDTECH FUND

หน่วยที่ 3

1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อหน่วย/หัวข้อการเรียนรู้ : หลักสูตรแนะนำ Design Thinking และ Green Transformation รวมทั้ง Generative AI

ระดับชั้น : ม.1 / ม.2 / ม.3

เวลา : 6 ชั่วโมง

2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรม ผู้เรียนจะสามารถ:

1) อธิบายขั้นตอนของกระบวนการ Design Thinking ได้อย่างเข้าใจ
2) อธิบายแนวคิดและความสำคัญของ Green Transformation ในชีวิตประจำวันและโรงเรียน
3) ใช้ Generative AI เบื้องต้นเพื่อสืบค้นข้อมูลหรือสร้างสรรค์ไอเดียที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม
4) เชื่อมโยงทั้งสามองค์ความรู้เข้ากับทักษะ 4Cs

3. สาระสำคัญ / แนวคิดหลัก (Key Concepts)

1) Design Thinking: Empathize ⟶ Define ⟶ Ideate ⟶ Prototype ⟶ Test
2) Green Transformation: การลดคาร์บอนฟุตพริ้นต์
3) Generative AI: เครื่องมือดิจิทัลที่ช่วยเสริมการคิดสร้างสรรค์และการสืบค้น เช่น ChatGPT ภาพสร้างสรรค์ด้วย AI
4) 4Cs Integration: การคิดวิเคราะห์ การสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน

4. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activities)

1. **ขั้นนำ (Engage):**
   1) ครูเปิดด้วยคำถาม เช่น “เราจะทำให้โรงเรียนของเรายั่งยืนมากขึ้นได้อย่างไร?”
   2) แสดงวิดีโอสั้นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมและนวัตกรรมสีเขียว
2. **ขั้นเรียนรู้ (Explore & Explain):**
   1) แบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ช่วงย่อย:
      Design Thinking: ครูอธิบายแต่ละขั้นตอน พร้อมยกตัวอย่างง่าย ๆ
      Green Transformation: ครูอธิบายตัวอย่างจริง เช่น การลดพลาสติกในโรงอาหาร
      Generative AI: แนะนำเครื่องมือ AI และวิธีใช้อย่างรับผิดชอบ
3. **ขั้นสร้างสรรค์ (Ideate & Prototype):**
   1) นักเรียนทดลองใช้ Generative AI เพื่อค้นหาตัวอย่างโครงการ Green จากทั่วโลก
   2) แต่ละกลุ่มสรุปเป็นไอเดียสั้น ๆ ว่า “สิ่งนี้นำมาปรับใช้ในโรงเรียนเราได้อย่างไร”

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
กองทุนพัฒนาการศึกษา

4. **ขั้นทดสอบ/แลกเปลี่ยน (Test & Share):**
    1) กลุ่มนักเรียนสลับกันนำเสนอไอเดีย (3 นาทีต่อกลุ่ม)
    2) เพื่อน ๆ และครูสะท้อนผลการนำเสนอ
5. **ขั้นสรุป (Reflect):**
    1) นักเรียนสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยเขียนลงในแบบฟอร์มสั้น ๆ เช่น “วันนี้ฉันเข้าใจว่า...”
    2) ครูเชื่อมโยงว่า ทั้ง 3 เนื้อหานี้ คือ พื้นฐานที่จะใช้ต่อยอดในกิจกรรมเชิงปฏิบัติจริงในหน่วยต่อไป

5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1) สไลด์/วิดีโออธิบาย Design Thinking และ Green Transformation
2) ตัวอย่างโครงการสิ่งแวดล้อมจากโรงเรียน/ต่างประเทศ
3) เครื่องมือ Generative AI (เช่น ChatGPT, Google Gemini)
4) แบบฟอร์มสะท้อนผลการเรียนรู้ (Reflection Form)

6. การวัดและประเมินผล

1) Self-Assessment: นักเรียนสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้จากทั้ง 3 เนื้อหา
2) Peer-Assessment: การให้ข้อเสนอแนะต่อไอเดียของเพื่อน
3) Teacher Assessment: สังเกตการใช้ AI ในการสืบค้น/สร้างสรรค์ไอเดีย และการนำเสนอ
4) Rubric: การประเมินการสื่อสารและความชัดเจนของไอเดีย

7. หมายเหตุสำหรับครูผู้สอน

1) ควรเน้นการยกตัวอย่างที่ใกล้ตัวนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน
2) กำกับการใช้ Generative AI ให้เป็นไปอย่างสร้างสรรค์และไม่พึ่งพาโดยตรง
3) เปิดพื้นที่ให้ทุกคนได้มีส่วนร่วมอย่างเท่าเทียม

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

หน่วยที่ 4

1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อหน่วย/หัวข้อการเรียนรู้ : กิจกรรมเชิงปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว – Empathize & Define Stages

ระดับชั้น : ม.1 / ม.2 / ม.3

เวลา : 3 ชั่วโมง

2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรม ผู้เรียนจะสามารถ:

1) สำรวจและเข้าใจปัญหาสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวในโรงเรียน/ชุมชน ผ่านการเก็บข้อมูลและการสังเกต
2) ใช้แบบฟอร์มที่ออกแบบร่วมกัน เพื่อลงพื้นที่เก็บข้อมูล (Scaffold Tool)
3) สังเคราะห์ข้อมูลและ กำหนดปัญหาหลัก (Define) โดยใช้เกณฑ์ 4 ข้อ ได้แก่ ความรุนแรง จำนวนผู้ได้รับผลกระทบ ความเร่งด่วน ความเป็นไปได้
4) พัฒนาทักษะ 4Cs โดยเฉพาะ Critical Thinking, Collaboration และ Communication

3. สาระสำคัญ / แนวคิดหลัก (Key Concepts)

1) การเริ่มต้น Design Thinking ต้องมาจาก Empathy – การเข้าใจความต้องการและปัญหาจริงของผู้ใช้
2) การเก็บข้อมูลและการฟังเสียงจากผู้ใช้/บริบทจริงสำคัญกว่าการคาดเดา
3) การ Define หรือกำหนดปัญหาที่ชัดเจนช่วยให้การระดมสมองและแก้ปัญหาในขั้นต่อไปตรงจุด

4. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activities)

1. **ขั้นนำ (Engage):**
    1) ครูเล่าเรื่อง “โรงเรียนยั่งยืน” และชี้ให้เห็นว่าปัญหาในโรงเรียน เช่น การใช้พลังงานหรือการทิ้งขยะ ไม่ใช่เรื่องไกลตัว
    2) ตั้งคำถามกระตุ้น เช่น “นักเรียนเคยสังเกตไหมว่าโรงเรียนเรามีปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมตรงไหนบ้าง?”
2. **ขั้นเรียนรู้ (Explore & Explain):**
    1) ครูแนะนำวิธีการเก็บข้อมูล เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์สั้น ๆ การนับจำนวน (ขยะ/การใช้ไฟฟ้า)
    2) แจก **แบบฟอร์มสำรวจ** ที่นักเรียนออกแบบร่วมกัน (ตัว Scaffold)
3. **ขั้นสร้างสรรค์ (Ideate & Prototype – ในเชิง Define):**
    1) นักเรียนแบ่งกลุ่มออกไปเก็บข้อมูล/สังเกตพื้นที่ในโรงเรียน
    2) กลับมาแลกเปลี่ยนข้อมูลและรวบรวมลงใน Flipchart หรือ Whiteboard
4. **ขั้นทดสอบ/แลกเปลี่ยน (Test & Share):**
    1) แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลที่เก็บได้

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนเพื่อการศึกษา

2) ใช้เกณฑ์ 4 ข้อ (ความรุนแรง จำนวนผู้ได้รับผลกระทบ ความเร่งด่วน ความเป็นไปได้) ในการร่วมกันคัดเลือก 1 ปัญหาหลักของกลุ่ม

5. **ขั้นสรุป (Reflect):**
   1) นักเรียนเขียน Reflection สั้น ๆ เช่น “สิ่งที่ฉันได้เรียนรู้จากการสำรวจคือ...”
   2) ครูสรุปบทเรียนว่า การกำหนดปัญหาที่ชัดเจนคือรากฐานของการสร้างสรรค์แนวทางแก้ไข

5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1) แบบฟอร์มสำรวจ (นักเรียนเป็นผู้ออกแบบเป็นหลัก)
2) Post-It
3) โทรศัพท์ (ถ่ายรูป/บันทึกข้อมูล)
4) ตัวอย่างกรณีศึกษาโรงเรียนสีเขียว

6. การวัดและประเมินผล

1) Teacher Assessment: สังเกตความร่วมมือและการมีส่วนร่วมในกลุ่ม
2) Self-Assessment: นักเรียนสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการเก็บข้อมูลและการกำหนดปัญหา
3) Rubric: การใช้เกณฑ์ 4 ข้อในการเลือกปัญหา (ชัดเจน/มีเหตุผล)
4) Peer Feedback: กลุ่มอื่นให้ข้อเสนอแนะต่อการนิยามปัญหา

7. หมายเหตุสำหรับครูผู้สอน

1) เน้นการให้ผู้เรียนได้ออกไป “สัมผัสและสังเกตจริง” มากกว่าการคาดเดา
2) ดูแลความปลอดภัยระหว่างการสำรวจพื้นที่โรงเรียน
3) ให้เวลาเพียงพอสำหรับการแลกเปลี่ยนและสรุปประเด็น เพราะเป็นจุดเปลี่ยนเข้าสู่ขั้น Ideation

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

หน่วยที่ 5

1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อหน่วย/หัวข้อการเรียนรู้ : กิจกรรมเชิงปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว – Ideation & Prototyping Stages (รอบแรก)

ระดับชั้น : ม.1 / ม.2 / ม.3

เวลา : 3 ชั่วโมง

2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อสิ้นสุดกิจกรรม ผู้เรียนจะสามารถ:

1) ระดมความคิด (Ideation) เพื่อนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่กลุ่มของตนเลือกไว้จากหน่วยการเรียนรู้ก่อนหน้า
2) ใช้เครื่องมือช่วยคิดที่ง่ายและเข้าถึงได้ เช่น Post-It รวมถึง Generative AI เพื่อขยายกรอบความคิดและมุมมองใหม่ ๆ
3) สร้างต้นแบบเบื้องต้น (Prototype) เช่น แบบจำลองบนกระดาษ แผนภาพการทำงาน หรือการเลียนแบบสถานการณ์
4) พัฒนาทักษะ Creativity, Collaboration, Communication ผ่านการทำงานเป็นทีม

3. สาระสำคัญ / แนวคิดหลัก (Key Concepts)

1) Ideation: เปิดกว้างในการสร้างสรรค์แนวคิด โดยไม่รีบตัดสิน
2) Prototyping: การทำให้แนวคิดเป็นรูปธรรม แม้ในรูปแบบง่าย ๆ
3) การใช้ Generative AI เป็นเพื่อนร่วมคิด (Co-creator) เพื่อค้นหาแรงบันดาลใจจากโครงการจริงทั่วโลก
4) การเน้นกระบวนการมากกว่าผลลัพธ์ เพราะนี่คือรอบแรกของการสร้างต้นแบบ

4. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activities)

1. **ขั้นนำ (Engage):**
   1) ครูชวนทบทวนปัญหาที่แต่ละกลุ่มเลือกไว้
   2) เปิดตัวอย่างโครงการ Green ที่สร้างแรงบันดาลใจ
2. **ขั้นระดมความคิด (Ideate):**
   1) นักเรียนเขียนไอเดียบน Post-It อย่างน้อย 5 ไอเดียต่อกลุ่ม
   2) ทดลองใช้ Generative AI เพื่อขยายแนวคิด (เช่น ค้นหา “โรงเรียนต่างประเทศแก้ปัญหานี้อย่างไร”)
   3) นำไอเดียทั้งหมดมาติดรวมบนบอร์ดหรือกระดาษใหญ่
3. **ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype):**
   1) เลือก 1–2 ไอเดียที่น่าสนใจที่สุด

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนพัฒนาการศึกษา

2) ทำต้นแบบอย่างง่าย เช่น แบบวาด แผนผังการทำงาน หุ่นจำลองเล็ก ๆ หรือการสาธิตด้วยร่างกาย

4. **ขั้นแลกเปลี่ยน (Share & Reflect):**

1) แต่ละกลุ่มนำเสนอ Prototype เบื้องต้น (3 นาทีต่อกลุ่ม)

2) เพื่อน ๆ ฟังและเขียน Feedback สั้น ๆ (สิ่งที่ชอบ / สิ่งที่สงสัย)

5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1) Post-It

2) ตัวอย่างโครงการนวัตกรรมสีเขียว

3) เครื่องมือ Generative AI (เช่น ChatGPT, Gemini)

4) กระดาน/บอร์ดสำหรับแสดงไอเดีย

6. การวัดและประเมินผล

1) Teacher Observation: สังเกตการมีส่วนร่วมและการทำงานร่วมกัน

2) Peer Feedback: ข้อเสนอแนะต่อ Prototype ของแต่ละกลุ่ม

3) Self-Reflection: เขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำงานกลุ่ม

4) Rubric: คุณภาพของไอเดีย ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการสื่อสาร

7. หมายเหตุสำหรับครูผู้สอน

1) กระตุ้นให้นักเรียนกล้าคิด โดยเน้นว่า “ยังไม่มีไอเดียที่ผิด”

2) จำกัดเวลาในแต่ละกิจกรรม เพื่อให้เกิดความกระชับและพลังสร้างสรรค์

3) ดูแลการใช้ Generative AI ให้อยู่ในบทบาท “ผู้ช่วยคิด” ไม่ใช่ “คำตอบสำเร็จรูป”

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา EDTECH FUND

หน่วยที่ 6

1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อหน่วย/หัวข้อการเรียนรู้ : กิจกรรมเชิงปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว – Ideation & Prototyping Stages (รอบสอง)

ระดับชั้น : ม.1 / ม.2 / ม.3

เวลา : 2 ชั่วโมง

2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อสิ้นสุดกิจกรรม ผู้เรียนจะสามารถ:

1) คัดเลือกแนวคิดที่มีความเป็นไปได้และมีผลกระทบเชิงบวกสูงจากรอบแรก โดยใช้เกณฑ์ ความเป็นไปได้ในการดำเนินการ และ ผลกระทบ/ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
2) ปรับปรุงและพัฒนาต้นแบบให้ละเอียดขึ้น เช่น เพิ่มฟังก์ชัน ขั้นตอน หรือการออกแบบให้ชัดเจน
3) ใช้ Peer Feedback และคำแนะนำจากครูเพื่อพัฒนาต้นแบบให้มีคุณภาพมากขึ้น
4) พัฒนาทักษะ 4Cs โดยเฉพาะ Critical Thinking, Collaboration และ Communication

3. สาระสำคัญ / แนวคิดหลัก (Key Concepts)

1) การคิดเชิงออกแบบเป็น กระบวนการวนซ้ำ (Iterative Process)
2) การเลือกไอเดียที่ “ดีที่สุด” ไม่ได้หมายถึงที่สวยที่สุด แต่คือ ไอเดียที่ทำได้จริงและตอบโจทย์ปัญหา
3) ต้นแบบรอบสองควร เพิ่มรายละเอียด เพื่อเตรียมเข้าสู่การทดสอบจริงในหน่วยถัดไป

4. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activities)

1. **ขั้นนำ (Engage):**
   1) ครูทบทวนไอเดียและต้นแบบจากรอบแรก
   2) ตั้งคำถาม เช่น “ถ้าเราต้องเลือกเพียงหนึ่งแนวคิดที่จะทำจริง เราจะเลือกจากอะไร?”
2. **ขั้นคัดเลือกแนวคิด (Select Ideas):**
   1) นักเรียนใช้เกณฑ์ 2 ข้อ (ความเป็นไปได้ + ผลกระทบ) เพื่อตัดสินใจเลือก 1 ไอเดียหลัก
   2) ทำตารางหรือโหวตภายในกลุ่มเพื่อหาข้อสรุป
3. **ขั้นพัฒนาต้นแบบ (Refine Prototype):**
   1) ปรับปรุง Prototype จากรอบแรก เพิ่มรายละเอียด เช่น แผนผังการทำงานจริง ตารางการใช้ทรัพยากร หรือการออกแบบที่ใกล้เคียงของจริงมากขึ้น
   2) สามารถใช้ Generative AI เพื่อจำลองภาพ/โมเดล/แผนงานเพิ่มเติม
4. **ขั้นแลกเปลี่ยนและ Feedback (Peer Feedback):**
   1) แต่ละกลุ่มนำเสนอ Prototype รอบสอง (5 นาทีต่อกลุ่ม)

2) เพื่อนและครูให้ข้อเสนอแนะเชิงสร้างสรรค์ เช่น “สิ่งที่ชอบ/สิ่งที่ควรปรับ/สิ่งที่ควรลองเพิ่มเติม”

5. **ขั้นสรุป (Reflection):**

1) นักเรียนสะท้อนการเรียนรู้ เช่น “สิ่งที่ฉันค้นพบจากการปรับปรุงต้นแบบคือ...”

2) ครูสรุปว่าต้นแบบนี้จะเป็นพื้นฐานสำหรับ **การทดสอบจริงในหน่วยถัดไป**

5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1) Prototype รอบแรกจากหน่วยก่อน

2) Post-It

3) Template สำหรับเกณฑ์การคัดเลือก

4) Generative AI (เพื่อช่วยจำลองภาพ/แผนงาน)

6. การวัดและประเมินผล

1) Teacher Observation: สังเกตการใช้เหตุผลในการเลือกไอเดีย

2) Peer Feedback: คุณภาพของข้อเสนอแนะที่ให้แก่เพื่อน

3) Rubric: การพัฒนา Prototype ให้ละเอียดและมีความเป็นไปได้

4) Self-Reflection: นักเรียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการปรับปรุงต้นแบบ

7. หมายเหตุสำหรับครูผู้สอน

1) ควรเน้นให้ผู้เรียนใช้ “เกณฑ์ที่ชัดเจน” ไม่ใช่การเลือกตามความรู้สึก

2) สนับสนุนให้ทุกคนในกลุ่มมีเสียงในการตัดสินใจ

3) เน้นบรรยากาศที่เป็นมิตร เพื่อให้ Feedback มีคุณภาพและไม่ใช่การตัดสิน

สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา EDTECH FUND

หน่วยที่ 7

1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อหน่วย/หัวข้อการเรียนรู้ : กิจกรรมเชิงปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมสีเขียว – Testing & Refinement

ระดับชั้น : ม.1 / ม.2 / ม.3

เวลา : 3 ชั่วโมง

2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อสิ้นสุดกิจกรรม ผู้เรียนจะสามารถ:

1) นำต้นแบบ (Prototype) ที่พัฒนาในรอบสองไปทดสอบในสถานการณ์จำลองหรือบริบทจริงภายในโรงเรียน
2) รวบรวมข้อมูล Feedback ทั้งจากเพื่อน ครู และผู้ใช้ที่เกี่ยวข้อง
3) วิเคราะห์ข้อดี ข้อจำกัด และแนวทางการปรับปรุงต้นแบบ
4) ปรับแก้ Prototype ให้มีคุณภาพมากขึ้น โดยอิงจากข้อมูลที่เก็บได้
5) พัฒนาทักษะ Critical Thinking, Collaboration, Communication และ Creativity ผ่านการทดสอบและปรับปรุง

3. สาระสำคัญ / แนวคิดหลัก (Key Concepts)

1) การทดสอบต้นแบบ (Prototype Testing): เป็นการเรียนรู้ ไม่ใช่การตัดสินถูก–ผิด
2) การปรับปรุง (Refinement): การพัฒนาโครงการเป็นวงจร (Iterative Process) ที่เรียนรู้ต่อเนื่อง
3) Feedback จากผู้ใช้จริงและเพื่อนร่วมชั้น คือแหล่งข้อมูลสำคัญในการพัฒนาโครงการให้สมบูรณ์

4. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activities)

1. **ขั้นนำ (Engage):**
   1) ครูชวนตั้งคำถาม เช่น “เราจะรู้ได้อย่างไรว่าต้นแบบของเรามีประสิทธิภาพ?”
   2) อธิบายหลักการว่า การทดสอบคือการหาทางพัฒนา ไม่ใช่หาความผิด
2. **ขั้นทดสอบต้นแบบ (Testing):**
   1) แต่ละกลุ่มนำ Prototype ที่พัฒนามาแล้วไปทดลองใช้ (เช่น ทดลองใช้วิธีลดขยะในโรงอาหาร จำลองการสื่อสารโครงการ ฯลฯ)
   2) แจก แบบฟอร์ม Feedback ให้ผู้เข้าร่วม/เพื่อน/ครู กรอกข้อเสนอแนะ
3. **ขั้นวิเคราะห์และปรับปรุง (Analyze & Refine):**
   1) กลุ่มนักเรียนรวบรวมข้อมูลจาก Feedback
   2) สรุปข้อค้นพบ: จุดแข็ง สิ่งที่ควรปรับปรุง และแนวคิดใหม่ที่เกิดขึ้น

สำนักวิชาการและนวัตกรรมการศึกษา กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ED TECH FUND

3) ปรับต้นแบบตามข้อมูลที่ได้

4. **ขั้นสรุปและสะท้อนผล (Reflection & Share):**

1) แต่ละกลุ่มนำเสนอสิ่งที่ได้เรียนรู้และการเปลี่ยนแปลงต้นแบบ (5 นาทีต่อกลุ่ม)

2) นักเรียนเขียน Reflection ส่วนบุคคล เช่น “สิ่งที่ฉันค้นพบจากการทดสอบคือ...”

3) ครูสรุปภาพรวมว่า นี่คือจุดเริ่มของการเรียนรู้เชิงนวัตกรรมที่เน้นการทดลองและพัฒนา

5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1) Prototype รอบสอง

2) แบบฟอร์ม Feedback (Good – Improve – Suggestion)

3) กระดาษ/Flipchart สำหรับสรุปผล

4) ตัวอย่างโครงการที่ผ่านการทดสอบและปรับปรุง

6. การวัดและประเมินผล

1) Teacher Observation: การทำงานร่วมกันและการเปิดรับ feedback

2) Peer Feedback: คุณภาพของข้อเสนอแนะที่ให้แก่กลุ่มอื่น

3) Rubric: ความสามารถในการปรับปรุงต้นแบบให้ชัดเจนและเหมาะสมยิ่งขึ้น

4) Self-**Reflection:** ความเข้าใจที่ได้จากการทดสอบจริง

7. หมายเหตุสำหรับครูผู้สอน

1) สร้างบรรยากาศที่ปลอดภัยให้นักเรียนกล้าลองผิดลองถูก

2) ชี้แนะให้ผู้เรียนเห็นว่าความผิดพลาดคือ “ข้อมูลสำหรับการเรียนรู้”

3) ควรจัดเวลาให้เพียงพอสำหรับการแลกเปลี่ยนและการปรับปรุงจริง

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

หน่วยที่ 8

1. **ข้อมูลทั่วไป**

   ชื่อหน่วย/หัวข้อการเรียนรู้ : การเรียนรู้ด้วยตนเองทางออนไลน์เกี่ยวกับ Design Thinking

   ระดับชั้น : ม.1 / ม.2 / ม.3

   เวลาเรียนรู้โดยรวม : ประมาณ 35 นาที (แบ่งเป็น 5 คลิป/บทเรียน ๆ ละ 5–12 นาที)

   รูปแบบ : Self-paced Online Learning + Reflection

2. **วัตถุประสงค์การเรียนรู้**

   เมื่อสิ้นสุดกิจกรรม ผู้เรียนจะสามารถ:

   1) อธิบายขั้นตอนของกระบวนการ Design Thinking ได้ครบทั้ง 5 ขั้น (Empathize – Define – Ideate – Prototype – Test)
   2) ยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้ Design Thinking ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือโรงเรียนได้
   3) สะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้จาก Online Course และเตรียมเชื่อมโยงไปสู่กิจกรรมเชิงปฏิบัติจริง
   4) พัฒนาทักษะ Critical Thinking และ Self-directed Learning

3. **สาระสำคัญ / แนวคิดหลัก (Key Concepts)**

   1) Design Thinking เป็นวิธีคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ยึดผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง
   2) Online Course ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามจังหวะของตนเอง (Self-paced)
   3) การสะท้อนผล (Reflection) คือสะพานเชื่อมจากการเรียนรู้ทฤษฎีไปสู่การปฏิบัติจริง

4. **โครงสร้าง Online Course (5 คลิป/บทเรียน)**

   1) Introduction to Design Thinking – ความหมาย ความสำคัญ ตัวอย่างใกล้ตัว
   2) Empathize & Define – วิธีการสำรวจผู้ใช้ การเก็บข้อมูล และการกำหนดปัญหา
   3) Ideate – การระดมความคิด เทคนิคการสร้างสรรค์ไอเดีย
   4) Prototype – การสร้างต้นแบบเบื้องต้น
   5) Test & **Reflection** – การทดสอบต้นแบบ รับ feedback และเรียนรู้เพื่อพัฒนา

5. **กระบวนการเรียนรู้**

   1. **ขั้นนำ (Engage):**
      1) ครูชี้แจงว่าผู้เรียนจะเรียนรู้ผ่าน Online Course
      2) ผู้เรียนแต่ละคนสามารถเรียนตามเวลาของตนเองได้ภายในกำหนดเวลา
   2. **ขั้นเรียนรู้ (Explore & Learn):**
      1) ผู้เรียนดูคลิปวิดีโอทั้ง 5 บท
   3. **ขั้นสะท้อนผล (Reflect):**

สำนักงานเลขานุการ กองกำกับการพัฒนาการศึกษา

1) ผู้เรียนเขียน Reflection เช่น “สิ่งที่ฉันเรียนรู้จากบทนี้” หรือ “ฉันคิดว่าสามารถใช้ Design Thinking กับเรื่องใดในโรงเรียนได้บ้าง”
2) ครูอาจเปิด Discussion Online หรือจัด Mini Sharing On-site ให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยน

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1) Online Course: 5 คลิป (35 นาที)
2) Reflection Form (ออนไลน์/กระดาษ)

7. การวัดและประเมินผล

1) Completion Check: นักเรียนดูคลิปครบ
2) Reflection: คุณภาพของการสะท้อนสิ่งที่เรียนรู้
3) Teacher assessment: สังเกตความเข้าใจจากการพูดคุย/แลกเปลี่ยนไอเดีย

8. หมายเหตุสำหรับครูผู้สอน

1) Online Course นี้ควรถูกใช้เป็น “เสริมความเข้าใจ” ก่อนหรือตามกิจกรรม Workshop เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานตรงกัน
2) สนับสนุนให้ผู้เรียนใช้ Reflection เป็นสะพานเชื่อมจากการเรียนรู้ส่วนบุคคลไปสู่การทำงานกลุ่มในห้องเรียน

สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา EDTECH FUND

น่วยที่ 9

1. **ข้อมูลทั่วไป**

   ชื่อหน่วย/หัวข้อการเรียนรู้ : การนำเสนอและการสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับโครงการ

   ระดับชั้น : ม.1 / ม.2 / ม.3

   เวลา : 3 ชั่วโมง

2. **วัตถุประสงค์การเรียนรู้**

   เมื่อสิ้นสุดกิจกรรม ผู้เรียนจะสามารถ:

   1) นำเสนอผลงานโครงการด้าน Green Transformation & Design Thinking ได้อย่างมีโครงสร้างและน่าเชื่อถือ
   2) รับฟังความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ และคำถามจากเพื่อน ครู และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องอย่างเปิดใจ
   3) สะท้อนความคิดเห็นต่อโครงการของตนเองและโครงการของเพื่อน โดยอิงเกณฑ์ที่กำหนดร่วมกัน
   4) พัฒนาทักษะ การสื่อสาร (Communication) การคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking) และการทำงานร่วมกัน (Collaboration)

3. **สาระสำคัญ / แนวคิดหลัก (Key Concepts)**

   5) การนำเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาทักษะการสื่อสารและการเล่าเรื่อง (Storytelling)
   6) การสะท้อนความคิดเห็นช่วยให้นักเรียนเห็นมุมมองใหม่ และช่วยปรับปรุงโครงการได้ต่อไป
   7) กระบวนการ feedback ต้องสร้างบรรยากาศที่ปลอดภัยและสร้างสรรค์ (Constructive & Safe Space)

4. **กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้**

   1. **ขั้นนำ (Engage):**
      1) ครูอธิบายวัตถุประสงค์ของการนำเสนอและการสะท้อนความคิดเห็น
      2) แจกเกณฑ์การประเมินและการให้ Feedback แบบง่าย ๆ (เช่น จุดแข็ง – สิ่งที่ควรปรับปรุง – ข้อเสนอใหม่)
   2. **ขั้นนำเสนอ (Presentation):**
      1) แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานโครงการ (7–10 นาทีต่อกลุ่ม) โดยใช้สื่อที่หลากหลาย เช่น Poster, PowerPoint, Prototype จริง, หรือ Infographic จาก Gen AI
   3. **ขั้นแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Feedback & Reflection):**
      1) หลังการนำเสนอ ให้เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ และครูร่วมแสดงความคิดเห็นตามเกณฑ์
      2) ผู้เรียนสะท้อนผลการทำงานของกลุ่มตนเอง (self-reflection) เช่น สิ่งที่ภูมิใจ สิ่งที่อยากปรับปรุง และสิ่งที่ได้เรียนรู้จากเพื่อน
   4. **ขั้นสรุป (Closing):**

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
EDTECH FUND

1) ครูสรุปประเด็นสำคัญจากการนำเสนอและ Feedback
2) นักเรียนบันทึก Reflection ส่วนบุคคล เพื่อเก็บเป็นหลักฐานการเรียนรู้ (Learning Evidence)

5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1) สื่อการนำเสนอ (Poster, PowerPoint, Prototype, Infographic)
2) แบบฟอร์ม Feedback (กระดาษหรือออนไลน์)
3) Rubric การนำเสนอ

6. การวัดและประเมินผล

1) การนำเสนอผลงาน: ความชัดเจน โครงสร้าง เนื้อหา และการสื่อสาร
2) Feedback: คุณภาพของการให้และการรับความคิดเห็น
3) Self-Reflection: การสะท้อนสิ่งที่เรียนรู้จากกระบวนการทั้งหมด

สำนักงานเลขาธิการ กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

ภาคผนวก ฉ ประวัติผู้วิจัย

สำนักงานเลขานุการ
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล : นายสัญญา เศรษฐพิทยากุล

ตำแหน่งปัจจุบัน : Chief Information Officer มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	วุฒิการศึกษา	สถาบันการศึกษา
พ.ศ.2537	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ.2547	บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต	สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการทำงาน

ปี	ชื่อโครงการ/ลักษณะงาน
พ.ศ.2551	โครงการออกแบบและพัฒนา ระบบสารสนเทศสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหาร (Business Intelligence) และคลังข้อมูล (Data Warehouse) สำหรับศูนย์ปฏิบัติการกรุงเทพมหานคร (BMAOC)
พ.ศ.2551	การพัฒนาระบบเว็บทาคมนาคม เพื่อรองรับการเปนศูนยบริการรวมอิเล็กทรอนิกส กระทรวงคมนาคม
พ.ศ.2551	การพัฒนาคลังข่อมูล/เหมืองขอมูลดานการบริหารจัดการเชิงยุทธศาสตร์ (BSC) การจัดการดานการเงินและระบบรายงานองคกร บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน)
พ.ศ.2552-2556	โครงการพัฒนาระบบฐานข่อมูลของสำนักงานคณะกรรมการกิจการพลังงาน สำนักงานคณะกรรมการกิจการพลังงาน
พ.ศ.2552	โครงการจัดตั้งศูนยปฏิบัติการกรมทางหลวง (DOC) กรมทางหลวง
พ.ศ.2552	การพัฒนาระบบMOT/BSCของสำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม
พ.ศ.2552	โครงการบูรณาการแผนปฏิบัติราชการและระบบติดตามประเมินผลการปฏิบัติราชการ และการพัฒนาหอง War Room สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร
พ.ศ.2552	โครงการพัฒนาห่องปฏิบัติการ (Operation Room)เพื่อรายงานและสนับสนุนการตัดสินใจของผูบริหาร ดานการบริหารงานอนุรักษมรดกวัฒนธรรม กรมศิลปากร

สำนักงานเลขานุการกรมพัฒนาเทคนิคเพื่อการศึกษา
EDTECH FUND

ปี	ชื่อโครงการ/ลักษณะงาน
พ.ศ.2553	โครงการพัฒนาระบบบริหารราชการการวางระบบการประเมินผลของสวนราชการ ระดับสำนักจนถึงระดับรายบุคคล กรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรรม
พ.ศ.2555	โครงการเพิ่มศักยภาพศูนยการคมนาคม กระทรวงคมนาคม
พ.ศ.2555	โครงการเพิ่มศักยภาพศูนยปฏิบัติการ DOC กรมการบินพลเรือน
พ.ศ.2557	โครงการครุภัณฑสำหรับหองประชุมยุทธศาสตรเพื่อการตัดสินใจ (War Room) กรมอุทยานแหงชาติ สัตวปา และพันธุพืช
พ.ศ.2557	โครงการหองปฏิบัติการธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณการเกษตร (BAAC Operation Room) ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณการเกษตร
พ.ศ.2558	โครงการออกแบบและพัฒนาศูนย์ประมวลข้อมูล เพื่อการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติ สำนักงาน ป.ป.ช.
พ.ศ.2560	โครงการออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
พ.ศ.2561	โครงการออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
พ.ศ.2562	โครงการออกแบบระบบสารสนเทศสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหาร บจก. วิทยุการบินแห่งประเทศไทย
พ.ศ.2564	โครงการพัฒนาและติดตั้งระบบฐานข้อมูล TCG Data Management บรรษัทประกันสินเชื่ออุตสาหกรรมขนาดย่อม
พ.ศ.2565	โครงการพัฒนา MWA Command Center การประปานครหลวง

สถานที่ติดต่อปัจจุบัน

บริษัท ทรินนิเทค จำกัด

195 อาคารเดอะอาร์ 20 สเปซ ชั้น 6 เอ็น 6/6 ซอยสบายใจ แขวงสามเสนนอก เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนพัฒนาบุคลากรการศึกษา

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล : นายอติชาต พฤฒิกัลป์

ตำแหน่งปัจจุบัน : อาจารย์ประจำหลักสูตรนวัตกรรมบริการ
วิทยาลัยนวัตกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	วุฒิการศึกษา	สถาบันการศึกษา
พ.ศ.2540	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ.2543	Master of Science in Electrical Engineering (Viterbi)	University of Southern California Los Angeles, CA, USA
พ.ศ.2557	ดุษฎีบัณฑิต IT in Business Program	คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการทำงาน

ปี	ชื่อโครงการ/ลักษณะงาน
พ.ศ.2552 – 2553	**นักยุทธศาสตร์:** บริหารจัดการ ประสานงาน และดำเนินการโครงการการวิจัยเชิงนโยบายสาธารณะของภาครัฐ **Sasin Institute for Global Affair (SIGA), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**
พ.ศ.2555	**ผู้ช่วยผู้อำนวยการ, ศูนย์นวัตกรรม:** พัฒนา บริหาร และดำเนินยุทธศาสตร์องค์กรในการสร้างกลไก วัฒนธรรมเพื่อเอื้อให้เกิดการพัฒนา ต่อยอด และใช้งานนวัตกรรม **บริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)**
พ.ศ.2558 – 2560	**ที่ปรึกษา:** พัฒนารูปแบบ และดำเนินการจัดตั้งสถาบันวิจัยนโยบายสาธารณะที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม รวมถึงการกำหนดกรอบวิจัย และบริหารภาพรวมของการวิจัย ภายใต้การสนับสนุนของมหาวิทยาลัยและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง **สถาบันนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี**
พ.ศ.2560	**ที่ปรึกษาพิเศษของรัฐมนตรีประจำสำนักนายกรัฐมนตรี**: ศึกษา วิเคราะห์ จัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย ประสาน ติดตาม เร่งรัด การดำเนินการตามนโยบายรัฐบาลเพื่อสนับสนุนภารกิจของรัฐมนตรีประจำสำนักนายกรัฐมนตรี

สำนักงานเลขานุการ กองทุนพัฒนาครูและคณาจารย์

ปี	ชื่อโครงการ/ลักษณะงาน
	สำนักนายกรัฐมนตรี
พ.ศ.2560 - ปัจจุบัน	**Executive Director**: ขับเคลื่อนและผลักดันการเปลี่ยนผ่านของประเทศสู่ยุคดิจิตอล ในระดับนโยบาย ระดับอุตสาหกรรม และระดับองค์กร โดยอาศัยวิจัยเชิงประจักษ์ในการสร้างวัฒนธรรมนวัตกรรมในบริบทแบบเอเชีย **AIDI – Asian Institute for Digital and Innovation**

สถานที่ติดต่อปัจจุบัน

บริษัท ทรินนิเทค จำกัด

195 อาคารเดอะอาร์ 20 สเปซ ชั้น 6 เอ็น 6/6 ซอยสบายใจ แขวงสามเสนนอก เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล : นายศุภชัย แซ่อื้อ

ตำแหน่งปัจจุบัน : ผู้จัดการโครงการ บริษัท ทรินนิเทค จำกัด

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	วุฒิการศึกษา	สถาบันการศึกษา
พ.ศ.2550	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
พ.ศ.2553	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต เทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ประวัติการทำงาน

ปี	ชื่อโครงการ/ลักษณะงาน
พ.ศ.2557 – 2559	โครงการงานจ้างที่ปรึกษาในการจัดทำแผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารองค์การสวนสัตว์ พ.ศ.2558-2562 โดยให้คำปรึกษาหาแนวทางและวิธีการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ องค์การสวนสัตว์ฯ
พ.ศ.2557 – 2559	พัฒนา และ วางระบบ ติดตามและประเมินผลการดำเนินงาน และ ระบบคลังข้อมูล (Data Warehouse) ให้กับ สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร
พ.ศ.2558 – 2559	โครงการศูนย์ปฏิบัติการสารสนเทศของ รฟม.(Department Operation Center : DOC) การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย
พ.ศ.2556 – 2558	โครงการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการของผู้บริหารระดับสูง (EIS) ระยะที่ 3 การเคหะแห่งชาติ
พ.ศ.2555 – 2557	โครงการพัฒนาระบบสำหรับช่วยในการบริหารจัดการ (MIS/EIS) สำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาล

สถานที่ติดต่อปัจจุบัน

บริษัท ทรินนิเทค จำกัด

195 อาคารเดอะอาร์ 20 สเปซ ชั้น 6 เอ็น 6/6 ซอยสบายใจ แขวงสามเสนนอก เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร

สำนักงานเลขานุการ กองทุนเพื่อการศึกษา