

การพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของนักศึกษาวิชาชีพครูสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป  
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสเต็มศึกษา  
Design thinking development of general science teacher students that has  
been managed to learn according to steam education

ปาวริศ ภูมิสูง<sup>1\*</sup>

Pawarison Phoomsoong<sup>1\*</sup>

(วันรับบทความ : 3 มิถุนายน 2566 /วันแก้ไขบทความ : 28 มิถุนายน 2566 /วันตอบรับบทความ : 30 มิถุนายน 2566)

(Received Date : June 3, 2023, Revised Date : June 28, 2023, Accepted Date : June 30, 2023)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของนักศึกษาวิชาชีพครูสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ให้มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษาจำนวน 2 วงรอบ วงรอบละ 4 แผนการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมายคือนักศึกษาวิชาชีพครูสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไปชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา จำนวน 58 คน คัดเลือกโดยการสุ่มแบบเจาะจง ซึ่งพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงออกแบบที่ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษา แบบทดสอบการคิดเชิงออกแบบ และแบบสังเกตพฤติกรรมการคิดเชิงออกแบบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งมีผลการวิจัยมีดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักศึกษามีคะแนนการคิดเชิงออกแบบเฉลี่ยเท่ากับ 14.7 จาก คะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็น ร้อยละ 73.5 และผ่านเกณฑ์จำนวน 58 คน จากจำนวน 58 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำการปรับปรุงและพัฒนากิจกรรม จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยจัดกิจกรรมที่เน้นการฝึกทักษะกระบวนการออกแบบและวางแผน การสร้างชิ้นงานให้มีความแปลกใหม่ พบว่า นักศึกษามีคะแนนการคิดเชิงออกแบบเฉลี่ยเท่ากับ 16.1 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็น ร้อยละ 80.5 และผ่านเกณฑ์จำนวน 58 คน

**ความสำคัญ :** การคิดเชิงออกแบบ, สเต็มศึกษา

<sup>1\*</sup> อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

Lecturer in Science Department, Faculty of Education, Suan Sunandha Rajabhat University

\* ผู้นิพนธ์ประสานงาน อีเมล: pawarison.po@ssru.ac.th

\* Corresponding author e-mail: pawarison.po@ssru.ac.th

## Abstracts

The purpose of this research was to develop the design thinking of general science teacher students. To have a passing score of 70 percent of the full score by organizing 2 circles of learning activities according to the STEAM education approach, with 4 learning plans per circle. The target groups were 58 third-year general science teacher students from the Faculty of Education at Suan Sunandha Rajabhat University, selected by purposive random sampling. The mean design thinking score was lower than 70%. The research tools were 1) learning management plan according to the approach of STEAM education, 2) design thinking tests, and 3) observational forms of design thinking behavior. The data were analyzed using percentages mean values and standard deviation. The research results are as follows:

In Cycle 1, students had an average design thinking score of 14.7 out of 20 points, representing 73.5%, and passed the criteria for 58 out of 58 students. In Cycle 2, improve and develop activities from Cycle 1 by organizing activities that focus on design and planning process skills. To create a new piece of work, it was found that the average design thinking score of the students was 16.1 out of 20, representing 80.5%, and 58 students passed the criteria.

**Keyword :** Design Thinking, STEAM education

## บทนำ

การใช้ชีวิตในโลกยุคศตวรรษที่ 21 หากมีเพียงความรู้เพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ ผู้เรียนจำเป็นต้องมีทักษะและสมรรถนะพื้นฐานสำหรับการใช้ชีวิตในโลกอนาคต ดังนั้นโรงเรียนและครูต้องพัฒนาหลักสูตรใหม่ ๆ ให้สอดคล้องและตรงต่อความต้องการของโลกในปัจจุบันและอนาคต เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง เน้นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ หลักการ ทฤษฎี ทักษะกระบวนการและประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพหรือการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในอนาคต (National Electronics and Computer Technology Center, 26 September 2019)

การคิดเชิงออกแบบเป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน เนื่องจากการคิดเชิงออกแบบเป็นกระบวนการคิดเพื่อให้เกิดการพัฒนาแนวคิดและนวัตกรรมใหม่ ๆ สำหรับการแก้ไขปัญหาที่ตรงจุดตามวิถีทางที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุดบนพื้นฐานของการพิจารณาตามความต้องการของมนุษย์เป็นหลัก เพื่อให้เกิดการสร้างผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรม ตอบโจทย์การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ การคิดเชิงออกแบบมีองค์ประกอบหลักอยู่ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ขั้น Empathize เป็นการทำความเข้าใจต่อผู้ใช้งานหรือกลุ่มเป้าหมายเพื่อค้นหาปัญหาของผู้ใช้งาน 2) ขั้น Define เป็นการสังเคราะห์ข้อมูลโดยการอธิบายปัญหาของผู้ใช้งานว่ามีปัญหาอย่างไร ปัญหาที่แท้จริงคืออะไร 3) ขั้น Ideate เป็นการระดมสมองหรือหาไอเดียเพื่อแก้ไขปัญหาโดยเน้นการหาแนวคิดในการแก้ปัญหาให้มากที่สุด เมื่อได้วิธีแก้ไขปัญหาลงไว้ให้วิเคราะห์ต่อว่าวิธีการใดเป็นวิธีที่ดีที่สุดหรือนำมาใช้มากที่สุด 4) ขั้น Prototype เป็นการสร้างแบบจำลองหรือการสร้างต้นแบบจากขั้น Ideate 5) ขั้น Test เป็นการทดสอบโดยนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นมามอบให้ผู้ใช้งานหรือกลุ่มเป้าหมาย และประเมินผลว่าเป็นอย่างไร จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ แก้ไข ปรับปรุง พัฒนาเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้ดีที่สุด (Benzene, 24 June 2023) ในปัจจุบันการคิดเชิงออกแบบเป็นกระบวนการหนึ่ง

ในการพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ผสมผสานระหว่างกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์และธุรกิจ เพื่อตอบโจทย์ผู้ใช้งานหรือกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งเป็นกระบวนการที่นำไปใช้ในองค์กรระดับโลกในการพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ อย่างกว้างขวาง เช่น Apple, Nike, google หรือ Facebook เป็นต้น ดังนั้นองค์กรหรือบริษัทต่าง ๆ จึงต้องการบุคลากรหรือพนักงานที่มีกระบวนการการคิดเชิงออกแบบเข้ามาทำงานเป็นอย่างมาก เพื่อพัฒนาและสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ให้กับองค์กร (Suksawang, n.d.) กระบวนการคิดเชิงออกแบบจะเกิดขึ้นกับผู้เรียนได้นั้น ก็ต่อเมื่อผู้สอนสามารถถ่ายทอดกระบวนการคิดเชิงออกแบบไปสู่ผู้เรียนได้ ดังนั้นกระบวนการการคิดเชิงออกแบบต้องเกิดขึ้นกับตัวผู้สอนก่อน และผู้สอนต้องมีความเชี่ยวชาญในกระบวนการคิดเชิงออกแบบเป็นอย่างดี

ครูสอนวิทยาศาสตร์เป็นบุคลากรทางการศึกษาส่วนหนึ่งที่สามารถนำการคิดเชิงออกแบบไปพัฒนาผู้เรียนได้ เนื่องจากรายวิชาวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญที่เน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดแก้ปัญหา การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างเป็นระบบ นำไปสู่การสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ วิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการช่วยสร้างความคิดที่พัฒนามนุษย์ในด้านการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ มีทักษะและศึกษาหาความรู้ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้อยู่เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันกับวัฒนธรรมสมัยใหม่ที่เป็นสังคมแห่งการค้นคว้าและเรียนรู้ ผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมด้านวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ เพื่อนำองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีในปัจจุบันอย่างสร้างสรรค์ มีเหตุผลและพัฒนาคุณภาพชีวิตได้ดียิ่งขึ้น (Pinthong et al., 2022) ด้วยเหตุนี้การเตรียมความพร้อมของครูสอนวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับการพัฒนาผู้เรียนในโรงเรียนด้วยกิจกรรมที่สามารถพัฒนาความสามารถของผู้เรียนตามศักยภาพให้มีความรู้ความถนัดของตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ผู้เรียนในอนาคตได้ จะเห็นได้ว่าการคิดเชิงออกแบบมีส่วนทำให้ผู้สอนวิทยาศาสตร์เกิดกระบวนการ ทักษะ และองค์ความรู้ต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาข้างต้นได้ ดังนั้นการพัฒนาการคิดเชิงออกแบบให้กับผู้สอนเป็นเรื่องที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยต้องการพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของนักศึกษาวิชาชีพครูสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการเตรียมความพร้อมของนักศึกษาวิชาชีพครูสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไปเข้าสู่การฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูอย่างมืออาชีพ ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูล หลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงออกแบบ จากนั้นสร้างแบบทดสอบการคิดเชิงออกแบบที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย โดยให้ศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามให้ครบองค์ประกอบของการคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้นตอน จำนวน 6 ชุด โดยแต่ละชุดประกอบด้วย 1 สถานการณ์ 5 ข้อคำถาม จำนวน 10 คะแนน และนำแบบทดสอบชุดที่ 1 และ 2 มาทดสอบกับนักศึกษาเพื่อหาข้อมูล พบว่า นักศึกษามีการคิดเชิงออกแบบต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 58 คน โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 10.8 คิดเป็นร้อยละ 54 ของคะแนนเต็ม 20 คะแนน จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการสืบเสาะหาแนวทางใหม่ ๆ ที่จะช่วยพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของนักศึกษาต่อไป

ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยและรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของนักศึกษา พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษา (STEAM education) เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาการคิดเชิงออกแบบได้ เนื่องจากสเต็มศึกษามีขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่คล้ายกับกระบวนการการคิดเชิงออกแบบ โดยมีการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) ศิลปะ (A) และคณิตศาสตร์ (M) เป็นการนำเอาวิธีการสอนและจุดเด่นของแต่ละแขนงวิชามารวมกันอย่างลงตัว ซึ่งเป็นแนวคิดที่เกิดขึ้นจากการขาดแคลนแรงงานคุณภาพทางวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา สเต็มศึกษาจึงเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ การค้นคว้า ข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา และนำข้อมูลนั้นไปออกแบบวางแผน สร้างชิ้นงาน หรือนวัตกรรมโดยคำนึงถึง

ทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ และตรวจสอบว่าชิ้นงานหรือนวัตกรรมสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร (Beyond Code Academy, n.d.) การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาในงานวิจัยนี้จะอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นเครื่องมือในการดำเนินกิจกรรม โดยมีขั้นตอนในการกิจกรรมประกอบด้วย 1) ขั้นระบุ ปัญหา (Problem Identification) 2) ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) 3) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) 4) ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) 5) ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) และ 6) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) โดยจะเน้นไปที่การวิเคราะห์ การออกแบบ และแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายและแปลกใหม่ และเน้นที่การประยุกต์ใช้องค์ความรู้เพื่อแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเป็นระบบ (Karimi, 22 February 2022) จะเห็นได้ว่าสตีมศึกษาที่อาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนและจุดมุ่งหมายของการดำเนินงานที่คล้ายกับกระบวนการการคิดเชิงออกแบบ คือการออกแบบทางเลือกเพื่อแก้ปัญหาที่หลากหลายและแปลกใหม่ ดังนั้นสตีม ศึกษาที่มีแนวโน้มที่จะพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของนักศึกษาได้

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงมีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของนักศึกษากลุ่มเป้าหมายให้ดีขึ้นโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา และเกิดการยกระดับคุณภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต่อไป

#### ความมุ่งหมายการวิจัย

เพื่อพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของนักศึกษาวิชาชีพครูสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ให้มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

#### ขอบเขตของการวิจัย

##### 1. กลุ่มเป้าหมายการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้คือนักศึกษาวิชาชีพครูสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไปชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา จำนวน 58 คน คัดเลือกโดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งพิจารณาจากนักศึกษาที่มีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงออกแบบต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งมีจำนวน 58 คน

##### 2. ตัวแปรที่ศึกษา

นวัตกรรมที่ใช้ในการวิจัย : การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัย : การคิดเชิงออกแบบ

##### 3. เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการทำวิจัย

รายวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ งาน พลังงาน ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ร่วมกับหลักสูตรครุศาสตร์บัณฑิตสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป (4 ปี) (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2562) ในรายวิชาฟิสิกส์สำหรับครูและเพิ่มเติมศึกษา

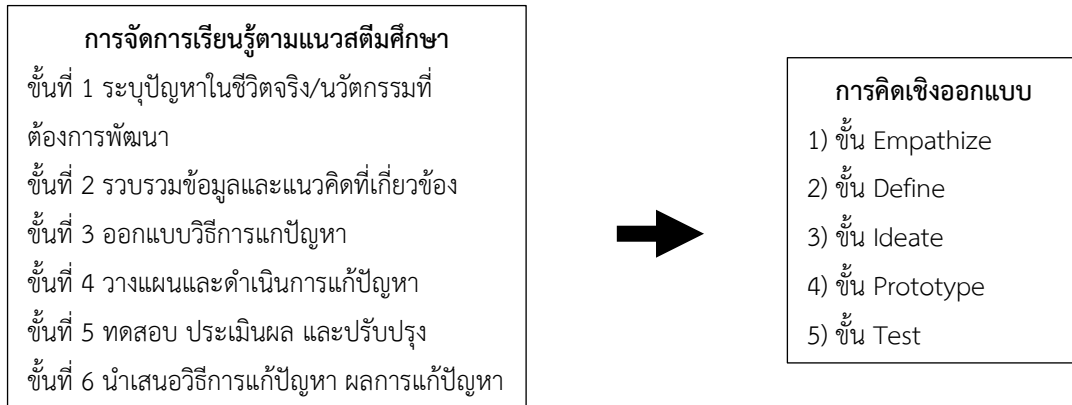
##### 4. ระยะเวลาดำเนินการ

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 (ช่วงเดือน ตุลาคม 2565 - มีนาคม 2566)

#### เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษาเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ งาน พลังงาน จำนวน 8 แผน รวมเวลาสอน 16 ชั่วโมง โดยจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ

และคณิตศาสตร์ เน้นการนำความรู้ หลักการ และทฤษฎีมาประยุกต์ใช้เพื่อวางแผน ออกแบบ และสร้างชิ้นงาน หรือนวัตกรรมที่แปลกใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งการพัฒนาระบบการผลิตใหม่หรือนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่พบเจอได้ โดยอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ในการดำเนินกิจกรรมในแต่ละวงรอบ โดยมีกรอบแนวคิดดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิด

2. แบบทดสอบการคิดเชิงออกแบบ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย โดยให้นักศึกษาศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามให้ครอบคลุมประกอบของการคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้น โดย แบบทดสอบการคิดเชิงออกแบบ มีทั้งหมด 6 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย 1 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะมี 5 ข้อคำถามย่อย จำนวน 10 คะแนน ให้คะแนนจากเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการคิดเชิงออกแบบ โดยชุดที่ 1 และ 2 ใช้ทดสอบเพื่อหากลุ่มเป้าหมาย ชุดที่ 3 และ 4 ใช้ทดสอบหลังวงรอบที่ 1 และชุดที่ 4 และ 6 ใช้ทดสอบหลังวงรอบที่ 2
3. แบบสังเกตพฤติกรรมการคิดเชิงออกแบบ เป็นแบบสังเกตแบบปลายเปิดที่รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับบทบาทของ นักศึกษาในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจะสังเกตพฤติกรรมตามองค์ประกอบของการคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้น สามารถสรุปเป็นภาพรวมตามหัวข้อการสังเกตดังนี้ 1) สังเกตการวางแผนและการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา และ 2) สังเกตชิ้นงานของนักศึกษาที่สร้างขึ้นว่ามีความแปลกใหม่ น่าสนใจ และสามารถแก้ปัญหาได้ หรือไม่อย่างไร จากนั้นบันทึกพฤติกรรมที่นักศึกษาแสดงออกมา

#### การหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษา หาความเหมาะสมของแผนโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ซึ่งมีความเหมาะสมของแผนในวงรอบที่ 1 อยู่ในระดับ 3.51 - 4.50 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และมีความเหมาะสมของแผนในวงรอบที่ 2 อยู่ในระดับ 4.51 - 5.00 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด แสดงดังตารางที่ 1
2. แบบทดสอบการคิดเชิงออกแบบทั้ง 6 ชุด หาความเหมาะสมของแผนโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ซึ่งมีความเหมาะสมของแบบทดสอบอยู่ที่ระดับ 3.51 - 4.50 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก แสดงดังตารางที่ 2
3. แบบสังเกตพฤติกรรมการคิดเชิงออกแบบ หาความเหมาะสมของแผนโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ซึ่งมีความเหมาะสมของแบบทดสอบอยู่ที่ระดับ 3.51 - 4.50 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก แสดงดังตารางที่ 3



ตารางที่ 1 ผลการประเมินระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

| วงรอบ      | แผนการจัดการเรียนรู้ | คะแนนเฉลี่ย | ระดับความเหมาะสม            |
|------------|----------------------|-------------|-----------------------------|
| วงรอบที่ 1 | แผนที่ 1             | 4.32        | ความเหมาะสมในระดับมาก       |
|            | แผนที่ 2             | 4.30        | ความเหมาะสมในระดับมาก       |
|            | แผนที่ 3             | 4.32        | ความเหมาะสมในระดับมาก       |
|            | แผนที่ 4             | 4.30        | ความเหมาะสมในระดับมาก       |
| วงรอบที่ 2 | แผนที่ 5             | 4.54        | ความเหมาะสมในระดับมากที่สุด |
|            | แผนที่ 6             | 4.52        | ความเหมาะสมในระดับมากที่สุด |
|            | แผนที่ 7             | 4.53        | ความเหมาะสมในระดับมากที่สุด |
|            | แผนที่ 8             | 4.53        | ความเหมาะสมในระดับมากที่สุด |

ตารางที่ 2 ผลการประเมินระดับความเหมาะสมของแบบทดสอบ

| แบบทดสอบ | คะแนนเฉลี่ย | ระดับความเหมาะสม      |
|----------|-------------|-----------------------|
| ชุดที่ 1 | 4.12        | ความเหมาะสมในระดับมาก |
| ชุดที่ 2 | 4.12        | ความเหมาะสมในระดับมาก |
| ชุดที่ 3 | 4.18        | ความเหมาะสมในระดับมาก |
| ชุดที่ 4 | 4.15        | ความเหมาะสมในระดับมาก |
| ชุดที่ 5 | 4.15        | ความเหมาะสมในระดับมาก |
| ชุดที่ 6 | 4.18        | ความเหมาะสมในระดับมาก |

ตารางที่ 3 ผลการประเมินระดับความเหมาะสมของแบบสังเกตพฤติกรรม

| รายการประเมิน                                                                                         | คะแนนเฉลี่ย | ระดับความเหมาะสม      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------|
| 1. การสังเกตการวางแผนและการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา                                                        | 4.5         | ความเหมาะสมในระดับมาก |
| 2. การสังเกตชิ้นงานของนักศึกษาที่สร้างขึ้นว่ามีความแปลกใหม่น่าสนใจ และสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่อย่างไร | 4.15        | ความเหมาะสมในระดับมาก |

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีวิจัยแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ตามแนวทางของเคมมิสและแมคแทกการ์ด (Kemmis and McTaggart) ในการดำเนินการวิจัยในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

1. วงจรปฏิบัติการที่ 1 ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้
  - a. ขั้นวางแผน (Plan)
    - i. สสำรวจสภาพปัญหาของนักศึกษารวมถึงสภาพสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ของนักศึกษา โดยสังเกตการณ์จัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสัมภาษณ์ และทำการทดสอบการคิดเชิงออกแบบ เพื่อหากลุ่มเป้าหมายในการทำวิจัย

- ii. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้องกับการคิดเชิงออกแบบ การสร้างเครื่องมือวิจัย และแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษา
- iii. สร้างเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษา (แผนที่ 1 -4) แบบทดสอบการคิดเชิงออกแบบ และแบบสังเกตพฤติกรรมการการคิดเชิงออกแบบ

b. ขั้นปฏิบัติ (Act)

ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มให้นักศึกษาทั้งห้อง กลุ่มละ 5 - 6 คน จากนั้นจัดกิจกรรมตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากผู้สอนเปิดวิดีโอให้นักศึกษารับชมและตั้งคำถามจากวิดีโอให้นักศึกษาช่วยกันตอบเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การระบุปัญหา จากนั้นผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันอภิปรายเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาโดยนำองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ และวิศวกรรมศาสตร์มาบูรณาการร่วมกันเพื่อออกแบบและสร้างชิ้นงานหรือนวัตกรรม และนำชิ้นงานมาทดสอบเพื่อวิเคราะห์ผลที่ได้ว่าเป็นอย่างไร ควรปรับปรุงส่วนใดบ้าง นักศึกษาต้องนำข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้กับความรู้ทางด้านวิศวกรรม เพื่อออกแบบชิ้นงานหรือนวัตกรรมในการแก้ปัญหา และนำศาสตร์ความรู้ทางด้านศิลปะมาช่วยในการออกแบบนวัตกรรมให้มีความน่าสนใจและแปลกใหม่ โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยผู้สอนจะยกตัวอย่างการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาให้ผู้เรียนดูเป็นตัวอย่างเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาของตน จากนั้นให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มร่วมกันนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยผู้สอนจะตั้งคำถามที่เกี่ยวกับการดำเนินการทั้งหมดเพื่อทบทวนและประเมินกระบวนการแก้ปัญหาของนักศึกษา และสังเกตพฤติกรรมการคิดเชิงออกแบบของนักศึกษาขณะทำกิจกรรมและบันทึกไว้ หลังจากจบวงจรปฏิบัติที่ 1 ผู้วิจัยให้นักศึกษาทั้งห้องจัดโต๊ะสอบและนำแบบทดสอบการคิดเชิงออกแบบไปทดสอบกับนักศึกษา และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลต่อไป

c. ขั้นสังเกต (Observe)

- i. สังเกตพฤติกรรมการการคิดเชิงออกแบบจากแบบสังเกตในขณะทำกิจกรรมแต่ละแผนการเรียนรู้
- ii. นำแบบทดสอบการคิดเชิงออกแบบทดสอบกับนักศึกษาหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้แผนที่ 1 - 4

d. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมมาในด้านปริมาณและคุณภาพ เพื่อประเมินผลและตรวจสอบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงกระบวนการวิจัยพบว่า เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ หากไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ จะต้องหาแนวทางเพื่อให้ได้แนวทางการพัฒนา ปรับปรุง จากการสังเกต หรือบันทึกแผนการจัดการเรียนรู้หลังแผน เพื่อพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้และการดำเนินการวิจัยในวงรอบถัดไป

จากผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีคะแนนการคิดเชิงออกแบบเฉลี่ยเท่ากับ 14.7 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.5 มีนักศึกษาที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 58 คน จากจำนวน 58 คน จากการประเมินคะแนนในแต่ละขั้นของการคิดเชิงออกแบบ พบว่า คะแนนในขั้น Empathize Define และ Ideate ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 แต่ขั้น Prototype และ Test ยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยมีความต้องการจะพัฒนาการคิดเชิงออกแบบในขั้น Prototype และ Test ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพของนักศึกษาเพื่อนำไปพัฒนาการคิดเชิงออกแบบให้เกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงรอบถัดไป โดยมีรายละเอียดดังในหัวข้อผลการวิจัย

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

a. ขั้นวางแผน (Plan)

ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากการสังเกตและการวิเคราะห์ปัญหาจากรอบที่ 1 โดยเน้นกิจกรรมที่พัฒนาการคิดเชิงออกแบบของนักศึกษาในชั้น Prototype และ Test และสร้างเครื่องมือวิจัยที่จะใช้ในวงรอบที่ 2 ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษา (แผนที่ 5 - 8)

b. ขั้นปฏิบัติ (Act)

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเก็บข้อมูลต่าง ๆ คล้ายกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 แต่จะเพิ่มเติมในส่วนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นฝึกวิธีการออกแบบ การวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหา ฝึกกระบวนการออกแบบและวางแผน โดยหาวิธีทัศน์ที่เกี่ยวกับการออกแบบและวางแผน การสร้างชิ้นที่มีความแปลกใหม่ให้นักศึกษาศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้นักศึกษานำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงานให้มีความแปลกใหม่ และน่าสนใจ พัฒนาการคิดเชิงออกแบบในชั้น Prototype และ Test ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

c. ขั้นสังเกต (Observe)

- สังเกตพฤติกรรมของการคิดเชิงออกแบบจากแบบสังเกตที่สร้างขึ้นในขณะทำกิจกรรมแต่ละแผนการเรียนรู้
- นำแบบทดสอบการคิดเชิงออกแบบทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้แผนที่ 5 - 8

d. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมมาในด้านปริมาณและคุณภาพ เพื่อประเมินผลและตรวจสอบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงกระบวนการวิจัยพบว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ หากไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้จะต้องหาแนวทางเพื่อให้ได้แนวทางการพัฒนา ปรับปรุง จากการสังเกต หรือบันทึกแผนการจัดการเรียนรู้หลังแผน เพื่อพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้และการดำเนินการวิจัยในวงรอบถัดไป

จากผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีคะแนนการคิดเชิงออกแบบโดยรวมผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งหมด 58 คน จาก 58 คน และพบว่าคะแนนในชั้น Prototype และ Test ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีรายละเอียดในหัวข้อผลการวิจัย

### การวิเคราะห์ข้อมูล

- วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบทดสอบการคิดเชิงออกแบบ โดยประเมินจากแบบทดสอบและให้คะแนนนักศึกษาแต่ละคนจากเกณฑ์การให้คะแนนการคิดเชิงออกแบบ จากนั้นใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย เพื่อวิเคราะห์ว่านักศึกษาผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่ วิเคราะห์ข้อมูลหลังจบแต่ละวงจรปฏิบัติการ
- วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากแบบสังเกตพฤติกรรมของการคิดเชิงออกแบบ โดยเก็บข้อมูลจากพฤติกรรมที่นักศึกษาแสดงออกมาขณะทำกิจกรรมและบันทึกไว้ หลังจบแต่ละวงจรปฏิบัติการทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่บันทึกไว้ว่าสอดคล้องและเป็นไปตามองค์ประกอบของการคิดเชิงออกแบบ หรือไม่ อย่างไร และสอดคล้องกับข้อมูลเชิงปริมาณหรือไม่ อย่างไร

### ผลการวิจัย

1. ผลการวิจัยข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยทั้งสิ้น 2 วงจรปฏิบัติการ ได้แก่ วงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 - 4 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 5 - 8 กลุ่มเป้าหมายจำนวน 58 คน ได้ทำแบบทดสอบการคิดเชิงออกแบบ จำนวน 2 วงรอบ คะแนนเต็ม 20 คะแนน ได้ผลตารางที่ 4



ตารางที่ 4 คะแนนรวมการคิดเชิงออกแบบของกลุ่มเป้าหมาย

| ขั้นตอนของการคิด<br>เชิงออกแบบ | คะแนนรวมการคิดเชิงออกแบบ              |                           |                                       |                           |
|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
|                                | วงจรปฏิบัติการที่ 1                   |                           | วงจรปฏิบัติการที่ 2                   |                           |
|                                | คะแนนเฉลี่ยแต่ละ<br>ขั้น<br>(4 คะแนน) | ร้อยละ<br>(ผ่านร้อยละ 70) | คะแนนเฉลี่ยแต่ละ<br>ขั้น<br>(4 คะแนน) | ร้อยละ<br>(ผ่านร้อยละ 70) |
| 1. ขั้น Empathize              | 3.6                                   | 90.0                      | 3.7                                   | 92.5                      |
| 2. ขั้น Define                 | 3.2                                   | 80.0                      | 3.3                                   | 82.5                      |
| 3. ขั้น Ideate                 | 3.0                                   | 75.0                      | 3.3                                   | 82.5                      |
| 4. ขั้น Prototype              | 2.5                                   | 62.5                      | 3.0                                   | 75.0                      |
| 5. ขั้น Test                   | 2.4                                   | 60.0                      | 2.8                                   | 70.0                      |
| คะแนนรวม                       | 14.7                                  |                           | 16.1                                  |                           |
| ร้อยละเฉลี่ย                   | 73.5                                  |                           | 80.5                                  |                           |
| S.D.                           | 0.95                                  |                           | 0.78                                  |                           |

จากตารางที่ 4 พบว่า การพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของของนักศึกษาวิชาชีพครูสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักศึกษามีคะแนนการคิดเชิงออกแบบเฉลี่ยเท่ากับ 14.7 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.5 มีนักศึกษาที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 58 คน จากจำนวน 58 คน วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษาที่ได้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักศึกษามีคะแนนการคิดเชิงออกแบบเฉลี่ยเท่ากับ 16.1 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80.5 มีนักศึกษาที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 58 คน

## 2. ผลการวิจัยเชิงคุณภาพ

วงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้นำผลจากสังเกตพฤติกรรมการคิดเชิงออกแบบของนักศึกษา และผลจากการบันทึกหลังแผนการเรียนรู้มาวิเคราะห์ โดยนักศึกษามีแนวคิดสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือแก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้ง 6 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- สังเกตการวางแผนและการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา พบว่า ขั้น Empathize นักศึกษาสามารถระบุปัญหาของสถานการณ์ได้และมีความหลากหลาย หรืออธิบายรายละเอียดของปัญหาได้ครบถ้วน ขั้น Define นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถระบุปัญหาตามความต้องการของสถานการณ์ได้ แต่ยังไม่ชัดเจน ไม่มีความกระชับหรือเจาะประเด็นปัญหาของสถานการณ์ได้ยังไม่ชัดเจน จึงส่งผลต่อขั้น Ideate คือ การออกแบบและวางแผนเพื่อแก้ปัญหายังไม่ตอบโจทย์หรือยังไม่สามารถแก้ปัญหาของของสถานการณ์ตรงจุด
- สังเกตชิ้นงานของนักศึกษาที่สร้างขึ้นว่ามีความแปลกใหม่ น่าสนใจ และสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่อย่างไร พบว่า ขั้น Ideate นักศึกษาสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาหรือหาไอเดียเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้ แต่ยังไม่ชัดเจนการออกแบบและวางแผนในการสร้างชิ้นงานให้มีความแปลกใหม่ หรือน่าสนใจ จึงส่งผลไปยังขั้น Prototype คือ ชิ้นงานของนักศึกษายังไม่มีความแปลกใหม่ หรือยังไม่น่าสนใจ ทำให้การแก้ปัญหาไม่ตอบโจทย์ของสถานการณ์ในขั้น Test อีกด้วย

จากข้อมูลวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักศึกษามีคะแนนการคิดเชิงออกแบบโดยรวมผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งหมด 58 คน จาก 58 คน อย่างไรก็ตามหากพิจารณาคะแนนในแต่ละขั้นของการคิดเชิงออกแบบ พบว่า คะแนนในขั้น Empathize Define และ Ideate ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 แต่ขั้น Prototype และ Test ยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพของนักศึกษากลุ่มเป้าหมาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้น Empathize นักศึกษาสามารถระบุปัญหาของสถานการณ์ได้และมีความหลากหลายหรืออธิบายรายละเอียดของปัญหาได้ครบถ้วน
2. ขั้น Define นักศึกษาสามารถสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากขั้น Empathize นักศึกษาสามารถระบุปัญหาตามความต้องการของสถานการณ์ได้ ชัดเจน และมีความกระชับ
3. ขั้น Ideate นักศึกษาสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาหรือหาไอเดียเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาโดยการเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ แต่มีบางส่วนยังขาดการเขียนอธิบายวิธีการออกแบบและวางแผนเพื่อแก้ปัญหาให้เข้าใจง่าย
4. ขั้น Prototype นักศึกษาสามารถสร้างชิ้นงานโดยวาดภาพและเขียนองค์ประกอบต่าง ๆ ของชิ้นงานได้ และเป็นไปตามแนวทางการแก้ปัญหาในขั้น Ideate แต่การวาดภาพชิ้นงานตามขั้น Ideate ของนักศึกษายังไม่มีความแปลกใหม่ หรือน่าสนใจ
5. ขั้น Test นักศึกษาสามารถทดสอบการแก้ปัญหา โดยเขียนอธิบายหลักการทำงานและผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้ แต่ไม่มีแนวโน้มที่จะสามารถแก้ปัญหาได้จริง และการแก้ปัญหายังไม่ตอบโจทย์ของสถานการณ์ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากขั้น Ideate และ Prototype

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้นำผลจากสังเกตพฤติกรรมการคิดเชิงออกแบบของนักศึกษา และผลจากการบันทึกหลังแผนการเรียนรู้วิเคราะห์เพื่อหาปัญหา โดยนักศึกษามีแนวคิดสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือแก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้ง 6 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. สังเกตการวางแผนและการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา พบว่า ขั้น Empathize นักศึกษาสามารถระบุปัญหาของสถานการณ์ได้และมีความหลากหลาย หรืออธิบายรายละเอียดของปัญหาได้ครบถ้วน ขั้น Define นักศึกษาสามารถระบุปัญหาตามความต้องการของสถานการณ์ได้ชัดเจน ความกระชับ เจาะประเด็นปัญหาของสถานการณ์ได้ชัดเจนมากขึ้น จึงส่งผลต่อขั้น Ideate คือ การออกแบบและวางแผนเพื่อแก้ปัญหาตอบโจทย์หรือสามารถแก้ปัญหาของของสถานการณ์ได้ตรงจุดมากขึ้น
2. สังเกตชิ้นงานของนักศึกษาที่สร้างขึ้นว่ามีความแปลกใหม่ น่าสนใจ และสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่อย่างไร พบว่า ขั้น Ideate นักศึกษาสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาหรือหาไอเดียเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้ และสามารถออกแบบและวางแผนเพื่อแก้ปัญหาให้มีความแปลกใหม่ หรือน่าสนใจมากขึ้น และส่งผลไปยังขั้น Prototype คือ ชิ้นงานของนักศึกษามีความแปลกใหม่ หรือน่าสนใจมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้การแก้ปัญหตอบโจทย์ของสถานการณ์ในขั้น Test ได้ดีขึ้น แต่ยังมีนักศึกษาบางส่วนที่ยังมีปัญหามีการพัฒนาไม่ต่างจากเดิมไม่มากนัก ในขั้นตอนที่กล่าวมานี้ เนื่องจากนักศึกษาไม่ได้เป็นหัวหลักในการออกแบบวางแผน และสร้างชิ้นงาน

จากข้อมูลวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักศึกษามีคะแนนการคิดเชิงออกแบบโดยรวมผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งหมด 58 คน จาก 58 คน และพบว่าคะแนนในขั้น Prototype และ Test ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพของนักศึกษากลุ่มเป้าหมาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้น Empathize นักศึกษาสามารถระบุปัญหาของสถานการณ์ได้และมีความหลากหลายหรืออธิบายรายละเอียดของปัญหาได้ครบถ้วน

2. ขั้น Define นักศึกษาสามารถสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากขั้น Empathize นักศึกษาสามารถระบุปัญหาตามความต้องการของสถานการณ์ได้ ชัดเจน และมีความกระชับ
3. ขั้น Ideate นักศึกษาสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาหรือหาไอเดียเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาโดยการเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ และมีพัฒนาการในด้านการเขียนอธิบายวิธีการออกแบบและวางแผนเพื่อแก้ปัญหาให้เข้าได้ง่ายขึ้น
4. ขั้น Prototype นักศึกษาสามารถสร้างชิ้นงานโดยวาดภาพและเขียนองค์ประกอบต่าง ๆ ของชิ้นงานได้ และเป็นไปตามแนวทางการแก้ปัญหาในขั้น Ideate เนื่องจากนักศึกษาได้ฝึกวิธีการออกแบบ การวางแผน และการดำเนินการแก้ปัญหา ฝึกกระบวนการออกแบบและวางแผน จึงส่งผลทำให้ชิ้นงานตอบโจทย์ของสถานการณ์อีกทั้งมีความแปลกใหม่และน่าสนใจ
5. ขั้น Test นักศึกษาสามารถทดสอบการแก้ปัญหา โดยนำแบบจำลองหรือชิ้นงานที่สร้างขึ้นในขั้น Prototype มาเขียนอธิบายหลักการทำงานและผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นและมีแนวโน้มที่จะสามารถแก้ปัญหาได้จริงมากขึ้น

#### อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

วงจรปฏิบัติการที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดเชิงออกแบบอยู่ที่ 14.7 คิดเป็นร้อยละ 73.5 มีนักศึกษาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 58 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษาที่ได้เน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และ คณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ หลักการ และทฤษฎีมาประยุกต์ใช้เพื่อวางแผนออกแบบและสร้างชิ้นงานหรือนวัตกรรมที่แปลกใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา อีกทั้งนักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติและมีส่วนร่วมในการสร้างนวัตกรรม มีการวางแผนและการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาร่วมกัน ซึ่งส่งผลให้ชิ้นงานของนักศึกษาที่สร้างขึ้นมีความแปลกใหม่ น่าสนใจ และสามารถแก้ปัญหามาตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับหลักการของ (Chanintarapum et al., 2021) ที่ได้การพัฒนาของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี เป็นการประยุกต์การจัดการความรู้ การเรียนการสอนที่สอดคล้องในศตวรรษที่ 21 โดยแนวคิด STEAM และทักษะการสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี เกิดขึ้นได้ด้วยความคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการ สามารถสื่อสารความคิดของตนเอง มีความสมบูรณ์ทั้งการใช้งาน ความสวยงาม และการเรียนรู้ร่วมกัน ฝึกฝนแก้ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในสังคม ท้นต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ใ้ความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ มีการสื่อสารแนวคิดใหม่ไปสู่ผู้อื่น สามารถสร้างและใช้ประโยชน์จากรูปแบบใหม่ ๆ ที่ทำขึ้นซึ่งจะสามารถพัฒนาศักยภาพส่งเสริมในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจแบบ 6Ds Model เป็นรูปแบบที่เป็นแนวคิดการจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบบูรณาการที่เชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และร่วมกับแนวคิดเกี่ยวกับการสอนแบบโครงงาน แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบบูรณาการ แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ส่วนการวัดและประเมินผลทักษะการสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ 1) การระบุปัญหาที่เป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างนวัตกรรม (Identify) 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ (Explore) 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (Connect) 4) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่ตนเอง (Develop) และ 5) การนำแนวทางที่ได้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติจริง (Practice) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษามีแนวโน้มที่จะพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายได้ อย่างไรก็ตามหากพิจารณาคะแนนในแต่ละขั้นของการคิดเชิงออกแบบ พบว่า คะแนนในขั้น Empathize Define และ Ideate ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 แต่ขั้น Prototype และ Test ยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 สาเหตุอาจเกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง

สติศึกษาบางส่วนยังไม่สามารถส่งเสริมและพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของนักศึกษาได้ ดังนั้นผู้วิจัยได้นำเอาปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นำไปปรับปรุงและพัฒนาในวงจรปฏิบัติการที่ 2

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยปรับปรุงและพัฒนาการจัดการจัดการการเรียนรู้ตามแนวทางสติศึกษา พบว่า มีค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดเชิงออกแบบอยู่ที่ 16.1 คิดเป็นร้อยละ 80.5 มีนักศึกษาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 58 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ทั้งนี้อาจเพราะผู้วิจัยได้พัฒนากิจกรรมสติศึกษาในชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา โดยการจัดกิจกรรมในลักษณะเดิม แต่เพิ่มเติมให้นักศึกษาได้ฝึกกระบวนการออกแบบและวางแผนเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงานของตนเองให้มีความแปลกใหม่และน่าสนใจ เนื่องจากนักศึกษาได้ลงมือและมีส่วนร่วมในการประดิษฐ์นวัตกรรมและมีกระบวนการวางแผนและการออกแบบเพื่อแก้ปัญหามากขึ้น อีกทั้งชิ้นงานของนักศึกษาที่สร้างขึ้นมีความแปลกใหม่และน่าสนใจมากขึ้น และสามารถแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับหลักการของ (Chanintarapum et al., 2021) ที่ได้กล่าวว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และยังมี ความสอดคล้องกับหลักการของ (Orapiriyakul, 2019) ที่กล่าวว่าสติศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปพัฒนาจนเกิดทักษะในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ในการดำเนินชีวิต โดยมีปัจจัยสำคัญในการจัดการเรียนรู้ 3 ส่วน คือ 1) การนำเสนอสถานการณ์ 2) การออกแบบอย่างสร้างสรรค์ และ 3) การสร้างความเข้าใจผ่านการเรียนรู้และสร้างสรรค์ผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะตลอดจนบูรณาการการเรียนรู้สู่การดำเนินชีวิตประจำวัน และต่อยอดองค์ความรู้ด้วยนวัตกรรม เพื่อพัฒนาและตอบสนองต่อความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปในศตวรรษที่ 21 จากข้อมูลที่ได้นำเสนอและหลักการที่อ้างถึงนั้น การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสติศึกษามีแนวโน้มที่จะพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของนักศึกษากลุ่มเป้าหมายได้ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาการคิดเชิงออกแบบที่ดีขึ้นได้จึงส่งผลให้มีคะแนนการคิดเชิงออกแบบของนักศึกษาผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และถ้าพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยในแต่ละขั้นของการคิดเชิงออกแบบพบว่า นักศึกษากลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละขั้นที่สูงขึ้นในทุกขั้นตอน โดยเฉพาะในขั้น Ideate และขั้น Prototype พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีการพัฒนาการขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสติศึกษาพบว่า นักศึกษามีการพัฒนาการคิดเชิงออกแบบอย่างต่อเนื่อง มีความสามารถในการแก้ปัญหา เกิดกระบวนการคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างเป็นระบบ และหาแนวทางในการแก้ปัญหาจากไอเดียหรือแนวคิดใหม่ ๆ เพื่อออกแบบและพัฒนาเป็นชิ้นงานหรือนวัตกรรมที่สามารถนำไปการแก้ปัญหาได้ ซึ่งบางส่วนสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Poomsoong & Nuangchaleram, 2021) ได้วิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนให้มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 10 คน ผลการวิจัยพบว่า ในวงรอบที่ 1 นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงออกแบบเฉลี่ยเท่ากับ 13.4 คิดเป็นร้อยละ 67 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ จำนวน 5 คน และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 5 คน ในวงรอบที่ 2 ได้พัฒนาและปรับปรุงแก้ไขจากวงรอบที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงออกแบบเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 17.2 คิดเป็นร้อยละ 86 โดยนักเรียนผ่านเกณฑ์ทั้งหมด เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสติศึกษาทำให้นักเรียนมีความ สนุกสนานและให้ความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีอิสระในการค้นหาข้อมูล สามารถใช้เครื่องมือสื่อสารในการหาข้อมูลทฤษฎีต่างๆ ได้ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาออกแบบวางแผนสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาที่ได้พบเจอได้ สอดคล้องบางส่วนกับงานวิจัยของ (Theamdee et al., 2022) ที่มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อจัดการกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน และการเปลี่ยนรูปพลังงาน โดยสร้างแผนการจัดการจัดการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) ศิลปะ (A) และคณิตศาสตร์ (M) กลุ่มเป้าหมาย คือ นักศึกษา



หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีปีที่ 2 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จำนวน 24 คน ผลวิจัยพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education เรื่อง พลังงาน และการเปลี่ยนรูปพลังงาน มีค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของ E1/E2 เท่ากับ 82/81 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ระดับ 80/80 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการบูรณาการความรู้ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ มาแก้ปัญหา ส่งเสริมผู้เรียนให้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบประดิษฐ์ ชิ้นงาน ทำให้ผู้เรียนให้ความสนใจใส่ใจกับกิจกรรมการเรียนมากขึ้น นอกจากนี้กิจกรรมมีความสนุกสนาน มีความเหมาะสม เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน สอดคล้องบางส่วนกับงานวิจัยของ (Chung et al., 2014) ได้วิจัยเกี่ยวกับการเรียน แบบสะเต็มศึกษา ผ่านการแข่งขันหุ่นยนต์ของผู้เรียนมัธยมปลาย โดยผู้เรียนจะต้องออกแบบหุ่นยนต์ที่มีการใช้ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เป็นการออกแบบอิสระที่ไม่ซ้ำกัน ซึ่งผู้เรียนจะต้องแก้ปัญหาที่ไม่เคยเจอมาก่อนในวันแข่งขัน หลังจากจบการแข่งขันพบว่าผู้เรียนมีคะแนนคณิตศาสตร์หลังการแข่งขันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลแสดงให้เห็น ว่าการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาช่วยเพิ่มศักยภาพในการคิดออกแบบและการวางแผนเพื่อแก้ปัญหาได้ สอดคล้องบางส่วนกับ งานวิจัยของ สอดคล้องบางส่วนกับงานวิจัยของ (Kim et al., 2014) ได้การศึกษาเกี่ยวกับการใช้สมาร์ตกริด (smart grid) กับนักเรียนระดับประถมศึกษาโดยใช้การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้สมาร์ตกริดสำหรับนักเรียน 10 คน ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งช่วยให้นักเรียนพัฒนาตนเองในด้านความรู้ความเข้าใจและอารมณ์ความรู้สึกในคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์การแสดงผลและการเล่าเรื่อง เป็นแนวทางที่ดีในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีที่ง่าย เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน และสอดคล้องบางส่วนกับงานวิจัยของ (Netwong, 2018) ที่ได้วิจัยการวิจัยการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาในการแก้ปัญหาโดยการเรียนรู้บูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองประกอบด้วยนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 33 คน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต เครื่องมือที่ใช้ ในการวิจัยประกอบด้วย แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที (t-test) ผลการศึกษาพบว่า การทักษะการแก้ปัญหาของตัวอย่างทดลองเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.03 การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาก่อนและหลังการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ทักษะการแก้ปัญหาหลังการสอนโดยภาพรวม ( $X = 8.47$ ) สูงกว่าก่อนสอน ( $X = 3.91$ )

จากการวิจัยจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาการคิดเชิงออกแบบได้ เนื่องจาก คะแนนการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนนั้นมีการพัฒนาขึ้นในแต่ละรอบ และจากการศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่า นักศึกษามีพัฒนาการอย่างต่อเนื่องนั้นเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ทำให้นักศึกษามีความ สนุกสนานและให้ความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งในระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ นักศึกษามีอิสระในการค้นหาข้อมูล สามารถใช้เครื่องมือสื่อสารในการหาข้อมูลทฤษฎีต่าง ๆ ได้ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาออกแบบวางแผนสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อ แก้ปัญหาที่ได้พบเจอ นอกจากนี้ในการจัดกิจกรรมยังส่งเสริมการทำงานเป็นทีม ยอมรับในการตัดสินใจของเพื่อนร่วมกลุ่ม และร่วมมือกันแก้ปัญหาที่ได้รับมอบหมาย ช่วยเหลือกันทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม นักศึกษามีความคิดแปลกใหม่ มีความกล้าที่จะพูดอธิบายหลักการที่ค้นพบ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม และสามารถนำเสนอ ผลงานอย่างมีเหตุผล ด้วยเหตุนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจึงสามารถพัฒนาให้นักศึกษามีการคิด เชิงออกแบบที่สูงขึ้นและผ่านเกณฑ์ที่กำหนดได้ และยังเป็นการเตรียมความพร้อมของครูสอนวิทยาศาสตร์ในการพัฒนา สมรรถนะของครูที่จำเป็นต่อการนำไปพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในโรงเรียนให้มีศักยภาพและพร้อมต่อการใช้ชีวิต ในศตวรรษที่ 21



#### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ศึกษาและจัดกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาการคิดเชิงออกแบบในขั้น Ideate และขั้น Prototype ให้มีผลลัพธ์ที่ดีขึ้น เพราะเป็นหัวใจหลักของการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งจะช่วยพัฒนาให้นักศึกษาเกิดกระบวนการวางแผน และการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา และการสร้างชิ้นงานให้มีความแปลกใหม่ และน่าสนใจได้มากขึ้น
2. ควรปรับปรุงเกณฑ์การประเมินแบบทดสอบการคิดเชิงออกแบบให้มีความหลากหลายของแบบทดสอบ และเกณฑ์การให้คะแนน เช่น การทดสอบโดยการให้นำเสนอแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ เป็นต้น
3. ในกรณีที่ต้องการพัฒนาการคิดเชิงออกแบบจำเป็นต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม ควรสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องด้านเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อน เพราะ ถ้านักศึกษาไม่เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมก็ยากในการพัฒนาการคิดเชิงออกแบบ
4. พัฒนางานวิจัยให้มีความโดดเด่นและรองรับกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะของครูในศตวรรษที่ 21 ให้เพิ่มมากขึ้น
5. ในการพัฒนาการคิดเชิงออกแบบจะต้องทำการพัฒนาอย่างต่อเนื่องควบคู่กันไปโดยผ่านกระบวนการทำใบกิจกรรม กิจกรรมการเรียนรู้ กระบวนการวางแผนและการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา เพราะการคิดเชิงออกแบบ เป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยเวลาในการพัฒนา

#### เอกสารอ้างอิง

- Benzene. (2023, June 24). Design Thinking: Future Thinking Process. The Education Department of Bangkok Archdiocese. <http://www.edbathai.com/Main2/index.php> [in Thai]
- Beyond Code Academy. (n.d.). STEAM Education: Innovation in Education for the New Generation. <https://www.beyondcodeacademy.com/post/steam-education-beyondcodeacademy>
- Chung, C. J., Cartwright, C., & Cole, M. (2014). Assessing the Impact of an Autonomous Robotics Competition for STEM Education. *Journal of STEM Education*, 15(2), 45-52.
- Chanintarapum, A., Nillapan, M., Satimon, A., & PoNgern, W. (2021). The Development of Instructional Model Base on STEAM to Enhance Technological Innovation Creativity Skills of Secondary Students. *Journal of Research and Curriculum Development*, 11(1), 118 -131. [in Thai]
- Karimi, S. (2022, February 22). Enhancing Creative Thinking and Problem-Solving Skills using Engineering Design Process. SciMath Knowledge Bank. <https://www.scimath.org/article-science/item/12485-1-2> [in Thai]
- Kim, J., Kim, Y., & Park, N. (2014). Result of Implementing STEAM Program and Analysis of Effectiveness for Smart Grid's Education. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, (274), 529-534. doi:10.1007/978-3-642-40675-1-79.
- National Electronics and Computer Technology Center. (2019, September 26). 21st Century Skills: Surviving Despite Human Standing Tremors in the Irreversible Digital World. <https://www.nectec.or.th/news/news-pr-news/21st-centuryskills.html> [in Thai]
- Netwong, T. (2018). Development of Problem solving skills by integration learning following stem education for higher education. *International Journal of Information and Education Technology*, 8(9), 639-643.
- Orapiriyakul, S. (2019). STEAM EDUCATION: Innovative Education Integrated into Learning Management. *Journal of Research and Curriculum Development*, 9(1), 1-16. [in Thai]

- Pinthong, S., Pimsan, N., & Jenkwao, S. (2022). Guidelines for Learning Management Competency Development of Science Teachers in Secondary School, Office of the Private Education Commission in Bangkok. In V. D. Sattarak (Chairman), *Proceedings of the 13th National and International Academic Conference* (pp. 1-10). <https://www.hu.ac.th/Conference/conference2022/proceedings/index.html> [in Thai]
- Poomsoong, P., & Nuangchalem, P. (2021). Development Design Thinking of Mathayomsuksa 4 Students by Using STEAM Education. *Journal of Educational Administration and Management, Mahasarakham University*, 12(3), 204-215. [in Thai]
- Suksawang, S. (n.d.). What is Design Thinking?. *HCD Innovation CO.,Ltd.* [www.sasimasuk.com](http://www.sasimasuk.com) [in Thai]
- Theamdee, P., Phansi, P., & Chaijalearn, Y. (2022). Integrated learning activities based on STEAM Education on science learning achievement entitled “energy and energy transformation” and instructional satisfaction. *Journal of Education Silpakorn University*, 20(2), 293-306. [in Thai]

### การอ้างอิงบทความนี้

- APA      Poomsoong, P. (2023). Design thinking development of general science teacher students that has been managed to learn according to steam education. *Journal of Technical and Engineering Education*, 14(2), 1-15. Thaijo. <https://doi.org/10.14416/j.ft.ee.2023.08.01>
- MLA      Poomsoong, Pawarisorn. “Design thinking development of general science teacher students that has been managed to learn according to steam education.” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 14, no. 2, Aug. 2023, pp. 1-15, <https://doi.org/10.14416/j.ft.ee.2023.08.01>. Thaijo.
- ISO690    P. Phoomsoong “Design thinking development of general science teacher students that has been managed to learn according to steam education” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 14, no. 2, pp. 1-15, Aug. 2023, doi: <https://doi.org/10.14416/j.ft.ee.2023.08.01>.