

Research Article

## HIGH SCHOOL SCIENCE TEACHERS' CONCEPTIONS AND PERSPECTIVES ON TEACHING DESIGN THINKING

### การให้ความหมายและมุมมองของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่มีต่อ การสอนการคิดเชิงออกแบบ

Received: October 6, 2024

Revised: December 29, 2024

Accepted: January 8, 2025

Suttikan Lakanukan<sup>1\*</sup> Pongpapan Pongsophon<sup>2</sup> and Chatree Faikhamta<sup>3</sup>

สุทธิกานต์ เลขาณุกา<sup>1\*</sup> พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ<sup>2</sup> และชาตรี ฝ้ายคำตา<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Faculty of Education, Kasetsart University

<sup>1,2,3</sup>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

\*Corresponding Author, E-mail: [suttikan.l@ku.th](mailto:suttikan.l@ku.th)

### Abstract

This qualitative research, employing a multi-case study design, aims to explore the teaching experiences of secondary school science teachers in promoting design thinking in basic science subjects and science projects. Four teachers participated in the study; two had experience in teaching and supervising science projects, while the other two had only taught basic science subjects. The Stanford D School design thinking model served as the analytical framework for qualitative data analysis. The findings revealed that the science teachers possessed some pedagogical knowledge and teaching behaviors related to design thinking, particularly when supervising students' science projects. However, some teachers demonstrated a limited understanding of critical components of design thinking, such as empathizing with end users and the iterative process of prototype development for optimization. These findings will inform the design of future professional development programs aimed at enhancing the teaching of design thinking in science subjects and projects.

**Keywords:** Design Thinking, Teaching Design Thinking, Professional Development

## บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงคุณภาพนี้ใช้รูปแบบการพหุกรณีศึกษา เพื่อศึกษาประสบการณ์การสอนของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบในวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและโครงการวิทยาศาสตร์ ข้อมูลถูกเก็บรวบรวมผ่านการสัมภาษณ์ครูวิทยาศาสตร์ 4 คน จากโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งประกอบด้วย ครู 2 คนที่มีประสบการณ์ในการสอนและเป็นที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ และครูอีก 2 คน ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน โดยใช้โมเดลการคิดเชิงออกแบบของ Stanford d.school เป็นกรอบในการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในรายกรณีและข้ามกรณี ผลการวิจัย พบว่า ครูวิทยาศาสตร์มีความรู้และลักษณะการสอนที่สอดคล้องกับการคิดเชิงออกแบบ โดยเฉพาะเมื่อเป็นที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม ครูบางคนยังมีความเข้าใจจำกัดเกี่ยวกับองค์ประกอบสำคัญของการคิดเชิงออกแบบ เช่น การเข้าใจผู้ใช้งานสุดท้ายและกระบวนการทำซ้ำเพื่อพัฒนาต้นแบบให้ดีที่สุด ผลลัพธ์นี้จะถูกนำไปใช้ในการออกแบบโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูในอนาคต เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบในวิชาวิทยาศาสตร์และโครงการวิทยาศาสตร์

**คำสำคัญ:** การคิดเชิงออกแบบ การสอนการคิดเชิงออกแบบ การพัฒนาวิชาชีพครู

## บทนำ (Introduction)

การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ได้รับการยอมรับในระดับชาติและนานาชาติว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในการกระตุ้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Goldschmidt, 2013) บิล เบอร์เนตต์ ผู้เขียนหนังสือ *Designing Your Life* กล่าวว่า "เราทุกคนเป็นนักออกแบบชีวิตของตนเอง" (Burnett, 2016) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการคิดเชิงออกแบบในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ การคิดเชิงออกแบบยังมีบทบาทสำคัญในการพัฒนานวัตกรรม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาประเทศ ในปี ค.ศ. 2015 องค์การยูเนสโกได้ระบุให้ "สมรรถนะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดเชิงนวัตกรรม" เป็นสมรรถนะหลักในการพัฒนาทักษะของผู้เรียน (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization C UNESCO, 2015) สำหรับประเทศไทย แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนากำลังคน การวิจัย และนวัตกรรม ตามยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2561 - 2580) ที่มุ่งเน้นการพัฒนานวัตกรรมเพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ซึ่งการพัฒนานวัตกรรมนี้มีพื้นฐานมาจากการออกแบบ และการออกแบบเริ่มต้นจากการคิดเชิงออกแบบ (Cross, 2006)

การคิดเชิงออกแบบช่วยในเรื่องของการสร้างความรู้ของผู้เรียน (Constructivist Learning) ให้เกิดผลในทางปฏิบัติ โดยมุ่งพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เช่น การคิดวิเคราะห์ การทำงานร่วมกัน และความคิดสร้างสรรค์ เนื้อหาชี้ให้เห็นถึงปัญหาในการนำแนวคิดนี้ไปใช้จริง ซึ่งครูมักขาดแนวทางชัดเจนทำให้เกิดความไม่มั่นใจ การคิดเชิงออกแบบจึงถูกเสนอเป็นกระบวนการที่มีขั้นตอนชัดเจน ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา การวิเคราะห์ การสร้างไอเดีย การทดลอง และการทดสอบ ซึ่งช่วยส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี (Scheer et al., 2012) กล่าวโดยสรุปได้ว่า Design Thinking สามารถเป็นตัวเชื่อมระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติ ช่วยให้การเรียนรู้แบบโครงสร้างนิยมเกิดผลในทางปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากหลักฐานที่กล่าวมา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นองค์กรหลักในการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร สื่อ และการจัดการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีของประเทศไทย ได้พัฒนาแนวทางการสอนทักษะการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ตัวอย่างเช่น กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการตามศาสตร์ของสะเต็มศึกษา (STEM Education) และสเต็มศึกษา (STEAM Education) อย่างไรก็ตาม การสอนการคิดเชิงออกแบบในวิชาวิทยาศาสตร์ยังคงมีความหลากหลายและมีกรอบแนวคิดที่แตกต่างกันในแต่ละสถาบันการศึกษา โดยมีกรอบแนวคิดหลักที่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติ เช่น กรอบแนวคิดของ Stanford Design School กรอบแนวคิดเพชรคู่ (Double Diamond) ของ Design Council (2019) และกรอบแนวคิด

เชิงออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design Process) ของ National Research Council - NRC (2012) ทั้งสามกรอบแนวคิดมีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่ก็มีรายละเอียดที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะกระบวนการคิดเชิงออกแบบของ Stanford d.school ที่เน้นการสร้างนวัตกรรมอย่างชัดเจน โดยเริ่มต้นจากการเข้าใจผู้ใช้งานอย่างลึกซึ้ง (Empathize) ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในการออกแบบต้นแบบ (Prototype) และการทดสอบ (Test) จนกว่าจะได้ต้นแบบที่ดีที่สุด แนวทางนี้เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการพัฒนานักเรียนให้มีทักษะในการเป็นนักออกแบบและผู้สร้างสรรค์นวัตกรรม ถึงแม้การสอนการคิดเชิงออกแบบในวิชาวิทยาศาสตร์จะยังไม่แพร่หลายมากนัก (Retna, 2016) แต่การบูรณาการในรูปแบบโครงงานวิทยาศาสตร์หรือสะเต็มศึกษาก็เริ่มมีการนำมาใช้มากขึ้น จากการศึกษาของ Hennessey (2020) พบว่า นักการศึกษาเห็นด้วยกับการใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบในห้องเรียน แต่ยังคงมีความท้าทายในการนำมาใช้ เช่น การระบุปัญหา การสร้างสรรค์ความคิดริเริ่ม และการทดสอบและปรับปรุงต้นแบบ สิ่งสำคัญคือ เราจะทราบได้อย่างไรว่าครูวิทยาศาสตร์ได้ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบในห้องเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ และส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมที่มีคุณค่าต่อสังคมและอุตสาหกรรม

### วัตถุประสงค์ (Objectives)

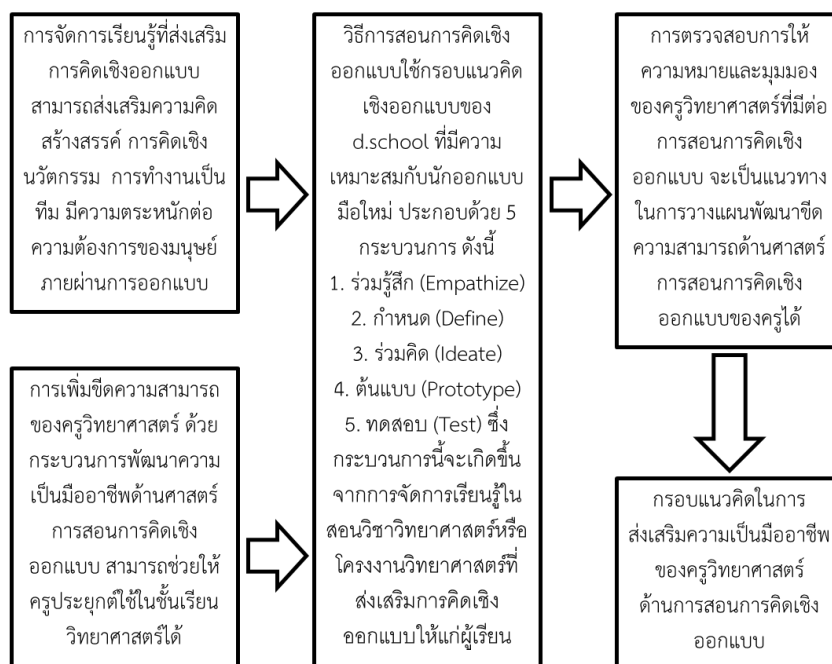
เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบในวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและโครงงานวิทยาศาสตร์

### กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework)

Figure 1

*A High School Science Teachers' Conceptions and Perspectives on Teaching Design Thinking to set Teacher Professional Developing Program framework.*

กรอบแนวคิด ความหมายและมุมมองของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่มีต่อการสอนการคิดเชิงออกแบบ เพื่อกำหนดโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครู



## วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพโดยใช้รูปแบบพหุกรณีศึกษา ซึ่งเป็นการศึกษาเปรียบเทียบตั้งแต่ 2 กรณีขึ้นไป เพื่อให้ข้อมูลที่มีความหลากหลาย ครอบคลุม และสมบูรณ์มากกว่าการวิจัยแบบรายกรณี โดยมุ่งหาความสัมพันธ์เพื่อสรุปเป็นนัยสำคัญทั่วไป (Cheawjindakarn, 2018) การศึกษานี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาการรับรู้การออกแบบและประสบการณ์การสอนที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบของครูวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้เป็นครูวิทยาศาสตร์จากโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรสงคราม จำนวน 4 คน ข้อมูลถูกเก็บรวบรวมโดยการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยมีการออกแบบคำถามให้ยืดหยุ่นเพื่อให้ครอบคลุมประเด็นที่ต้องการศึกษา (Rubin & Rubin, 1995) การสัมภาษณ์ถูกออกแบบให้เป็นการสนทนาในบรรยากาศที่ปลอดภัย เพื่อให้ผู้ตอบสามารถเปิดเผยความคิดเห็นและประสบการณ์ได้อย่างเต็มที่ โดยการสัมภาษณ์ถูกบันทึกเสียงและถอดเทปแบบคำต่อคำ จากนั้นจึงทำการตีความ สร้างรหัส (code) และแก่นสาระ (theme) พร้อมวิเคราะห์ข้อมูลทั้งภายในกรณีและข้ามกรณีด้วยวิธีการเปรียบเทียบความเหมือนและความต่าง (constant comparative method) เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือในการวิจัย ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการตีความแก่ผู้ให้ข้อมูลเพื่อยืนยันความถูกต้อง (member check) นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังมีการปฏิบัติงานในพื้นที่การวิจัยอย่างยาวนาน (Prolonged engagement) และมีความสัมพันธ์ที่ดีต่อผู้ให้ข้อมูล ทำให้ผู้ให้ข้อมูลไว้วางใจและพร้อมที่จะเปิดเผยข้อมูลที่แท้จริง

### กรณีศึกษา

กรณีศึกษาในการวิจัยนี้ประกอบด้วยครูวิทยาศาสตร์จากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในภาคกลาง จำนวน 4 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ครูที่มีประสบการณ์ในการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน 2 คน เพื่อศึกษาการนำการคิดเชิงออกแบบไปใช้ในการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นนวัตกรรม และครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอีก 2 คน เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้การคิดเชิงออกแบบในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ งานวิจัยได้ใช้นามสมมุติสำหรับครูผู้เข้าร่วมวิจัยเพื่อรักษาจริยธรรมในการวิจัย โดยมีข้อมูลทั่วไป ดังแสดงใน Table 1

**Table 1**

*Characteristics of the case study*

แสดงลักษณะของกรณีศึกษา

| กรณีศึกษา | ประสบการณ์สอน (ปี) | คุณวุฒิ   | วิทยฐานะ         | ประสบการณ์เกี่ยวกับการสอนแนวสะเต็ม/สเต็มศึกษา/รูปแบบอื่นที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบ |
|-----------|--------------------|-----------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| ครู A     | 11                 | ปริญญาตรี | ครูชำนาญการ      | สอนโครงงาน/IS                                                                       |
| ครู B     | 11                 | ปริญญาตรี | ครูชำนาญการพิเศษ | สอนโครงงาน                                                                          |
| ครู C     | 3                  | ปริญญาโท  | ครู              | ไม่มี                                                                               |
| ครู D     | 12                 | ปริญญาตรี | ครูชำนาญการพิเศษ | ไม่มี                                                                               |

จุดประสงค์ของข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์สัมภาษณ์ แสดง Table 2 ดังนี้

Table 2

*The purpose of the interview questions is divided according to issues related to d.school's design thinking.*

แสดงจุดประสงค์ข้อกระทงคำถามสัมภาษณ์แบ่งตามประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงออกแบบของ d.school

| ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงออกแบบ<br>ของ d.school | จุดประสงค์ในการสัมภาษณ์                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ความเข้าใจในภาพรวมของการคิดเชิงออกแบบ                | 1. เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของครูเกี่ยวกับการสอนการคิดเชิงออกแบบ                                                                                                                                                                                  |
| 2. การร่วมรู้สึก (empathize)                            | 1. เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจ<br>กลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้ง<br>2. เพื่อตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับร่องรอยหลักฐานในการส่งเสริมให้นักเรียน<br>ตระหนักถึงความเข้าใจต่อผู้ใช้สุดท้ายอย่างลึกซึ้ง       |
| 3. กำหนด (define)                                       | 1. เพื่อตรวจสอบว่าครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเห็นความสำคัญกับการตั้ง<br>กรอบโจทย์ในการออกแบบนวัตกรรมหรือไม่ อย่างไร<br>2. ตรวจสอบว่าครูมีการส่งเสริมให้ผู้เรียนนำข้อมูลเชิงลึกที่ได้จากความเข้าใจ<br>ตัวผู้ใช้สุดท้ายหรือไม่ อย่างไร |
| 4. ร่วมคิด (ideate)                                     | 1. เพื่อตรวจสอบการออกแบบกิจกรรมการใช้ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในการ<br>ออกแบบนวัตกรรม<br>2. เพื่อตรวจสอบวิธีการส่งเสริมการทำงานเป็นทีมของนักเรียนด้วยการระดม<br>ความคิดและสกัดความคิดเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ                              |
| 5. ต้นแบบ (prototype)                                   | 1. เพื่อตรวจสอบการออกแบบกิจกรรมของครูที่มีการส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้าง<br>ต้นแบบที่สะท้อนถึง การสำรวจตรวจสอบ การทดสอบ การทดสอบใหม่ การ<br>ออกแบบการนำเสนอต้นแบบหรือไม่                                                                           |
| 6. ทดสอบ (test)                                         | 1. เพื่อตรวจสอบกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครู ที่ให้เรียนมีการทดสอบต้นแบบ<br>จนได้ประเด็นต่าง ๆ ซึ่งส่งผลต่อการตัดสินใจในการออกแบบใหม่ (Redesign) และ<br>เกิดการทดสอบใหม่ (Retest) เพื่อพัฒนาการออกแบบที่ดีที่สุด (Optimal Design)               |

## ผลการวิจัย (Results)

จากการวิเคราะห์ผล สามารถกำหนดเป็น แก่นสาระ (Theme) 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) ประสบการณ์ที่ไม่อยู่บนพื้นฐานของ  
กรอบแนวคิด (Non-conceptual experience) 2) ครูมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเกี่ยวกับการคิดเชิงออกแบบ (Teacher  
misunderstanding of design thinking) 3) ครูมีการขับเคลื่อนการสอนการคิดเชิงออกแบบที่แตกต่างกัน (Teachers are  
driven to teach design thinking differently) และ 4) นักเรียนรู้และปฏิบัติการออกแบบตามความต้องการของครู (Students  
design according to the needs of teachers) โดยนำเสนอข้อมูลแต่ละประเด็นในรูปแบบตาราง ดังนี้

ในแก่นสาระแรกที่ถูกวิจัยค้นพบ ได้แก่ ครูมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเกี่ยวกับการคิดเชิงออกแบบ (Teacher  
misunderstanding of design thinking) ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้ามกรณีของครูกลุ่มมีประสบการณ์สอนโครงการ กลุ่มครูที่ไม่มี  
ประสบการณ์สอนโครงการ รวมถึงสิ่งที่ครูทั้งสองกลุ่มคิดเห็นสอดคล้องกัน ซึ่งมีการสะท้อนข้อมูลดังตาราง

Table 3

*Teachers' experiences with teaching design thinking*

แสดงแก่นสาระ: ประสบการณ์ในการสอนการคิดเชิงออกแบบ

| ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับ<br>การคิดเชิงออกแบบ      | ครูที่มีประสบการณ์สอนโครงงานเป็นฐาน                                                                                                                                                                                                                                                 | ครูที่ไม่มีประสบการณ์สอนโครงงานเป็นฐาน                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ความเข้าใจใน<br>ภาพรวมของการคิดเชิง<br>ออกแบบ | ความเชื่อและประสบการณ์สะท้อนความเข้าใจผิด<br>เกี่ยวกับการสอนการคิดเชิงออกแบบ (n=2)                                                                                                                                                                                                  | ครูคิดว่าเป็นการออกแบบบทเรียนหรือการ<br>ออกแบบการทดลอง (n=1)                                                                                               |
| 2. การร่วมรู้สึก<br>(empathize)                  | ครูสองคนเข้าใจผู้ใช้สุดท้ายอย่างถูกต้อง เช่น คนใน<br>ชุมชน (n=2)                                                                                                                                                                                                                    | ครูไม่รู้จักและไม่เข้าใจว่าพวกเขาต้องเน้น<br>ความสำคัญของการออกแบบไปให้ผู้สุดท้าย<br>(n=2)                                                                 |
| 3. กำหนด (define)                                | ครูสองคนเข้าใจดีว่าการกำหนดปัญหาควรเริ่มจาก<br>ชุมชน หรือปัญหา/ความต้องการในชีวิตประจำวัน<br>และปัญหาที่ติดต้องมียุทธศาสตร์ มีผลกระทบ (n=2)                                                                                                                                         | ครูเชื่อว่าการกำหนดปัญหาในการออกแบบนั้นควร<br>มาจากครู หรือผู้เชี่ยวชาญ (n=2)                                                                              |
| 4. ร่วมคิด (ideate)                              | ครูสองคนให้นักเรียนระดมความคิดเกี่ยวกับปัญหาใน<br>การสอนโครงงาน มีการวิเคราะห์ปัญหา(จำเป็น<br>หรือไม่) ให้นักเรียนค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา<br>หนึ่งในนั้นให้ความสำคัญกับความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร<br>โดยให้ความสำคัญกับการระดมความคิด เช่น แต่ละ<br>โครงงานต้องไม่ซ้ำกัน (n=2) | ครูไม่ได้เน้นเรื่อง ร่วมคิด เชื่อว่าการให้คำแนะนำ<br>และติชมผลงานของนักเรียนจะนำมาซึ่งการ<br>ปรับปรุงแก้ไขหรือให้นักเรียนลองผิดลองถูกด้วย<br>ตัวเอง (n=2)  |
| 5. ต้นแบบ<br>(prototype)                         | ครูไม่มีประสบการณ์เกี่ยวกับต้นแบบ ตามแนวคิดเชิง<br>ออกแบบ (n=2)                                                                                                                                                                                                                     | ครูไม่รู้ว่ต้นแบบมีไว้เพื่อทดสอบและปรับปรุง<br>(n=2) หนึ่งในนั้นความเข้าใจผิดเกี่ยวกับต้นแบบใน<br>การคิดเชิงออกแบบ โดยเข้าใจว่าต้นแบบคือ<br>ตัวอย่าง (n=1) |
| 6. ทดสอบ (test)                                  | กระบวนการของครูกลุ่มนี้ค่อนข้างเป็นกระบวนการ<br>เชิงเส้น (linear) ไม่ย้อนกลับหรือทำซ้ำ (n = 2)<br>อย่างไรก็ตาม ครูคนหนึ่งเชื่อและมีประสบการณ์ว่า<br>นักเรียนที่ทำงานเกี่ยวกับลักษณะของสิ่งประดิษฐ์จะ<br>ได้รับการออกแบบใหม่และทดสอบซ้ำ (n=1)                                        | ครูกลุ่มนี้ยังไม่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการทดสอบใน<br>กระบวนการคิดเชิงออกแบบ จึงไม่ให้นักเรียน<br>ความสำคัญเกี่ยวกับการทดสอบซ้ำจนได้ผลที่ดีที่สุด<br>(n = 2) |

จากตาราง จากประสบการณ์ของครูรายกรณี พบว่า มีความแตกต่างอย่างหลากหลาย โดยส่วนใหญ่ครูที่ไม่มีประสบการณ์สอนโครงงานแสดงความเข้าใจผิดในหลายขั้นตอนของการคิดเชิงออกแบบ อาทิ การกำหนดปัญหา และการร่วมคิด ส่วนประเด็นร่วมในทุกรณี พบว่าครูทุกคนเข้าใจผิดเกี่ยวกับต้นแบบ (Prototype) ในมุมของการคิดเชิงออกแบบ (n=4) ส่งผลให้ ชิ้นงานขาดการปรับปรุงและพัฒนา นอกจากนี้ ยังมีประเด็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นกับครูทั้ง 4 ได้แก่ การทดสอบ ซึ่งครูทั้ง 4 มองว่าการทดสอบเป็นกระบวนการสุดท้าย ไม่มีการย้อนกลับไปทำใหม่ จนได้ต้นแบบที่ดีที่สุด เช่น เมื่อผู้สัมภาษณ์ สอบถามครู D ว่าได้มีการให้นักเรียนได้ทดสอบชิ้นงานใหม่หรือไม่ ครู D กล่าวว่า “ก็อย่างที่ยบอก คือหนูรู้สึกว่แบบ อย่างน้อยเขาก็

ทำมาแล้ว เสียเวลาทำให้เราแล้วอะไรอย่างนี้ มันอาจจะผิดบ้างนิดนึง เราก็แค่บอกเค้าว่ามันผิดตรงนี้นะ ให้เขาได้รู้ข้อผิดพลาด แต่ก็ไม่ได้ถึงกับต้องทำใหม่ แบบก็ต้องใช้เวลาอีก ให้เอาเวลาไปทำอย่างอื่นมากกว่า” จากการที่ครู D มองว่าการทดสอบเป็นกระบวนการสุดท้ายสะท้อนถึงความเข้าใจผิดที่ไม่สอดคล้องกับแนวทางของ d.school ที่เน้นการปรับปรุงต้นแบบซ้ำๆ เพื่อพัฒนาสินค้าให้ดีที่สุด

ในแก่นสาระที่สองผู้วิจัยค้นพบแก่นสาระสำคัญได้แก่ครูมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการคิดเชิงออกแบบ (Teacher misunderstanding of design thinking) ซึ่งสะท้อนถึงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนไปจากกรอบแนวคิดเชิงออกแบบของ d.school ดังข้อมูลในตาราง

Table 4

*Teacher misunderstanding of design thinking*

แสดงแก่นสาระ: ครูมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเกี่ยวกับการคิดเชิงออกแบบ

| ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงออกแบบ  | ครูที่มีประสบการณ์สอนโครงงานเป็นฐาน                                                                                                                                                                                                                                                          | ครูที่ไม่มีประสบการณ์สอนโครงงานเป็นฐาน                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ความเข้าใจในภาพรวมของการคิดเชิงออกแบบ | ความเข้าใจผิดเกี่ยวกับการสอนการคิดเชิงออกแบบ เป็นการออกแบบการสอน (n = 2)                                                                                                                                                                                                                     | ความเข้าใจผิดเกี่ยวกับการสอนการคิดเชิงออกแบบ เป็นการออกแบบการสอน (n = 2)                                                                                                                                                                                  |
| 2. การร่วมรู้สึก (empathize)             | ครูเข้าใจถูกต้องว่าผู้ใช้สุดท้ายคือชุมชน ครูให้นักเรียนสำรวจปัญหาจากชุมชน (n=2)                                                                                                                                                                                                              | ครูนึกถึงผู้ใช้สุดท้ายหรือมีความเข้าใจผิดโดยคิดว่าผู้ใช้สุดท้าย (end user) เป็นนักเรียน (n=2) อย่างไรก็ตาม การที่ครูบางคนคิดว่าผู้ใช้สุดท้ายคือนักเรียน แทนที่จะเป็นชุมชน การเข้าใจผิดนี้ส่งผลให้นักเรียนอาจไม่ได้ออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหาที่แท้จริงของชุมชน |
| 3. กำหนด (define)                        | ครูเข้าใจผิดว่าปัญหาหรือความท้าทายในการออกแบบมาจากครูหรือผู้เชี่ยวชาญ (n=2)                                                                                                                                                                                                                  | ครูคนหนึ่งคิดว่าการกำหนดโจทย์หรือปัญหาคือการกำหนดตัวแปรในการทดลอง (n=1)                                                                                                                                                                                   |
| 4. ร่วมคิด (ideate)                      | ครูไม่ได้บอกให้นักเรียนสร้างหรือระดมความคิดในกระบวนการออกแบบในชั้นเรียนปกติ ให้ทำเฉพาะเมื่อเด็กร่วมกันทำโครงงานวิทยาศาสตร์ (n=2) มีครูเพียง 1 คน ให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและวิธีการจากการวิจัยมาวิเคราะห์ปัญหาโดยครูให้ความสำคัญกับความแปลกใหม่และให้นักเรียนเสนอความคิด (n=1) | มีความเข้าใจผิดว่าการระดมสมองมีไว้สำหรับทำชิ้นงานลักษณะ แบบจำลอง (n=1)                                                                                                                                                                                    |
| 5. ต้นแบบ (prototype)                    | ครูไม่รู้จักต้นแบบ มองว่าชิ้นงานที่นักเรียนทำมาเสร็จสมบูรณ์แล้ว ต้นแบบที่ปรับปรุงแล้ว ไม่มีการพัฒนาสู่การเป็นต้นแบบที่ดีที่สุด (optimization) เพื่อนำสู่การทดสอบต้นแบบ (n=2)                                                                                                                 | มีครูเข้าใจผิดว่าการสร้างต้นแบบเป็นการลอกเลียนแบบหรือใช้โปรแกรมประยุกต์ในการสร้างแบบแผน แทนที่จะเป็นการพัฒนาต้นแบบที่สามารถนำไปทดสอบและปรับปรุงได้ (n=2)                                                                                                  |
| 6. ทดสอบ (test)                          | ไม่พบหลักฐานที่แสดงถึงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในประเด็นนี้                                                                                                                                                                                                                                   | ไม่พบหลักฐานที่แสดงถึงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในประเด็นนี้                                                                                                                                                                                                |

จากแก่นสาระเชิงประสบการณ์ ผู้วิจัยได้เห็นถึงความเชื่อมโยงในประเด็นความเข้าใจของครูที่มีต่อกระบวนการคิดเชิงออกแบบของครูทั้ง 4 ท่าน ในรายกรณีศึกษา พบว่า ในกรณีของครูมีความเข้าใจที่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงออกแบบเป็นบางส่วน ได้แก่ครูผู้มีประสบการณ์สอนโครงงาน ซึ่งครูมองว่าปัญหาและความต้องการมาจากชุมชน ซึ่งในการคิดเชิงออกแบบเทียบได้กับความต้องการของผู้ใช้สุดท้าย (end user) โดยต้องกำหนดให้นักเรียนร่วมเข้าใจกับชุมชน ในขณะที่กลุ่มครูที่ไม่มีประสบการณ์สอนโครงงานมองว่า ผู้ใช้สุดท้ายคือนักเรียน ซึ่งเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ส่วนพหุกรณี พบว่า ครูทั้งสองกลุ่ม ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในองค์ประกอบของการคิดเชิงออกแบบ ได้แก่ การกำหนดปัญหาในการออกแบบนั้นมาจากครู ส่วนในประเด็นของการร่วมคิด ครูยังไม่ได้ให้ความสำคัญกับการระดมสมอง และประเด็นต้นแบบ ซึ่งครูเข้าใจว่าเป็นโมเดลหรือตัวอย่างจากอินเทอร์เน็ตหรือรุ่นพี่ ดังเช่นที่ครู D บอกว่า “นักเรียนมีโมเดลในการออกแบบ คือ ผลงานเก่าๆ ของรุ่นพี่ที่อาจารย์เก็บไว้ โดยคัดเลือกผลงานดีๆ หรือ การยกตัวอย่างการได้มาของต้นแบบของ และ ครู C กล่าวว่า “นักเรียนหาตัวอย่างจากการค้นหาทางอินเทอร์เน็ต เช่น การค้นหาโดย Google แล้วนำมาทำเป็นผลงานของตนเอง” การที่ครู D และครู C เข้าใจว่าต้นแบบคือแบบจำลองจากอินเทอร์เน็ตหรือผลงานรุ่นพี่ ซึ่งไม่สอดคล้องกับแนวคิดของการคิดเชิงออกแบบที่ต้นแบบควรมาจากการสะท้อนความต้องการของผู้ใช้สุดท้ายและต้องผ่านการทดสอบซ้ำเพื่อให้ได้ต้นแบบที่ดีที่สุด ไม่ใช่ลักษณะของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แต่ต้นแบบในการคิดเชิงออกแบบคือต้นแบบที่ได้มาจากการสะท้อนความต้องการของผู้ใช้สุดท้ายซึ่งนำไปสู่การทดสอบเพิ่มเติม (Fallman, 2008) แทนที่จะเป็น "ต้นแบบ" ที่เป็นเพียงแบบอย่างหรือตัวอย่าง

แก่นสาระที่ 2 ครูมีการขับเคลื่อนการสอนการคิดเชิงออกแบบที่แตกต่างกัน (Teachers are driven to teach design thinking differently) ได้ข้อค้นพบจากครูทั้งสองกลุ่มที่สะท้อนถึงวิธีปฏิบัติการสอนที่ครูคาดว่าเป็นลักษณะการสอนที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบตามแนวทางของ Stanford d. school ดังเสนอในตาราง

Table 5

*Teachers are driven to teach design thinking differently*

แสดงแก่นสาระ: ครูมีการขับเคลื่อนการสอนการคิดเชิงออกแบบที่แตกต่างกัน

| ประเด็นที่เกี่ยวข้อง                     | ครูที่มีประสบการณ์สอนโครงงานเป็นฐาน                                                                                                                                                     |  | ครูที่ไม่มีประสบการณ์สอนโครงงานเป็นฐาน                                                                                                                                                                              |  |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                          | กับการคิดเชิงออกแบบ                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                                                                     |  |
| 1. ความเข้าใจในภาพรวมของการคิดเชิงออกแบบ | ครูคนหนึ่งคิดว่าการสอนโดยใช้กระบวนการออกแบบเหมาะสมกับการสอนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์มากกว่า (n=1) ครูคิดว่าตนเองใช้กระบวนการออกแบบในการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์หรือแบบจำลองหรือการทดลอง (n=4) |  | การสอนยังคงเน้นเนื้อหาตามหลักสูตร (ตัวชี้วัด) โดยครูเป็นผู้จัดเตรียมสิ่งต่างๆ ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ เช่นในคาบเรียนของการทดลอง ครูยังคงเตรียมวิธีการทดลองโดยอิงจากหนังสือเรียนและสื่ออุปกรณ์ต่างๆ ให้ผู้เรียน (n=2) |  |
| 2. การร่วมรู้สึก (empathize)             | ไม่พบหลักฐานในประเด็นนี้                                                                                                                                                                |  | ไม่พบหลักฐานในประเด็นนี้                                                                                                                                                                                            |  |
| 3. กำหนด (define)                        | ไม่พบหลักฐานในประเด็นนี้                                                                                                                                                                |  | ครูสองคนไม่ใส่ใจเรื่องของการกำหนดปัญหาในการออกแบบโดยมาจากผู้เรียนที่เป็นเสมือนนักออกแบบปัญหามาจากครู หรือเข้าใจว่าปัญหามาจากการทดลองและขยายความในชั้นนิยามเชิงปฏิบัติการ (n=2)                                      |  |

| ประเด็นที่เกี่ยวข้อง     |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                     |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| กับการคิดเชิง<br>ออกแบบ  | ครูที่มีประสบการณ์สอนโครงงานเป็นฐาน                                                                                                                   | ครูที่ไม่มีประสบการณ์สอนโครงงานเป็นฐาน                                                                                                                              |
| 4. ร่วมคิด (ideate)      | การสอนของครูที่สอนโครงงานในประเด็น การร่วมคิด<br>เพื่อการออกแบบ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิด<br>ความคิดผ่านการทำงานเป็นทีม (n=2)                     | ครูที่ใช้การตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนมีความคิด<br>สร้างสรรค์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการระดมความคิดในการ<br>ออกแบบ (n=2)                                                 |
| 5. ต้นแบบ<br>(prototype) | ไม่พบหลักฐานในประเด็นนี้                                                                                                                              | ไม่พบหลักฐานในประเด็นนี้                                                                                                                                            |
| 6. ทดสอบ (test)          | ครูไม่ได้ขอให้นักเรียนออกแบบใหม่หรือทดสอบซ้ำ<br>หรือปรับปรุงหลังจากได้รับคำติชมจากชุมชนหรือครู<br>หรือทั้งสองอย่าง สำหรับการทดสอบและปรับปรุง<br>(n=2) | ครูเพียงการติดตามความคืบหน้าโดยครูไม่ได้ขอให้<br>นักเรียนทดสอบซ้ำหรือออกแบบใหม่หลังจากได้รับคำติ<br>ชม ทำให้นักเรียนพลาดโอกาสในการพัฒนาด้านแบบให้<br>ยิ่งขึ้น (n=2) |

จากตาราง การขับเคลื่อนของครูในการสอนที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบนั้น ในรายกรณี พบว่า ครูแต่ละคนมีแนวทางที่ใช้ในการขับเคลื่อนที่แตกต่างกัน เช่นในประเด็นของการร่วมคิด ครูผู้สอนโครงงานเน้นการทำงานเป็นทีม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเชิงออกแบบเรื่องการระดมคิด ส่วนครูที่ไม่ได้สอนโครงงานใช้คำถามในการขับเคลื่อนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ซึ่งส่วนนี้เป็นการขับเคลื่อนในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ครูโครงงานเน้นกระบวนการที่ละขั้นตอน ที่มีลักษณะเป็นเส้นตรง ซึ่งแนวคิดเชิงออกแบบของ d. school มีกระบวนการกึ่งเส้นตรง ส่วนครูที่ไม่มีประสบการณ์สอนโครงงานจะสอนเนื้อหาและกระบวนการของการทดลองทางวิทยาศาสตร์มากกว่ากระตุ้นให้นักเรียนคิดแบบออกแบบ เช่น เมื่อครู C ถูกถามว่าคุณครูมีตัวอย่างการสอนอะไรที่ให้นักเรียนปฏิบัติตามแนวคิดเชิงออกแบบบ้าง ครู C ตอบว่า “ไม่มี เพราะการสอนส่วนใหญ่เน้นให้นักเรียนคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น สอนให้นักเรียนวัดผล และนำข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นตัวเลขเพื่ออธิบายได้อย่างไร” อย่างไรก็ตามในรายพหุกรณี ยังสะท้อนถึงจุดอ่อนการขับเคลื่อนการสอนการคิดเชิงออกแบบของครูทั้ง 4 ที่เหมือนกันคือ การทดสอบตามลักษณะของการคิดเชิงออกแบบ คือการทดสอบและการออกแบบใหม่เพื่อให้ได้ต้นแบบที่ดีที่สุดก่อนไปทำจริง นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างครูทั้งสองกลุ่ม ครูผู้สอนโครงงานเน้นการทำงานเป็นทีม ซึ่งเป็นการปฏิบัติที่สอดคล้องกับการระดมความคิดตามแนวคิดเชิงออกแบบ ส่วนครูที่ไม่มีประสบการณ์สอนโครงงานจะเน้นการตั้งคำถามที่ส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากกว่าการคิดเชิงออกแบบ

เมื่อครูเป็นผู้สร้างประสบการณ์ให้กับนักเรียน ดังนั้นแก่นสาระสุดท้ายที่ผู้วิจัยค้นพบคือ ประสบการณ์ที่นักเรียนได้รับ และจากสังเคราะห์ข้อมูลอันเชื่อมโยงกับแนวคิดเชิงออกแบบของ d. school จึงได้นิยามของแก่นสาระนี้ว่า นักเรียนรู้และปฏิบัติการออกแบบตามความต้องการของครู (Students design according to the needs of teachers) ดังตาราง

Table 6

*Students design according to the needs of teachers)*

แสดงแก่นสาระ: นักเรียนรู้และปฏิบัติการออกแบบตามความต้องการของครู

| ประเด็นที่เกี่ยวข้อง                             | ครูที่มีประสบการณ์สอนโครงงานเป็นฐาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ครูที่ไม่มีประสบการณ์สอนโครงงานเป็นฐาน                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| กับการคิดเชิง<br>ออกแบบ                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1. ความเข้าใจใน<br>ภาพรวมของการคิด<br>เชิงออกแบบ | มีครูคนหนึ่งที่สะท้อนประสบการณ์กับนักเรียนว่า<br>นักเรียนต้องมีผลงานสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาใน<br>ชุมชน (n=1)                                                                                                                                                                                                                                                                   | ครูไม่ได้สะท้อนว่านักเรียนอยู่ในขั้นตอนการออกแบบ<br>อะไร (n=2)                                                                                                                                                                                                                             |
| 2. การร่วมรู้สึก<br>(empathize)                  | มีเพียงกลุ่มครูที่มีประสบการณ์สอนโครงงานเท่านั้นที่<br>สะท้อนประสบการณ์ของนักเรียนเกี่ยวกับผู้ใช้สุดท้าย<br>โดยให้นักเรียนเข้าไปในชุมชนเพื่อสำรวจปัญหาและ<br>ความต้องการของผู้ใช้สุดท้าย (n=2) นักเรียนที่ได้มี<br>ประสบการณ์เกี่ยวกับการร่วมรู้สึกกับผู้ใช้สุดท้าย<br>ได้รับโอกาสในการทำความเข้าใจปัญหาจากชุมชนจริง<br>ๆ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาทักษะการคิดเชิง<br>ออกแบบ | ไม่พบหลักฐานในประเด็นนี้                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 3. กำหนด (define)                                | ครูเพียงคนเดียวเท่านั้นที่สะท้อนถึงประสบการณ์ของ<br>การกำหนดปัญหา เช่น นักเรียนต้องค้นคว้าข้อมูลที่<br>เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาในโครงงานวิทยาศาสตร์<br>เพื่อกำหนดกรอบสิ่งที่ต้องการทำ (n=1)                                                                                                                                                                                    | ครูไม่ได้ให้ความสนใจกับ การกำหนดปัญหา พวกเข<br>คิดว่าปัญหามาจากครู (n=2)                                                                                                                                                                                                                   |
| 4. ร่วมคิด (ideate)                              | ไม่พบหลักฐานในประเด็นนี้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ครูคนหนึ่งรายงานว่านักเรียนไม่ค่อยให้ความสนใจกับ<br>งานนำเสนอของเพื่อนและไม่ให้ความสำคัญกับการรับฟัง<br>และร่วมวิพากษ์ โดยมีส่วนร่วมในการระดมคิดจะได้รับ<br>คำแนะนำของครู (n=1)                                                                                                            |
| 5. ต้นแบบ<br>(prototype)                         | ไม่พบหลักฐานในประเด็นนี้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ไม่พบหลักฐานในประเด็นนี้                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 6. ทดสอบ (test)                                  | นักเรียนที่เรียนกับครูที่สอนโครงงานจะได้รับ<br>ประสบการณ์ในการออกแบบใหม่หรือทดสอบซ้ำ<br>หลังจากทำโครงงานเสร็จ เช่น การปรับปรุงเพื่อการ<br>แข่งขัน (n=2)                                                                                                                                                                                                                        | ในขณะที่ครูไม่ได้สอนโครงงานก็ยืนยันว่านักเรียนไม่ได้<br>ให้ความสนใจกับการออกแบบใหม่หรือทดสอบใหม่<br>เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (n=2) นักเรียนที่ไม่ได้ทำ<br>โครงงานไม่ได้รับการฝึกฝนในด้านการออกแบบใหม่หรือ<br>ทดสอบซ้ำ ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในการพัฒนาความคิด<br>เชิงออกแบบอย่างแท้จริง |

จากการขับเคลื่อนการส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบของครูส่งผลโดยตรงกับการรับรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงออกแบบของ  
นักเรียน เมื่อมองในรายกรณีของครูแต่ละคน พบว่า นักเรียนที่เรียนกับครูที่ไม่สอนโครงงาน จะไม่ได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับ  
การคิดเชิงออกแบบในบางประเด็น เช่น ประสบการณ์ในการร่วมรู้สึกไปกับผู้ใช้สุดท้าย การกำหนดปัญหาที่มาจากความต้องการ

ตลอดจนการทดสอบเพื่อพัฒนาการออกแบบ และสิ่งที่นักเรียนได้รับในการพัฒนาการคิดเชิงออกแบบมาจากคำแนะนำของครูที่สอนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์มากกว่า ตัวอย่างเช่น การออกแบบใหม่ๆ การทดสอบใหม่ๆ เกิดขึ้นกับนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ดังเช่นที่ครู A กล่าวว่า “นักเรียนต้องทำให้ดีที่สุดหลังจากการนำเสนอผลงานให้ครูและเพื่อนวิพากษ์” ส่วนประเด็นร่วมจากพหุกรณี ครูทั้ง 2 กลุ่ม ไม่ได้ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบจากรอบแนวคิดเชิงออกแบบ แต่สิ่งที่ครูขับเคลื่อนและสิ่งที่นักเรียนรับรู้เกิดจากจากหลักฐานที่แสดงพบว่า นักเรียนยังไม่ได้รับการส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบจากครูวิทยาศาสตร์อย่างเต็มที่ และไม่ได้ใช้ขั้นตอนของกระบวนการออกแบบ แต่เป็นเพียงการส่งเสริมที่มีลักษณะคล้ายกับบางขั้นตอนของการออกแบบตามแนวทางของ standford d. school นอกจากนี้ยังเห็นว่า แนวทางที่นักเรียนจะได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับการออกแบบมากที่สุดคือการเรียนรู้ผ่านโครงงาน การเรียนรู้ผ่านโครงงานเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการสอนการคิดเชิงออกแบบ เช่น “จากหลักฐานที่พบ การเรียนรู้ผ่านโครงงานเป็นวิธีที่นักเรียนได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับการคิดเชิงออกแบบมากที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีที่ช่วยให้พวกเขามีโอกาสสำรวจปัญหา กำหนดแนวทาง และทดสอบต้นแบบจริง ๆ”

## อภิปรายผล (Discussions)

จากผลการวิจัยพบว่า จากประเด็นสำคัญที่สกัดได้จากการถอดประสบการณ์สอนการคิดเชิงออกแบบของครูมีลักษณะที่สอดคล้องกันและส่งผลต่อการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการออกแบบ คือ ประสบการณ์ของครูส่งผลโดยตรงต่อความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในการสอนที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบ ทำให้พฤติกรรมในการขับเคลื่อนของครูในการสอนที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบมีความคลาดเคลื่อนไปด้วย ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเป็นอันดับสุดท้ายคือการรับรู้ของนักเรียนที่ไม่ตรงกับแนวทางของการส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบให้กับนักเรียน ดังแสดงในแผนภาพที่ 2

Figure 2

The relationship of the essence to orientation in developing learning that promotes design thinking.

แสดงความสัมพันธ์ของแก่นสาระสู่การวางแนวทางในการพัฒนาการจัดเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบ



จากแผนภาพ นอกจากการเห็นถึงความสัมพันธ์ของแก่นสาระ และเชื่อมโยงสู่การสร้างแนวทางพัฒนาครูสำหรับการจัดการเรียนรู้เชิงออกแบบดังนี้

**ประสบการณ์ที่ไม่อยู่บนพื้นฐานของกรอบแนวคิด:** การได้มาซึ่งประสบการณ์ของครู เป็นการถ่ายทอดเรื่องราวผ่านการบอกเล่าจากคำถามที่มีการเชื่อมโยงถึงประเด็นสำคัญต่าง ๆ ของกระบวนการออกแบบ ซึ่งผู้วิจัยได้จับประเด็นของสิ่งที่ครูเคยรับรู้และความเชื่อของครูที่มีต่อปรากฏการณ์ที่ครูได้อธิบาย ซึ่งพบว่าครูวิทยาศาสตร์คิดว่าการคิดเชิงออกแบบไม่เหมาะสมกับการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ แต่เหมาะกับการสอนแบบโครงงานเป็นฐานมากกว่า ซึ่งมีส่วนที่เป็นจริงที่ว่า การเรียนการสอนในลักษณะโครงงานออกแบบเหมาะกับการจัดการเรียนรู้เชิงออกแบบ แต่นอกจากนั้นยังมีแนวทางการสอนอื่นที่เหมาะสมในการส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน (Task-Based Learning) การสอนตามแนวทางของสะเต็มศึกษา (STEM Education) (สุทธิกานต์ เลขานุการ และคณะ 2565) และมีความสอดคล้องกับการศึกษาวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของ Li & Zhan (2022) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการบูรณาการการคิดเชิงออกแบบในชั้นเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่าใน 10 ปีที่ผ่านมาแนวโน้มการบูรณาการการคิดเชิงออกแบบในชั้นเรียนมากขึ้นโดยเฉพาะในชั้นเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แต่การบูรณาการส่วนใหญ่ใช้กับรูปแบบการศึกษาที่ไม่เป็นทางการมากกว่า เช่นการทำโครงงาน ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าลักษณะสำคัญของการสอนแบบโครงงานบางประการมีความสัมพันธ์กับการคิดเชิงออกแบบอยู่แล้วการสอนของครูจึงเป็นการส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบโดยอ้อม เนื่องจากครูผู้สอนเองยังขาดประสบการณ์การสอนที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบโดยตรง ดังนั้น ประสบการณ์

ของครูมีผลโดยตรงต่อการเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในการสอนการคิดเชิงออกแบบ ส่งผลให้การขับเคลื่อนการสอนของครูไม่สามารถส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบอย่างมีประสิทธิภาพ

**ครูมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการคิดเชิงออกแบบ:** ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบสิ่งที่ครูเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดเชิงออกแบบที่ครูมี โดยวิเคราะห์ประเด็นความเข้าใจของครูกับกรอบแนวคิดเชิงออกแบบของ standford d. school พบว่า ครูมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในบางประเด็น โดยเราสามารถสรุปได้ว่ามีความเข้าใจที่ถูกต้องและความเข้าใจผิดเกี่ยวกับการสอนการคิดเชิงออกแบบประเด็นที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนที่เป็นเรื่องสำคัญ เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นของการคิดเชิงออกแบบ ได้แก่ การเข้าถึงความเข้าใจที่มีต่อผู้ใช้สุดท้าย ถ้านักออกแบบมีความเข้าใจต่อผู้ใช้สุดท้าย จะส่งผลต่อการกำหนดปัญหา/ความต้องการได้ตรงประเด็น และจะสร้างต้นแบบในการทดสอบผ่านการระดมคิด ออกแบบใหม่และทดสอบใหม่ จนเป็นต้นแบบที่ตอบโจทย์ผู้ใช้สุดท้ายมากที่สุด (Plattner et al., 2015) ซึ่ง นักทฤษฎีการออกแบบและผู้นักปฏิบัติงานอธิบายว่าการความเข้าใจเข้าใจ เป็นปัจจัยผลกระทบที่สำคัญของการคิดเชิงออกแบบ (Heylighen & Dong, 2019) โดยความเห็นว่าการความเข้าใจเข้าใจเป็นรูปแบบหนึ่งของความรู้ที่สำคัญอย่างยิ่งที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ที่เป็นรูปธรรมกับผู้อื่น ซึ่งในที่นี้คือการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักออกแบบกับผู้ใช้สุดท้าย นอกจากนี้ครูมีเข้าใจว่าการคิดเชิงออกแบบเป็นกระบวนการเชิงเส้น แต่ในความเป็นจริงการคิดเชิงออกแบบ เป็นกระบวนการร่วมกันของลักษณะที่เป็นเส้นตรง และไม่เป็นเส้นตรง (Teal, 2010) ตัวอย่างเช่น ผู้ออกแบบสามารถเปลี่ยนจากการทดสอบเป็นแนวคิดหรือการทดสอบสร้างแนวคิดใหม่สำหรับโครงการ นักออกแบบอาจย้ายจาก สร้างต้นแบบ ไปสู่การระดมคิดเพื่อเรียนรู้จากต้นแบบเพื่อจุดประกายความคิดใหม่ๆ นักออกแบบสามารถเปลี่ยนจากการทดสอบเป็นการเข้าใจเข้าใจเพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับผู้ใช้แทนการทดสอบ เป็นต้น การขาดกรอบแนวคิดที่ชัดเจนทำให้ครูไม่สามารถวางแผนการสอนที่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงออกแบบได้อย่างเหมาะสม จากข้อค้นพบเหล่านี้เป็นแนวทางในการที่จะพัฒนาครู โดย การปรับแก้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของครูซึ่งจำเป็นต้องยึดกรอบแนวคิดเชิงออกแบบจากแหล่งใดแหล่งหนึ่งเพื่อเป็นเครื่องมือในการนำทางสำหรับการสร้างความเข้าใจ และทดลองออกแบบตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

**ครูมีการขับเคลื่อนการสอนการคิดเชิงออกแบบที่แตกต่างกัน:** ถึงแม้ว่าการวิจัยในระยะนี้ของผู้วิจัยยังไม่มี การขับเคลื่อนการสอนการคิดเชิงออกแบบอย่างเป็นรูปธรรม แต่ในเชิงนโยบายได้มีการส่งเสริมให้ครูวิทยาศาสตร์มีการจัดการเรียนรู้เชิงโครงการ รวมทั้งการจัดการเรียนรู้ในลักษณะสะเต็มศึกษาที่มีการบูรณาการการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ รวมถึงการออกแบบเทคโนโลยี ซึ่งกำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในส่วนตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จากข้อค้นพบครูวิทยาศาสตร์น่าจะมีประสบการณ์โดยอ้อมเกี่ยวกับในประเด็นสำคัญของการคิดเชิงออกแบบมาก่อน แต่เนื่องจากครูไม่ได้มีรูปแบบหรือขั้นตอนของการคิดเชิงออกแบบเป็นหลักในการขับเคลื่อน และบูรณาการกับสาระวิชา ครูจึงไม่สามารถขับเคลื่อนการปฏิบัติการคิดเชิงออกแบบได้อย่างตรงประเด็น ดังนั้นผู้วิจัยขอเสนอกรอบแนวคิดที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบได้คือกรอบแนวคิดของ Stanford Design School ที่มีแนวทางที่เหมาะสมในการวางแผนการสอนในการสร้างประสบการณ์เกี่ยวกับการคิดเชิงออกแบบ (Plattner, 2010) ในความคุ้นเคยจากกระบวนการสอนวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการสืบเสาะ แต่เมื่อต้องการที่จะผนวกแนวคิดเชิงออกแบบเข้ากับกระบวนการเรียนรู้ Crismond (2013) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับช่วยเหลือผู้เริ่มต้นในการออกแบบ ว่าให้ตั้งคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการเชิงวิศวกรรม

**นักเรียนรู้และปฏิบัติการออกแบบตามความต้องการของครู:** สำหรับข้อมูลที่นักเรียนที่มีการปฏิบัติตามแนวคิดเชิงออกแบบนั้นมาจากการสะท้อนสิ่งที่ครูพบเห็นในการปฏิบัติของผู้เรียน ซึ่งประสบการณ์ของนักเรียนสอดคล้องกับการขับเคลื่อนของครูเมื่อครูยังขับเคลื่อนไม่ได้เต็มที่เท่าที่ควร จึงส่งผลให้ผู้เรียนไม่ได้รับประสบการณ์เชิงออกแบบอย่างเต็มที่ การออกแบบที่นักเรียนปฏิบัติไม่ได้คำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้สุดท้าย แต่นักเรียนออกแบบตามความต้องการของครู และสิ่งที่นักเรียนออกแบบนั้นได้มาจากกระบวนการที่เป็นเส้นตรง ไม่มีการให้ความสำคัญกับการพัฒนาต้นแบบ ดังนั้นหากต้องการพัฒนาการคิดเชิงออกแบบ

ของนักเรียน จึงจำเป็นต้องอิงแนวคิดที่มีกระบวนการเชิงออกแบบที่ชัดเจนและเหมาะกับการเป็นนักออกแบบมือใหม่ ที่ให้ความสำคัญของการสำรวจความต้องการของผู้ใช้ก่อนลงมือออกแบบซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและเป็นพื้นฐานของการเป็นนักนวัตกรรมในอนาคต (Plattner et al., 2015) นอกจากนี้ยังมีแนวทางอื่น ๆ ที่สามารถส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบของผู้เรียนได้ เช่น การใช้แบบจำลองอภิปัญญา ที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างและพัฒนาแนวคิดการออกแบบ และเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการสร้างสรรค์ในการออกแบบ (Kavousi et al., 2020) นอกจากนี้การส่งเสริมในประเด็นของความเข้าใจใจที่มีต่อผู้ใช้สุดท้าย ผ่านการสร้างชิ้นงานโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Design Thinking Tasks) ยังสามารถส่งเสริมในการเริ่มต้นในการเป็นนักออกแบบที่ดีให้กับผู้เรียน กระทั่งผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดในพฤติกรรม การเรียนรู้หรือผลงานของนักเรียน เช่น การเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดในผลงานของนักเรียนที่ผ่านการออกแบบซ้ำ เช่น การพัฒนาความสามารถในการระบุปัญหาและสร้างต้นแบบที่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้สุดท้าย

ดังนั้น ในการพัฒนาครูให้สอนการคิดเชิงออกแบบได้นั้นไม่ใช่เพียงการให้ความรู้ด้านการคิดเชิงออกแบบเท่านั้น เพราะแม้ว่าความรู้ของครูจะเปลี่ยนไป แต่ความรู้ที่เปลี่ยนไปอาจนำไปสู่การปฏิบัติได้สิ่งที่นักเรียนได้รับจะไม่เปลี่ยนไปกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า การพัฒนาครูจะไม่สมบูรณ์หากไม่ได้รับประสบการณ์ในการออกแบบ และมีส่วนเกี่ยวข้องในการนำไปใช้การสังเกต การเปลี่ยนแปลงของนักเรียนเป็นข้อเสนอแนะสำหรับการไตร่ตรองว่าครูมีการปฏิบัติที่เปลี่ยนไปหรือไม่ (Chai, 2019) ดังนั้น การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของครูควรแสดงหลักฐานการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนว่าระดับความสามารถในการคิดเชิงออกแบบ ว่าเดิมมีอยู่ระดับใดและจะพัฒนาไประดับใด ดังนั้นการวัดประเมินผลความสามารถในการคิดเชิงออกแบบจะเป็นตัวกำหนดแนวทางการพัฒนาให้กับครูที่มุ่งที่จะพัฒนานักเรียน (Crismond & Adams 2012) เพื่อยืนยันผลกระทบของการพัฒนาครู อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาค่อนข้างน้อยที่กล่าวถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นพร้อมกันของทั้งครูและนักเรียนจากการพัฒนาครูด้านการสอนการคิดเชิงออกแบบ ดังแสดงในแผนภาพที่ 2 การขับเคลื่อนการสอนของครูมีผลโดยตรงต่อการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการคิดเชิงออกแบบ

จากสภาพการปฏิบัติการสอนการคิดเชิงออกแบบของครูวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มที่ยังขาดประสบการณ์ตรงในการสอนที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบ ผู้วิจัยเห็นว่า จุดเริ่มต้นของการพัฒนาครูต้องเริ่มจากการสร้างประสบการณ์การรับรู้สู่การเปลี่ยนแปลง ด้วยแนวทางการพัฒนาอย่างชัดเจนโดยการจัดการอบรมเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับกรอบแนวคิดเชิงออกแบบ เช่น Stanford d.school เพื่อให้ครูได้รับประสบการณ์การใช้เครื่องมือการสอนที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบอย่างมีประสิทธิภาพ จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการที่จะพัฒนาครูสู่ความเป็นมืออาชีพในการสอนการคิดเชิงออกแบบ เชื่อมโยงจากการเปลี่ยนแปลงพื้นฐานความคิดสู่การปฏิบัติในระดับชั้นเรียนที่ส่งต่อไปได้ (DuFour & Eaker, 2009) นอกจากทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงแล้วสิ่งสำคัญหนึ่ง คือ การไตร่ตรองอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Reflection) การปฏิบัติการสะท้อน (Reflective Practice) เป็นสิ่งจำเป็นที่ใช้ในการสะท้อนความเชื่อและการปฏิบัติที่เฉพาะเจาะจงกับงานสอน (Brookfield, 2003) เช่นการสอนการคิดเชิงออกแบบผ่านการตั้งคำถามปลายเปิดสู่การสนทนา (Open-ended conversations) แบ่งปันประสบการณ์ที่สะท้อนถึงเนื้อหา กระบวนการ หรือสะท้อนพื้นฐานความเชื่อเดิมจนเกิดการเปลี่ยนแปลงความคิดตลอดจนการปฏิบัติในชั้นเรียนจริงในระดับบุคคล ชุมชน สู่ความเป็นมืออาชีพ ต่อไป (Mezirow, 2000; Bell & Gilbert, 2004)

## ข้อเสนอแนะ (Recommendations)

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพที่เข้าถึงข้อมูลเชิงลึก การนำผลการวิจัยไปใช้ในการต่อยอดในบริบทที่ใกล้เคียงกัน มีแนวทางหรือวิธีการปฏิบัติตามกลุ่มเป้าหมายดังต่อไปนี้

## 1.1 สำหรับผู้มีอำนาจในการตัดสินใจเชิงนโยบาย (Policy Makers)

**1.1.1 การสนับสนุนเชิงนโยบาย** ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการสนับสนุนการสอนการคิดเชิงออกแบบในระดับนโยบายควรมีความชัดเจนและมีแผนปฏิบัติที่สามารถติดตามได้ ควรระบุชัดเจนว่าการสนับสนุนเชิงนโยบายต้องรวมถึงการจัดสรรทรัพยากรเพิ่มเติมสำหรับการพัฒนาครูและการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบ ตัวอย่างเช่น การสนับสนุนทางการเงินและการจัดหาเครื่องมือการสอนที่ทันสมัย รวมถึงการสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับองค์กรภายนอกเพื่อส่งเสริมการสอนในระดับประเทศ

**1.1.2 การติดตามและประเมินผล** ควรเสนอนโยบายที่มีกระบวนการติดตามและประเมินผลชัดเจน เพื่อให้แน่ใจว่าการฝึกอบรมและการพัฒนาครูจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการสอนในชั้นเรียนจริง ซึ่งจะสามารถเชื่อมโยงกับผลการวิจัยที่พบว่าการสอนการคิดเชิงออกแบบยังไม่ถูกนำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 1.2 สำหรับครูผู้ปฏิบัติ (Teachers)

**1.2.1 การฝึกอบรมและพัฒนาทักษะ** สำหรับครู ควรเน้นการฝึกอบรมที่เน้นการปฏิบัติจริง โดยใช้กรณีศึกษาและกิจกรรมที่สอดคล้องกับการคิดเชิงออกแบบ เช่น การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการระบุปัญหาและพัฒนาต้นแบบในสถานการณ์จริง เพื่อเชื่อมโยงกับผลการวิจัยที่พบว่าครูยังขาดความเข้าใจและการประยุกต์ใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ

**1.2.2 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้** ควรสร้างช่องทางให้ครูสามารถแลกเปลี่ยนประสบการณ์และความรู้กับเพื่อนครูในโรงเรียนและเครือข่ายภายนอก เพื่อเพิ่มพูนทักษะการสอนและรับฟังข้อเสนอแนะที่นำไปสู่การปรับปรุงการสอนการคิดเชิงออกแบบ

## 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ด้วยข้อจำกัดด้านระยะเวลาและบริบทของผู้วิจัยจึงทำให้งานวิจัยในครั้งนี้เป็นข้อมูลเบื้องต้นที่ช่วยให้ผู้อ่านมีความเข้าใจคร่าวๆ เกี่ยวกับศาสตร์เกี่ยวกับการสอนที่ส่งเสริมการคิดเชิงออกแบบเท่านั้น ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปเพื่อการต่อยอดจากงานวิจัยได้อย่างหลากหลายแง่มุมดังนี้

**2.1 การศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อมุมมองของครู** ศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล เช่น ประสบการณ์การศึกษา ความเชื่อ ค่านิยม ทักษะ ทักษะการคิดเชิงออกแบบ เช่น วัฒนธรรมองค์กร โครงสร้างโรงเรียน นโยบายการศึกษา สื่อการสอน ทรัพยากร ศึกษาปัจจัยภายนอก เช่น แนวโน้มการศึกษา สังคม เศรษฐกิจ เทคโนโลยี

**2.2 การพัฒนากลยุทธ์และแนวทางปฏิบัติสำหรับครูวิทยาศาสตร์** ศึกษาการปฏิบัติการสอนที่สอดคล้องกับความสามารถพัฒนาสมรรถนะด้านการสอนการคิดเชิงออกแบบของครูวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

**2.3 การศึกษาผลลัพธ์ของการสอนการคิดเชิงออกแบบ** ผลต่อนักเรียน เช่น ทักษะการคิดเชิงออกแบบ ความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา ทักษะการคิด ผลต่อครู เช่น ความมั่นใจ ความรู้ ทักษะ การพัฒนาตนเอง ผลต่อโรงเรียน เช่น ผลการเรียนรู้ บรรยากาศการเรียนรู้ วัฒนธรรมองค์กร

## References

- Bell, B., & Gilbert, J. (2004). A model for achieving teacher development. *The Routledge Falmer reader in science education*, 258-278.
- Brookfield, S. (2003). Putting the critical back in critical pedagogy: A commentary on the path of dissent. *Journal of Transformative Education*, 1, 141-149.
- Cheavjindakarn, B. (2018). Qualitative Case Study Research Techniques. *Liberal Arts Review*, 13(25), 103-118.
- Chai, C. S., Rahmawati, Y., & Jong, M. S. Y. (2020). Indonesia science, mathematics, and engineering preservice teachers' experiences in STEM-TPACK Design-based learning. *Sustainability*, 12(21), 9050. DOI:10.3390/su12219050
- Council, D., & Westaway, C. G. (2019). *The design process: What is the double diamond?* Retrieved from <https://www.designcouncil.org.uk/our-resources/the-double-diamond/>
- Crismond, D. (2013). Design practices and misconceptions. *The Science Teacher*, 80(1), 50.
- Dufour, R., & Eaker, R. (1998). *Professional learning communities at work: Best practices for enhancing student achievement*. Bloomington, IN: National Education Service.
- Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D., & Leifer, L. J. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of engineering education*, 94(1), 103-120.
- Fallman, D. (2008). The Interaction Design Research Triangle of Design Practice, Design Exploration, and Design Studies. *Design Issues*, 24(3), 4-18.
- Hennessey, E., & Mueller, J. (2020). Teaching and Learning Design Thinking (DT). *Canadian Journal of Education/Revue canadienne de l'éducation*, 43(2), 498-521.
- Heylighen, A., & Dong, A. (2019). To empathise or not to empathise? Empathy and its limits in design. *Design Studies*, 65, 107-124.
- Kavousi, S., Miller, P. A., & Alexander, P. A. (2020). Modeling metacognition in design thinking and design making. *International Journal of Technology and Design Education*, 30, 709-735.
- Lakanukan, S., Pongsophon, P., Faikhamta, C., & Jantarakantee, E. (2022). Competencies of science teachers for teaching design thinking. *Journal of Education and Innovation*, 24(2), 370-380.
- Li, T., & Zhan, Z. (2022). A systematic review on design thinking Integrated Learning in K-12 education. *Applied Sciences*, 12(16), 8077
- McCurdy, R. P., Nickels, M. L., & Bush, S. B. (2020). Problem-based design thinking tasks: Engaging student empathy in STEM. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 24(2), 22-55.
- National Research Council (NRC). 2012. *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.

- Plattner, H. (2010). *Bootcamp bootleg*. Retrieved from <https://dschool.stanford.edu/resources/design-thinking-bootleg>
- Plattner, H., Meinel, C., & Leifer, L. (2012). *Design thinking research*. Berlin: Springer.
- Plattner, H., Meinel, C., & Leifer, L. (2015). *Design thinking research: Making design thinking foundational*. Springer.
- Scheer, A., Noweski, C., & Meinel, C. (2012). Transforming Constructivist Learning into Action: Design Thinking in Education. *Design and Technology Education: An International Journal*, 17(3), 8-13.
- Retna, K. S. (2016). Thinking about “design thinking”: A study of teacher experiences. *Asia Pacific Journal of Education*, 36(1), 5-19.
- Rubin, H. J., & Rubin, I. S. (1995). *Qualitative Interviewing: The Art of Hearing Data* (2nd ed.). Sage Publications, London.
- Teal, R. (2010). Developing a (non-linear) practice of design thinking. *International Journal of Art & Design Education*, 29(3), 294-302
- Tonglek, S. (2019). Thinking wisely, Dialectical method: Socrates. *The Journal of Research and Academics*, 2(2), 135-148.