

การพัฒนานวัตกรรมสะเต็มศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึก  
ประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาศิลปศึกษา ภาควิชาศิลปะ ดนตรีและนาฏศิลป์ศึกษา  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2565  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF STEAM EDUCATION INNOVATION BASED ON GAME-BASED LEARNING  
FOR PRE-SERVICE PRIMARY SCHOOL TEACHERS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Education in Art Education  
Department of Art, Music, and Dance Education  
FACULTY OF EDUCATION  
Chulalongkorn University  
Academic Year 2022  
Copyright of Chulalongkorn University

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์               | การพัฒนาวัตกรรมการสะสมศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา |
| โดย                             | น.ส.ณัชชา เจริญชนะกิจ  |
| สาขาวิชา                        | ศิลปศึกษา  |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสภณาย บุญญานันต์  |

---

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนบพร แสงวณิช)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสภณาย บุญญานันต์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อติเทพ แจ้ดนาลาว)

ณัชชา เจริญชนะกิจ : การพัฒนานวัตกรรมการสะเต็มศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน  
สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา. ( DEVELOPMENT OF STEAM  
EDUCATION INNOVATION BASED ON GAME-BASED LEARNING FOR PRE-SERVICE  
PRIMARY SCHOOL TEACHERS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.โสเมฉาย บุญญานันต์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้ 1) ศึกษาองค์ประกอบและวิเคราะห์แนวทางฯ 2) พัฒนาค้นแบบนวัตกรรมการฯ 3) ศึกษาผลการนำนวัตกรรมการไปใช้ฯ กลุ่มตัวอย่างได้แก่ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา 2) ครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ 3) ครูประถมศึกษาที่จัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา จำนวน 400 คน 4) ผู้เชี่ยวชาญให้ความคิดเห็นในการพัฒนานวัตกรรมการฯ 5) นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษารายวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา และรายวิชาศิลปะ เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถามความคิดเห็น Matrix analysis และ Design analysis เครื่องมือการวางแผนการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษา แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม แบบประเมินความพึงพอใจ แบบประเมินประสิทธิภาพ และแบบสอบถามความรู้ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติบรรยาย วิเคราะห์แบบสอบถามโดยคำนวณหา Priority Need Index วิเคราะห์การประเมินตนเองโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อน-หลัง วิเคราะห์แบบวัดความรู้ด้วยสถิติทดสอบที วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เนื้อหา มีผลการวิจัย ดังนี้ มีความต้องการจำเป็นในการพัฒนานวัตกรรมการฯ ด้านองค์ความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา มี PNI = 0.213 ด้านการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปปฏิบัติ มี PNI = 0.197 ด้านระดับปัญหาและอุปสรรคมีค่าเฉลี่ยรวมในระดับปานกลาง ( $\bar{x}$  = 3.38) สอดคล้องกับผลจากการสัมภาษณ์จึงสามารถสรุปเป็นจุดเน้นและแนวทางการพัฒนานวัตกรรมการฯ ด้วย CHILD Model นำมาพัฒนาเป็นต้นแบบนวัตกรรมการบอร์ดเกม “STEAM Story” สำหรับเรียนรู้และฝึกทักษะการวางแผนการสอนแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถเล่นได้ 4-6 คน เป็นบอร์ดเกมแบบกึ่งร่วมมือกัน ใช้เวลา 60 นาทีขึ้นไป ผลลัพธ์ที่ได้จากการเล่น เป็นแผนการสอนสะเต็มศึกษา 1 หน้า โดยวิธีการเล่นแบ่งเป็น 3 เฟส ความพึงพอใจต่อการทดลองใช้นวัตกรรมการอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}$  = 4.70) จากการประเมินตนเองพบว่าทัศนคติ ความรู้ และความสามารถในการพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษา หลังใช้นวัตกรรมการมากกว่าก่อนใช้นวัตกรรมการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากแบบสอบถามวัดความรู้ พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนใช้ = 11.15, ค่าเฉลี่ยหลังใช้ = 16.00, ค่าสถิติทดสอบที = 7.40, df = 25, Sig. = .000 แปลผลได้ว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษาหลังใช้นวัตกรรมการสูงกว่าก่อนใช้นวัตกรรมการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินว่าประสิทธิภาพของการออกแบบต้นแบบนวัตกรรมการฉบับสมบูรณ์ อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{x}$  = 4.94)

สาขาวิชา ศิลปศึกษา  
ปีการศึกษา 2565

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

# # 6380047827 : MAJOR ART EDUCATION

KEYWORD: STEAM education, Pre-service Elementary Teachers, Game-based learning

Nutcha Charoenchanakit : DEVELOPMENT OF STEAM EDUCATION INNOVATION BASED ON GAME-BASED LEARNING FOR PRE-SERVICE PRIMARY SCHOOL TEACHERS. Advisor: Asst. Prof. SOAMSHINE BOONYANANTA, Ph.D.

The research aims to: 1) Study the components and analyze the guidelines; 2) Develop an innovation prototype; 3) Study the implementation. The sample includes 1) STEAM education experts; 2) Art teachers; 3) 400 elementary teachers; 4) Experts on innovation development; 5) Pre-service elementary teachers (related to STEAM and art). The research tools include interview forms, questionnaires, matrix analysis and design analysis, behavioral observation forms, satisfaction assessment forms, effectiveness assessment forms, and knowledge tests. The quantitative data were analyzed using descriptive statistics. Questionnaires were analyzed using the priority need index (PNI). Self-evaluations were analyzed by mean difference. Knowledge tests were analyzed by t-tests. The qualitative data were analyzed using content analysis. The research findings are as follows: There is Need to develop innovation to promote STEAM education. The Knowledge PNI was 0.213 and the STEAM implementation PNI was 0.197. Problems and obstacles averaged at the medium level ( $\bar{x}$  = 3.38). The guideline can be summarized with the CHILD Model. The "STEAM Story" board game prototype is designed for collaborative learning and STEAM lesson plan co-creation. The game is for 4-6 players as a semi-cooperative board game, and 60 minutes+ long. The outcome is a one-page STEAM lesson plan. The gameplay comprises three phases. Satisfaction with the prototype was high ( $\bar{x}$  = 4.70) and after implementation attitudes, knowledge, and ability to develop STEAM lesson plans increased significantly. The knowledge test show that T-test = 7.40, df = 25, Sig. = .000, indicating that the average score after implementation is significantly higher than before ( $\bar{x}_{\text{before}}$  = 11.15,  $\bar{x}_{\text{after}}$  = 16.00). the effectiveness evaluated by experts indicated that the complete prototype is highly appropriate ( $\bar{x}$  = 4.94).

Field of Study: Art Education

Student's Signature .....

Academic Year: 2022

Advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยและนวัตกรรมทุนวิจัยมหาบัณฑิต  
วช.ด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2565

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย เพื่อเฉลิมฉลองวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชทรงเจริญ  
พระชนมายุครบ 72 พรรษา และ ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสภณชัย บุญญานันต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่  
แนะนำ สนับสนุนการทำงาน และตรวจสอบแก้ไขรายละเอียดของวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์  
ดร.ชนบทร แสงวณิช ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิเทพ  
แจ้ดนาลาว กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ ครบถ้วน

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรเทพ เลิศเทวศิริ ที่ให้คำแนะนำในการทำวิจัย ให้ข้อคิด  
ความรู้และแนวทางในการวางแผนออกแบบงานวิจัย และอาจารย์อนิวัฒน์ ทองสีดา ที่กรุณาเป็น  
วิทยากรการอบรม และหากกลุ่มตัวอย่างในการทดลองให้ทำให้การวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบคุณ พี่เอ็กซ์ พีรัช ชรานุรักษ์ ที่พร้อมให้คำแนะนำในการพัฒนาบอร์ดเกมอยู่เสมอ  
จนสามารถพัฒนานวัตกรรมบอร์ดเกมสำเร็จ และให้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาบอร์ดเกม ซึ่งเป็น  
แนวทางทำให้สามารถพัฒนาโลกของบอร์ดเกมออกมาได้อย่างเป็นขั้นตอน และผู้ทรงคุณวุฒิ  
ผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาให้ข้อมูลและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างมากในการพัฒนาผลงาน และ  
นิสิตกลุ่มตัวอย่างที่ร่วมทดสอบบอร์ดเกม ตั้งใจเล่น พัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษาได้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ อาจารย์และบุคลากรทุกท่าน ที่ให้ความรู้ และอำนวยความสะดวกในการวิจัย

ขอขอบคุณ ครอบครัว เพื่อน ๆ พี่ น้อง และคนที่รักสำหรับการสนับสนุน และกำลังใจ

อนึ่ง ผู้วิจัยเชื่อว่า การเรียนรู้ที่ดีคือการเรียนรู้ที่สนุกและได้ความรู้ไปพร้อมกัน และการเรียนรู้  
ในปัจจุบันควรผลักดันสะเต็มศึกษาไปใช้จริงผ่านการพัฒนาครูและนิสิตครูให้มีทัศนคติที่ดีต่อการบูรณา  
การระหว่างกลุ่มสาระ มีองค์ความรู้ควบคู่กับทักษะการพัฒนาแผนการสอน การนำไปใช้ นำไปสู่  
ผลกระทบต่อผู้เรียนได้พัฒนาอย่างเป็นองค์รวม และหวังว่าบอร์ดเกมจะเป็นสื่อการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่  
ถูกผลักดันในประเทศไทยในหลากหลายหัวข้อ ผู้วิจัยจึงหวังว่างานวิจัยฉบับนี้จะมีประโยชน์ในการเป็น  
เครื่องมือรูปแบบหนึ่งในการผลักดันให้สะเต็มศึกษาสามารถถูกผลักดันไปสู่การใช้จริงในชั้นเรียนได้

ณชชา เจริญชนะกิจ

## สารบัญ

|   | หน้า |
|---|------|
| กิตติกรรมประกาศ.....  | จ    |
| สารบัญ.....   | ฉ    |
| สารบัญตาราง.....  | ญ    |
| สารบัญภาพ.....  | ฐ    |
| บทที่ 1 บทนำ.....   | 1    |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....                                   | 3    |
| 1.2 คำถามวิจัย.....   | 7    |
| 1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย.....   | 8    |
| 1.4 ขอบเขตการวิจัย.....   | 8    |
| 1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....                                      | 10   |
| 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....  | 11   |
| 1.7 กรอบแนวคิดการวิจัย.....   | 12   |
| 1.8 แผนการดำเนินงานวิจัย.....   | 13   |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                               | 14   |
| 2.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....          | 15   |
| 1) แนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยบอร์ดเกม.....                     | 15   |
| - การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game based learning).....                  | 15   |
| - บอร์ดเกม (Board Game).....  | 18   |
| 2) การพัฒนาครูสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา..... | 36   |
| - การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Integrated learning).....                 | 36   |
| - สะเต็มศึกษา (STEAM education).....                                      | 43   |
| - มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดระดับประถมศึกษาในสาระที่เกี่ยวข้อง.....   | 55   |

|   |     |
|---|-----|
| - Teacher education (การจัดการเรียนการสอนสำหรับครู).....  | 88  |
| - กรณีศึกษาการพัฒนาครูสะเต็มศึกษาในต่างประเทศ.....  | 94  |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย .....  | 103 |
| ระยะที่ 1 รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล.....   | 105 |
| 3.1.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....   | 105 |
| 3.1.2 ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เอกสาร .....   | 105 |
| 3.1.3 ศึกษาสภาพปัจจุบัน-สภาพที่พึงประสงค์ ความต้องการ ปัญหาและอุปสรรคจากการ<br>สอบถามและสัมภาษณ์ครู-ผู้เชี่ยวชาญ.....               | 106 |
| ระยะที่ 2 พัฒนาต้นแบบนวัตกรรมและสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ .....  | 113 |
| ระยะที่ 3 ทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรม และประเมินประสิทธิภาพ .....  | 118 |
| บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....   | 127 |
| ตอนที่ 1 ผลการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล .....  | 127 |
| 1) ผลการศึกษาและรวบรวมข้อมูล จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....   | 129 |
| 1.1 แนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยบอร์ดเกม.....  | 129 |
| 1.2 การพัฒนาครูสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา .   | 130 |
| 2) ผลการวิเคราะห์เอกสาร.....  | 133 |
| 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Matrix analysis และ Design analysis .....  | 133 |
| 2.2 ผลการพัฒนาเครื่องมือวางแผนบอร์ดเกมการศึกษา.....   | 136 |
| 3) ผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน และความต้องการ.....   | 143 |
| 3.1 ผลการสอบถามความคิดเห็น .....  | 143 |
| 3.1.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม.....   | 143 |
| 3.1.2 ความคิดเห็นที่มีต่อการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการบูรณาการ<br>จัดการเรียนการสอน ร่วมกันกับครูต่างกลุ่มสาระ .....             | 146 |
| 3.1.3 ความต้องการที่มีต่อนวัตกรรมเครื่องมือการส่งเสริมเรียนรู้สะเต็มศึกษา<br>สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา..... | 150 |



|   |     |
|---|-----|
| 3.2 ผลการสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนแบบบูรณาการ .....                             | 154 |
| 3.3 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา .....                                | 161 |
| ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ .....              | 177 |
| 1) ผลการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 .....                                       | 177 |
| 2) ผลการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ .....  | 195 |
| 2.1 ผลการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ .....                                   | 195 |
| 2.2 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ .....   | 198 |
| 3) หลักเกณฑ์ประกันคุณภาพการฝึกอบรม .....  | 202 |
| ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรมและประเมินประสิทธิภาพ .....                   | 205 |
| 1) ผลจากแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเล่น .....                                   | 206 |
| 2) ผลจากแบบประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม .....                          | 209 |
| 3) ผลจากแบบสอบวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา .....                                   | 212 |
| 4) แนวทางการพัฒนานวัตกรรม .....   | 214 |
| 5) ผลการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมสมบูรณ์ .....  | 216 |
| 6) ผลการประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม .....                                       | 240 |
| บทที่ 5     สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....                          | 243 |
| สรุปผลการวิจัย .....  | 245 |
| อภิปรายผลการวิจัย .....   | 252 |
| ข้อเสนอแนะ .....  | 259 |
| ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ .....  | 259 |
| ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งถัดไป .....  | 260 |
| บรรณานุกรม .....  | 262 |
| ภาคผนวก .....   | 275 |
| ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย ..... | 276 |

|   |     |
|---|-----|
| ภาคผนวก ข รายนามผู้เชี่ยวชาญ .....  | 278 |
| ภาคผนวก ค เครื่องมือการวิจัย.....   | 281 |
| ภาคผนวก ง ใบรับรองโครงการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่ม<br>สหสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์..... | 322 |
| ภาคผนวก จ ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา .....  | 325 |
| ภาคผนวก ฉ ผลการสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ.....   | 336 |
| ภาคผนวก ช ตัวอย่างกำหนดการฝึกอบรม .....   | 347 |
| ภาคผนวก ซ ภาพต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์.....   | 349 |
| ภาคผนวก ฌ ภาพการทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรม .....  | 359 |
| ภาคผนวก ฎ แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจากการทดลองใช้นวัตกรรม.....  | 376 |
| ภาคผนวก ฏ ผล SPSS.....  | 379 |
| ประวัติผู้เขียน.....  | 385 |

## สารบัญตาราง

|   | หน้า |
|---|------|
| ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานวิจัย .....   | 13   |
| ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างเกมคอมพิวเตอร์และบอร์ดเกมในบริบทของ GBL .....                            | 17   |
| ตารางที่ 2.2 ข้อแตกต่างของบอร์ดเกมยุคเก่ากับยุคใหม่โดย TK Board Game Club (2017a).....                            | 19   |
| ตารางที่ 2.3 ประเภทของบอร์ดเกมตามโครงสร้างของเกม (Game Structure) 10 ประเภท โดย Engelstein and Shalev (2019)..... | 26   |
| ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบวิธีการออกแบบบอร์ดเกม.....  | 30   |
| ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างหัวข้อการบูรณาการศิลปะ (A) เข้ากับสาระการเรียนรู้ STEM.....                                  | 48   |
| ตารางที่ 2.6 ประเด็นองค์ความรู้สะเต็มศึกษาที่ใช้ในการออกแบบนวัตกรรม.....  | 50   |
| ตารางที่ 2.7 สรุปมาตรฐานการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา.....   | 57   |
| ตารางที่ 2.8 ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 1.....                                     | 59   |
| ตารางที่ 2.9 ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 2.....                                     | 62   |
| ตารางที่ 2.10 ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 3.....                                    | 66   |
| ตารางที่ 2.11 ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 4.....                                    | 69   |
| ตารางที่ 2.12 ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 5.....                                    | 73   |
| ตารางที่ 2.13 ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 6.....                                    | 77   |
| ตารางที่ 2.14 ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 1.....                                      | 78   |
| ตารางที่ 2.15 ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 2.....                                      | 79   |
| ตารางที่ 2.16 ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 3.....                                      | 81   |
| ตารางที่ 2.17 ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 4.....                                      | 83   |
| ตารางที่ 2.18 ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 5.....                                      | 85   |
| ตารางที่ 2.19 ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 6.....                                      | 87   |
| ตารางที่ 2.20 สรุปผลการศึกษาการผลักดันสะเต็มศึกษาในต่างประเทศ .....   | 99   |

|               |   |     |
|---------------|---|-----|
| ตารางที่ 3.1  | สรุปวิธีดำเนินงานวิจัย.....   | 104 |
| ตารางที่ 3.2  | กระบวนการนำนวัตกรรมไปทดลองใช้กับนิสิตฯ .....                          | 119 |
| ตารางที่ 4.1  | ตารางวิเคราะห์กระบวนการออกแบบบอร์ดเกม .....                           | 137 |
| ตารางที่ 4.2  | ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม หมวด ก.องค์ความรู้.....                       | 147 |
| ตารางที่ 4.3  | ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม หมวด ข.การนำไปปฏิบัติ.....                    | 148 |
| ตารางที่ 4.4  | ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม หมวด ค.ปัญหาและอุปสรรค.....                   | 149 |
| ตารางที่ 4.5  | ความต้องการด้านองค์ความรู้และทักษะที่นวัตกรรมฯ ควรนำเสนอ.....         | 151 |
| ตารางที่ 4.6  | ความต้องการด้านจุดเน้นที่นวัตกรรมควรมี.....                           | 152 |
| ตารางที่ 4.7  | ความต้องการด้านข้อเสนอแนะอื่น ๆ .....                                 | 153 |
| ตารางที่ 4.8  | ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนแบบบูรณาการ .....     | 154 |
| ตารางที่ 4.9  | สรุปผลการสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนแบบบูรณาการ.....                  | 159 |
| ตารางที่ 4.10 | ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา.....         | 161 |
| ตารางที่ 4.11 | สรุปผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา .....                    | 166 |
| ตารางที่ 4.12 | สรุปผลความต้องการจำเป็น 3 ลำดับแรกในแต่ละหมวด .....                   | 170 |
| ตารางที่ 4.13 | ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : การ์ดคำถาม.....                            | 182 |
| ตารางที่ 4.14 | ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : การ์ดไอเดีย.....                           | 184 |
| ตารางที่ 4.15 | ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ.....                                      | 195 |
| ตารางที่ 4.16 | ผลการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ .....                           | 196 |
| ตารางที่ 4.17 | ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ .....                                       | 201 |
| ตารางที่ 4.18 | หลักเกณฑ์ประกันคุณภาพการฝึกอบรม .....                                 | 203 |
| ตารางที่ 4.19 | กระบวนการทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรม.....                                  | 205 |
| ตารางที่ 4.20 | ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม ..... | 209 |
| ตารางที่ 4.21 | ผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม .....                    | 209 |
| ตารางที่ 4.22 | ผลการประเมินตนเองหลังทดลองใช้นวัตกรรม .....                           | 211 |

ตารางที่ 4.23 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นแบบสอบวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา ..... 212

ตารางที่ 4.24 สถิติบรรยาย แบบสอบวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา..... 212

ตารางที่ 4.25 ค่าสหสัมพันธ์ แบบสอบวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา ..... 212

ตารางที่ 4.26 ค่าสถิติทดสอบ Paired samples test แบบสอบวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา ..... 212

ตารางที่ 4.27 SWOT Analysis ..... 214

ตารางที่ 4.28 รายละเอียดการปรับปรุงต้นแบบนวัตกรรม ..... 215

ตารางที่ 4.29 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : การ์ดคำถาม..... 221

ตารางที่ 4.30 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : การ์ดไอดี..... 224

ตารางที่ 4.31 ผลการประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม ..... 240



## สารบัญภาพ

|   | หน้า |
|---|------|
| ภาพที่ 2.1 บอร์ดเกมยุคเก่าและบอร์ดเกมสมัยใหม่.....  | 20   |
| ภาพที่ 2.2 Defining the game and its scope โดย Beltrami (2020b) แปลโดยผู้วิจัย .....  | 27   |
| ภาพที่ 2.3 The fundamentals of Board game design โดย Beltrami (2020a) แปลโดยผู้วิจัย .....  | 27   |
| ภาพที่ 2.4 Conceptualization โดย Beltrami (2020a) แปลโดยผู้วิจัย .....  | 28   |
| ภาพที่ 2.5 กรอบแนวคิด STEAM ของ Yakman โดย วิสูตร โพธิ์เงิน (2017) .....  | 43   |
| ภาพที่ 3.1 วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling).....  | 107  |
| ภาพที่ 4.1 การดำเนินการภาพรวมของการวิจัยในระยะที่ 1 .....   | 128  |
| ภาพที่ 4.2 ประโยชน์ของแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based learning).....  | 129  |
| ภาพที่ 4.3 ประโยชน์ของบอร์ดเกม.....   | 130  |
| ภาพที่ 4.4 โมเดลแนวทางการผลักดันสะเต็มศึกษาในประเทศไทย .....  | 132  |
| ภาพที่ 4.5 Matrix analysis.....   | 133  |
| ภาพที่ 4.6 Image Scale: Product Positioning.....  | 135  |
| ภาพที่ 4.8 Educational board game design canvas.....  | 139  |
| ภาพที่ 4.9 การวางแผนการออกแบบบอร์ดเกมด้วย Educational board game design canvas .....  | 140  |
| ภาพที่ 4.10 สรุปผลข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม.....   | 144  |
| ภาพที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม หมวด ก.องค์ความรู้.....   | 147  |
| ภาพที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม หมวด ข.การนำไปปฏิบัติ.....  | 148  |
| ภาพที่ 4.13 การดำเนินการสรุปแนวทางการพัฒนานวัตกรรม .....  | 168  |
| ภาพที่ 4.14 โมเดลแนวทางการพัฒนานวัตกรรมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาให้กับ นิสิตฝึก<br>ประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา “CHILD Model”..... | 175  |

|  |     |
|--|-----|
| ภาพที่ 4.15 เป้าหมายการเรียนรู้ในการออกแบบนวัตกรรม (KPA).....                  | 175 |
| ภาพที่ 4.16 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : ส่วนประกอบของบอร์ดเกม .....             | 178 |
| ภาพที่ 4.17 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : กล่อง .....                             | 178 |
| ภาพที่ 4.18 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : บอร์ดหลัก .....                         | 179 |
| ภาพที่ 4.19 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : บอร์ดผู้เล่น .....                      | 179 |
| ภาพที่ 4.20 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : แผ่นประเด็นตัวชี้วัดตามระดับชั้น .....  | 180 |
| ภาพที่ 4.21 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : ตัวละคร.....                            | 180 |
| ภาพที่ 4.22 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : การ์ดคำถาม .....                        | 181 |
| ภาพที่ 4.23 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : การ์ดสนทนา .....                        | 183 |
| ภาพที่ 4.24 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : การ์ดไอเดีย.....                        | 184 |
| ภาพที่ 4.25 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : ลูกบาศ์กนับคะแนน.....                   | 185 |
| ภาพที่ 4.26 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : กระดิ่ง .....                           | 185 |
| ภาพที่ 4.27 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : Infographic.....                        | 186 |
| ภาพที่ 4.28 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : Template แผนการสอน 1 หน้า.....          | 187 |
| ภาพที่ 4.29 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : คู่มือการเล่น .....                     | 190 |
| ภาพที่ 4.30 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : อุปกรณ์เพิ่มเติม.....                   | 191 |
| ภาพที่ 4.31 กติกาของเกมต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 .....                          | 194 |
| ภาพที่ 4.32 กระบวนการอบรม.....   | 204 |
| ภาพที่ 4.33 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : ส่วนประกอบของบอร์ดเกม.....             | 216 |
| ภาพที่ 4.34 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : กล่อง .....                            | 217 |
| ภาพที่ 4.35 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : บอร์ดหลัก.....                         | 217 |
| ภาพที่ 4.36 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : บอร์ดผู้เล่น .....                     | 218 |
| ภาพที่ 4.37 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : แผ่นประเด็นตัวชี้วัดตามระดับชั้น ..... | 218 |
| ภาพที่ 4.38 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : ตัวละคร .....                          | 219 |

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| ภาพที่ 4.39 | ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : การ์ดคำถาม.....                             | 220 |
| ภาพที่ 4.40 | ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : การ์ดสนทนา.....                             | 222 |
| ภาพที่ 4.41 | ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : การ์ดไอเดีย.....                            | 223 |
| ภาพที่ 4.42 | 65 Theme ของการ์ดไอเดีย.....  | 223 |
| ภาพที่ 4.43 | ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : ลูกบาศก์นับคะแนน .....                      | 225 |
| ภาพที่ 4.44 | ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : กระดิ่ง .....                               | 225 |
| ภาพที่ 4.45 | ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : Infographic .....                           | 226 |
| ภาพที่ 4.46 | ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : Template แผนการสอน 1 หน้า.....              | 227 |
| ภาพที่ 4.47 | ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : คู่มือการเล่น.....                          | 231 |
| ภาพที่ 4.48 | ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : เว็บไซต์คลังไอเดียแผนการสอนสะเต็มศึกษา..... | 232 |
| ภาพที่ 4.49 | ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : เว็บไซต์แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม .....     | 232 |
| ภาพที่ 4.50 | ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : เว็บไซต์ Print and play .....               | 233 |
| ภาพที่ 4.51 | ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : เว็บไซต์ Infographic.....                   | 234 |
| ภาพที่ 4.52 | ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : เว็บไซต์ตัวอย่างแผนการสอนสะเต็มศึกษา .....  | 234 |
| ภาพที่ 4.53 | ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : เว็บไซต์ข้อมูลทั่วไป .....                  | 234 |
| ภาพที่ 4.54 | Motion Graphic.....   | 235 |
| ภาพที่ 4.55 | ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : อุปกรณ์เพิ่มเติม .....                      | 235 |
| ภาพที่ 4.56 | กติกาของเกมต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ .....                              | 239 |
| ภาพที่ 4.57 | สรุปผลแนวทางการพัฒนา ผลการพัฒนานวัตกรรม และผลการทดลองใช้ .....          | 242 |



## ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ (ภาษาไทย)

การพัฒนานวัตกรรมการสะเต็มศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา

## ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ (ภาษาอังกฤษ)

DEVELOPMENT OF STEAM EDUCATION INNOVATION

BASED ON GAME-BASED LEARNING FOR PRE-SERVICE PRIMARY SCHOOL TEACHERS

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสภณ บัญญานันต์

คำสำคัญ สะเต็มศึกษา, นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา, การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

## บทที่ 1 บทนำ

### แนวเหตุผล

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พัฒนาโดย Yakman (2008) มีรากฐานมาจากสะเต็มศึกษา (STEM education) เป็นการบูรณาการกรอบความรู้ใน 5 สาขาวิชา เข้าไว้ด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Arts) คณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยมีการเพิ่มเติมสาระศิลปะขึ้นเพื่อยกระดับสะเต็มศึกษาให้พัฒนาผู้เรียนได้อย่างเป็นองค์รวม ประยุกต์ใช้ได้จริงอย่างสร้างสรรค์ ปัจจุบันในประเทศไทยยังเป็นการเน้นการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM education) โดยยังไม่มีกล่าวถึง แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM education) อย่างเป็นทางการมากนัก ประกอบกับการที่กระทรวงศึกษาธิการ ได้มีนโยบายตามแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560 - 2579 ในการส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้เชิงบูรณาการองค์ความรู้แบบสหวิทยาการ ร่วมกับ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2017a) ได้กำหนดสมรรถนะในการปฏิบัติหน้าที่ของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา หนึ่งในสมรรถนะหลักที่สำคัญข้อหนึ่งคือ การทำงานเป็นทีม (Team work) แสดงให้เห็นว่าความต้องการในปัจจุบันคือ การที่ครูแต่ละกลุ่มสาระร่วมมือกันในการพัฒนาแผน ทำงานร่วมกันเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้สมบูรณ์ในทุก ๆ ด้าน จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากที่ระบบการพัฒนานิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเพื่อผลิตครูใหม่ ต้องสร้างให้นิสิตฯ มีทักษะ ความเชี่ยวชาญ พัฒนาความรู้ ความเข้าใจในแนวคิดสะเต็มศึกษาเพิ่มขึ้น เพื่อให้สามารถร่วมกันบูรณาการการเรียนรู้กระตุ้นให้ผู้เรียนมีทั้งทักษะการวิเคราะห์และทักษะความคิดสร้างสรรค์ในทั้ง 5 สาขาวิชา ปัจจุบันพบว่า รูปแบบการสอนในโรงเรียนไทยทั่วไปเป็นไปแบบแยกรายวิชา ยังไม่มีการบูรณาการข้ามรายวิชาเท่าที่ควร ครูต่างกลุ่มสาระยังไม่มีเครื่องมือในการบูรณาการคิดแนวทางการสอนร่วมกัน และครูในแต่ละกลุ่มสาระจะรู้เฉพาะตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ของรายวิชาที่ตัวเองสอน ทำให้อาจมองไม่เห็นภาพรวมในการนำสาระของแต่ละวิชาไปบูรณาการร่วมกัน การจะวางแผนจัดการเรียนการสอนร่วมกันตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นไปได้ยาก และเป็นความท้าทายที่จะผลักดันให้ครูในแต่ละกลุ่มสาระมาประชุมเพื่อร่วมมือกันสร้าง

แผนการเรียนรู้ ดังนั้นควรมีเครื่องมือเป็นสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด สะเต็มศึกษา และสื่อกลางในการที่แต่ละกลุ่มสาระจะสื่อสารและร่วมมือกัน สำหรับนิสิต ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา ที่จะเป็นครูรุ่นใหม่ผู้พัฒนาการจัดการศึกษาของ ประเทศให้เป็นไปแบบบูรณาการมากขึ้น โดยอาจนำแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน ซึ่งเป็น สื่อการเรียนรู้ที่ใช้เกมเพื่อวัตถุประสงค์ทางการศึกษา โดยออกแบบแทรกเนื้อหาสาระการเรียนรู้ไว้ใน เกมพร้อมกับการออกแบบการเล่นเกมที่สนุกสนาน สามารถสร้างความมีส่วนร่วม และการ ปฏิสัมพันธ์เรียนรู้ร่วมกัน โดยในการวิจัยในครั้งนี้นำแนวทางของการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานมา ร่วมกับการออกแบบนวัตกรรมเพื่อจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพขึ้น และนำแนวคิดบทบาทของครู ร่วมกับหลักการในการออกแบบตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน มาใช้ในการพัฒนา นวัตกรรม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และการร่วมมือกันพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ของ นิสิตฯ โดยในการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการออกแบบไปที่เกมประเภทบอร์ดเกม ซึ่งมีประโยชน์หลายด้าน ในการช่วยให้ผู้เล่นสื่อสารกันได้อย่างไม่มีกำแพง กระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วม และสามารถสอดแทรก สาระความรู้ พร้อมกับการทำให้ผู้เล่นมีทัศนคติที่ดีจากความสุขของตัวเกมได้

การวิจัยในครั้งนี้กำหนดแผนการวิจัยโดยเริ่มต้นมุ่งเน้นไปที่การพัฒนา นิสิตฝึกประสบการณ์ วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาครูรุ่นใหม่ให้มีทักษะในการบูรณาการ การเรียนรู้ เนื่องจากการศึกษาในระดับประถมศึกษาเป็นช่วงแรกของการศึกษาภาคบังคับ มุ่งเน้น ทักษะพื้นฐานด้านการอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ ทักษะการคิดพื้นฐาน การติดต่อสื่อสาร กระบวนการเรียนรู้ทางสังคม และพื้นฐานความเป็นมนุษย์ การพัฒนาคุณภาพชีวิตอย่างสมบูรณ์และ สมดุลทั้งในด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์สังคม และวัฒนธรรม โดยเน้นจัดการเรียนรู้แบบ บูรณาการ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2013) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่นิสิตที่จะเป็น ครูผู้สอนในระดับประถมศึกษาจะต้องสามารถสร้างรากฐานการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อให้ผู้เรียนมี ทักษะในการบูรณาการและประยุกต์ใช้ความรู้ต่อไป ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นการพัฒนา นวัตกรรมสะเต็มศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ครูระดับประถมศึกษา โดยศึกษา พัฒนาและออกแบบนวัตกรรมตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research & Development) โดยมุ่งเน้นการออกแบบไปที่เกมประเภทบอร์ดเกม นวัตกรรมที่สร้าง ขึ้นน่าจะมีประโยชน์ทั้งทางตรงในด้านการเป็นสื่อการเรียนรู้การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา และสื่อกลางในการที่แต่ละกลุ่มสาระจะสื่อสารและร่วมมือกัน และประโยชน์ในด้านอื่น ๆ สามารถใช้ ในการอบรมครู การเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีที่มีนิสิตต่างสาขาวิชากัน และจะสามารถช่วยให้ ครูที่ไม่ใช่ครูศิลปะ ใช้กระบวนการสะเต็มศึกษาได้

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

Hattie (2012) กล่าวว่า “การวางแผนสามารถทำได้หลายวิธี แต่การวางแผนที่ดีที่สุดเกิดขึ้นเมื่อครูร่วมมือกันในการพัฒนาแผน พัฒนาความเข้าใจร่วมกันว่าสิ่งใดที่ควรค่าแก่การสอน ช่วยกันเพื่อทำความเข้าใจเรื่องความเชื่อเกี่ยวกับความท้าทายและความก้าวหน้า และทำงานร่วมกันเพื่อประเมินผลกระทบของแผนที่วางไว้ต่อผลการเรียนรู้ของผู้เรียน”

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2017) ได้จัดทำ แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560 - 2579 เพื่อเป็นแผนแม่บทสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้เป็นกรอบแนวทางในการพัฒนาการศึกษา สารสำคัญตอนหนึ่งใน ยุทธศาสตร์ที่ 3 “การพัฒนาศักยภาพคนทุกช่วงวัย และการสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้” ระบุแนวทางการพัฒนาไว้ว่าให้ ส่งเสริม สนับสนุนให้คนทุกช่วงวัยมีทักษะความรู้ความสามารถ และ การพัฒนาคุณภาพชีวิตอย่างเหมาะสม เต็มตามศักยภาพในแต่ละช่วงวัย คือให้ส่งเสริมการจัดกระบวนการเรียนรู้เชิงบูรณาการเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในมิติคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม สังคมพหุวัฒนธรรม หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และความเป็นพลเมืองในศตวรรษที่ 21 และในยุทธศาสตร์ที่ 2 “การผลิตและพัฒนากำลังคน การวิจัย และนวัตกรรม” ระบุแนวทางการพัฒนาไว้ว่าให้ ผลิตและพัฒนากำลังคนให้มีสมรรถนะในสาขาที่ตรงตามความต้องการของตลาดงานและการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ต้อง ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้เชิงบูรณาการองค์ความรู้แบบสหวิทยาการ (อาทิ สะเต็มศึกษา ทวีศึกษา ทวิภาคี ทวิวุฒิ สหกิจศึกษา) เพื่อพัฒนากระบวนการคิด และการสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม แสดงให้เห็นว่าปัจจุบัน กระทรวงศึกษาธิการ มีนโยบายส่งเสริมการจัดกระบวนการเรียนรู้เชิงบูรณาการ ยุวธิดา คำปวน (2017) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการจะช่วยส่งเสริมการพัฒนาการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่สำหรับการบูรณาการนี้เป็นวิธีการที่มีมานานแล้วแต่ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากต้องอาศัยความร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่าย ไม่ว่าจะเป็น ผู้สอน ผู้ปกครอง ผู้บริหารสถานศึกษาหรือชุมชน สิริพัชร เจษฎาวิโรจน์ (2016) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการบูรณาการไว้ว่า เป็นแนวทางที่ช่วยให้ครูได้ทำงานร่วมกัน หรือประสานงานร่วมกัน อย่างมีความสุข ส่งเสริมและสนับสนุนให้ครูได้คิดวิธีการหรือนำเทคนิคใหม่ ๆ มาใช้ การบูรณาการจึงมีความสำคัญในการจัดการเรียนรู้ให้เป็นไปแบบองค์รวม เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้สมบูรณ์ในทุก ๆ ด้าน

แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM education) พัฒนาโดย Georgette Yakman มีรากฐานมาจากสะเต็มศึกษา (STEM education) เป็นการบูรณาการกรอบความรู้ใน 5 สาขาวิชา เข้าไว้ด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Arts) คณิตศาสตร์ (Mathematics) Yakman (2008) กล่าวถึง STEAM education สรุปได้ว่า กรอบการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ใน 5 รายวิชาเข้าด้วยกัน โดยการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบของสหสาขาวิชา จะนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ได้ทั้งความสนุกสนานและเนื้อหาสาระไปพร้อมกับการ

นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้จริงตามลักษณะของการเรียนรายบุคคล ปัจจุบันในประเทศไทยยังเป็นการเน้นการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM education) โดยยังไม่มีกล่าวถึง แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM education) อย่างเป็นทางการมากนัก พิษณุวัติ กิตติปัญญาภาม (2019) กล่าวว่า การศึกษาของไทยพูดถึง STEM education แต่การศึกษาของฟินแลนด์พูดถึง STEAM education มา 25 ปีแล้ว เพื่อตอบโจทย์ Industry 4.0 ซึ่งเป็นยุคที่เทคโนโลยีมาแทนที่คน นอกจากนั้น บัณฑิต ติพากรรม, ขนิษฐา จิรวิริยวงศ์, ศัทธิยา แจ็งเดชา, และ อีรดา เทพมณฑา (2016) ได้จัดทำรายงานการวิจัยเพื่อจัดทำข้อเสนอนโยบายการส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย จากการศึกษาพบว่า ประเทศเกาหลีได้มีการปรับสะเต็ม STEM กลายเป็น STEAM เพื่อให้ให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ และสามารถวิเคราะห์เชิงลึกได้รวมถึงให้นักเรียนสนใจการเรียนการสอนแบบสะเต็มมากขึ้น ผู้ทำการวิจัยได้ให้ข้อคิดเห็นไว้ว่า ปัญหาของสะเต็มศึกษาในประเทศไทยจึงไม่ใช่ปัญหาเชิงปริมาณแต่เป็นปัญหาในด้านคุณภาพ โดยเฉพาะคุณภาพครูจะเห็นได้ว่าทุกประเทศให้ความสำคัญกับระบบการผลิตครูใหม่ที่มีความรู้ทางด้านสะเต็มและการพัฒนาครูประจำการให้มีความเชี่ยวชาญเพิ่มมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าควรมีการพัฒนาให้ครูมีความรู้ และความเข้าใจในแนวคิดสะเต็มศึกษาเพิ่มขึ้น เพื่อให้สามารถร่วมกันบูรณาการการเรียนรู้กระตุ้นให้ผู้เรียนมีทั้งทักษะการวิเคราะห์และทักษะความคิดสร้างสรรค์ในทั้ง 5 สาขาวิชา สุภัก โอฬาพิริยกุล (2019) ผลงานหรือนวัตกรรมการเรียนรู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนสิ้นสุดการเรียนรู้ในวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ การใช้ศิลปะเพื่อสร้างสรรค์ได้เริ่มต้นขึ้น ดังนั้นบทบาทของครูศิลปะ จึงควรเป็นคนกลาง ในการพูดคุยรวบรวม และจัดระบบการประสานงานระหว่างครูกลุ่มสาระต่าง ๆ ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้สามารถใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาได้ตามกระบวนการอย่างสร้างสรรค์ Watson (2016) กล่าวว่า การที่ครูศิลปะจะมีส่วนร่วมและทำงานร่วมกับครูกลุ่มสาระ STEM นั้น ครูสอนศิลปะและการออกแบบควรมีบทบาทในการเป็นผู้นำด้านความคิดสร้างสรรค์ของทีม ในการเป็นทีมที่ทำงานร่วมกัน แนวทางที่สามารถช่วยได้ คือทีมสามารถเริ่มต้นด้วยปัญหา หรือ หัวข้อกลาง เพื่อเป็นแนวทางในการสืบเสาะ จากนั้นจึงนำไปสู่การสร้างประสบการณ์เรียนรู้สำหรับผู้เรียน ในระบบการศึกษาปัจจุบันของประเทศไทยที่มีการนำระบบ STEM มาใช้แล้วในเบื้องต้นนั้นการจะพัฒนาครูให้สามารถสร้างการเรียนรู้แบบ STEM+A ให้เป็นการ STEAM ที่สมบูรณ์ได้ต้องพัฒนาบุคลากรครูในอนาคตให้มีความเข้าใจในการจัดกระบวนการเรียนการสอนในสาขาวิชาต่าง ๆ รวมถึงสาขาศิลปะเพื่อบูรณาการการเรียนรู้ให้เกิดประโยชน์ และประสิทธิภาพสูงสุดกับผู้เรียน โดยไม่ใช่แค่การนำกระบวนการของศิลปะเข้าไปผสมผสานกับ STEM เนื่องจาก STEAM ไม่ใช่การนำศิลปะไปบูรณาการ แต่ในรูปแบบสะเต็มศึกษาทุกสาขาวิชามีความเท่าเทียมกัน (Watson, 2016)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2017a) ได้กำหนดสมรรถนะในการปฏิบัติหน้าที่ของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา หนึ่งในสมรรถนะหลักที่สำคัญข้อหนึ่งคือ การทำงาน

เป็นทีม (Team work) หมายถึง การให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือสนับสนุนเสริมแรงให้กำลังใจแก่เพื่อนร่วมงาน การปรับตัวเข้ากับผู้อื่น หรือทีมงาน แสดงบทบาทการเป็นผู้นำหรือผู้ตามได้อย่างเหมาะสมในการทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อสร้างและดำรงสัมพันธภาพของสมาชิก ตลอดจนเพื่อพัฒนาการจัดการศึกษาให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย ฉัตรชัย หวังมีจงมี และ งามอาจ นัยวัฒน์ (2017) ได้ทำการศึกษา สมรรถนะของครูไทยในศตวรรษที่ 21 ผลการศึกษาสรุปสมรรถนะของครูผู้สอนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในศตวรรษที่ 21 ไว้ 7 สมรรถนะ หนึ่งในสมรรถนะดังกล่าวคือ สมรรถนะด้านการทำงานเป็นทีมและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ผู้วิจัยระบุว่า ครูยุคใหม่ในศตวรรษที่ 21 จะมีความเก่งเฉพาะด้านที่ตนเรียนมา จึงต้องปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานหรือวิธีสอนให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด โดยใช้ความร่วมมือร่วมกันที่จะสอนและพัฒนาเด็กนักเรียน จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่ครูในแต่ละกลุ่มสาระจะต้องมีการทำงานร่วมกันเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีทักษะการคิดที่ยืดหยุ่น ประยุกต์ใช้ทักษะบูรณาการข้ามศาสตร์ได้ในกาปฏิบัติจริง

การวิจัยในครั้งนี้กำหนดแผนการวิจัยโดยเริ่มต้นมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาหลักสูตร วิชาชีววิทยาระดับประถมศึกษา ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างมากที่ระบบการพัฒนาหลักสูตร วิชาชีววิทยาระดับประถมศึกษาเพื่อผลิตครูใหม่ ต้องสร้างให้บัณฑิตฯ มีทักษะ ความเชี่ยวชาญ พัฒนาความรู้ ความเข้าใจในแนวคิดสะเต็มศึกษาเพิ่มขึ้น เพื่อให้สามารถร่วมกันบูรณาการการเรียนรู้กระตุ้นให้ผู้เรียนมีทั้งทักษะการวิเคราะห์และทักษะความคิดสร้างสรรค์ในทั้ง 5 สาขาวิชา เนื่องจากการจัดการศึกษาในระดับประถมศึกษาเป็นช่วงแรกของการศึกษามากับคั้ง มุ่งเน้นทักษะพื้นฐานด้านการอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ ทักษะการคิดพื้นฐาน การติดต่อสื่อสาร กระบวนการเรียนรู้ทางสังคม และพื้นฐานความเป็นมนุษย์ การพัฒนาคุณภาพชีวิตอย่างสมบูรณ์และสมดุลทั้งในด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ สังคม และวัฒนธรรม โดยเน้นจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2015) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่บัณฑิตที่จะเป็นครูผู้สอนในระดับประถมศึกษาจะต้องสามารถสร้างรากฐานการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในการบูรณาการและประยุกต์ใช้ความรู้ต่อไป

Game Based Learning (GBL) หรือการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน คือ แนวทางที่เน้นการใช้สื่อการเรียนรู้ในรูปแบบเกมเพื่อวัตถุประสงค์ทางการศึกษา โดยออกแบบแทรกเนื้อหาสาระการเรียนรู้ไว้ในเกมพร้อมกับการออกแบบการเล่นเกมที่สนุกสนาน ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม และมีการปฏิสัมพันธ์เรียนรู้ร่วมกัน เกิดแรงจูงใจ เกิดทักษะเฉพาะจากการปฏิบัติ จะเป็นเกมดิจิทัลหรือไม่ก็ได้ วรรตต์ อินทสระ (2019) ได้กล่าวถึง การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน ว่าเป็นสิ่งที่กำลังเข้ามามีบทบาทกับแวดวงการศึกษาและการพัฒนามนุษย์เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจาก GBL สามารถสร้างความมีส่วนร่วม (Engage) กับผู้เรียนแต่ละคนได้ เน้นให้ทุกคนมีปฏิสัมพันธ์และเรียนรู้ร่วมกัน (Interactive learning process) สามารถนำเอาทั้งการมีส่วนร่วม และ การปฏิสัมพันธ์เรียนรู้ร่วมกัน มารวมไว้ด้วยกัน

เป็นสื่อเดียวกัน เครื่องมือเดียวกัน โดยในการวิจัยในครั้งนี้ นำแนวทางของการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานมา ร่วมกับการออกแบบนวัตกรรมเพื่อจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพขึ้น และนำแนวคิด บทบาทของครู ร่วมกับหลักการในการออกแบบตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน มาใช้ในการ พัฒนานวัตกรรม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และการร่วมมือกันพัฒนาแผนการจัดการ เรียนรู้ของนิสิตฯ โดยในการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการออกแบบไปที่เกมประเภทบอร์ดเกม เนื่องจาก วัตถุประสงค์ของเกมที่ต้องการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านการอบรม บอร์ดเกมสามารถนำไปเล่นได้ ในสถานที่อบรม สามารถส่งเสริมการร่วมมือกัน การสื่อสาร และการปฏิสัมพันธ์กันได้มากกว่าสอดคล้อง กับ El-Shamy (2001) ระบุว่ามากกว่าเกมการอบรมประเภทอื่น ๆ บอร์ดเกมมีศักยภาพที่จะสร้างให้ เกิดความสัมพันธ์กันในเชิงบวกมากที่สุด โดยบอร์ดเกมเป็นวิธีที่ยอดเยี่ยมในการฝึกและขัดเกลา ความรู้ด้านแนวคิดและหลักการของผู้เข้าร่วมการอบรม และสามารถใช้ได้ดีกับการนำไปฝึกการปฏิบัติ เนื้อหาที่ได้รับการอบรม

บอร์ดเกม หรือ เกมกระดาน (Board game) เป็นเกมที่ใช้กระดานเป็นพื้นที่เล่น มีชิ้นส่วน หรือตัวหมากสำหรับเล่น มีกฎกติกาครอบคลุมวิธีการเล่นเกม สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเล่นและ เรียนรู้ด้วยตัวเองได้ เป็นเครื่องมือที่สามารถเอื้ออำนวยให้เกิดทักษะการคิด ร่วมกับการลงมือทำและ การพัฒนาความรู้ สามารถผสมผสานเข้ากับหลักสูตรเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การวิเคราะห์ การใช้เหตุผล การวางแผน และการสื่อสารได้ Treher (2011) กล่าวถึง บอร์ดเกมไว้ว่า บอร์ดเกมเป็นเครื่องมือที่สามารถเอื้ออำนวยให้เกิดทักษะการคิด ร่วมกับการลงมือทำ (Hands-on and heads-on skill) และการพัฒนาความรู้ สำหรับคนทุกวัย ในทุกวิชา เกมที่ ออกแบบมาอย่างดีจะสามารถสร้างให้เกิดชั้นเรียนที่ผู้เรียนมีส่วนร่วม ไม่มีการคุกคามแต่มีการแข่งขัน ขณะเล่นเกม ผู้เรียนจะมุ่งเน้นความสนใจไปที่เนื้อหา การเสริมสร้างและประยุกต์ใช้การเรียนรู้ นอกจากนั้นบอร์ดเกมยังมีแนวโน้มเป็นที่นิยมในปัจจุบัน Sousa and Bernardo (2019) ได้สรุป การศึกษา แนวโน้มของตลาดบอร์ดเกม ไว้ดังนี้ ยอดขายบอร์ดเกมเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่ปี 2013 จากข้อมูลของ NPD GroupTracker ยอดขายบอร์ดเกมโต 9% ในปี 2014 และ 12% ในปี 2015 และการวิเคราะห์ตลาดของ Aritzon ในปี 2017-2023 ซึ่งให้เห็นว่ายอดขายมีอัตราการเติบโต มากกว่า 9% ต่อปี สูงถึง 12 พันล้านดอลลาร์ และ Technavio คาดการณ์ว่าตลาดบอร์ดเกมจะ เติบโตได้ถึง 17% ภายในปี 2023 และสำหรับในประเทศไทย ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา วงการบอร์ดเกม ไทยได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการเรียนการสอนและงานวิชาการอย่างต่อเนื่อง การประกวดและการ ฝึกอบรมการออกแบบบอร์ดเกมที่ใช้เพื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ มีจัดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ไม่ว่าจะเป็นเรื่อง พลังงาน สิ่งแวดล้อม เศรษฐศาสตร์ การประกันภัย ประวัติศาสตร์ มานุษยวิทยา ฯลฯ จนได้เกมที่ดี และมีคุณค่าสำหรับการเรียนรู้และการเรียนการสอนอย่างมาก จนกลายเป็นจุดที่โดดเด่นสำหรับ วงการบอร์ดเกมไทยที่แตกต่างจากวงการบอร์ดเกมในอาเซียน และยังสามารถต่อยอดคุณค่าและ

มูลค่าของบอร์ดเกมไทยได้อีกมาก (เดชรัตน์ สุขกำเนิด, 2023) บอร์ดเกมมีความน่าสนใจในการนำมาใช้ในการเป็นสื่อการเรียนรู้ มีประโยชน์หลายด้านในการช่วยให้ผู้เล่นสื่อสารกันได้อย่างไม่มีกำแพงกระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วม และสามารถสอดแทรกสาระความรู้ พร้อมกับการทำให้ผู้เล่นมีทัศนคติที่ดีจากความสนุกของตัวเกมได้

ปัจจุบันพบว่า รูปแบบการสอนในโรงเรียนไทยทั่วไป เป็นไปแบบแยกรายวิชา ยังไม่มีการบูรณาการข้ามรายวิชาเท่าที่ควร ครูต่างกลุ่มสาระยังไม่มีเครื่องมือในการบูรณาการคิดแนวทางการสอนร่วมกัน และครูในแต่ละกลุ่มสาระจะรู้เฉพาะตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ของรายวิชาที่ตัวเองสอน ทำให้อาจมองไม่เห็นภาพรวมในการนำสาระของแต่ละวิชาไปบูรณาการร่วมกัน การจะวางแผนจัดการเรียนการสอนร่วมกันตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นไปได้ยาก และเป็นความท้าทายที่จะผลักดันให้ครูในแต่ละกลุ่มสาระมาประชุมเพื่อร่วมมือกันสร้างแผนการเรียนรู้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องสร้างให้นิสิตครูมีทักษะการบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา ตั้งแต่เป็นนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ดังนั้นในการที่จะเสริมสร้างให้นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา มีทักษะในการร่วมมือกันตามแนวทางสะเต็มศึกษาควรมีเครื่องมือเพื่อเข้ามาช่วยสนับสนุน บอร์ดเกมเป็นสื่อที่สามารถเข้ามาเป็นเครื่องมือที่น่าจะช่วยให้ นิสิตฯ สามารถบูรณาการความรู้ร่วมกันได้ มีทัศนคติที่ดีจากความสนุกสนานของเกม ช่วยให้สื่อสารกันได้ง่ายขึ้นโดยเป็นส่วนหนึ่งของเกม นำประสบการณ์ของแต่ละคนมาแบ่งปันกันเพื่อร่วมกันพัฒนาการจัดการเรียนรู้ น่าจะสามารถช่วยลดกำแพงระหว่างการพัฒนา และ สามารถสอดแทรกความรู้เรื่องแนวคิดสะเต็มศึกษา และความรู้เกี่ยวกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ของรายวิชาต่าง ๆ ลงไปในเกมได้ให้นิสิตฯ มีความรู้พื้นฐานในการบูรณาการร่วมกัน นวัตกรรมที่สร้างขึ้นน่าจะมีประโยชน์ทั้งทางตรงในด้านการเป็นสื่อการเรียนรู้การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา และสื่อกลางในการที่แต่ละกลุ่มสาระจะสื่อสารและร่วมมือกัน และประโยชน์ในด้านอื่น ๆ สามารถใช้ในการอบรมครู การเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีที่มีนิสิตต่างสาขาวิชากัน และจะสามารถช่วยให้ครูที่ไม่ใช่ครูศิลปะ ใช้กระบวนการสะเต็มศึกษาได้

การวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นการพัฒนานวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา โดยศึกษา พัฒนา และ ออกแบบนวัตกรรมตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research & development) โดยมุ่งเน้นการออกแบบไปที่เกมประเภทบอร์ดเกม

## 1.2 คำถามวิจัย

- 1) นวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา ควรมีองค์ประกอบอะไรบ้าง

- 2) นวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนิติตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษาที่สร้างขึ้น มีผลการนำไปใช้เป็นอย่างไร ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับใด
- 3) นวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนิติตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษาที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพในระดับใด

### 1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบและวิเคราะห์แนวทาง ในการพัฒนาและออกแบบนวัตกรรม ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับเป็นเครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษา สำหรับนิติตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา
- 2) เพื่อพัฒนาต้นแบบนวัตกรรม ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับเป็นเครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนิติตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา
- 3) เพื่อศึกษาผลการนำนวัตกรรมไปใช้ ผลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง และประสิทธิภาพ ของนวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนิติตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา

### 1.4 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัย “การพัฒนา นวัตกรรมสะเต็มศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับ นิติตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา” เป็นการศึกษาเพื่อนำไปสู่การพัฒนาต้นแบบ นวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิติตฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ครูระดับประถมศึกษาเท่านั้น โดยมุ่งเน้นไปที่นิติตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษาเป็นการเริ่มต้น โดยมีความจำเป็นที่ระบบการพัฒนานิติตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเพื่อผลิตครูรุ่นใหม่ ต้องสร้างให้นิติตฯ มีทักษะ ความเชี่ยวชาญ พัฒนาความรู้ ความเข้าใจในแนวคิดสะเต็มศึกษา เนื่องจากการจัดการศึกษาในระดับประถมศึกษาต้องจัดให้ผู้เรียน มีทักษะพื้นฐาน โดยเน้นจัดการ เรียนรู้แบบบูรณาการ ดังนั้นการศึกษา และเก็บข้อมูลต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเน้นการเก็บ ข้อมูลทั้งในด้านเนื้อหา และกลุ่มตัวอย่างนิติต-ครู-ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปวิเคราะห์พัฒนาออกแบบ ต้นแบบเป็นสำคัญ

ผลการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า ในการพัฒนาครูควรมีการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการของครูเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนพัฒนากิจกรรมต่าง ๆ ให้มีความสอดคล้องกับ สภาพความเป็นจริง ดังนั้นการออกแบบต้นแบบนวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้



เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา จะใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research & development) โดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และความต้องการจากการสอบถามครูที่จัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ศิลปะ และสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ-ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา เพื่อนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรม ร่วมกับการศึกษาข้อมูลในการออกแบบผ่านการทำ Matrix analysis และ Design analysis ข้อมูลที่ได้นำมาสู่การออกแบบต้นแบบนวัตกรรมฯ สำหรับการวิจัยนี้เน้นการออกแบบ ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน โดยใช้เกมประเภทบอร์ดเกม เนื่องจากมีความเหมาะสมในการนำไปจัดการอบรมนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูมากกว่า สามารถสร้างการร่วมมือกัน และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันได้มีประสิทธิภาพดีกว่าเกมรูปแบบอื่น ๆ นำมาใช้ในการเป็นสื่อการเรียนรู้ มีประโยชน์หลายด้านในการช่วยให้ผู้เล่นสื่อสารกันได้อย่างไม่มีกำแพง กระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วม และสามารถสอดแทรกสาระความรู้ พร้อมกับการทำให้ผู้เล่นมีทัศนคติที่ดีจากความสุขของตัวเกมได้ โดยในส่วนในการออกแบบนวัตกรรมบอร์ดเกม ของการวิจัยในครั้งนี้ ถ้าหากมีนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูศิลปะร่วมในการเล่น เป็นคนกลาง ในการพูดคุย รวบรวม และจัดระบบการประสานงานระหว่างกัน ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ จะสามารถทำให้นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษาสามารถใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาได้ตามกระบวนการอย่างสร้างสรรค์ผ่านการเรียนรู้โดยใช้เกมอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า แต่ถ้าหากว่าไม่มีผู้เล่นที่เป็นนิสิตฯ ศิลปะ เกมสามารถดำเนินไปได้ โดยใช้กลไกของเกมเข้ามาช่วยในการให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับรายวิชาศิลปะ โดยอาจมีประสิทธิภาพลดลงบ้าง แต่ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการเรียนรู้กระบวนการสะเต็มศึกษา

การศึกษาข้อมูลในเชิงปริมาณ ในส่วนของแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการบูรณาการ จัดการเรียนการสอนร่วมกับครูต่างกลุ่มสาระ ผู้วิจัยกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ Yamane (1973) สุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากครู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ที่ปฏิบัติหน้าที่การสอนในโรงเรียนที่ตั้งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากหากมีการพัฒนาครูเพื่อนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในโรงเรียนครูกลุ่มดังกล่าวจะเป็นกลุ่มโรงเรียนที่นำร่องในการนำไปทดลองใช้ และจากนโยบายของแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 ได้สนับสนุนให้มีการจัดการเรียนการสอนรูปแบบบูรณาการในสถานศึกษาทั้งหมดไม่แตกต่างกัน ดังนั้นการสอบถามความคิดเห็นดังกล่าว ผู้วิจัยจึงศึกษากับครูในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่จัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ศิลปะ และสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ให้สอดคล้องกับหัวข้อการวิจัยแนวคิดสะเต็มศึกษา

เนื่องจากข้อจำกัดด้านระยะเวลาในการดำเนินการ ด้วยเหตุนี้ การตรวจสอบความเหมาะสมของต้นแบบฯ ที่พัฒนาขึ้น จะใช้การวิเคราะห์ และอภิปรายผลจากการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา 5 ครั้ง ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสมัครใจ (Volunteer sampling) โดยเลือกนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับศึกษารายวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา และนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูศิลปะระดับประถมศึกษา แบ่งเป็นครั้งที่ 1 Quick playtesting จำนวน 5 คน ครั้งที่ 2 Guided playtesting จำนวน 5 คน ครั้งที่ 3 Blind playtesting จำนวน 5 คน ครั้งที่ 4 ทดลองผ่านกระบวนการอบรม จำนวน 10 คน ครั้งที่ 5 ทดลองผ่านกระบวนการอบรม จำนวน 16 คน ร่วมกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเกม จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จำนวน 2 ท่าน การสังเกตพฤติกรรมของผู้ใช้ ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน การวิเคราะห์ผลแบบสอบถามวัดความรู้ และการประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม

### 1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

**สะเต็มศึกษา** หมายถึง แนวคิดที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การเรียนรู้ในสาขาวิชาต่าง ๆ ทำให้การเรียนรู้มีความเป็นองค์รวม เข้าด้วยกันได้แก่

- วิทยาศาสตร์ (Science)
- เทคโนโลยี (Technology)
- วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)
- ศิลปะ (Arts)
- คณิตศาสตร์ (Mathematics)

โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำ พัฒนาทักษะต่าง ๆ ส่งเสริมให้มีความสนใจใคร่รู้ เกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อหาวิธีการหรือกระบวนการใหม่ด้วยตนเอง เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะ กระบวนการคิด ตั้งคำถาม การค้นหาเหตุผล และเข้าใจคำตอบผ่านการเล่น หรือ ปฏิบัติกิจกรรม

**แนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน** หมายถึง แนวทางที่เน้นการใช้สื่อการเรียนรู้ในรูปแบบเกมเพื่อวัตถุประสงค์ทางการศึกษา โดยออกแบบแทรกเนื้อหาสาระการเรียนรู้ไว้ในเกมพร้อมกับการออกแบบการเล่นเกมที่สนุกสนาน ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม และมีการปฏิสัมพันธ์เรียนรู้ร่วมกัน เกิดแรงจูงใจ เกิดทักษะเฉพาะจากการปฏิบัติ โดยในการวิจัยในครั้งนี้ใช้เกมประเภทบอร์ดเกม

**บอร์ดเกม** หมายถึง เกมที่ใช้กระดานเป็นพื้นที่เล่น มีชิ้นส่วนหรือตัวหมากสำหรับเล่น มีกติกา สามารถส่งเสริมให้ผู้เล่นเรียนรู้ด้วยตัวเองได้ มีการโต้ตอบกับผู้เล่นผ่านกลไกต่าง ๆ ของเกม

**นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา** หมายถึง นิสิตระดับปริญญาตรีที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโรงเรียน โดยสอนในรายวิชาระดับประถมศึกษา

**นวัตกรรมสะเต็มศึกษา** หมายถึง นวัตกรรมสำหรับเรียนรู้และฝึกทักษะการวางแผนการสอนแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

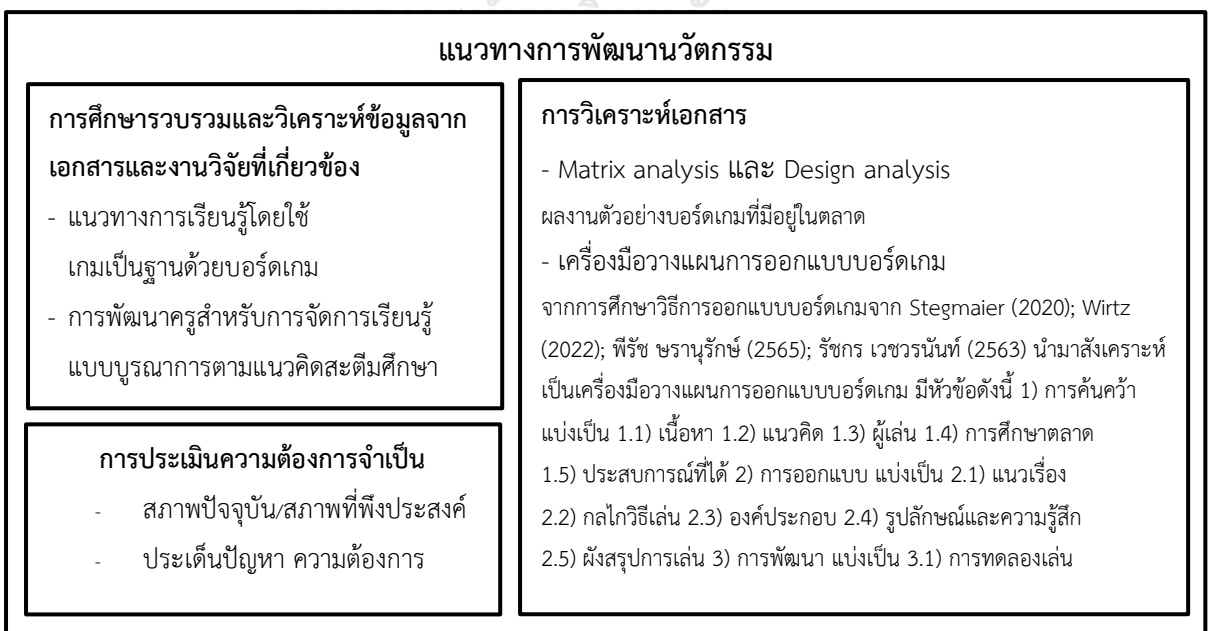
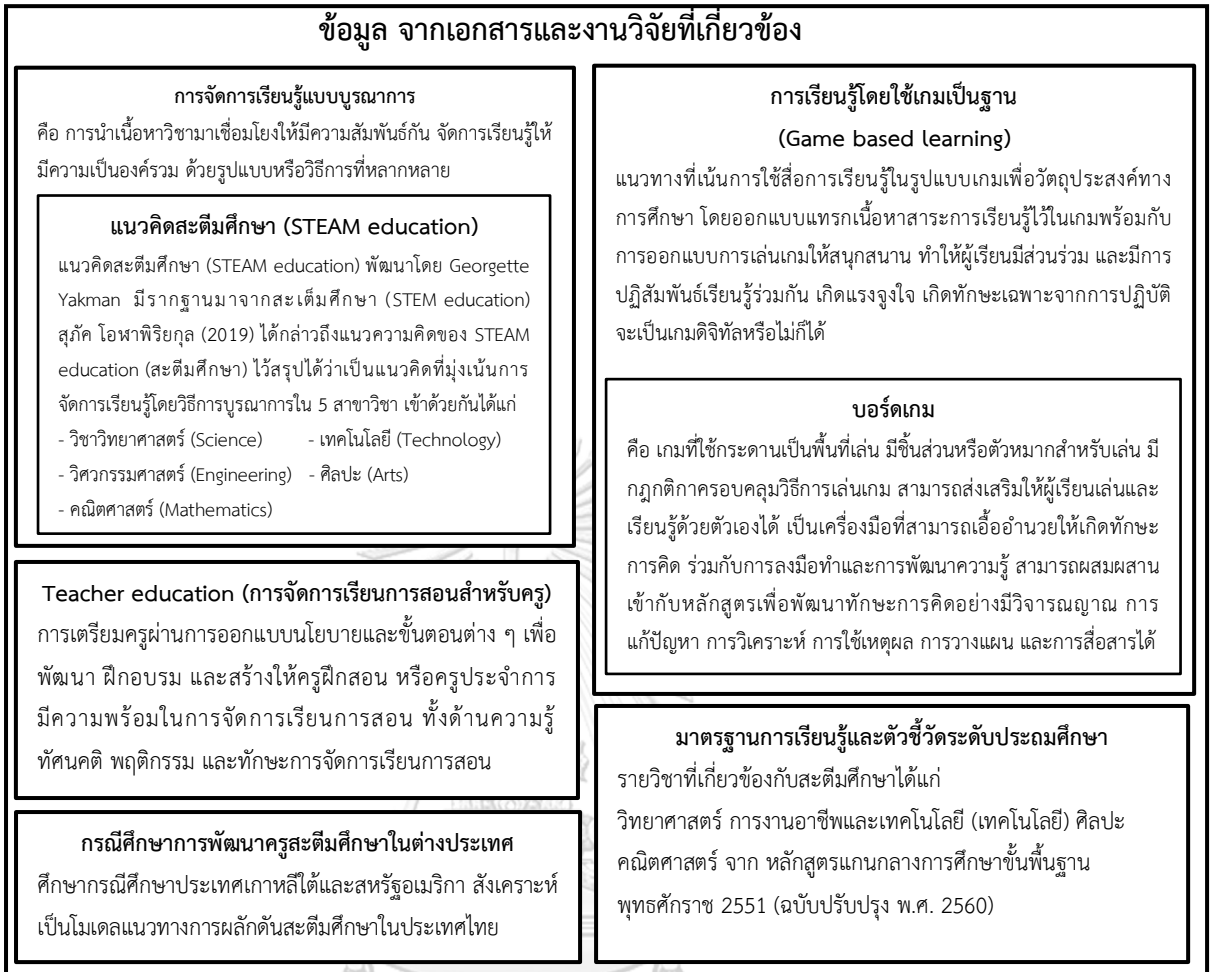
### 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลการวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ ประเด็นปัญหา และความต้องการที่มีต่อการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการบูรณาการจัดการเรียนการสอนร่วมกับครูต่างกลุ่มสาระจากการสอบถามและสัมภาษณ์ครู-ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปศึกษาองค์ประกอบและวิเคราะห์แนวทางในการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรม

2. ต้นแบบนวัตกรรมตามแนวการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับเป็นเครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษาในนวัตกรรม ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการอบรมนิสิต ครู หรือใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้กับนิสิตคณะครุศาสตร์ในระดับปริญญาตรีได้

3. ผลการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ช่วยส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา นิสิตฯ สามารถพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ได้ และมีความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรม

1.7 กรอบแนวคิดการวิจัย



↓

การพัฒนา นวัตกรรมสะเต็มศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา

## 1.8 แผนการดำเนินงานวิจัย

| ที่ | ปี<br>การทำงาน   | 2564          |               | 2565           |                 |               |               | 2566           |                 |               |               |
|-----|--|---------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|
|     |  | ก.ค.<br>-ก.ย. | ต.ค.<br>-ธ.ค. | ม.ค.<br>-มี.ค. | เม.ย.<br>-มิ.ย. | ก.ค.<br>-ก.ย. | ต.ค.<br>-ธ.ค. | ม.ค.<br>-มี.ค. | เม.ย.<br>-มิ.ย. | ก.ค.<br>-ก.ย. | ต.ค.<br>-ธ.ค. |
| 1   | คณะประกาศนุมติหัวข้อวิทยานิพนธ์  |               |               |                |                 |               |               |                |                 |               |               |
| 2   | ส่งเครื่องมือการวิจัยระยะที่ 1<br>ให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ                |               |               |                |                 |               |               |                |                 |               |               |
| 3   | แก้ไขเครื่องมือการวิจัยระยะที่ 1 ให้สมบูรณ์                              |               |               |                |                 |               |               |                |                 |               |               |
| 4   | ส่งเครื่องมือการวิจัยระยะที่ 1<br>ให้คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยพิจารณา   |               |               |                |                 |               |               |                |                 |               |               |
| 5   | ดำเนินการเก็บข้อมูลในระยะที่ 1   |               |               |                |                 |               |               |                |                 |               |               |
| 6   | ส่งเครื่องมือการวิจัยระยะที่ 2-3<br>ให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ              |               |               |                |                 |               |               |                |                 |               |               |
| 7   | แก้ไขเครื่องมือการวิจัยระยะที่ 2-3 ให้สมบูรณ์                            |               |               |                |                 |               |               |                |                 |               |               |
| 8   | ส่งเครื่องมือการวิจัยระยะที่ 2-3<br>ให้คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยพิจารณา |               |               |                |                 |               |               |                |                 |               |               |
| 9   | ออกแบบและสร้างต้นแบบนวัตกรรม   |               |               |                |                 |               |               |                |                 |               |               |
| 10  | เขียนและส่งตีพิมพ์บทความฉบับที่ 1<br>จากแนวทางการออกแบบนวัตกรรม          |               |               |                |                 |               |               |                |                 |               |               |
| 11  | เขียนและและส่งตีพิมพ์บทความฉบับที่ 2<br>จากผลวิจัยระยะที่ 1              |               |               |                |                 |               |               |                |                 |               |               |
| 12  | เขียนและและส่งตีพิมพ์บทความฉบับที่ 3<br>จากผลการทบทวนวรรณกรรม            |               |               |                |                 |               |               |                |                 |               |               |
| 13  | ดำเนินการเก็บข้อมูลในระยะที่ 2   |               |               |                |                 |               |               |                |                 |               |               |
| 14  | ดำเนินการเก็บข้อมูลในระยะที่ 3   |               |               |                |                 |               |               |                |                 |               |               |
| 15  | สรุปผลการวิจัยและเขียนรายงานการวิจัย                                     |               |               |                |                 |               |               |                |                 |               |               |
| 16  | สอบวิทยานิพนธ์   |               |               |                |                 |               |               |                |                 |               |               |
| 17  | ส่งวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์  |               |               |                |                 |               |               |                |                 |               |               |
| 18  | ขอสำเร็จการศึกษา   |               |               |                |                 |               |               |                |                 |               |               |
| 19  | เขียนและส่งตีพิมพ์บทความฉบับที่ 4 จากสรุป                                |               |               |                |                 |               |               |                |                 |               |               |

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานวิจัย

## บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง “การพัฒนานวัตกรรมสะเต็มศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา” มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบและวิเคราะห์แนวทาง ในการพัฒนาและออกแบบนวัตกรรมตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับเป็นเครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา 2) เพื่อพัฒนาต้นแบบนวัตกรรม ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับเป็นเครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา 3) เพื่อศึกษาผลการนำนวัตกรรมไปใช้ ผลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง และประสิทธิภาพ ของนวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาวิจัยได้แบ่งการศึกษาเป็น 2 ประเด็นหลัก 6 ประเด็นย่อย ดังนี้

- 1) แนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยบอร์ดเกม
  - การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game based learning)
  - บอร์ดเกม (Board game)
- 2) การพัฒนาครูสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
  - การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Integrated learning)
  - สะเต็มศึกษา (STEAM education)
  - มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดระดับประถมศึกษาในสาระที่เกี่ยวข้อง
  - การจัดการเรียนการสอนสำหรับครู (Teacher education)
  - กรณีศึกษาการพัฒนาครูสะเต็มศึกษาในต่างประเทศ

## 2.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1) แนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยบอร์ดเกม

#### - การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game based learning)

วรัศนี อินทสระ (2019) ได้กล่าวถึง Game Based Learning (GBL) สรุปได้ว่าเป็นสื่อการเรียนรู้อีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนมีความสุขสนุกสนานไปพร้อม ๆ กับการได้ความรู้ โดยสอดแทรกเนื้อหาทั้งหมดในการเรียนนั้น ๆ เอาไว้ในเกม ให้ผู้เรียนลงมือเล่นเกม GBL จึงเป็นสื่อที่กำลังเข้ามามีบทบาทกับแวดวงการศึกษาและการพัฒนามนุษย์เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจาก GBL สามารถสร้างความมีส่วนร่วม (Engage) กับผู้เรียนแต่ละคนได้ เน้นให้ทุกคนมีปฏิสัมพันธ์และเรียนรู้ร่วมกัน (Interactive learning process) สามารถนำเอาทั้งการมีส่วนร่วม และการปฏิสัมพันธ์เรียนรู้ร่วมกัน มารวมไว้ด้วยกัน เป็นสื่อเดียวกัน เครื่องมือเดียวกัน

ณัฐญา นาคะสันต์ และ ชวณัฐ นาคะสันต์ (2016) กล่าวถึง Game-based learning (GBL) หรือ การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน ว่าเป็นการนำจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจมาใช้เป็นฐานของเกมโดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับสื่อทางการศึกษาด้วยการเล่นและมีรูปแบบที่ไม่ตายตัว GBL ไม่ได้หมายถึงการสร้างเกมสำหรับผู้เรียนได้เล่น แต่เป็นการนำองค์ประกอบของเกมมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถเพิ่มแนวคิด แนะนำแนวทางและเป้าหมายสุดท้ายให้กับผู้เรียน

Plass, Homer, and Kinzer (2015) กล่าวถึงความหมายของ Game based learning สรุปได้ว่า เป็นเกมประเภทหนึ่งที่มีผลการเรียนรู้กำหนดไว้ มักถูกเข้าใจว่าเป็นเกมดิจิทัล แต่บางทีก็ไม่ใช่ เช่นนั้นเสมอไป กระบวนการออกแบบเกมเพื่อการเรียนรู้ต้องสร้างความสมดุลระหว่างการกำหนดเนื้อหาให้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้และความสำคัญในการเล่น

Lavin-Mera, Moreno-Ger, & Fernandez-Manjon (2008 อ้างถึงใน Xiaoming & Qing, 2015) กล่าวว่า Game based learning เป็นแนวทางที่เน้นการใช้เกมเพื่อวัตถุประสงค์ทางการศึกษา

Fu et al. (2006 อ้างถึงใน Dimitra, Konstantinos, Christina, & Katerina, 2020) กล่าวว่า GBL โดยทั่วไปแล้วเป็นวิธีการสอน ที่ทำให้ครูมีโอกาสดึงดูดความสนใจของผู้เรียนภายใต้การใช้ส่วนต่าง ๆ ของเกมเพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้และดูดซึมทักษะเฉพาะจากสถานการณ์จริง

วรัทธ อิงทสระ (2019) ได้กล่าวว่าในการออกแบบ Game based learning (GBL) ให้มีประสิทธิภาพต้องคำนึงถึงเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) Practice การออกแบบ GBL นั้นจะต้องแฝงแบบฝึกหัดต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดลองทำ
- 2) Learning by doing จะต้องเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง การเรียนรู้ด้วยตัวเองจะทำให้เข้าใจได้ลึกซึ้งกว่า
- 3) Learning from mistakes ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากความผิดพลาด การเรียนรู้จากความผิดพลาดไม่ใช่เรื่องเสียหาย แต่จะช่วยให้ผู้เรียนจำได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย
- 4) Goal-oriented learning ต้องมีเป้าหมายที่ชัดเจนในเกม เพื่อให้ผู้เรียนพยายามที่จะทำให้บรรลุเป้าหมาย
- 5) Learning point ต้องแฝงไปด้วยข้อมูลหรือประเด็นหลัก ๆ ที่สำคัญต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่ผู้เรียนสมควรรู้ เพื่อผู้เรียนจะได้นำเอาความรู้นั้นไปใช้งานได้จริง

วรัทธ อิงทสระ (2019) ได้กล่าวถึง บทบาทของครูในการพัฒนาการเรียนรู้แบบ Game based learning (GBL) ไว้ดังนี้

- 1) Motivator ต้องรับบทบาทเป็นคนที่คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทดลองทำได้ฝึกฝน และชมเชยเมื่อผู้เรียนทำถูกต้อง เพื่อเป็นการสร้างขวัญและกำลังใจ
- 2) Content structurer ต้องเป็นผู้ควบคุมให้การเรียนนั้นได้เนื้อหาตามที่วางหัวข้อเอาไว้ และไปถึงจุด Learning point ตามที่ตั้งใจ
- 3) Debriefed ต้องเป็นผู้ให้ความรู้ สรุปประเด็นต่าง ๆ ที่สำคัญและถ่ายทอดให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจมากขึ้น
- 4) Facilitator ต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ สามารถแนะนำบอกกฎ กติกาต่าง ๆ และให้ข้อคิดต่าง ๆ ได้ เพื่อให้กระบวนการเรียนรู้ผ่านไปอย่างราบรื่น แต่จะต้องไม่บอกวิธีการเล่นทั้งหมด ต้องเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตัวเอง

ดังนั้น Game based learning (GBL) หรือการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน คือ แนวทางที่เน้นการใช้สื่อการเรียนรู้ในรูปแบบเกมเพื่อวัตถุประสงค์ทางการศึกษา โดยออกแบบแทรกเนื้อหาสาระการเรียนรู้ไว้ในเกมพร้อมกับการออกแบบการเล่นเกมที่สนุกสนาน ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม และมีการปฏิสัมพันธ์เรียนรู้ร่วมกัน เกิดแรงจูงใจ เกิดทักษะเฉพาะจากการปฏิบัติ จะเป็นเกมดิจิทัลหรือไม่ก็ได้ โดยในการวิจัยในครั้งนี้จะนำหลักการในการออกแบบ Game based learning (GBL) โดยในการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการออกแบบไปที่เกมประเภทบอร์ดเกม มาใช้ในการพัฒนานวัตกรรม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และการร่วมมือกันพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ของนิสิตฯ



จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างเกมคอมพิวเตอร์และบอร์ดเกมโดยทั่วไปในบริบทของการนำไปใช้ในการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (อาจมีเกมเฉพาะรูปแบบในแต่ละประเภทที่มีลักษณะแตกต่างกับลักษณะทั่วไป) ได้ดังนี้

| ลักษณะ                     | เกมดิจิทัล   | บอร์ดเกม  |
|----------------------------|--|---|
| ปฏิสัมพันธ์                | สามารถโต้ตอบกับผู้เล่นได้ผ่านโปรแกรมผ่านภาพและเสียง และสามารถเล่นกับผู้เล่นอื่นผ่านระบบอินเทอร์เน็ต                                      | ได้ประสบการณ์จากการสัมผัส ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเกมจริง และสร้างปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้เล่นผ่านการเล่นด้วยกันและสื่อสารกัน                        |
| กลไกการเล่น                | สามารถมีกลไกการเล่นที่ซับซ้อนจากการคำนวณของคอมพิวเตอร์   | มักมีกลไกไม่ซับซ้อนที่สามารถเข้าใจได้ง่ายและเล่นตามได้  |
| การโต้ตอบ                  | โต้ตอบได้ทันทีผ่านโปรแกรมอัตโนมัติตามการป้อนข้อมูลของผู้เล่น แต่โต้ตอบได้จำกัดตามโปรแกรมที่วางไว้  | การโต้ตอบผ่านการติดตามด้วยตนเองหรือการโต้ตอบจากผู้เล่นคนอื่น มีทางเลือกการโต้ตอบหลากหลายตามการตัดสินใจของผู้เล่น                                  |
| ความสามารถในการปรับเปลี่ยน | ปรับระดับความยากง่ายได้ตามความสามารถของผู้เล่น   | มีกฎและระดับความยากคงที่ แตกต่างกันตามผู้ที่เล่นด้วย และรูปแบบการเล่น   |
| รูปแบบการเรียนรู้          | มีสื่อหลายรูปแบบ เช่น ข้อความ รูปภาพ เสียง วีดีโอ และมีการช่วยสอนพร้อมกับระบบช่วยเหลือในเกมเพื่อให้ผู้เล่นเรียนรู้วิธีการเล่นได้เร็วขึ้น | ถ้าต้องการสื่อประเภท เสียงและวีดีโอ ต้องเชื่อมโยงไปสู่แหล่งข้อมูลภายนอกผ่าน QR code หรืออื่น ๆ โดยผู้เล่นต้องเรียนรู้กฎและกลไกของเกมก่อนเริ่มเล่น |
| การเข้าถึง                 | ต้องการอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต  | เล่นได้ทั่วไปและสามารถนำไปเล่นได้ง่ายในสถานที่ต่าง ๆ  |
| สภาพแวดล้อมการเรียนรู้     | เหมาะกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง และมีอิสระในการเรียนรู้   | ส่งเสริมการมีส่วนร่วมกับกลุ่มและการสื่อสาร  |

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างเกมคอมพิวเตอร์และบอร์ดเกมในบริบทของ GBL

โดยในการเลือกประเภทของเกมที่จะนำมาใช้ในการเรียนรู้ อาจเลือกจากวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมาย และทรัพยากรที่มี ดังนั้นเกมประเภทบอร์ดเกมจึงมีความเหมาะสมในการนำมาสร้างเป็นนวัตกรรมเพื่อจัดการเรียนรู้ในหัวข้อของผู้วิจัยที่ต้องการส่งเสริมการร่วมมือกันผ่าน การอบรม เนื่องจากบอร์ดเกมสามารถนำไปเล่นได้ ในสถานที่อบรม สามารถส่งเสริมการร่วมมือกัน การสื่อสาร และการปฏิสัมพันธ์กัน ได้มากกว่า สอดคล้องกับ El-Shamy (2001) ระบุว่ามากกว่าเกม การอบรมประเภทอื่น ๆ บอร์ดเกมมีศักยภาพที่จะสร้างให้เกิดความสัมพันธ์กันในเชิงบวกมากที่สุด โดยบอร์ดเกมเป็นวิธีที่ยอดเยี่ยมในการฝึกและขัดเกลาความรู้ด้านแนวคิดและหลักการของผู้เข้าร่วม การอบรม และสามารถใช้ได้ดีกับการนำไปฝึกการปฏิบัติเนื้อหาที่ได้รับการอบรม

#### - บอร์ดเกม (Board Game)

พจนานุกรม Cambridge academic content dictionary ได้บัญญัติไว้ว่า Board game คือ “Any of many games, for example chess, in which small pieces are moved around on a board with a pattern on it” หรือสามารถแปลความได้ว่า เกมใด ๆ ก็ตาม ตัวอย่างเช่น หมากรุก ที่ใช้ชิ้นส่วนหรือตัวหมากรุกเดินไปรอบกระดานที่มีลวดลาย

ธีรภาพ แซ่เซี่ย (2017) กล่าวถึง บอร์ดเกมไว้ว่า บอร์ดเกมส่งเสริมให้ผู้เล่นหรือผู้เรียน สามารถศึกษาและเล่นได้ด้วยตัวเองได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถือว่าเป็นจุดเด่นและเป็นเอกลักษณ์ของบอร์ดเกม วราภรณ์ ลิ้มเปรมวัฒนา และ กันตภณ ธรรมวัฒนา (2019) ได้นิยามศัพท์ เกมกระดาน ไว้ว่า เกมที่ต้องใช้ชิ้นส่วนหรือตัวหมากรุกวางไว้บนพื้นที่เล่น เคลื่อนที่หรือหยิบออกจากพื้นที่เล่น พื้นที่เล่นเปรียบได้กับ "กระดาน" ซึ่งจะมีผิวหน้าหรือรูปภาพเฉพาะสำหรับเกมนั้น ๆ

Treher (2011) กล่าวถึง บอร์ดเกมไว้ว่า บอร์ดเกมเป็นเครื่องมือที่สามารถเอื้ออำนวยให้เกิดทักษะการคิด ร่วมกับการลงมือทำ (Hands-on and heads-on skill) และการพัฒนาความรู้ สำหรับคนทุกวัย ในทุกวิชา เกมที่ออกแบบมาอย่างดีจะสามารถสร้างให้เกิดชั้นเรียนที่ผู้เรียนมีส่วนร่วม ไม่มีการคุกคามแต่มีการแข่งขัน ขณะเล่นเกม ผู้เรียนจะมุ่งเน้นความสนใจไปที่เนื้อหา การเสริมสร้างและประยุกต์ใช้การเรียนรู้

Apostolos, Dimitris, and Vasileios (2014) ให้ความหมาย บอร์ดเกม ไว้ว่าหมายถึง เกมที่มีการกระทำ (Action) บนกระดาน (ตาข่าย หรือ ตาราง) โดยทั่วไปมีเบี้ย กฎครอบคลุมถึงการเล่นเกมแบบต่าง ๆ เช่นวิธีการเดินเบี้ย การเปลี่ยนฝ่ายเล่น เมื่อไหร่ที่ถือว่าจบเกม

Tad (2018) ให้ความหมาย บอร์ดเกม ไว้ว่าเป็นเกมที่ผู้เล่นสองคนขึ้นไปผลัดกันวาง หรือเคลื่อนย้าย ตัวเดิน บนพื้นผิวหรือกระดานที่ทำเครื่องหมายไว้ล่วงหน้า ตามกฎกติกาที่ตั้งไว้

Hinebaugh (2009) กล่าวว่า ผลของการผสมผสานบอร์ดเกมเข้ากับหลักสูตรได้รับผลในทางบวก โดยผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การวิเคราะห์ การใช้

เหตุผล การวางแผน และการสื่อสาร การใช้บอร์ดเกมเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรโรงเรียนส่งผลให้คะแนนการทดสอบทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์สูงขึ้น รวมถึงเพิ่มประสิทธิภาพในการทดสอบมาตรฐานอื่น ๆ เช่น การประเมินความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของ Watson-Glaser การทดสอบทักษะทางปัญญา แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อของทอร์แรนซ์

สรุปได้ว่า บอร์ดเกม หรือ เกมกระดาน คือ เกมที่ใช้กระดานเป็นพื้นที่เล่น มีชิ้นส่วนหรือตัวหมากสำหรับเล่น มีกฎกติกาครอบคลุมวิธีการเล่นเกม สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเล่นและเรียนรู้ด้วยตัวเองได้ เป็นเครื่องมือที่สามารถเอื้ออำนวยให้เกิดทักษะการคิด ร่วมกับการลงมือทำและการพัฒนาความรู้ สามารถผสมผสานเข้ากับหลักสูตรเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การวิเคราะห์ การใช้เหตุผล การวางแผน และการสื่อสารได้

### บอร์ดเกมสมัยใหม่ (Modern Board Games)

สฤณี อาชวานันทกุล (2016) กล่าวถึงประวัติของ บอร์ดเกมสมัยใหม่ไว้ว่า ได้รับความนิยมแพร่หลายเป็นครั้งแรกราวปี 1995 เมื่อเกมชื่อ The Settlers of Catan โดย Klaus Teuber นักออกแบบเกมชาวเยอรมัน ทำยอดขายในยุโรปกับสหรัฐอเมริกาได้ถล่มทลาย จนกลายเป็นบอร์ดเกมสมัยใหม่ที่ขายดีที่สุดในโลก

TK Board Game Club (2017b) กล่าวถึง บอร์ดเกมสมัยใหม่ ไว้ว่า ทลายกรอบของบอร์ดเกมดั้งเดิม ด้วยการเพิ่มกติกาของการแลกเปลี่ยน ส่งผลให้ผู้เล่นจำเป็นต้องมีส่วนร่วมกับตัวเกมตลอดเวลา และยังมีองค์ประกอบถึงความสมดุลของโชคระหว่างผู้เล่น หรือการเลือกเอาเรื่องราวใดเรื่องราวหนึ่งมาเปิดเรื่อง แล้วปล่อยให้ผู้เล่นปะติดปะต่อเรื่องราวให้สมบูรณ์ ซึ่งเกมนี้จุดประกายให้คนสนใจเกมวางแผนแบบเยอรมันอย่างกว้างขวาง แถมยังเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยผลักดันให้บอร์ดเกมสมัยใหม่กลายเป็นอุตสาหกรรมที่มีผู้เล่นหลายสิบล้านคนทั่วโลก โดยได้แสดงตารางอธิบายถึงข้อแตกต่างของบอร์ดเกมยุคเก่ากับยุคใหม่ไว้ดังนี้

| เกมยุคเก่า (เช่นเกมงู เกมเศรษฐี)   | เกมยุคใหม่   |
|--|--|
| มีการกำจัดผู้เล่นก่อนเกมจบกรณีถ้าผู้เล่นคนหนึ่งเล่นเก่งมากทำคะแนนนำคนอื่น จนไม่มีใครตามทัน | ออกแบบให้ผู้เล่นมีวิธีได้คะแนนหลายวิธี หรือต้องรอลุ้น ผลคะแนนตอนจบ                         |
| อาศัยความบังเอิญหรือ “ดวง” เป็นองค์ประกอบสำคัญ ในการชนะเกม                                 | ใช้ทักษะการวางแผนและการคิดกลยุทธ์ เพื่อตัดสินใจแพ้ชนะ                                      |
| การออกแบบเดิม ๆ ไม่หลากหลาย  | มีการออกแบบชิ้นส่วนและกระดานมาอย่างสวยงาม โดยรูปแบบแตกต่างกันไปตามลักษณะการเล่นของแต่ละเกม |
| มีรูปแบบการเล่นที่เป็นเส้นตรง  | มีให้เลือกเล่นมากมายหลายรูปแบบ หลายประเภท  |

ตารางที่ 2.2 ข้อแตกต่างของบอร์ดเกมยุคเก่ากับยุคใหม่โดย TK Board Game Club (2017a)

## บอร์ดเกม หรือ เกมกระดาน (Board game)

### บอร์ดเกมยุคเก่า (Classic Board Games)



ที่มา : <https://www.toyrus.co.th/th-th/monopoly-game-classic-1193762.html>

### บอร์ดเกมสมัยใหม่ (Modern Board Games)



ที่มา : <https://www.kunc.org/science/2020-06-29/can-a-board-game-help-us-understand-the-pandemic-were-living-through>

ภาพที่ 2.1 บอร์ดเกมยุคเก่าและบอร์ดเกมสมัยใหม่

Brian and Christopher (2010) ได้กล่าวเกี่ยวกับบอร์ดเกมสมัยใหม่ไว้ว่า เกมกระดานสมัยใหม่ (Modern board games) มีหลายชื่อเรียก เพื่ออธิบายรูปแบบ (ไม่ใช่ที่ผลิต) บางครั้งถูกเรียกว่า ยูโรเกม (Eurogames/European-style board games) จากการยอมรับการออกแบบเกมในเยอรมนีที่เป็นจุดเริ่มต้นของกระแสบอร์ดเกมสมัยใหม่ นอกจากนี้ถูกเรียกอีกชื่อว่า ดีไซน์เนอร์เกม (Designer games) โดยบอร์ดเกมสมัยใหม่แตกต่างจากเกมรูปแบบเก่า โดยส่วนใหญ่จะระบุชื่อของนักออกแบบเกมไว้ที่ปกกล่อง ผู้เล่นจะติดตามนักออกแบบเกมที่อาจสร้างเกมร่วมกับผู้เผยแพร่ที่แตกต่างกัน เหมือน ๆ กับที่นักอ่านติดตามนักเขียน

Nicholson (2008) ได้กล่าวถึงความแตกต่างระหว่างบอร์ดเกมสมัยใหม่กับบอร์ดเกมคลาสสิกดั้งเดิมเช่นเกมเศรษฐีไว้ว่า จะต้องมียบางลักษณะที่แตกต่างสรุปได้ดังนี้

- จุดเน้นของเกมไม่อยู่ที่การกำจัดผู้เล่น แต่เป็นการให้เกมจบในบางจุดแล้ววัดประสิทธิภาพของผู้เล่นแต่ละคน ในบางเกมจะมีเป้าหมายที่ผู้เล่นมุ่งจะไปให้ถึง หรือบางเกมจะเป็นการเก็บสะสมคะแนนระหว่างการเล่น
- มีเวลาสูญเสียระหว่างเล่นน้อย หรืออธิบายได้ว่ามีช่วงเวลาผู้เล่นไม่ได้มีส่วนร่วมกับเกม และรอเฉย ๆ ให้ถึงตาของตัวเองน้อย บอร์ดเกมสมัยใหม่จะใช้เทคนิคที่ทำให้ผู้เล่นเกี่ยวข้องกับเกมอยู่ตลอด บางเกมใช้การซื้อขายหรือประมุขระหว่างผู้เล่น หรือในบางเกมแตกย่อยตาของผู้เล่นเป็นแอ็คชั่นเล็ก ๆ ที่บางทีให้ผู้เล่นทำพร้อม ๆ กันเพื่อให้ผู้เล่นมีส่วนร่วมกับเกมบ่อย ๆ

- มีการตัดสินใจภายในเกมที่น่าสนใจ บอร์ดเกมสมัยใหม่จะเปิดโอกาสให้ผู้เล่นตัดสินใจ ซึ่งนำมาสู่โอกาสที่ผู้เล่นจะได้ใช้กลยุทธ์ หรือยุทธวิธีที่หลากหลายในการเล่น ถ้ามีการใช้ลูกเต๋าจะใช้ในการให้ผู้เล่นสามารถตัดสินใจโดยอ้างอิงจากความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์ต่าง ๆ จะเกิดขึ้น การเสี่ยงโชคในเกมส่วนใหญ่ใช้วิธีการจั่วไพ่ที่ควบคุมตัวเลือกจากการสุ่มได้มากกว่าการใช้ลูกเต๋า ทำให้กลไก “ทอยแล้วเดิน (Roll-and-move)” ที่พบในเกมแบบดั้งเดิมมาหลายทศวรรษจะไม่ค่อยพบอีกต่อไปในบอร์ดเกมสมัยใหม่
- มีหลายเส้นทางสู่ชัยชนะ มีหลายวิธีที่จะบรรลุเป้าหมายเพื่อที่จะชนะเกม ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้จากเกมใช้ระบบการให้รางวัลในการตัดสินใจเล่นที่แตกต่างกัน ทำให้เกมสามารถเล่นซ้ำได้โดยผู้เล่นสามารถสำรวจทางเลือกที่แตกต่างกันได้ในแต่ละครั้งที่เล่น

Woods (2012) ได้อธิบายเกมกระดานรูปแบบหนึ่งที่เรียกว่า ยูโรเกม ไว้ว่า Eurogames หรือที่เรียกว่า German-style board games ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเกือบพร้อม ๆ กับความนิยมในวิดีโอเกม ยูโรเกมมีกฎง่าย ๆ ใช้เวลาเล่นสั้น ๆ เน้นกลยุทธ์มากกว่าโชคหรือความขัดแย้ง สำหรับบางคนเกมกระดานไม่ใช่เรื่องฟุ่มเฟือย สำหรับพวกเขาเกมกระดานเป็นงานอดิเรก แรงผลักดัน และความหลงใหล

Sousa and Bernardo (2019) ได้สรุปการศึกษา แนวโน้มของตลาดบอร์ดเกม ไว้ดังนี้ ยอดขายบอร์ดเกมเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่ปี 2013 จากข้อมูลของ NPD Group tracker ยอดขายบอร์ดเกมโต 9% ในปี 2014 และ 12% ในปี 2015 และการวิเคราะห์ตลาดของ Aritzon ในปี 2017-2023 ชี้ให้เห็นว่ายอดขายมีอัตราการเติบโตมากกว่า 9% ต่อปี สูงถึง 12 พันล้านดอลลาร์ และ Technavio คาดการณ์ว่าตลาดบอร์ดเกมจะเติบโตได้ถึง 17% ภายในปี 2023

Foley (2020) ได้เขียนบทความเรื่อง COVID-19 จะทำให้เกิดการฟื้นฟูการเล่นบอร์ดเกม (Tabletop game) โดยระบุว่าจากมาตรการปิดพื้นที่ (Lockdown) ในช่วงที่เกิดสถานการณ์แพร่ระบาดของ COVID-19 ทำให้เกิดความสนใจใหม่ในเกมที่ซับซ้อนต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และสมาธิเพิ่มขึ้น และแสดงให้เห็นว่าขณะที่ผู้คนติดอยู่ในบ้าน หลายคนต้องการที่จะใช้เวลาเล่นเกมที่ซับซ้อน เพื่อเป็นความบันเทิงรูปแบบหนึ่งในรูปแบบที่แตกต่างที่จะช่วยให้เกิดการโต้ตอบระหว่างผู้คนที่ปกติเราพบปะในชีวิตประจำวันเมื่อออกไปนอกบ้าน ทำให้เราได้ใช้จินตนาการ โดยไม่กระตุ้นให้เกิดความวิตกกังวล แต่ใช้จินตนาการเพื่อการเล่น

สรุปได้ว่า บอร์ดเกมสมัยใหม่ (Modern board games/Eurogames/Designer games) คือ บอร์ดเกมที่ใช้ทักษะการวางแผนและการคิดกลยุทธ์มากกว่าการใช้ดวง ไม่จำกัดผู้เล่นระหว่างเกม มีกลไกที่ทำให้ผู้เล่นมีส่วนร่วมกับเกมอยู่ตลอดเวลา เปิดโอกาสให้ผู้เล่นตัดสินใจวิธีการได้คะแนนที่หลากหลายเพื่อตัดสินแพ้ชนะ สามารถเล่นซ้ำได้บ่อยครั้ง มีการออกแบบชิ้นส่วนและกระดานมาอย่างสวยงามตามเรื่องราวของเกมที้ออกแบบขึ้น รวมถึงระบุชื่อของนักออกแบบเกมไว้ที่ปกกล่อง เป็นอุตสาหกรรมที่มีผู้เล่นจำนวนมาก และมีแนวโน้มการเติบโตของตลาด

### ประเภทของบอร์ดเกม

Silverman (2017) ได้แบ่งประเภทของบอร์ดเกมเอาไว้ 6 ประเภทสรุปได้ดังนี้

#### 1. เกมแบบครอบครัว หรือบอร์ดเกมแบบดั้งเดิม

(Family games and classic board games)

มีกติกาไม่ซับซ้อน มีเรื่องคะแนน และโชคเข้ามาเกี่ยวข้อง ไม่เน้นในเรื่องการวางแผน หรือการคิด ใช้เป็นกิจกรรมสร้างสัมพันธ์ในครอบครัวได้

#### 2. เกมแบบยุโรป (Euro-style games)

เป็นเกมที่มีแก่นเรื่อง (Theme) ที่ชัดเจน มีกลไกการชancenับเป็นคะแนน มีจำนวนตาการเล่นที่แน่นอน มักมีเรื่องของการบริหารทรัพยากรเข้ามาเกี่ยวข้อง มีการใช้โชคและโอกาสไม่มาก และทดแทนด้วยการวางแผนได้

#### 3. เกมสร้างชุดไพ่ (Deck-building games)

ใช้การ์ดในระหว่างเล่น โดยผู้เล่นสะสมและสร้างสำรับของตนเองจากไพ่กองกลาง ซึ่งมักมีไพ่กองกลาง 15-20 แบบ เมื่อเล่นในแต่ละเกมใช้ไพ่ 10 แบบ ทำให้สามารถเล่นซ้ำได้หลายครั้ง มักจบเกมด้วยการสุ่มแจกการ์ดพิเศษ หรือเมื่อเกิดเหตุการณ์เฉพาะ

#### 4. เกมวางแผนเชิงนามธรรม (Abstract strategy games)

เช่น เกมหมากรุก มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เล่น 2 คนแข่งขันกันวางแผนเอาชนะฝ่ายตรงข้าม

#### 5. เกมวางแผน (Strategy games)

มักมีกระบวนการที่ผู้เล่นจะต้องช่วยกันเล่น อาศัยทั้งความร่วมมือกันของผู้เล่น และการแข่งขันกัน ส่วนใหญ่เป็นเกมที่ใช้เวลาเล่นค่อนข้างนาน (บางเกมอาจใช้เวลา 6 ชั่วโมงหรือมากกว่า) มีกลไกให้ผู้เล่นแต่ละคนคิดวางแผนกลยุทธ์ เจรจาต่อรอง หรือหาแนวทางร่วมกัน

#### 6. เกมวางแผนที่ใช้ไพ่ (Card-based strategy games)

ใช้การ์ดเป็นองค์ประกอบหลักของเกม ใช้กลไกการสุ่มหยิบการ์ดเป็นหลัก อาจมีการใช้ตัวละคร และการสร้างเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อให้ได้รับความสามารถพิเศษหรือโบนัสในเกม เกมประเภทนี้มักมีการใช้โชคและการสุ่มเป็นแกนหลักของเกม เป้าหมายในการเล่นอาจใช้การนับคะแนน การสะสมการ์ด หรือการกำจัดผู้เล่นอื่นออกจากเกม

สฤณี อาชวานันทกุล (2016) ได้กล่าวอธิบายถึงประเภทของบอร์ดเกมไว้สรุปได้ว่า หากไม่นับเกมที่ถูกรวบรวมมาให้เด็กเล่นเฉพาะบอร์ดเกมสามารถแยกออกได้เป็น 3 ประเภทกว้าง ๆ ดังนี้

#### 1. เกมครอบครัว (Family Game)

มีกฎกติกาไม่ซับซ้อน อธิบายให้คนที่ไม่เคยเล่นเข้าใจได้ภายใน 5-10 นาที ถูกออกแบบมาให้เล่นได้ทั้งเด็กและผู้ใหญ่จึงมักจะมีสีสันสวยงาม เน้นให้ผู้เล่นต้องพูดคุย ถกเถียง หาโอกาสแก่งัดกัน ค่อนข้างมากระหว่างเล่น เนื้อเรื่องไม่เกี่ยวกับความรุนแรงหรือประเด็นหนัก ๆ สามารถเล่นได้จบภายใน 15-60 นาที

#### 2. เกมวางแผน (Strategy Game)

ใช้เวลาเล่น 60-120 นาที บางเกมอาจยาวถึง 180 นาที หรือยาวถึง 5-6 ชั่วโมงได้ โดยเกมวางแผนนับว่าเป็นเกมที่เก่าแก่ที่สุด แรกเริ่มถูกใช้เพื่อจำลองสถานการณ์สงครามก่อนรบจริง รายละเอียดบนกระดานจึงต้องสมจริง คลอบคลุมการตัดสินใจต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ของฝ่ายศัตรู ปัจจุบันการออกแบบเกมวางแผนแข่งกันที่ความเรียบง่ายของกติกา เทียบกับความท้าทาย ต้องขบคิดระหว่างเล่น และความซับซ้อนของผลลัพธ์การเล่น

#### 3. ปาร์ตี้เกม (Party Game)

ถูกออกแบบมาสำหรับเล่นเป็นหมู่คณะ ปกติหมายถึง 8-20 คน หรือมากกว่า ปาร์ตี้เกมที่สนุกคือเกมที่อธิบายให้ทุกคนเข้าใจได้ภายใน 5-10 นาที มีอุปกรณ์ไม่มาก อาจมีดวงเกี่ยวข้องกับเล็กน้อย แต่ส่วนใหญ่ต้องใช้นุขยสัมพันธ์และปฏิภาณไหวพริบ

Engelstein and Shalev (2019) ได้แบ่งประเภทของบอร์ดเกมตามโครงสร้างของเกม (Game Structure) เป็น 10 ประเภท ดังนี้

#### 1. เกมแข่งขัน (Competitive games)

มีผู้เล่นสองคนขึ้นไปและมีผู้ชนะเพียงคนเดียว

#### 2. เกมร่วมมือกัน (Cooperative games)

ผู้เล่นร่วมกันทำบางอย่างเพื่อบรรลุเงื่อนไขในการชนะหรือเงื่อนไขอื่น ๆ โดยผู้เล่นทั้งหมดจะชนะหรือแพ้เกมด้วยกัน

#### 3. เกมแบบทีม (Team-based games)

ผู้เล่นรวมทีมกันเพื่อเอาชนะทีมอื่น ๆ โดยมีโครงสร้างทีมได้หลายหลายแบบ เช่น แบ่งเท่ากัน 2v2, แบ่งหลายทีม 2v2v2, ผู้เล่น 1 คน vs ผู้เล่นทั้งหมด

#### 4. เกมเล่นคนเดียว (Solo games)

เป็นเกมหรือโหมดของเกมที่ถูกออกแบบมาเพื่อเล่นโดยผู้เล่นคนเดียว

#### 5. เกมกึ่งร่วมมือกัน (Semi-cooperative games)

เกมที่จบโดยไม่มีผู้ชนะเลยหรือทุกคนในกลุ่มชนะร่วมกัน แต่จะมีผู้เล่นหนึ่งคนที่ถูกยอมรับเป็นบุคคลที่ชนะเกมด้วย

#### 6. เกมแพ้หนึ่งคน (Single loser games)

เกมที่มีผู้เล่น 3 คนขึ้นไป ที่จบโดยการมีผู้แพ้หนึ่งคน

#### 7. เกมคนทรยศ (Traitor games)

อาจถูกมองว่าเป็นเกมแบบทีม หรือ เกมร่วมมือกัน ที่มีกลไกให้ผู้เล่นทรยศกันได้ ส่วนใหญ่คนทรยศจะชนะโดยการทำเงื่อนไขที่ทำให้ผู้เล่นคนอื่นแพ้เกม เกมคนทรยศมีความโดดเด่นที่จะเริ่มต้นเกมโดยการมีคนทรยศเป็นบทบาทหลัก

#### 8. เกมสถานการณ์/ภารกิจ/แคมเปญ (Scenario/Mission/Campaign games)

เป็นระบบเกมที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับแผนที่ที่หลากหลาย ทรัพยากรเริ่มต้นและจุดเริ่มต้น หรือกระทั่งเงื่อนไขการชนะและแพ้ที่แตกต่างกัน โดยเงื่อนไขที่ต่างกันเหล่านี้สามารถนำมาประกอบกันเป็นเรื่องเล่าที่กว้างขึ้นหรือประกอบเป็นแคมเปญได้ หรือจะไม่นำมาเกี่ยวข้องกันเลยก็ได้

#### 9. เกมแบบทำคะแนนและเริ่มใหม่ (Score-and-reset games)

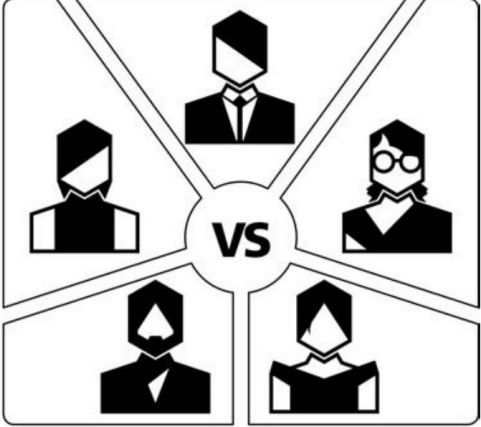
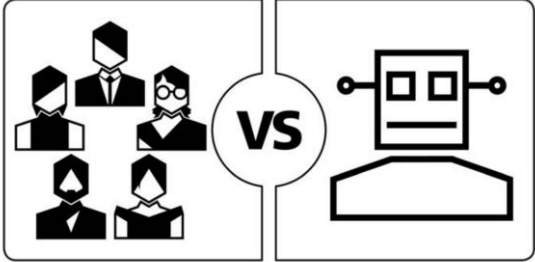
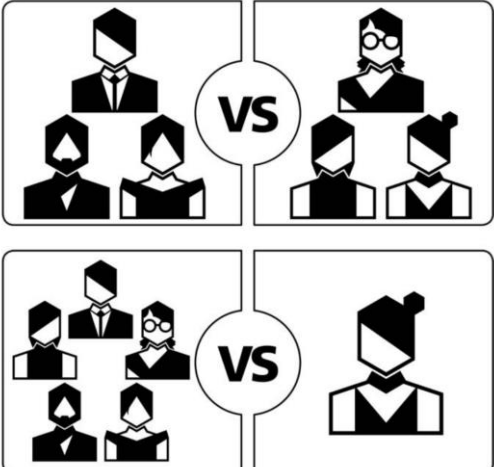
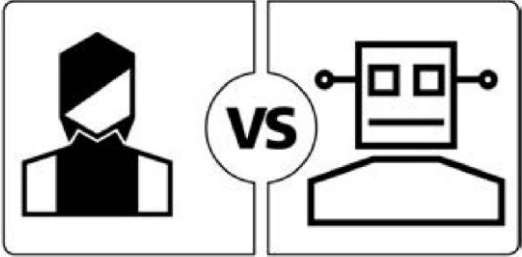
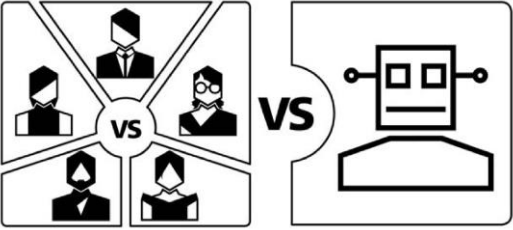

เป็นเกมที่ผู้เล่นเล่นไปจนกว่าจะบรรลุเงื่อนไขในการหยุดเล่น แล้วจึงบันทึกคะแนนที่ได้เริ่มใหม่ และเล่นอีกรอบหรือมากกว่านั้น เกมจะจบเมื่อครบตามรอบที่กำหนด และนำคะแนนมาคำนวณรวมกันเพื่อหาผู้ชนะ

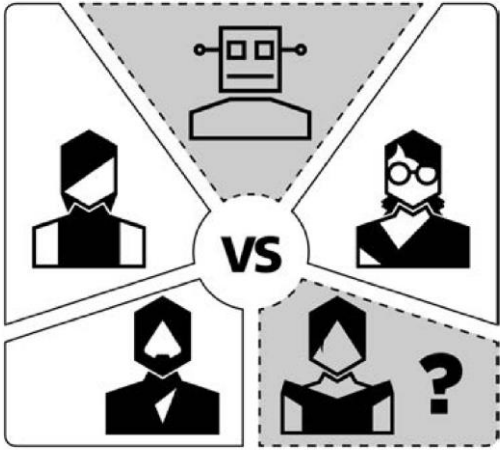
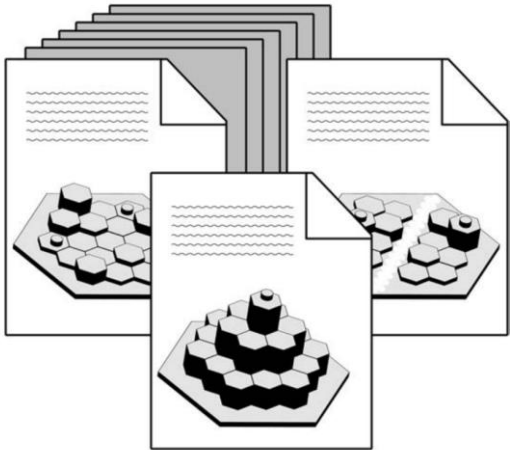
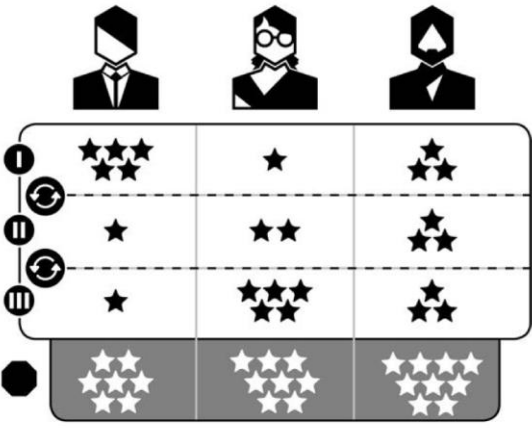
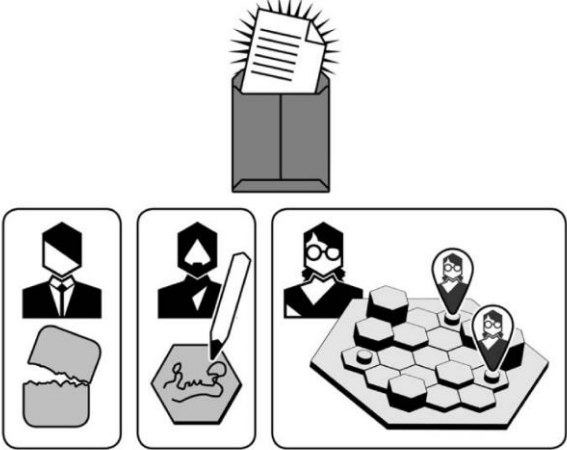
#### 10. เกมแบบตกทอด (Legacy games)

เป็นเกมที่เล่นหลายครั้ง โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงสถานะของเกมอย่างถาวรและไม่สามารถย้อนกลับได้สืบทอดตกทอดไปยังการเล่นครั้งต่อ ๆ ไป

โดย Engelstein and Shalev (2019) ได้จัดทำภาพประกอบเพื่ออธิบายบอร์ดเกมทั้ง 10 ประเภทไว้ดังนี้



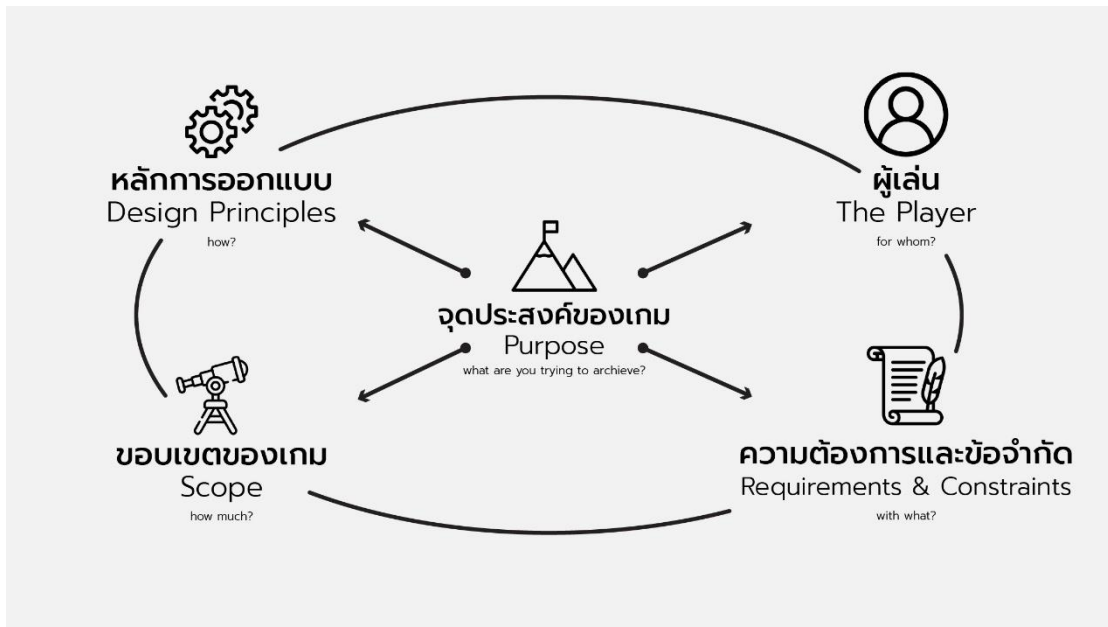
|   |  |
|---|--|
| 1. เกมแข่งขัน (Competitive games)   | 2. เกมร่วมมือกัน (Cooperative games)   |
|    |    |
| 3. เกมแบบทีม (Team-based games)   | 4. เกมเล่นคนเดียว (Solo games)   |
|   |  |
| 5. เกมกึ่งร่วมมือกัน (Semi-Cooperative games)                                       | 6. เกมแพ้หนึ่งคน (Single Loser games)  |
|  |  |

|   |  |
|---|--|
| <p>7. เกมคนทรยศ (Traitor games)</p>   | <p>8. เกมสถานการณ์/ภารกิจ/แคมเปญ<br/>(Scenario/Mission/Campaign games)</p>           |
|    |    |
| <p>9. เกมแบบทำคะแนนและเริ่มใหม่<br/>(Score-and-reset games)</p>                     | <p>10. เกมแบบตกทอด (Legacy games)</p>  |
|  |  |

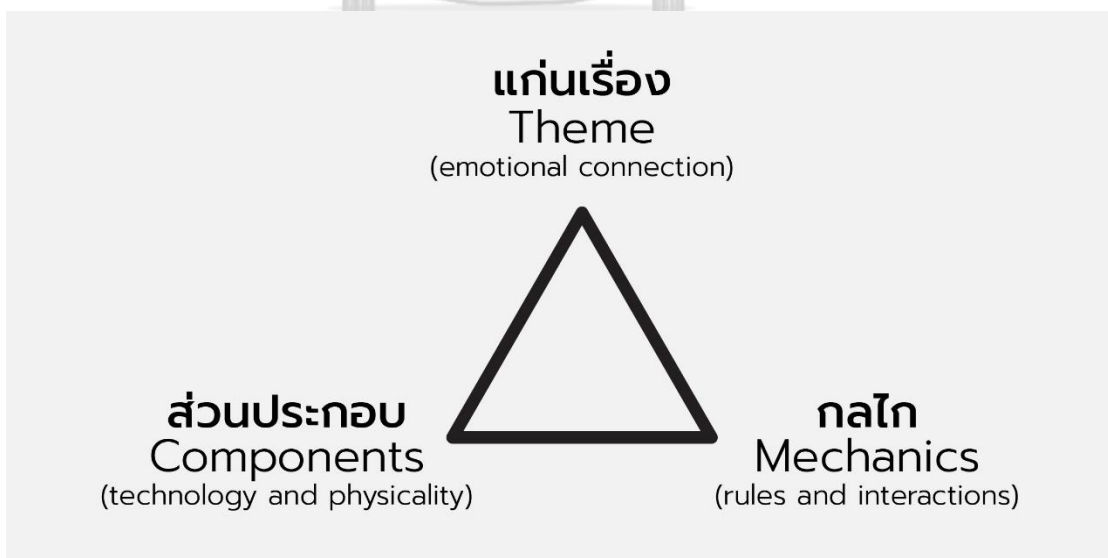
ตารางที่ 2.3 ประเภทของบอร์ดเกมตามโครงสร้างของเกม (Game Structure) 10 ประเภท  
โดย Engelstein and Shalev (2019)

### การออกแบบบอร์ดเกม

Beltrami (2020b) ในการเริ่มต้นออกแบบบอร์ดเกม ต้องเข้าใจก่อนว่า ต้องการทำอะไร รูปแบบใด เพื่อใคร อย่างไร ในขั้นตอนนี้ต้องกำหนด จุดประสงค์ของเกม (Purpose) ผู้เล่น (The player) หลักการออกแบบ (Design principles) ขอบเขตของเกม (Scope) ความต้องการ และ ข้อจำกัด (Requirement and constraints) เพื่อเป็นพื้นฐานที่จะกำหนดกรอบในการออกแบบ



ภาพที่ 2.2 Defining the game and its scope โดย Beltrami (2020b) แปลโดยผู้วิจัย



ภาพที่ 2.3 The fundamentals of Board game design โดย Beltrami (2020a) แปลโดยผู้วิจัย

Beltrami (2020a) กล่าวว่า พื้นฐานของการออกแบบเกมกระดาน จะต้องประกอบด้วย องค์ประกอบหลัก 3 ประการ ได้แก่

1. กลไก (Mechanics)

กฎและการปฏิสัมพันธ์ ระบบการทำงานเบื้องหลังการเล่นเกม

2. แก่นเรื่อง (Theme)

การเชื่อมต่อทางอารมณ์กับผู้เล่น วิธีการเข้าใจเกมส่วนใหญ่รับรู้ผ่านสุนทรียภาพและการเล่าเรื่อง

3. ส่วนประกอบ (Components)

กลไก และแก่นเรื่องแสดงผ่านทางส่วนประกอบทางกายภาพต่าง ๆ เช่น ตัวเกม การ์ด ลูกเต๋า กระดาน ทุกอย่างภายในกล่องเกม รวมถึงตัวกล่อง

การออกแบบเกมกระดาน เป็นการสร้างตัวเลือกที่น่าสนใจให้กับผู้เล่น ทางเลือก และการกระทำในเกมจะต้องมีเป้าหมาย การกระทำพื้นฐานที่พบบ่อย ๆ เช่น การจัดการทรัพยากร การวางตำแหน่ง การลดความเสี่ยง การเจรจา การจัดหา การควบคุม การต่อสู้ เป็นต้น

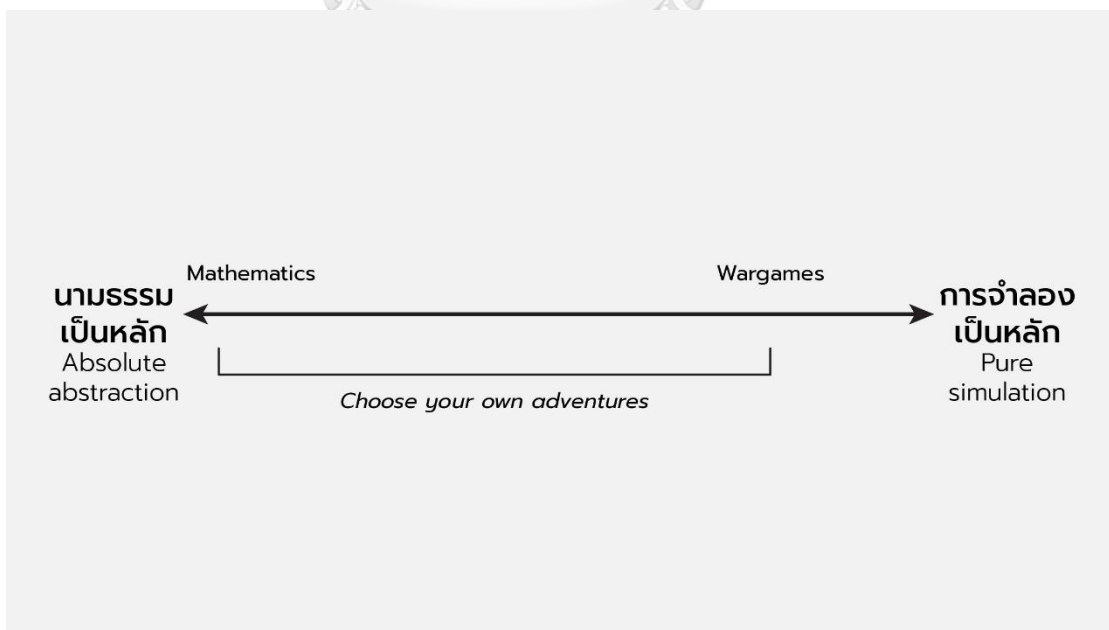
ในการกำหนดแนวคิด (Conceptualization) นักออกแบบต้องเลือกกำหนดว่าเป้าหมายของเกมคืออะไร แล้วกำหนดว่าแนวคิดของเกมจะเป็นรูปแบบใดมากกว่ากันในพื้นที่ระหว่าง

การจำลองเป็นหลัก (Pure simulation)

- ยิ่งเป็นการจำลองลักษณะของเกมซับซ้อนมากขึ้น

นามธรรมเป็นหลัก (Pure abstraction)

- ยิ่งเป็นนามธรรมลักษณะของเกมจะสัมพันธ์กับความเป็นจริงน้อยลง



ภาพที่ 2.4 Conceptualization โดย Beltrami (2020a) แปลโดยผู้วิจัย

Beltrami (2020c) ได้อธิบาย รูปแบบการนำเกมไปทดลองเล่น/ใช้จริง ซึ่งมีความจำเป็น และมีประโยชน์มากกับการพัฒนา มีความแตกต่างกันในแต่ละขั้นตอนของการพัฒนาเกม เช่น

Solo playtesting – ผู้ออกแบบทดลองเล่นเองคนเดียว มีประโยชน์และรวดเร็วในการ ตรวจสอบปัญหาที่เห็นได้ชัด เช่น ความชัดเจนของข้อความ การออกแบบอุปกรณ์ กลไกที่ส่งผลเสีย ต่อเกม

Quick playtesting – ผู้ออกแบบอาจทดลองกับกลุ่มเพื่อน หรือครอบครัวอย่างรวดเร็ว ๆ มี อิสระในการเปลี่ยนกฎระหว่างเล่น อาจหยุดและเริ่มใหม่ระหว่างเล่นได้เพื่อทดสอบเงื่อนไข หรือกลไก เฉพาะบางอย่าง

Guided playtesting - ขณะที่เกมยังอยู่ในขั้นออกแบบ เมื่อนำเกมไปทดลอง ผู้ออกแบบ ควรเป็นผู้นำเกม คอยอธิบายกฎ และตอบคำถามต่าง ๆ ที่ผู้เล่นมีระหว่างเล่น ถามความเข้าใจกติกา ของเกมกับผู้เล่น ปลอ่ยให้ผู้เล่นทดลองเล่นเอง และคอยสังเกตต่าง ๆ ตอบคำถามชี้แจงกฎกติกาของ เกมเมื่อจำเป็นเท่านั้น

Extreme playtesting – เมื่อระบบต่าง ๆ ของเกมเริ่มลงตัว การทดสอบจะเป็นไปเพื่อ สังเกตการณ์เล่นรูปแบบแปลก ๆ หรือการเล่นนอกกรอบ มองหาการโต้ตอบของผู้เล่นที่ไม่ได้คำนึงถึง ในการออกแบบที่อาจทำลาย หรือส่งผลเสียต่อระบบของเกม เช่น ผู้เล่นผูกขาดทรัพยากร หรือ ผู้เล่น ที่วิ่งหนีตลอด โดยข้อสังเกตต่าง ๆ ที่ได้จะสามารถนำไปปรับปรุงเกมเพื่อลด หรือกำจัดผลกระทบที่ เกิดจากวิธีการเล่นที่สังเกตพบ

Blind playtesting – โดยปกติทำการทดสอบในช่วงท้ายของกระบวนการพัฒนาเกม ให้ผู้เล่นอ่านกฎและทำความเข้าใจเอง ผู้ออกแบบสังเกตการเล่นเท่านั้น จุดสำคัญของการทดสอบอยู่ที่ แผ่นคำอธิบายวิธีการเล่น (Rulebook)

ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการออกแบบบอร์ดเกมจาก รัชกร เวชวรนนท์ (2020), พีรัช ษรานุรักษ์ (2565), Stegmaier (2020) และ Wirtz (2022) สรุปได้ว่าการออกแบบบอร์ดเกมมีขั้นตอนการ ออกแบบหลัก 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1. Research, ideate & define concept การค้นคว้าเนื้อหา ระดมความคิดเพื่อกำหนดแนวคิดและวัตถุประสงค์ 2. Design & prototyping การออกแบบ และ สร้างต้นแบบ 3. Testing & development การทดลองเล่นและพัฒนาให้สมบูรณ์ โดยสรุปเป็น ตารางได้ดังนี้

| ขั้นการออกแบบ   | ริชกร เวชวรนนท์ (2020)<br>[Boss lab board game]  | พีรัช ชรานุรักษ์ (2022)<br>[Wizards of Learning]                                       | Stegmaier (2020)<br>[Stonemaier Games]  | Bryan Wirtz (2022)<br>[Gamedesigning]  |
|---|--|--|---|--|
| Research, Ideate & Define Concept<br>ค้นคว้าเนื้อหา ระดมความคิด เพื่อกำหนด แนวคิดและ วัตถุประสงค์ | 1. กำหนดเนื้อหา (Content)<br>กำหนดขอบเขตของ เนื้อหาที่ต้องการใช้ ให้เกมเป็นตัวสอน  | 1. Concept<br>รวบรวมแนวคิดและ วัตถุประสงค์   | 1. Inspiration<br>ค้นหาแรงบันดาลใจจากการ เล่นบอร์ดเกมและ แหล่งข้อมูลที่หลากหลาย                           | 1. Brainstorm & Play Games<br>ระดมไอเดียรูปแบบเกม และ ลองเล่นเกมที่หลากหลาย                                |
|   |  | 2. Resource+Mechanics<br>รวบรวมทีมงาน และ พูดถึง Concept ของงาน จากนั้นก็คิด Mechanics | 2. Brainstorming<br>คิดไอเดียสำหรับ Theme และ Mechanism   | 2. Outline Your Ideas<br>ร่างภาพไอเดีย และ องค์ประกอบของเกม  |
| Design & Prototyping<br>ออกแบบ และ สร้างต้นแบบ  | 2. เลือกสถานการณ์ (Theme)<br>กำหนดรูปแบบ สถานการณ์ที่จะนำไปสู่ การเรียนรู้โดยใช้เกม  | 3. Prototype+test<br>ทำ Prototype มากกว่า 1 เกม จากนั้นทดสอบกับคนในทีม                 | 3. Market research<br>ศึกษาตลาดกลุ่มเป้าหมาย  | 3. Building Board Game Pieces & Expansions<br>สร้างขึ้นส่วน ตัวหมาก กระดาน และส่วนเสริม ต่าง ๆ ของบอร์ดเกม |
|   | 3. เลือกกลไก (Mechanic)<br>ตัวเกมจะต้องใช้ระบบ การเล่นในการขับเคลื่อน ตัวเกม กลไกที่นำมาใช้ ต้องมีความเหมาะสมกับ เนื้อหาและสถานการณ์   | 4. Present<br>นำเสนอ Prototype และนำ Feedback กลับแก้ไข                                | 4. First Prototype<br>สร้างต้นแบบแรก  |  |
| Testing & Development<br>ทดลองเล่น และพัฒนาให้ สมบูรณ์  | 4. ทดสอบ (Playtest)<br>หาผู้เล่นทดสอบหรือ สถานที่ทดสอบเกม เนื่องจากผู้พัฒนาเกม จะมีการสร้างระบบและ รูปแบบเกมด้วยตนเอง เป็นการมองเพียงมุมเดียว จึงต้องให้ผู้เล่นอื่นมาช่วย หาจุดบอดหรือที่เรียกว่า บั๊ก (Bug) | 5. Art+Test+Revised<br>ทำ Art ของเกม ปรับแก้ไข จาก Feedback ของลูกค้า และนำไป Test     | 5. Consider constraints<br>พิจารณาข้อจำกัด องค์ประกอบของเกม วิธีการผลิต และราคาที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย | 5. Test Your Board Game<br>นำเกมไปทดลองเล่น และปรับปรุง  |
|   | 5. พัฒนาตัวเกม (Development)<br>นำข้อมูลและข้อเสนอแนะ มาปรับให้เกม มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น  |  | 6. Test+Public<br>Test กลุ่มลูกค้าอีกครั้งจากนั้น ผลิตส่งงาน ให้กับลูกค้า                                 |  |
|   |  |  | 7. Local playtesting<br>ทดลองเกมกับ ผู้เล่นในกลุ่มเล็ก ๆ  |  |
|   |  |  | 8. Write rules<br>เขียนกติกาของเกม  |  |
|   |  |  | 9. Blind playtesting<br>ทดลองเกมกับผู้เล่น โดยส่งให้ผู้เล่นทดลอง เล่นด้วยตนเอง                            |  |
|   |  |  | 10. Decide it's finished<br>พัฒนาเกมให้สมบูรณ์  |  |

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบวิธีการออกแบบบอร์ดเกม

ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบอร์ดเกมแบ่งเป็นขั้นตอนการออกแบบ 3 ขั้น ดังนี้ 1) Research, ideate & define concept ค้นคว้าเนื้อหาสาระตามความคิดเพื่อกำหนดแนวคิดและวัตถุประสงค์ โดยแนวทางการออกแบบจาก Stegmaier (2020) และ Wirtz (2022) มีความสอดคล้องกัน โดยเริ่มจากการหาข้อมูลผ่านการระดมความคิด และการศึกษาเกมที่มีอยู่ในตลาด ซึ่งต่างจากรูปแบบของ พีรัช ษรานุรักษ์ (2565) และ รัชกร เวชวรนนท์ (2563) ซึ่งเริ่มจากการกำหนดแนวคิดและเนื้อหา ก่อน ในข้อที่ 2) Design & prototyping ออกแบบ และสร้างต้นแบบ รัชกร เวชวรนนท์ (2563) ได้ระบุขั้นตอนคือการเลือกสถานการณ์ และเลือกกลไก ก่อนนำมาสร้างเป็นต้นแบบ และในการสร้างต้นแบบ Wirtz (2022) ได้ระบุถึงการกำหนดชิ้นส่วน ตัวหมากและกระดานที่ใช้ในการเล่น ร่วมกับแนวทางของ พีรัช ษรานุรักษ์ (2565) ซึ่งต้องมีการออกแบบรูปลักษณะของเกมขึ้นด้วย ในข้อที่ 3) Testing & development ทดลองเล่นและพัฒนาให้สมบูรณ์ แนวทางการออกแบบของ Stegmaier (2020), Wirtz (2022), พีรัช ษรานุรักษ์ (2565) และ รัชกร เวชวรนนท์ (2563) ระบุว่าในขั้นสุดท้ายจะต้องมีการนำเกมไปทดลองเล่น โดย Stegmaier (2020) ได้ระบุขั้นตอนการทดลองเล่นไว้หลายขั้นด้วยกัน ดังนั้นในการออกแบบบอร์ดเกมผู้วิจัยจึงมองว่าควรมีการออกแบบผ่าน 3 ขั้นตอนหลักนี้ให้ครบถ้วน เพื่อให้บอร์ดเกมที่ออกแบบขึ้นมีความสมบูรณ์

#### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นัท กุลวานิช และ อัครินทร์ ไพบูลย์พานิช (2018) ทำการศึกษาเกี่ยวกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของการใช้เกมกระดาน “Sue-hirokari sukoroko” ในการสอนการแจกแจงแบบทวินาม ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อวิธีการสอนโดยใช้เกมกระดานเป็นสื่อการเรียนการสอนสูงกว่าวิธีการสอนโดยเน้นการบรรยายเป็นหลักในบางด้านของการประเมินความพึงพอใจที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ลดาวลัย แยมครวญ (2559) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ การออกแบบและพัฒนาเกมเพื่อการเรียนรู้สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผลคะแนนก่อนเรียน หลังเรียน และผลต่างคะแนนเฉลี่ยรวมของทุกบทเรียนรวมทุกทักษะของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้นในทุกด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริรัตน์ เกิดแก้ว, ชลทิตย์ เอี่ยมสำอางค์, กาญจนา บุญส่ง, และ ยุทธ ไกยวรรณ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนานวัตกรรม “เกมการประสมคำภาษาไทย” เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านออกเขียนได้ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านออกเขียนได้ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมและผลสัมฤทธิ์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

Eisenack (2013) ได้เขียนบทความวิจัยเรื่อง “A Climate Change Board Game for Interdisciplinary Communication and Education” โดยบทความดังกล่าวรายงานและสะท้อน

ให้เห็นการออกแบบและการใช้บอร์ดเกม “Keep cool” กับหัวข้อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เกมดังกล่าวครอบคลุมและรวบรวมแง่มุมทั้งด้านของชีวฟิสิกส์ เศรษฐกิจ และมุมมองด้านการเมืองของปัญหาเข้าด้วยกัน โดยจากการวิจัยพบว่าเกมดังกล่าวประสบความสำเร็จในการนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น เป็นเครื่องมือในการวิจัยแบบสหวิทยาการ เป็นเครื่องมือประชาสัมพันธ์สร้างความเข้าใจให้กับสาธารณชนในด้านวิทยาศาสตร์ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการเรียนการสอน ประสบการณ์ที่ได้จากการทดลองใช้เกมบ่งชี้ว่า เกมดังกล่าวสามารถใช้ในการจัดการสัมมนาเพื่อให้ผู้เรียนเห็นภาพรวมของปัญหาและทำให้เห็นภาพสื่อกลางที่จะสามารถสื่อสาร สะท้อนคิดมุมมองที่ลึกซึ้งของปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศได้

Bartolucci, Mattioli, and Batini (2019) ได้เขียนบทความวิจัยเรื่อง “Do Board Games Make People Smarter? Two Initial Exploratory Studies” โดยได้ทำการวิจัยเพื่อทดสอบศักยภาพทางการศึกษาในการใช้บอร์ดเกมประเภทไม่ใช้ดวงในการเล่น โดยได้แบ่งการศึกษาเป็น 2 รูปแบบ รูปแบบแรกศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ผู้ใหญ่ที่เชี่ยวชาญการเล่นบอร์ดเกม-ผู้ใหญ่ที่ไม่เล่นบอร์ดเกม (n=45) และรูปแบบที่สองเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างกลุ่ม เด็กที่ผ่านการฝึกเล่นเกม 26 ชั่วโมง เด็กที่ดำเนินกิจกรรมการศึกษาแบบดั้งเดิม (n=10) โดยใช้การศึกษาแบบไม่สุ่มตัวอย่าง กลุ่มควบคุม ทดสอบก่อนและหลังเรียน (Nonrandomized control group pretest-posttest) ผลการศึกษาได้เปรียบเทียบ ความฉลาดอันติดตัวมาแต่กำเนิด (Fluid intelligence) กระบวนการวิเคราะห์และแปลงความรู้ความเข้าใจ (Analytical and converging cognitive processes) และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) พบว่าในการใช้บอร์ดเกมประเภทไม่ใช้ดวงในการเล่น สามารถเป็นส่วนสำคัญในการกระตุ้นให้เกิดการรับรู้โดยเน้นไปที่ความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นจึงมีส่วนสำคัญในด้านการศึกษา

Brydges and Dembinski (2019) ได้เขียนบทความวิชาการเรื่อง “Catalyze! Lowering the Activation Barriers to Undergraduate Students’ Success in Chemistry: A Board Game for Teaching Assistants” โดยได้ใช้บอร์ดเกม Catalyze! เพื่อเน้นให้เห็นคุณค่าของ Game-based active learning ในขณะที่ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความคงทนและความสำเร็จในการเรียนวิชาเคมีของนักศึกษาในระดับปริญญาตรี ตลอดจนเทคนิคการสอน และสื่อที่ผู้ช่วยสอน (Teaching assistance) จะสามารถนำมาใช้เพื่อให้นักศึกษาตระหนักถึงศักยภาพทางวิชาการของตนเอง โดยเกมสามารถส่งผลเชิงบวกต่อประสบการณ์ทางวิชาการของนักศึกษาระดับปริญญาตรีในสาขาวิทยาศาสตร์เคมี และทำให้ผู้ช่วยสอนมีประสบการณ์ตรง ในการส่งเสริมการใช้การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในหลักสูตรเคมีระดับปริญญาตรี

Hunsucker (2016) ได้เขียนบทความวิชาการเรื่อง “Board Games as a Platform For Collaborative Learning” โดยอธิบายการใช้เกมกระดานเป็นแพลตฟอร์มในการเรียนรู้แบบร่วมมือ



โดยได้สังเกตและศึกษากระบวนการต่าง ๆ ที่ผู้เล่นใช้เพื่อร่วมมือกันเรียนรู้กฎกติกาของบอร์ดเกม โดยผู้วิจัยได้ให้ข้อคิดเห็นว่า นักวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผลของการร่วมมือกันเรียนรู้ สามารถใช้บอร์ดเกมเป็นเครื่องมือในการสังเกตการโต้ตอบของผู้เล่นในสภาพแวดล้อมที่มีการทำงานร่วมกัน เนื่องจากมีเกมกระดานหลากหลายประเภท นักวิจัยสามารถค้นหาเกมกระดานที่เหมาะสมกับความต้องการได้ทันที โดยไม่ต้องใช้เวลาและความพยายามในการสร้างเครื่องมือการทดลองการเรียนรู้แบบร่วมมือขึ้นมาเอง

Munkvold, Curda, and Sigurdardottir (2015) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ แหล่งข้อมูลบนเว็บ และเกมกระดานดิจิทัลสำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เกี่ยวกับนกล่าที่ใหญ่ที่สุด 4 ชนิดในประเทศนอร์เวย์ : The Predator Game โดยเกมดังกล่าวพัฒนาขึ้นโดย Nord-Trøndelag University College ร่วมกับ The Mid-Norway Predator Center และบริษัทผลิตเกม AbleMagic เกมที่พัฒนาขึ้นเป็น Multiplayer digital game โดยมีฐานการออกแบบจากเกมกระดานดั้งเดิม ผู้เล่นจะสวมบทบาทเป็น 1 ใน 4 นกล่า ได้แก่ หมี หม่าป่า ตัวลิงซ์ และวูล์ฟเวอร์ริน โดยมีเป้าหมายเพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งของการสอนเด็กในโรงเรียนสอนไวยากรณ์ เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการเยี่ยมชม Predator center โดยในบทความได้อธิบายถึงผลการใช้เกม โดยเน้นที่วิธีการ ว่าคุณสมบัติในเกมที่แตกต่างกันและบริษัทโดยรอบมีผลอย่างไรกับการเล่นเกม โดยมีตัวชี้วัดต่าง ๆ เช่น แรงจูงใจ ความร่วมมือ และความสามารถในการแข่งขัน แสดงให้เห็นว่าเกมดังกล่าวสามารถทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม เพิ่มการร่วมมือกันของผู้เรียนในการทำงานได้ โดยจากการทดลองพบว่าเกมสามารถดึงดูดให้ผู้เรียนสนใจได้เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อครั้ง เมื่อเล่นเป็นกลุ่มที่มีการร่วมมือกันสูงจะสามารถเพิ่มเวลาการใช้งานได้ โดยยังผู้เรียนมีส่วนร่วมได้นานเท่าไร ก็จะมีโอกาสที่ผู้เรียนจะได้รับความรู้ในเนื้อหาสาระเพิ่มขึ้นตาม โดยผลการศึกษาพบว่าเกมการศึกษาที่ออกแบบมาเพื่อเล่นเป็นกลุ่มมีโอกาสที่ดีกว่าในการรักษาความสนใจของนักเรียนให้นานขึ้น และเกมการศึกษาที่ออกแบบให้ มีการบรรจุเป้าหมาย ระดับการชนะ โดยไม่มีการแพ้อย่างแน่นอนอาจช่วยส่งเสริมปัจจัยการมีส่วนร่วมของนักเรียนและช่วยเพิ่มโอกาสในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา

ฐปนันท สุวรรณกนิษฐ์ (2017) ได้ทำการวิจัยสร้างสรรค์สื่อการเรียนรู้ผ่านเกม (Game based learning) โดยใช้เนื้อหา ภาพรวมของการเรียนหลักสูตรออกแบบสื่อสาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา และการประกอบอาชีพหลังจากผ่านการเรียนครบหลักสูตร โดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักศึกษาชั้นปีต้น และนักเรียนผู้มีความสนใจเข้าหลักสูตรฯ โดยมีกระบวนการออกแบบแบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ 1. ศึกษาหลักสูตรออกแบบสื่อสาร ทฤษฎีการเรียนรู้ผ่านเกม การออกแบบเกม กรณีศึกษาการออกแบบเกมการ์ด 2. วางแนวความคิดการออกแบบ 3. ออกแบบเกมการ์ด ทดลองและปรับปรุงเกม โดยผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า ในการใช้แนวทางการออกแบบกราฟิกในด้านสัญลักษณ์ และสี เพื่อช่วยให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจในการเล่น มีผลกระทบต่อการเรียนรู้เนื้อหา เนื่องจากผู้เล่นบางคนเล่นเกมโดยรับรู้เพียงสัญลักษณ์ และสี โดยไม่สนใจที่จะอ่าน

เนื้อหา หรือรับรู้สิ่งที่ต้องการจะให้เรียนรู้ การมีผู้สอนแนะนำให้ความรู้สอดแทรกเพิ่มเติมจะช่วยให้การเรียนรู้ได้ผลกว่าเพียงปล่อยให้ผู้เล่น เล่นและเรียนรู้เอง

อรรถเศรษฐ์ ปรีดาภรณ์ (2014) ได้ศึกษาการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษา เรื่อง วงสีธรรมชาติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง วงสีธรรมชาติ หลังเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมการศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน

ธีรภาพ แซ่เซี่ย (2017) ได้ศึกษาการใช้บอร์ดเกมประเภทวางแผนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่สังกัดสำนักงานเขตการศึกษาชั้นพื้นฐานจังหวัดปทุมธานี ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่ได้แตกต่างกันจากก่อนเล่น ดังนั้นการใช้เกมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงจำเป็นต้องใช้ร่วมกับกระบวนการอื่น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบอร์ดเกม พบว่างานวิจัยที่ใช้บอร์ดเกมในการพัฒนาทักษะต่าง ๆ มีผลสอดคล้องกันและสามารถพิสูจน์ได้ว่าสามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ ทักษะ ทักษะคิด และเจตคติของผู้เรียนได้ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้โดยเน้นไปที่ความคิดสร้างสรรค์ เป็นผลสืบเนื่องมาจากการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้รับประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรมจากการเล่น ช่วยให้การเรียนรู้มีความสนุกสนานมากกว่าแบบปกติ ดึงดูดให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม และสนใจได้มากกว่าสามารถสื่อสารผ่านเกมได้อย่างสร้างสรรค์ สร้างการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการร่วมมือกันเรียนรู้ เป็นเครื่องมือสื่อการสอนรูปแบบหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ในหลากหลายประเด็น ทำให้ผู้เล่นได้รับประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ เช่น การเห็นภาพรวมของปัญหา การสำรวจตนเอง เห็นภาพรวมของเนื้อหา การคิดต่อยอดจากการเล่น การเกิดความรู้สึกเข้าใจจากการสวมบทบาทเป็นตัวละครต่าง ๆ ในเกม โดยในการเพิ่มทักษะบางประเภทอาจต้องใช้เครื่องมืออื่นร่วมด้วยเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยเกมประเภทบอร์ดเกม มีความเหมาะสมในการนำไปจัดการอบรมนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูมากกว่าเกมรูปแบบอื่น ๆ โดยมีเหตุผลสนับสนุนดังนี้

- สามารถสร้างการร่วมมือกัน และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันได้ดีกว่าเกมรูปแบบอื่น ในการจัดการอบรมภาคปฏิบัติ เช่น การอบรมนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพ การจัดเวิร์คช็อป การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน
- ลดกำแพงการสื่อสารได้จากกลไกของเกม เช่น สามารถทำให้ทุกกลุ่มสาระมีความสำคัญเท่ากัน ไอเดียของนิสิตแต่ละคนมีความสำคัญเท่ากันไม่ใช่เฉพาะนิสิตที่พูดเก่งกว่า
- สามารถแทรกความรู้/เครื่องมือการเรียนรู้ลงในตัวเกมได้
- การศึกษาวิจัยมีผลสอดคล้องกันว่าสามารถเพิ่มความรู้ และทักษะด้านต่าง ๆ

- ความสนุกสนานจากการเล่นเกม สามารถลดความเครียด ทำให้เกิดการมีส่วนร่วม และ แรงจูงใจ ทำให้มีทัศนคติที่ดีในการเรียนรู้ ผ่านการร่วมมือและแข่งขันกัน ได้ปฏิบัติจริงทำให้การเรียนรู้มีความเป็นรูปธรรม
- มีแนวโน้มเป็นที่นิยมในปัจจุบัน หลายหน่วยงานภาครัฐผลิต และสนับสนุน ทั้งในและต่างประเทศ ในหลากหลายหัวข้อ



## 2) การพัฒนาครูสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

### - การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Integrated learning)

สำนักมาตรฐานและคุณภาพอุดมศึกษา (2014) ได้ให้ความหมาย การบูรณาการ (Integration) ไว้ว่าหมายถึง การผสมกลมกลืนของแผน กระบวนการ สารสนเทศ การจัดสรร ทรัพยากร การปฏิบัติการ ผลลัพธ์ และการวิเคราะห์ เพื่อสนับสนุนเป้าประสงค์ที่สำคัญของสถาบัน (Organization-wide goal) การบูรณาการที่มีประสิทธิผลเป็นมากกว่าความสอดคล้องไปในแนวทางเดียวกัน (Alignment) ซึ่งการดำเนินการของแต่ละองค์ประกอบภายใน ระบบการจัดการ ผลการดำเนินการมีความเชื่อมโยงกันเป็นหนึ่งเดียวอย่างสมบูรณ์

สิริพัทธ์ เจริญโรจน์ (2003) ได้ให้ความหมาย การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ว่าเป็นการเรียนรู้ในลักษณะองค์รวม โดยจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบหรือวิธีการที่หลากหลายเน้นการจัดการเรียนการสอนตามสภาพจริง ทั้งการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น การเรียนรู้จักธรรมชาติ การเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ และมีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการประเมินตามสภาพจริง

ทิตินา แชมมณี (2008) ได้ให้ความหมาย การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นการบูรณาการ หมายถึง การนำเอาเนื้อหาสาระที่มีความเกี่ยวข้องกันมาสัมพันธ์ให้เป็นเรื่องเดียวกัน และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในลักษณะที่เป็นองค์รวม และสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

Jamie, Maranda, Amanda, and David (2019) ได้ให้ความหมาย การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Integrated Learning) ไว้ว่าเป็น วิธีการสอนที่รวมวิชาต่าง ๆ โดยทั่วไป คือ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาศาสตร์ เป็นบทเรียนเดียว

Boss (2011) กล่าวถึง การศึกษาแบบบูรณาการ (Integrated studies) ไว้ว่าเกี่ยวข้องกับการนำวิชาที่ไม่เชื่อมโยงกัน มาเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน เพื่อให้นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจที่มีความหมาย และเข้าใจอย่างแท้จริงมากขึ้น

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ คือ การนำเนื้อหาวิชามาเชื่อมโยงให้มีความสัมพันธ์กัน จัดการเรียนรู้ให้มีความเป็นองค์รวม ด้วยรูปแบบหรือวิธีการที่หลากหลาย เน้นการจัดการเรียนการสอนตามสภาพจริง เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างมีความหมายและแท้จริง สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน ผลการดำเนินการมีความเชื่อมโยงกันเป็นหนึ่งเดียว

## รูปแบบการการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ถวัลย์ มาศจรัส และคณะ (2003 อ้างถึงใน ปัทมา ยืนยาว, 2006) อธิบายไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสามารถดำเนินการ ได้ 2 ลักษณะ คือ

### 1) การบูรณาการภายในกลุ่มสาระ

เป็นการบูรณาการในลักษณะของการเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ระหว่างเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้หรือรายวิชาเดียวกัน (แต่แยกสาระการเรียนรู้) ให้เชื่อมโยงสัมพันธ์เป็นหนึ่งเดียวกัน

### 2) การบูรณาการระหว่างกลุ่มสาระ

เป็นการบูรณาการเนื้อหา/จุดประสงค์/ความคิดรวบยอดของวิชาหนึ่งกับวิชาอื่น ๆ มุ่งให้เกิดการพัฒนาครบถ้วน (พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย จิตพิสัย) ซึ่งมีหลายรูปแบบ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2007) ได้แบ่ง การเรียนการสอนแบบบูรณาการระหว่างรายวิชาเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่

1. การสอนบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion) เป็นการสอนที่ผู้สอนรายวิชาหนึ่ง สอดแทรกเนื้อหาของ รายวิชาอื่นเข้าไปในรายวิชาของตนเอง

2. การสอนบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel instruction) เป็นการสอนที่มีผู้สอน ตั้งแต่สองคนขึ้นไป วางแผนการสอนร่วมกันแต่สอนต่างวิชากัน มีการกำหนดหัวเรื่องสอนร่วมกันแล้วนำสู่ความคิดรวบยอดร่วมกัน

3. การสอนบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Multidisciplinary instruction) เป็นการบูรณาการการสอน แบบคู่ขนานแต่มีการมอบหมายงานหรือโครงการร่วมกัน

4. การสอนบูรณาการแบบข้ามวิชา หรือการสอนเป็นคณะ (Transdisciplinary instruction)

เป็นการสอนที่ผู้สอนวิชาต่าง ๆ มาร่วมกันสอนเป็นคณะ มีการวางแผน การสอน กำหนดหัวเรื่องและความคิดรวบยอดการสอน ร่วมกัน แล้วร่วมกันสอน โดยมีผู้เรียนเป็นกลุ่มเดียวกัน

สำนักมาตรฐานและคุณภาพอุดมศึกษา (2014) ให้นิยามว่า พหุวิทยาการ (Multidisciplinary) หรือ สหวิทยาการ (Interdisciplinary) หมายถึง การใช้องค์ความรู้หลาย สาขาวิชา หลายศาสตร์หรือหลายอนุศาสตร์ มาผสมผสานใช้ในการวิเคราะห์ วิจัยและสังเคราะห์ขึ้นเป็นองค์ความรู้ใหม่และพัฒนาเป็นศาสตร์ใหม่ขึ้น และให้นิยามว่า หลักสูตรพหุวิทยาการ (Multidisciplinary) หมายถึง หลักสูตรที่นำเอาความรู้หลายศาสตร์หรือหลายอนุศาสตร์เข้ามาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์วิจัย จนกระทั่งผู้เรียนสามารถพัฒนาความรู้ องค์ความรู้เป็นศาสตร์ใหม่ขึ้นหรือเกิดอนุศาสตร์ใหม่ขึ้น และได้แนะนำตัวอย่างหลักสูตรที่เป็นพหุวิทยาการ เช่น วิศวกรรมชีวการแพทย์

(วิศวกรรมศาสตร์+แพทยศาสตร์) ภูมิศาสตร์สารสนเทศ (ภูมิศาสตร์+เทคโนโลยีสารสนเทศ)  
วิศวกรรมนาโน (วิศวกรรมศาสตร์+วิทยาศาสตร์-เคมี)

### ประโยชน์ของการบูรณาการ

สิริพัชร เจษฎาวิโรจน์ (2016) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการบูรณาการไว้ 10 ข้อ ดังนี้

1) เป็นการนำวิชาหรือศาสตร์ต่าง ๆ เชื่อมโยงกันภายในหัวข้อเดียวกัน ช่วยให้ผู้เรียน ได้รับความรู้ในลักษณะองค์รวม มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระ ทำให้ผู้เรียนระลึกถึง ข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว กระตุ้นผู้เรียนให้มีความรู้ที่ลึกและกว้าง ทำให้เป็นผู้ที่มีทักษะกว้างไกล ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาแต่ละวิชา และทำให้มีเวลาเรียนมากขึ้น

2) ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง โดยผสมผสานความรู้ คุณธรรม ค่านิยม คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และมีเจตคติที่ดี เป็นการเพิ่มศักยภาพของผู้เรียนได้อย่างเต็มที่ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตจริงอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

3) ส่งเสริมให้เกิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลายรูปแบบที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกัน และแก้ปัญหา และการประยุกต์ใช้ทักษะต่าง ๆ

4) ส่งเสริมการปกครองในระบอบประชาธิปไตย รู้จักเคารพสิทธิเสรีภาพของผู้อื่น โดยคำนึงถึงความคิดเห็นและผลประโยชน์ของส่วนร่วมเป็นหลัก

5) เป็นแนวทางที่ช่วยให้ครูได้ทำงานร่วมกัน หรือประสานงานร่วมกันอย่างมีความสุขส่งเสริม และสนับสนุนให้ครูได้คิดวิธีการหรือนำเทคนิคใหม่ ๆ มาใช้ อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหา การขาดครูสอนในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้

6) ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนที่ลึกซึ้ง และมีลักษณะใกล้เคียงกับชีวิตจริง ทำให้ ผู้เรียนเข้าใจสภาพและปัญหาสังคมได้ดีกว่า สามารถพิจารณาปัญหาและที่มาของปัญหาอย่างกว้าง ๆ ใช้ความรู้ อย่างหลากหลายมาสัมพันธ์ ส่งเสริมให้เกิดทักษะ และความสามารถในการแก้ปัญหาทั้ง ผู้เรียนและผู้สอน รวมทั้งส่งเสริมการค้นคว้าและวิจัย

7) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ความเข้าใจจากสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่รอบตัว ช่วยทำให้ การเรียนการสอนและการศึกษามีคุณค่ามากขึ้น สามารถช่วยเน้นการพัฒนาทักษะที่จำเป็น ให้เกิดความคิดรวบยอดที่กระจ่างขึ้น ถูกต้อง และสามารถปลูกฝังค่านิยมที่พึงประสงค์อีกด้วย

8) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ การยอมรับผู้อื่น การรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของหมู่คณะ และ เกิดการเรียนรู้จากการกระทำร่วมกัน

9) ช่วยส่งเสริมการพัฒนา ค่านิยม และบรรยากาศในชั้นเรียน เป็นการส่งเสริมให้ ผู้เรียนได้ พัฒนาวินัยในตนเอง ส่งเสริมความสามารถในการทำงาน และการควบคุมอารมณ์ของผู้เรียน

10) ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในด้านต่าง ๆ และเกิดความ สนุกสนาน เพราะได้เรียนรู้หลายด้าน

มินตรา กระเป่าทอง (2018) ได้สรุปเหตุผลที่ต้องจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการไว้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ ความสามารถ และ ทักษะต่าง ๆ ในเวลาเดียวกัน เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจในลักษณะองค์รวม

2. การจัดการเรียนรู้บูรณาการมีประโยชน์ในการลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา แบ่งเบาภาระของครู

3. การจัดการเรียนรู้บูรณาการต้องสอดคล้องกับวิถีการดำเนินชีวิตของนักเรียน เพราะการ เรียนรู้ในสิ่งที่ใกล้ตัว จะทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดี

4. การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ สามารถนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นใน ชีวิตประจำวันได้

ดังนั้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีประโยชน์อย่างมากในการช่วยให้ผู้เรียนได้ เรียนแบบเป็นองค์รวม มีการบูรณาการความรู้ข้ามศาสตร์ ได้ผสมผสานความรู้ผ่านประสบการณ์จริง และได้รับประสบการณ์จากกิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ สอดคล้องกับแนวโน้มของ การศึกษาในปัจจุบันที่ต้องการการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเพื่อพัฒนาทักษะที่ จะนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวันในโลกยุคศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะด้านการคิด การอยู่ร่วมกัน ทักษะการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น นอกจากนี้เป็นแนวทางที่ช่วยให้ครูได้ทำงาน ร่วมกัน หรือประสานงานร่วมกัน สนับสนุนให้ครูได้คิดวิธีการหรือนำเทคนิคใหม่ ๆ มาใช้ สามารถลด ความซ้ำซ้อนของเนื้อหา แบ่งเบาภาระของครู จึงจำเป็นอย่างมากที่ครูจะต้องมีองค์ความรู้ในการ จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กมลพร อ่วมเพ็ง และ ชญาพิมพ์ อุสาโห (2019) ได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาครูโรงเรียน ประถมศึกษาขนาดเล็ก กลุ่มจังหวัดภาคกลางปริมาณพลตามแนวคิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติ และการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ผลการศึกษาพบว่า สภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ในการพัฒนา ครูโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก กลุ่มจังหวัดภาคกลางปริมาณพล ตามแนวคิดการเรียนรู้จากการ ปฏิบัติ และการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากและมากที่สุดตามลำดับ (สภาพปัจจุบัน = 4.015, SD = 0.749 สภาพที่พึงประสงค์ = 4.602, SD = 0.5) แนวทางการพัฒนา ครูโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก ประกอบด้วย 5 แนวทางดังนี้ 1) พัฒนาครูเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ ทางวิชาการของผู้เรียนโดยเน้นผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ ด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์คิด วิจัยญาณ อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและแก้ปัญหาของผู้เรียน 2) พัฒนาครูเพื่อเสริมสร้าง ความสามารถของครูในกระบวนการเรียนรู้จากการปฏิบัติโดยเน้นการสะท้อนคิดเกี่ยวกับการยกระดับ คุณภาพผู้เรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการของผู้เรียน 3) พัฒนาครูเพื่อเสริมสร้างความสามารถของครู ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการโดยเน้นการจัดประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เรียนเกี่ยวกับการยกระดับ คุณภาพผู้เรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการของผู้เรียน 4) ปรับปรุงการประเมินผลการพัฒนาครูโดย เน้นการประเมินผล 3 ลักษณะ 5) ปรับปรุงการนำแผนพัฒนาครูไปปฏิบัติโดยเน้นการพัฒนาครู เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการในด้านการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มอย่าง หลากหลายร่วมมือรวมพลังเพื่อยกระดับคุณภาพผู้เรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ

กมลฉัตร กล่อมอิม (2017) ได้ศึกษา การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะสมศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 และ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะสมศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นันทกาญจน์ จันสุตะ (2013) ได้ทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาศักยภาพครูกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ โรงเรียนเวียงพิทยาคม สังกัดสำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 โดยผู้วิจัยใช้แนวทางการพัฒนา 2 แนวทางคือการอบรม เชิงปฏิบัติการและการนิเทศภายในส่วนในวงรอบที่ 2 ใช้การนิเทศภายในแบบให้คำชี้แนะ (Coaching) ผลการวิจัยพบว่า ด้านความรู้ความเข้าใจพบว่าการพัฒนาผู้ร่วมวิจัยทั้งหมด 6 คนมี ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการในระดับมากคิดเป็นร้อยละ 71.67 แต่ หลังจากรับการพัฒนาผู้ร่วมวิจัยทั้งหมด 6 คนมีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณา การเพิ่มมากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 95.00 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ



23.33 และมีร้อยละความก้าวหน้าเท่ากับ 82.46 ด้านการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ พบว่าหลังจากการอบรมเชิงปฏิบัติการและการนิเทศติดตามผลการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 1 โดยผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.30$ ) จึงนำไปพัฒนาต่อในวงรอบที่ 2 พบว่าผู้ร่วมวิจัยมีความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้นโดยผลการประเมินแผนการเรียนรู้ในภาพรวมทุกด้านค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 อยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยในวงรอบที่ 2 เพิ่มจากวงรอบที่ 1 ( $\bar{X} = 0.27$ ) โดยมีค่าร้อยละความก้าวหน้าเท่ากับ 38.58 และในด้านการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการพบว่าการสังเกตครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการโดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.54$ ) และจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในกิจกรรมการนิเทศภายในโดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.41$ )

จิรัชพรรณ ชาญช่วง (2020) ได้เขียนบทความวิชาการ เรื่อง การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง: การเรียนรู้สู่การปฏิบัติจริง โดยได้อธิบาย การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในลักษณะองค์รวม เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละวิชา และสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาเข้าด้วยกันอย่างมีความหมาย ก่อให้เกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ทำให้ผู้เรียนพัฒนาทางด้านการคิดเชื่อมโยง การคิดวิเคราะห์ จากการได้ลงมือปฏิบัติ มีความสนุกในการเรียน ส่งเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างผู้สอนในกลุ่มสาระต่าง ๆ ให้หันหน้าเข้าหากันเพื่อร่วมกันพัฒนาแผนการสอน

จตุพร อัครโสวรรณ, วัฒนา มัคคสมัน, ปรีชา เนาว์เย็นผล, และ สุมาลี กาญจนชาติรี (2013) ได้ศึกษา การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการโดยการจัดประสบการณ์ ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการประเมินผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และในการนำแผนพัฒนาครูไปปฏิบัติเพื่อพัฒนาครูให้สามารถจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการได้ อาจใช้การอบรมเชิงปฏิบัติการ และการนิเทศเข้ามาประกอบ หากมีเครื่องมือในการอบรมที่สามารถช่วยให้ครูเข้าใจกระบวนการของการจัดการเรียนรู้บูรณาการได้ น่าจะนำมาใช้ในการจัดการอบรมรูปแบบต่าง ๆ เพื่อพัฒนาศักยภาพในการบูรณาการของครู แต่ละกลุ่มสาระได้ ส่งเสริมให้ครูแต่ละกลุ่มสาระพัฒนาแผนการสอนแบบบูรณาการร่วมกัน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องสร้างให้นิสิตครูที่จะเป็นครูรุ่นใหม่ผู้พัฒนาการจัดการศึกษาของประเทศให้เป็นไปแบบบูรณาการมากขึ้น มีทักษะการบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา ตั้งแต่เป็นนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพ เพื่อให้สามารถร่วมกันบูรณาการการเรียนรู้กระตุ้นให้ผู้เรียนมีทั้งทักษะการวิเคราะห์และทักษะความคิดสร้างสรรค์ในทั้ง 5 สาขาวิชา ดังนั้นในการที่จะเสริมสร้างให้นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา มีทักษะในการร่วมมือกันตามแนวทางสะเต็มศึกษาควรมีเครื่องมือเพื่อเข้ามาช่วยสนับสนุน

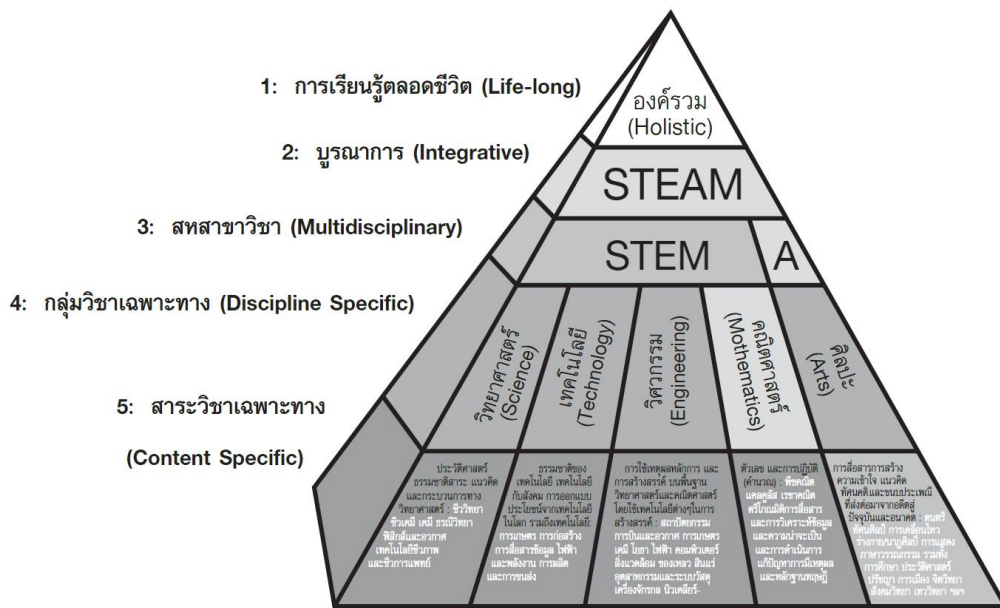


- สะเต็มศึกษา (STEAM education)

สุภัก โอฬาพิริยกุล (2019) ได้กล่าวถึงแนวความคิดของ STEAM education (สะเต็มศึกษา) ไว้สรุปได้ว่าเป็นแนวคิดที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการบูรณาการใน 5 สาขาวิชาเข้าด้วยกันได้แก่

- วิชาวิทยาศาสตร์ (Science)
- เทคโนโลยี (Technology)
- วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)
- ศิลปะ (Arts)
- คณิตศาสตร์ (Mathematics)

โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำ พัฒนาทักษะต่าง ๆ ส่งเสริมให้มีความสนใจใคร่รู้ เกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อหาวิธีการหรือกระบวนการใหม่ด้วยตนเอง เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด STEAM education ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะ กระบวนการคิด ตั้งคำถาม การค้นหาเหตุผล และเข้าใจคำตอบผ่านการเล่น หรือ ปฏิบัติกิจกรรม



ภาพที่ 2.5 กรอบแนวคิด STEAM ของ Yakman โดย วิสูตร โพธิ์เงิน (2017)

Yakman (2014) ได้นำเสนอกรอบแนวคิด STEAM หรือ พีรามิด STEAM ซึ่งแบ่ง ระดับชั้นของเนื้อหา และรูปแบบการใช้ สรุปลงได้ดังนี้ คือ

#### ขั้นที่ 1 การเรียนรู้ตลอดชีวิต (Life-long)

สัมพันธ์กับแนวคิดการเรียนรู้แบบเป็นองค์รวม ซึ่งเป็นการตีความสิ่งต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลกับบุคคล โดยบุคคลจะเรียนรู้และปรับตัวให้เข้ากับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกนำไปสู่การตัดสินใจปฏิบัติกับสิ่งต่าง ๆ และความเข้าใจของบุคคล เน้นแนวคิดของการเรียนรู้ในทุกช่วงชีวิต

#### ขั้นที่ 2 บูรณาการ (Integrative)

เป็นขั้นที่ผู้เรียนเห็นขอบเขตกว้าง ๆ และภาพรวมพื้นฐานว่าสิ่งที่เรียนสัมพันธ์กับชีวิตจริงอย่างไร ผ่านการสอนด้วยแผนที่มีจุดมุ่งหมาย และมีเนื้อหาที่เชื่อมโยงชีวิตจริงเป็นหลัก ในขั้นนี้ผู้เรียนจะเริ่มเข้าใจโอกาสในการศึกษาสาขาวิชาต่าง ๆ ของสะเต็มศึกษา ว่าสามารถศึกษาด้านใด อย่างไร ครูผู้สอนอาจเน้นการสอนไปที่สาระใดสาระหนึ่ง หรือสอนให้ครอบคลุมขอบเขตกว้าง ๆ ของสาระทั้งหมด และทำงานร่วมกันเพื่อเสนอเนื้อหาเชิงลึกในสาระของตนเองได้ ขณะเดียวกันก็เสริมสร้างการเรียนรู้ของผู้เรียนในสาระอื่น ๆ ไปพร้อมกัน สัมพันธ์กับการเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปถึงระดับมัธยมศึกษา

#### ขั้นที่ 3 สหสาขาวิชา (Multidisciplinary)

ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ขอบเขตของสาขาวิชาที่เลือกโดยเฉพาะ และภาพรวมที่เข้มข้นขึ้นว่าสิ่งที่เรียนเชื่อมโยงกันอย่างไรในชีวิตจริงอย่างไร ซึ่งในปัจจุบันมีแนวโน้มการใช้ STEM เป็นสาระวิชาหลักในการศึกษาอยู่แล้ว ซึ่งปัญหาเมื่อขาดสาระการเรียนรู้ด้าน A: Arts (ศิลปะ) ที่ใช้ในกระบวนการสะเต็มศึกษา คือแนวทางพื้นฐานหลายทางที่ผู้เรียนจะสามารถทำความเข้าใจบริบทต่าง ๆ ได้จะไม่ถูกใช้ ทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของเนื้อหาสาระในแต่ละวิชาไม่เท่ากัน เมื่อปรับใช้กระบวนการ STEM+A ผู้เรียนสามารถเริ่มสำรวจความสนใจเฉพาะที่อาจนำไปสู่เส้นทางการประกอบอาชีพในอนาคตได้ สัมพันธ์กับการจัดการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาในปัจจุบัน

#### ขั้นที่ 4 กลุ่มวิชาเฉพาะทาง (Discipline specific)

ในขั้นนี้แยกการสอนสาระต่าง ๆ เป็นแต่ละสาขาวิชา มีวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นหัวข้อหลัก แต่ไม่ใช่การแยกวิชาอื่นออกไปทั้งหมด เนื้อหาการสอนยังต้องครอบคลุมภาพรวมหัวข้อต่าง ๆ ตามบริบท แต่จะให้ความสำคัญกับหัวข้อหลักและสำรวจในเชิงลึกกว่าสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เหมาะกับการจัดการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษา

ขั้นที่ 5 สาขาวิชาเฉพาะทาง (Content specific)

โดยทั่วไปผู้เรียนจะเริ่มศึกษาในสาขาวิชาเฉพาะทางหลังจบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา พัฒนาให้เกิดความเชี่ยวชาญเฉพาะทางตามสาขาที่ผู้เรียนเลือก ศึกษาเนื้อหาเฉพาะเป็นรายละเอียด ลึกลงไป

Baek et al. (2011 อ้างถึงใน วิสูตร โพธิ์เงิน, 2017) ได้กล่าวถึง การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 3 ชั้นหลักดังนี้

ขั้นแรก การนำเสนอสภาพปัญหาบริบทเชื่อมโยงกับชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ปัจจุบันที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับผู้เรียน หรือที่เกิดขึ้นบนโลก เพื่อให้มีข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการคิดขั้นต้น เช่น เข้าใจหรือวิเคราะห์ มองเห็นประเด็นที่เป็นสถานการณ์ที่ผู้เรียนจะร่วมกันคิดหาทางพัฒนาหรือ แก้ไขปัญหา หรือต้องการหาข้อค้นพบใหม่ในเชิงสร้างสรรค์

ขั้นที่สอง การออกแบบสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดอย่างอิสระ โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญไม่เพียงแต่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ แต่ยังมุ่งเน้นทักษะ การสื่อสาร การเรียนรู้ร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของกันและกัน กระบวนการออกแบบ สร้างสรรค์ หรือหาแนวทางการแก้ไขปัญหา เริ่มจากผู้เรียนตัดสินใจในความเป็นจริง คุณค่า และ ความต้องการ จำเป็นในสถานการณ์นั้น ๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ผู้เรียนจะต้องเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

ขั้นสุดท้าย การสร้างความรู้สึกจับใจ อันนับเป็นขั้นขยายสิ่งที่ค้นพบ โดยเน้นเจตคติต่อสิ่งที่ เรียนรู้ ผ่านการลงมือทำที่ผ่านประสบการณ์ในการค้นหาจากสถานการณ์ที่ได้เรียนรู้ ในขั้นนี้ช่วยให้ ผู้เรียนได้พัฒนาการรับรู้ การแสดงออกและการเห็นอกเห็นใจผู้อื่น ซึ่งการสร้างเจตคติที่ดีต่อการ เรียนรู้ การค้นหาได้ลงมือทำจริง ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจในวิทยาศาสตร์อีกทางหนึ่ง

โดยประโยชน์ของการใช้ STEAM education ได้มีผู้ศึกษาไว้อย่างหลากหลายด้าน เช่น

Yakman (2008) กล่าวถึง STEAM education สรุปได้ว่า STEAM education เป็น กรอบการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ใน 5 รายวิชาเข้าด้วยกัน โดยความรู้เหล่านั้นสามารถพิสูจน์และ เชื่อมโยงไปปรับใช้ในทางสังคมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ และยังสามารถนำไปใช้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ ในสถานศึกษาได้ โดยการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบของสหสาขาวิชาจะนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนให้เกิด การเรียนรู้ที่ได้ทั้งความสนุกสนานและเนื้อหาสาระไปพร้อมกับการนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง ตามลักษณะของการเรียนรายบุคคล

ในด้านของครูผู้สอนที่จะใช้หลักการ STEAM education เข้ามาประกอบในการจัดการ เรียนรู้ Yakman (2008) ได้ให้ความเห็นไว้ว่า ครูผู้สอนต้องเน้นการบูรณาการกิจกรรมให้ผนวกเข้ากับ เนื้อหารายวิชาเดิมที่มีอยู่เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ สร้างผลงาน และนวัตกรรมขึ้นมาเพื่อ ตอบปัญหาของการเรียนรู้ โดยครูผู้สอนไม่ต้องทำการสร้างบทเรียนเพิ่มขึ้นใหม่แต่ปรับเปลี่ยนกลวิธีใน

การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการประยุกต์ใช้วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และ วิศวกรรมศาสตร์

สุภัค โอฬาริยกุล (2019) ได้สรุปบทบาทครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนว STEAM education ไว้ดังนี้

บทบาทครูในฐานะผู้ส่งเสริม สนับสนุน และสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว STEAM education ครูจะมีบทบาทเป็นเพียงผู้กระตุ้น ผู้สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยดำเนินการดังนี้

- 3.1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือประเด็นปัญหาที่ท้าทายความคิดความสามารถของผู้เรียน
  - 3.2 กระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของสาระการเรียนรู้และมุ่งมั่นที่จะพัฒนาการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน
  - 3.3 ครูต้องเป็นผู้กระตุ้นและค้นหาทักษะการเรียนรู้ที่อิสระและสร้างแรงจูงใจในตนเองให้กับผู้เรียน
  - 3.4 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น และเข้าใจเนื้อหาที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 5 วิชา
  - 3.5 เตรียมสภาพแวดล้อม บรรยากาศ สถานที่ของโรงเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ให้เป็นโรงเรียนแห่ง STEAM education ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และเกิดองค์ความรู้ได้ทุกที่และทุกเวลาไม่เพียงแต่ในชั่วโมงเรียนเท่านั้น
  - 3.6 เตรียมแหล่งความรู้และฐานข้อมูลความรู้ทางอินเทอร์เน็ตหนังสือ
  - 3.7 เตรียมห้องเรียน STEAM education เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการค้นคว้าหาข้อมูล ความรู้ มีพื้นที่ในการจัดเก็บฐานข้อมูลอุปกรณ์สำหรับงานหรือกิจกรรมของผู้เรียน
  - 3.8 ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และประยุกต์ในชีวิตจริง
- การจะบรรลุเป้าหมายในการสอนแบบสะเต็มศึกษาได้นั้นต้องประกอบด้วย
- 1) การนำเสนอบริบท (Context presentation) กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจกับสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อคิดแก้ปัญหาและหาวิธีแก้ไข
  - 2) การออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative design) เป็นการสร้างกระบวนการคิดและพัฒนาให้นักเรียนจะแสดงให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค์ผ่านการวางแผน ออกแบบ
  - 3) การรับรู้ทางอารมณ์ (Emotional touch) เป็นการนำเสนอผลงานและมีความสุขเมื่อผลงานสำเร็จ (Yakman, 2015 อ้างถึงใน บุญยงสุข สิทธาจารย์, 2017)

ในปี ค.ศ. 2016 ประเทศไทยได้นำแนวคิดสะเต็มศึกษามาพัฒนาเป็นหลักสูตรวิทยาศาสตร์ STEM+A โดยสถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้มหาวิทยาลัยมหิดล และ Imagineering education หลักสูตร STEM+A เน้นให้ผู้เรียนฝึกฝนทักษะการเรียนรู้ และการสร้างนวัตกรรม ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นนักคิด นักประดิษฐ์ที่สามารถสร้างนวัตกรรมได้อย่างเหมาะสมสามารถตอบโจทย์ Thailand 4.0

หลักสูตร STEM+A เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ที่พบจริงเพื่อนำความรู้ไปแก้ปัญหา วิเคราะห์ สังเคราะห์ และต่อยอดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ได้ (วรรณพงศ์ เตรียมโพธิ์, 2559)

ดังนั้นจากการศึกษาสรุปได้ว่าการนำแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM education) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์การเรียนรู้ในสาขาวิชาต่าง ๆ ทำให้การเรียนรู้มีความเป็นองค์รวม สามารถบูรณาการกิจกรรมให้เข้ากับเนื้อหารายวิชาได้ ครูจะต้องเป็นผู้สนับสนุนในการเรียนรู้ สร้างแรงบันดาลใจและแรงกระตุ้น มีประโยชน์ในการทำให้ผู้เรียนนั้นทั้งรู้สึกสนุกและได้เรียนรู้เนื้อหาสาระไปพร้อมกัน ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเอง โดยจากการศึกษากรณีศึกษาพบว่าประเทศเกาหลีได้นำแนวคิดของสะเต็มศึกษาเข้ามามีใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียนเพื่อนำไปสู่การส่งเสริมศักยภาพการแข่งขันของประเทศ โดยเริ่มต้นจากการพัฒนาครู จึงมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องพัฒนาครูให้มีความรู้ร่วมกันในการพัฒนาการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เนื่องจากสิ่งสำคัญที่สุดในการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาคือการที่ครูต้องร่วมมือกันกับเพื่อนครู เพื่อพัฒนาการเรียนรู้สหวิทยาการที่เปิดกว้างและสร้างสรรค์ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของตนเอง เมื่อครูมีความรู้และความเข้าใจ มีทักษะความสามารถในการผลิตสื่อ หรือกระบวนการเรียนรู้ในแนวคิดสะเต็มศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงจะสามารถนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนต่อไป โดยประโยชน์ของการนำศิลปะเข้ามาบูรณาการเปลี่ยนจาก STEM สู่ STEAM นั้น นอกจากที่กล่าวมาผ่านกรณีศึกษาข้างต้น มีประโยชน์ในด้านอื่น ๆ สรุปจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่น

- ผู้เรียนได้ปฏิบัติ ฝึกคิดและสร้างสรรค์ ผ่านศิลปะ ทำให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้
- กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน สร้างให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อรายวิชา
- เป็นสื่อกลางให้ผู้เรียนได้แสดงออกทางด้านความคิดและการสร้างสรรค์
- เกิดการเชื่อมโยงการเรียนรู้ระหว่างสหสาขาวิชา นำไปสู่การเชื่อมโยงกับการประยุกต์ใช้จริง
- ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการวิเคราะห์ และการประเมินค่า เพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์
- พัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวม ทำให้ผู้เรียนเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์รอบด้านทั้งศาสตร์และศิลป์
- ฝึกทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การคิดนอกกรอบ และการสื่อสาร

ปัจจุบันในประเทศไทยยังเป็นการเน้นการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM education) โดยยังไม่มีกล่าวถึง แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM education) อย่างเป็นทางการมากนัก ในระบบการศึกษาปัจจุบันของประเทศไทยที่มีการนำระบบ STEM มาใช้แล้วในเบื้องต้นนั้นการพัฒนาครูให้สามารถสร้างการเรียนรู้แบบ STEM+A ให้เป็นการ STEAM ที่สมบูรณ์ได้ต้องพัฒนาบุคลากรครูในอนาคตให้มีความเข้าใจในการจัดกระบวนการเรียนการสอนในสาขาวิชาต่าง ๆ รวมถึงสาขาศิลปะเพื่อบูรณาการการเรียนรู้ให้เกิดประโยชน์ และประสิทธิภาพสูงสุดกับผู้เรียน โดยไม่ใช่แค่การนำ

กระบวนการของศิลปะเข้าไปผสมผสานกับ STEM เนื่องจาก STEAM ไม่ใช่การนำศิลปะไปบูรณาการ แต่ในรูปแบบสะเต็มศึกษาทุกสาขาวิชามีความเท่าเทียมกัน (Watson, 2016) ดังนั้นในการที่จะเสนอสาระด้านศิลปะให้ครูกลุ่มสาระอื่น ๆ ในระดับประถมศึกษา นำไปบูรณาการได้ อาจนำเสนอตัวอย่าง สาระการเรียนรู้ (ในที่นี้นำเสนอเฉพาะด้านทัศนศิลป์และการออกแบบตามกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ไม่รวมถึงศิลปะแขนงอื่น ๆ เช่น นาฏศิลป์ ภาษาวรรณกรรม ดนตรี ฯลฯ) ดังนี้

| สาระการเรียนรู้ (STEM) | ตัวอย่างหัวข้อการบูรณาการกับสาระศิลปะ (A)                    |
|------------------------|--|
| วิทยาศาสตร์ (S)        | Scientific illustration, ทฤษฎีสี่ของแสง, ภาพพิมพ์จากธรรมชาติ |
| เทคโนโลยี (T)          | Computer graphic, แผนภาพ แผนผัง, สื่อดิจิทัล                 |
| วิศวกรรมศาสตร์ (E)     | Design thinking, ภาพประกอบ, การออกแบบผลิตภัณฑ์               |
| คณิตศาสตร์ (M)         | การปั้น, รูปร่าง-รูปทรง, สัดส่วน                             |

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างหัวข้อการบูรณาการศิลปะ (A) เข้ากับสาระการเรียนรู้ STEM

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเด็นสะเต็มศึกษา สรุปได้ว่าการออกแบบกิจกรรมส่งเสริมความเข้าใจ และสร้างทักษะการออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อสร้างเป็นนวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิต ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา ควรมีองค์ความรู้ต่าง ๆ สรุปเป็นตารางวิเคราะห์ได้ดังนี้

| ประเด็นองค์ความรู้ในการออกแบบ | เนื้อหา  |
|-------------------------------|--|
| 1<br>แนวความคิดของสะเต็มศึกษา | <p>แนวคิดที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการบูรณาการใน 5 สาขาวิชา เข้าด้วยกันได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Arts) คณิตศาสตร์ (Mathematics) ส่งเสริมให้ผู้เรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ลงมือกระทำ พัฒนาทักษะต่าง ๆ</li> <li>- มีความสนใจใคร่รู้</li> <li>- เกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อหาวิธีการหรือกระบวนการใหม่ด้วยตนเอง เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา</li> </ul> <p>(สุภัค โอฬาพิริยกุล, 2019)</p> |



| ประเด็นองค์ความรู้<br>ในการออกแบบ  | เนื้อหา   |
|--|---|
| <p>2</p> <p>กรอบแนวคิด<br/>สะเต็มศึกษา<br/>(ระดับชั้นของเนื้อหา<br/>และรูปแบบการใช้)</p> | <p>จากกรอบแนวคิด STEAM หรือ พีรามิด STEAM ของ Yakman (2014) ชั้นที่ 2 บูรณาการ (Integrative) - ชั้นการใช้สะเต็มศึกษา</p> <p>เป็นชั้นที่ผู้เรียนเห็นขอบเขตกว้าง ๆ และภาพรวมพื้นฐานว่าสิ่งที่เรียนสัมพันธ์กับชีวิตจริงอย่างไร ผ่านการสอนด้วยแผนที่มีจุดมุ่งหมาย และมีเนื้อหาที่เชื่อมโยงชีวิตจริงเป็นหลัก ในชั้นนี้ผู้เรียนจะเริ่มเข้าใจโอกาสในการศึกษาสาขาวิชาต่าง ๆ ของสะเต็มศึกษา ว่าสามารถศึกษาด้านใดอย่างไร ครูผู้สอนอาจเน้นการสอนไปที่สาระใดสาระหนึ่ง หรือสอนให้ครอบคลุมขอบเขตกว้าง ๆ ของสาระทั้งหมด และทำงานร่วมกันเพื่อเสนอเนื้อหาเชิงลึกในสาระของตนเองได้ ขณะเดียวกันก็เสริมสร้างการเรียนรู้ของผู้เรียนในสาระอื่น ๆ ไปพร้อมกัน สัมพันธ์กับการเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปถึงระดับมัธยมศึกษา</p> |
| <p>3</p> <p>วิธีการออกแบบ<br/>การเรียนรู้<br/>ตามแนวคิด<br/>สะเต็มศึกษา</p>              | <p>Baek et al. (2011 อ้างถึงใน วิสูตร โพธิ์เงิน, 2017) ได้กล่าวถึง การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 3 ชั้นหลักดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) การนำเสนอสภาพปัญหาบริบทเชื่อมโยงกับชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือที่เกิดขึ้นบนโลก</li> <li>2) การออกแบบสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์</li> <li>3) การสร้างความรู้ที่จับใจ</li> </ol>  |
| <p>4</p> <p>บทบาทครู</p>   | <p>การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ครูมีบทบาทเป็นผู้ส่งเสริม สนับสนุน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยดำเนินการดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1) จัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือประเด็นปัญหาที่ท้าทายความคิด ความสามารถของผู้เรียน</li> <li>3.2) กระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของสาระการเรียนรู้และ มุ่งมั่นที่จะพัฒนาการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน</li> <li>3.3) ครูต้องเป็นผู้กระตุ้นและค้นหาทักษะการเรียนรู้ที่อิสระ และสร้างแรงจูงใจในตนเองให้กับผู้เรียน</li> <li>3.4) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น และเข้าใจเนื้อหาสาระ ที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 5 วิชา</li> </ol>  |

| ประเด็นองค์ความรู้<br>ในการออกแบบ                                 | เนื้อหา   |
|---|---|
|   | 3.5) เตรียมสภาพแวดล้อม บรรยากาศ สถานที่ของโรงเรียนที่เอื้อต่อ<br>การเรียนรู้ให้เป็นโรงเรียนแห่ง STEAM education ที่ผู้เรียน<br>สามารถเรียนรู้และเกิดองค์ความรู้ได้ทุกที่และตลอดเวลาไม่เพียง<br>แต่ในชั่วโมงเรียนเท่านั้น<br>3.6) เตรียมแหล่งความรู้และฐานข้อมูลความรู้ทางอินเทอร์เน็ตหนังสือ<br>3.7) เตรียมห้องเรียน STEAM education เพื่อเพิ่มพื้นที่<br>ในการค้นคว้าหาข้อมูล ความรู้ มีพื้นที่ในการจัดเก็บฐานข้อมูล<br>อุปกรณ์สำหรับงานหรือกิจกรรมของผู้เรียน<br>3.8) ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และประยุกต์ในชีวิตจริง<br>(สุภัค โอฬาพิริยกุล, 2019) |
| 5<br>องค์ประกอบในการ<br>บรรลุเป้าหมายการ<br>สอนแบบ<br>สะเต็มศึกษา | 1) การนำเสนอบริบท (Context presentation)<br>2) การออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative design)<br>3) การรับรู้ทางอารมณ์ (Emotion touch)<br>(Yakman, 2015 อ้างถึงใน บุญยงนุช สิทธาจารย์, 2017)  |

ตารางที่ 2.6 ประเด็นองค์ความรู้สะเต็มศึกษาที่ใช้ในการออกแบบนวัตกรรม

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สิรินทร์ ลัดดาภิรมย์ บุญเชิดชู (2015) ได้เขียนบทความวิชาการ สรุปการนำแนวคิด STEM, STEAM, STREAM and STEMM มาจัดประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อพัฒนาเด็กปฐมวัย ต้องอยู่บนหลักการของการบูรณาการที่เชื่อมโยงผสานกันในส่วนที่จะทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นองค์รวม เป็นพื้นฐานของการพัฒนาสมอง สติปัญญา ร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม ภาษา และสุนทรียะ โดยหลักสูตรการศึกษาปฐมวัยที่บูรณาการ STEM, STEAM, STREAM และ STEMM ประกอบด้วย ขอบข่ายของสาระ ทักษะ และความคิดรวบยอด 7 ประการ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ (Science)
2. เทคโนโลยี (Technology)
3. วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)
4. คณิตศาสตร์ (Mathematics)
5. ศิลปะ (Arts)
6. การอ่าน (Reading)
7. ดนตรี (Music)

บุญนุช ลิทธาจารย์ (2017) ได้ทำการศึกษาพัฒนาชุดการสอนศิลปะตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมกระบวนการสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 โดยพัฒนาชุดการสอนศิลปะจากแนวคิดสะเต็มศึกษา และการศึกษาว่าชุดการสอนควรมีองค์ประกอบอย่างไร และมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างไร ผ่านการสัมภาษณ์ สังเกต สอบถาม กลุ่มตัวอย่างได้แก่ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็ม-สะเต็มศึกษา 3 คน 2) ครูด้านสะเต็ม-สะเต็มศึกษา 3 คน 3) ครูที่เป็นแนวปฏิบัติที่ดีด้านการสอนศิลปะแบบบูรณาการ 3 คน และ 4) ครูศิลปะในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน 394 คน จากนั้นนำชุดการสอนไปทดลองใช้ และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ต่อกิจกรรมศิลปะตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า จากการนำชุดการสอนดังกล่าวไปทดลอง นักเรียนมีความพึงพอใจมาก (ค่าเฉลี่ย=4.27) และพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้ใช้ความคิดในการสร้างสรรค์ศิลปะ เกิดแรงบันดาลใจในการสร้างสรรค์ชิ้นงานมากขึ้น และรู้สึกสนุกกับการเรียนศิลปะตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

วิสูตร โพธิ์เงิน (2017) ได้เขียนบทความวิชาการเรื่อง “STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก” โดยได้ยกตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สร้างสรรค์ศิลปะตามแนวคิด STEAM โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based) โดยใช้เนื้อหาสาระ เรื่อง “ครอบครัวตัวสาร” (ตารางธาตุ) โดยแบ่งขั้นตอนกิจกรรมออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1. การนำเสนอสถานการณ์ (STEAM elements : S,E,A,M) 2. การออกแบบสร้างสรรค์ (STEAM elements : T,E,A) 3. การสร้างความจับใจ (STEAM elements : S,A,M) 4. ต่อยอดปัญหาใหม่ โดยผลงานที่ได้จากกระบวนการดังกล่าวเป็นภาพวาดลักษณะเฉพาะของธาตุ/สารที่นักเรียนออกแบบสร้างสรรค์ มีสาระวิชาวิทยาศาสตร์เป็นแกนหลักและกระบวนการทางการออกแบบทางศิลปะ ได้ผลงานออกมาเป็นตารางธาตุที่มีลักษณะเฉพาะตัวและสร้างสรรค์ โดยผู้เรียนได้รับความรู้ทุกสาระวิชาของ STEAM ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ และทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนมีคุณค่าผ่านการนำผลงานออกแบบของผู้เรียนมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในรายวิชา ช่วยสร้างแรงจูงใจและแรงบันดาลใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน

สมรัก อินทวิมลศรี, สกฤษต์ แก้วดี, และ สิทธิพร ภัทรดิตรัตน์ (2019) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยทดลองจัดการเรียนการสอนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียน และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยมีกลุ่มเป้าหมายการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนในระดับดีขึ้น แต่ก่อนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน และนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยาตามแนวคิด

สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง โดยผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ไว้ว่า การนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ควรเลือกใช้เนื้อหาที่เอื้อให้นักเรียนนำความรู้จากการสืบสอบไปใช้ออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่เป็นประโยชน์ สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่มีแนวทางแก้ไขแบบปลายเปิดได้ เช่น ระบบนิเวศ ทรัพยากรธรรมชาติ วิธีการรักษาโรคในทางเดินอาหาร และเทคโนโลยีการเกษตร เป็นต้น และหากเป็นไปได้ครูควรเชิญผู้เชี่ยวชาญหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา การสร้างผลงาน อุปกรณ์ หรือแบบจำลองเข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

เจนจิรา สันติไพบูลย์ และ วิสูตร โพธิ์เงิน (2018) ได้ทำการศึกษา การจัดการกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการและความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่าผลการประเมินทักษะกระบวนการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ มีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย = 3.43, ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.37) และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ มีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.59, ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.44) นักเรียนมีความคิดเห็นชื่นชอบกิจกรรมและต้องการเรียนในโอกาสต่อไป

ภิญญา วงษ์ทอง (2019) ได้ศึกษา ผลของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM education ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีผลคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนร้อยละ 38.05 (SD = 4.85) และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนร้อยละ 74.92 (SD = 4.71) มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ .60 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 60 คิดเป็นร้อยละ 84.37 นักเรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยรวมอยู่ในระดับดี มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณคิดเป็นร้อยละ 68.56 และ นักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X}$  = 4.66, SD = 0.26) นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM education สามารถระบุประเด็นปัญหา รวบรวมข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูล และสรุปผล ได้อย่างเป็นขั้นตอน แสดงว่าผู้เรียนมีกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จันทร์ทิพย์ มีแสงพันธ์ (2020) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสเต็มผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสุพรรณภูมิ จังหวัดสุพรรณบุรี ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีทักษะทาง

วิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี ( $\bar{x} = 2.75$ , S.D. = 0.06) และทักษะทางเทคโนโลยี อยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 2.91$ , S.D. = 0.08) นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 2.66$ , S.D.= 0.04)

Wu, Xin, and Ting (2019) ได้ทำการศึกษา “Course design and teaching practice in STEAM education at distance via an interactive e-learning platform : A case study” เกี่ยวกับการออกแบบหลักสูตร และวิธีการปฏิบัติการสอนสะเต็มศึกษา ผ่านการศึกษาทางไกลด้วยแพลตฟอร์ม interactive e-learning : กรณีศึกษา โดยงานวิจัยได้นำเนื้อหาการเรียนรู้เรื่อง “การขนส่งจรวด” ซึ่งเป็นส่วนย่อยของสาระการเรียนรู้เรื่อง “สำรวจจักรวาล” มาเป็นตัวอย่างในการออกแบบเกมการเรียนรู้ ผ่านการสร้างสถานการณ์จำลองโดยครู ผู้เรียนได้ระดมความคิด เรียนรู้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ปัญหา นำไปสู่แนวคิดในการเขียนโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในเกม ผู้เรียนได้ออกแบบอินเทอร์เฟซ และตรรกะในการเขียนโครงการให้สมบูรณ์ หลังจากนั้นผู้เรียนใช้แบบประเมินตนเองและแบบประเมินร่วมกันเพื่อพัฒนาผลงานให้สมบูรณ์ นำเสนอหน้าชั้นเรียน ครูสรุปและแนะนำข้อปรับปรุงให้ผู้เรียน จากผลงานการเขียนโปรแกรมของผู้เรียนและการสัมภาษณ์ ผู้เรียนนำมาสรุปเป็นผลการสอนได้ดังนี้ ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้ข้ามสาขาวิชาได้อย่างยืดหยุ่นทั้งด้าน วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering), ศิลปะ (Art) คณิตศาสตร์ (Mathematics) เพื่อนำมาแก้ปัญหาในกระบวนการการเรียนรู้ที่ครูสร้างขึ้น ซึ่งกระบวนการดังกล่าวทำให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาคุณภาพของชั้นเรียน KidsProgram ภายใต้แนวคิดของสะเต็มศึกษา

H. S. Kim, Kim, and Park (2015) ได้ทำการศึกษา “Development of STEAM Educational Games Focused on Aesthetic and Bodily Expression in K-12 Science Class” เกี่ยวกับการพัฒนา เกมการศึกษาสะเต็มศึกษา เพื่อเน้นการพัฒนาสุนทรียศาสตร์และการแสดงออกทางร่างกายในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้น K-12 โดยในการศึกษาได้ใช้การจดจำท่าทางเป็นฐานในการพัฒนาเกมผ่าน Kinect (อุปกรณ์เสริมการใช้งานเครื่องเล่นเกมส์ Xbox 360) โดยเกมที่สร้างขึ้นเป็นสื่อการสอนเพื่อช่วยกระตุ้นความสนใจ และเสริมสร้างความเข้าใจสะเต็มศึกษาของผู้เรียน มีความท้าทายหลักของการศึกษาในครั้งนี้ คือ วิธีการสอดแทรกความรู้เรื่องกายวิภาคและสรีรวิทยาของร่างกายมนุษย์ โดยผู้วิจัยได้นำเกมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ในโรงเรียนสาธิตมัธยมศึกษาตอนต้น ในเกาหลีใต้ โดยผลการทดลองสอนพบว่า ตัวเกมมีผลช่วยเพิ่มแรงจูงใจ และเพิ่มกิจกรรมและการเรียนรู้ของผู้เรียน 55.8% และผู้เรียนมีความพึงพอใจกับโปรแกรมการสอน และผู้วิจัยเชื่อว่าเกมการศึกษานี้เหมาะสมกับการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ การเต้น และพลศึกษา และเกมการศึกษาที่สร้างขึ้นโดยใช้ Kinect จะเป็นสื่อการเรียนการสอนรุ่นใหม่ได้เป็นอย่างดี

B. Kim and Bastani (2017) ได้ทำการศึกษา “Students as Game Designers: Transdisciplinary Approach to STEAM Education” เกี่ยวกับ นักเรียนในฐานะนักออกแบบเกม: แนวทางสหวิทยาการสู่แนวคิดสะเต็มศึกษา ผลการศึกษาสรุปไว้ว่า การวิจัยนี้เป็นตัวอย่างให้เห็นว่า เนื้อหาการปฏิบัติการออกแบบเกมเอื้อให้เกิดการเรียนรู้ในรูปแบบสหวิทยาการในแนวทางสะเต็มศึกษา เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีไอเดีย และประสบการณ์ของตนเอง ในการนำมาร่วมปฏิบัติกับเพื่อน ครู และที่ปรึกษา ผู้เรียนจะประดิษฐ์กฎตามความเข้าใจของตนเอง และออกแบบระบบการเล่นที่มีรูปแบบและการปฏิสัมพันธ์รูปแบบใหม่ ๆ ขึ้นภายในเกมของตนเอง ผลการวิจัยยังบ่งชี้อีกว่า จะต้องมีการสนับสนุนให้ผู้เรียนออกแบบเกมที่มีความซับซ้อน เป็นระบบ และเน้นกลยุทธ์ ตั้งแต่ต้น เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้ผู้เรียนออกแบบเกมที่มีองค์ประกอบน้อยเกินไป เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาประสบการณ์ และพัฒนาการบูรณาการระหว่างศาสตร์การเรียนรู้ต่าง ๆ

Wang, Liu, and Wang (2018) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและประเมินการเรียนรู้แบบดื่มด่ำผ่านเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Virtual reality immersive learning) กรณีศึกษาซีเรียสเกม “แคลเซียมลูบปิงสำหรับดักจับคาร์บอน” โดยในการศึกษาได้ใช้แนวคิด ARCS model และหลักการของสะเต็มศึกษา ในการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ โดยในการศึกษาแบ่งเป็น 2 ระยะ ระยะที่ 1 ศึกษา กลุ่มตัวอย่างจำนวน 24 คน ผ่านการสังเกต สอบถาม และสัมภาษณ์ ผลจากแบบสอบถามพบว่า ความพึงพอใจของผู้เล่นมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 4 ในทุก ๆ ข้อคำถาม และมีค่า KMO = 0.717 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีความเหมาะสม ค่า Bartlett's test มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.001$ ) ระยะที่ 2 ผู้วิจัยได้ขอให้กรณีศึกษาอภิปรายกันในหัวข้อเรื่องสะเต็มศึกษา และวาดภาพฉากของเกมให้เห็น โดยจากภาพที่กรณีศึกษาวาดแสดงให้เห็นว่าผู้เล่นสามารถจำโครงสร้างโมเลกุลที่เห็นในเกมได้อย่างชัดเจน แสดงว่าเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Virtual reality) สัมพันธ์กับการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่นำมาประเมิน แต่กลุ่มตัวอย่างบางคนขาดการเรียนรู้ในสาระคณิตศาสตร์ไปบ้าง สรุปผลได้ว่า เทคโนโลยีความจริงเสมือนที่ใช้ในการวิจัยสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ความรู้ใหม่และพัฒนาผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา (STEAM education) สามารถสรุปได้ว่าการนำแนวคิดสะเต็มศึกษามาใช้ สามารถช่วยสร้างแรงจูงใจและแรงบันดาลใจ เพิ่มกิจกรรมและการเรียนรู้ของผู้เรียน เพิ่มทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถทำให้ผู้เรียนบูรณาการความรู้ข้ามศาสตร์ได้ และผู้เรียนพึงพอใจกับบทเรียนที่สร้างโดยใช้แนวคิดของสะเต็มศึกษา ผู้เรียนเห็นภาพชัดเจนในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ ดังนั้นครูจึงควรมีทักษะในการคิดบทเรียนผ่านแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปแบบบูรณาการ สามารถจัดการเรียนรู้ที่มีความเป็นองค์รวมให้ผู้เรียนได้ และเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนสามารถติดต่อบูรณาการความรู้ในหลายสาขาเข้าด้วยกัน

- มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดระดับประถมศึกษาในสาระที่เกี่ยวข้อง

จากมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดระดับประถมศึกษา จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2008; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2017a, 2017b) สามารถสรุปได้ว่ารายวิชาในหลักสูตรที่มีความเกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี (เฉพาะเทคโนโลยี) วิชาศิลปะ และวิชาคณิตศาสตร์ โดยสามารถสรุปมาตรฐานการเรียนรู้ทั้งหมดได้ดังนี้

| รายวิชา     | มาตรฐานการเรียนรู้   |
|-------------|--|
| วิทยาศาสตร์ | <p>สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ</p> <p>ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p> <p>ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p> <p>ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p> <p>สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ</p> <p>ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี</p> <p>ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p> |

| รายวิชา                                    | มาตรฐานการเรียนรู้   |
|--|--|
|  | <p>ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p> <p>สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ</p> <p>ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของ เอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ</p> <p>ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</p> <p>สาระที่ 4 เทคโนโลยี</p> <p>ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม</p> |
| <p>การงานอาชีพและเทคโนโลยี (เทคโนโลยี)</p> | <p>สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี</p> <p>ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของ เครื่องใช้หรือวิธีการ ตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน</p> <p>สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร</p> <p>ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่าและใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้น ข้อมูลการเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม</p>   |



| รายวิชา           | มาตรฐานการเรียนรู้   |
|-------------------|--|
| ศิลปะ (ทัศนศิลป์) | <p>สาระที่ 1 ทัศนศิลป์</p> <p>ศ 1.1 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์วิพากษ์ วิเคราะห์คุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดต่อ งานศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน</p> <p>ศ 1.2 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างทัศนศิลป์ ประวัติศาสตร์ และวัฒนธรรม เห็นคุณค่างานทัศนศิลป์ที่เป็นมรดกทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญาไทย และสากล</p>  |
| คณิตศาสตร์        | <p>สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต</p> <p>ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการ ดำเนินการ และนำไปใช้</p> <p>ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้</p> <p>สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต</p> <p>ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้</p> <p>ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ ระหว่าง รูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้</p> <p>สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น</p> <p>ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา</p> |

ตารางที่ 2.7 สรุปมาตรฐานการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

และสามารถสรุปตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องจำแนกตามระดับชั้นและรายวิชาได้ดังนี้

| ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 1  |
|--|
| วิทยาศาสตร์  |
| <p><u>ว 1.1</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ระบุชื่อพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่บริเวณต่าง ๆ จากข้อมูลที่รวบรวมได้</li> <li>2) บอกสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของสัตว์ในบริเวณที่อาศัยอยู่</li> </ol> <p><u>ว 1.2</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ระบุชื่อ บรรยายลักษณะ และบอกหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์ สัตว์และพืช บรรยายการทำหน้าที่ร่วมกันของส่วนต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ จากข้อมูลที่รวบรวมได้</li> <li>2) ตระหนักถึงความสำคัญของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายตนเอง โดยการดูแลส่วนต่าง ๆ อย่างถูกต้องให้ปลอดภัย รักษาความสะอาดอยู่เสมอ</li> </ol> <p><u>ว 2.1</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) อธิบายสมบัติที่สังเกตได้ของวัสดุที่ใช้ทำวัตถุ ซึ่งทำจากวัสดุชนิดเดียวหรือหลายชนิดประกอบกันโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์</li> <li>2) ระบุชนิดของวัสดุและจัดกลุ่มวัสดุตามสมบัติที่สังเกตได้</li> </ol> <p><u>ว 2.3</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) บรรยายการเกิดเสียงและทิศทางการเคลื่อนที่ของเสียงจากหลักฐานเชิงประจักษ์</li> </ol> <p><u>ว 3.1</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ระบุดาวที่ปรากฏบนท้องฟ้าในเวลากลางวัน และกลางคืนจากข้อมูลที่รวบรวมได้</li> <li>2) อธิบายสาเหตุที่มองไม่เห็นดาวส่วนใหญ่ ในเวลากลางวันจากหลักฐานเชิงประจักษ์</li> </ol> <p><u>ว 3.2</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) อธิบายลักษณะภายนอกของหิน จากลักษณะเฉพาะตัวที่สังเกตได้</li> </ol> <p><u>ว 4.2</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) แก้ปัญหาอย่างง่ายโดยใช้การลองผิดลองถูก การเปรียบเทียบ</li> <li>2) แสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน หรือ การแก้ปัญหาอย่างง่ายโดยใช้ภาพ สัญลักษณ์ หรือข้อความ</li> <li>3) เขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อ</li> <li>4) ใช้เทคโนโลยีในการสร้าง จัดเก็บ เรียกใช้ข้อมูลตามวัตถุประสงค์</li> <li>5) ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย ปฏิบัติตามข้อตกลงในการใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกัน ดูแลรักษาอุปกรณ์เบื้องต้น ใช้งานอย่างเหมาะสม</li> </ol> |

| ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 1  |   |
|--|---|
| คณิตศาสตร์   |   |
| <p><u>ค 1.1</u></p> <p>1) บอกจำนวน อ่านและเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย (0 – 100)</p> <p>2) เปรียบเทียบจำนวนโดยใช้เครื่องหมาย <math>= \neq &gt; &lt;</math> (0 – 100)</p> <p>3) เรียงลำดับจำนวนตั้งแต่ 3-5 จำนวน (0 – 100)</p> <p>4) หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์การบวกและลบ (0 – 100)</p> <p>5) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวกและลบ (0 – 100)</p> <p><u>ค 1.2</u></p> <p>1) ระบุจำนวนที่หายไปในรูปแบบของจำนวนที่เพิ่ม/ลดทีละ 1 และทีละ 10 และระบุรูปที่หายไปในรูปแบบรูปซ้ำของรูปเรขาคณิตและรูปอื่น ๆ ที่สมาชิกในแต่ละชุดที่ซ้ำมี 2 รูป</p> <p><u>ค 2.1</u></p> <p>1) วัดและเปรียบเทียบความยาวเป็นเซนติเมตรเป็นเมตร</p> <p>2) วัดและเปรียบเทียบน้ำหนักเป็นกิโลกรัมเป็นขีด</p> <p><u>ค 2.2</u></p> <p>1) จำแนกรูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม วงรี ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก และกรวย</p> <p><u>ค 3.1</u></p> <p>1) ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิรูปภาพในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเมื่อกำหนดรูป 1 รูป แทน 1 หน่วย</p> |   |
| การงานอาชีพและเทคโนโลยี (เทคโนโลยี)  | ศิลปะ (ทัศนศิลป์)   |
| <p>ง 3.1</p> <p>1) บอกข้อมูลที่สนใจและแหล่งข้อมูลใกล้ตัว</p> <p>2) บอกประโยชน์ของอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ</p>  | <p>ศ 1.1</p> <p>1) รูปร่างรอบตัว</p> <p>2) ความรู้สึกที่มีต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรอบตัว</p> <p>3) การใช้วัสดุ อุปกรณ์</p> <p>4) การใช้สี</p> <p>5) การวาดภาพระบายสีตามความรู้สึกของตนเอง</p> <p>ศ 1.2</p> <p>1) ระบุงานทัศนศิลป์ในชีวิตประจำวัน</p> |

ตารางที่ 2.8 ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 1

## ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 2

## วิทยาศาสตร์

ว 1.2

- 1) ระบุว่าพืชต้องการแสงและน้ำ เพื่อการเจริญเติบโตโดยใช้ข้อมูลจากหลักฐานเชิงประจักษ์
- 2) ตระหนักถึงความจำเป็นที่พืชต้องได้รับน้ำและแสงเพื่อการเจริญเติบโตโดยดูแลพืชให้ได้รับสิ่งดังกล่าวอย่างเหมาะสม
- 3) สร้างแบบจำลองที่บรรยายวัฏจักรชีวิตของพืชดอก

ว 1.3

- 1) เปรียบเทียบลักษณะของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตจากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 2.1

- 1) เปรียบเทียบสมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ละกระบวนการนำสมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุไปประยุกต์ใช้ในการทำวัตถุในชีวิตประจำวัน
- 2) อธิบายสมบัติที่สังเกตได้ของวัสดุที่เกิดจากการนำวัสดุมาผสมกันโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
- 3) เปรียบเทียบสมบัติที่สังเกตได้ของวัสดุเพื่อนำมาทำเป็นวัตถุในการใช้งานตามวัตถุประสงค์และอธิบายการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
- 4) ตระหนักถึงประโยชน์ของการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่

ว 2.3

- 1) บรรยายแนวทางการเคลื่อนที่ของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงและอธิบายการมองเห็นวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์
- 2) ตระหนักในคุณค่าของความรู้ของการมองเห็นโดยเสนอแนะแนวทางการป้องกันอันตรายจากการมองวัตถุที่อยู่ในบริเวณที่มีแสงสว่างไม่เหมาะสม

ว 4.2

- 1) แสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน หรือ การแก้ปัญหาอย่างง่ายโดยใช้ภาพ สัญลักษณ์ หรือข้อความ
- 2) เขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อ และตรวจหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม
- 3) ใช้เทคโนโลยีในการสร้าง จัดหมวดหมู่ ค้นหา จัดเก็บ เรียกใช้ข้อมูลตามวัตถุประสงค์
- 4) ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย ปฏิบัติตามข้อตกลงในการใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกัน ดูแลรักษาอุปกรณ์เบื้องต้น ใช้งานอย่างเหมาะสม

## ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 2

## คณิตศาสตร์

ค 1.1

- 1) บอกรายจำนวน อ่านและเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือ (0-1,000)
- 2) เปรียบเทียบจำนวนโดยใช้เครื่องหมาย  $=$   $\neq$   $>$   $<$  (0-1,000)
- 3) เรียงลำดับจำนวนตั้งแต่ 3-5 จำนวน (0-1,000)
- 4) หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์การบวกและลบ (0-1,000)
- 5) หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์การคูณของจำนวน 1 หลัก กับจำนวนไม่เกิน 2 หลัก
- 6) หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์การหารที่ตัวตั้งไม่เกิน 2 หลัก ตัวหาร 1 หลัก โดยที่ผลหารมี 1 หลัก ทั้งหารลงตัวและไม่ลงตัว
- 7) หาผลลัพธ์การบวก ลบ คูณ หารระคน (0-1,000)
- 8) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหา 2 ขั้นตอน (0-1,000)

ค 2.1

- 1) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลาที่มีหน่วยเดียวและเป็นหน่วยเดียวกัน
- 2) วัดและเปรียบเทียบความยาวเป็นเมตรและเซนติเมตร
- 3) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก ลบ เกี่ยวกับความยาวที่มีหน่วยเป็นเมตรและเซนติเมตร
- 4) วัดและเปรียบเทียบน้ำหนักเป็นกิโลกรัม กรัม และขีด
- 5) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก ลบ เกี่ยวกับน้ำหนักที่มีหน่วยเป็น กิโลกรัม กรัม และขีด
- 6) วัดและเปรียบเทียบปริมาตรและความจุเป็นลิตร

ค 2.2

- 1) จำแนกและบอกลักษณะของรูปหลายเหลี่ยมและวงกลม

ค 3.1

- 1) ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิรูปภาพในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเมื่อกำหนดรูป 1 รูป แทน  $\frac{2}{5}$ / $\frac{10$  หน่วย

| ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 2   |  |
|---|--|
| การงานอาชีพและเทคโนโลยี (เทคโนโลยี)   | ศิลปะ (ทัศนศิลป์)  |
| <p><u>ง 2.1</u></p> <p>1) บอกประโยชน์ของสิ่งของ เครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน</p> <p>2) สร้างของเล่น ของใช้อย่างง่าย รวบรวมข้อมูล ออกแบบร่างภาพ 2 มิติ สร้างและประเมินผล</p> <p>3) การใช้อุปกรณ์ เครื่องมือในการสร้างของเล่น ของใช้อย่างง่าย</p> <p>4) มีความคิดสร้างสรรค์อย่างน้อย 1 ลักษณะ ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ</p> <p><u>ง 3.1</u></p> <p>1) บอกประโยชน์ของข้อมูลและรวบรวมข้อมูลที่สนใจ จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เชื่อถือได้</p> <p>2) บอกประโยชน์และการรักษาแหล่งข้อมูล</p> <p>3) บอกชื่อและหน้าที่ของอุปกรณ์พื้นฐานที่เป็น ส่วนประกอบหลักของคอมพิวเตอร์</p> | <p><u>ศ 1.1</u></p> <p>1) รูปร่าง รูปทรงในธรรมชาติ</p> <p>2) ระบุทัศนธาตุ เส้น สี รูปร่าง รูปทรง</p> <p>3) สร้างผลงานโดยใช้เส้น รูปร่าง</p> <p>4) ใช้วัสดุ อุปกรณ์ สร้างผลงาน 3 มิติ</p> <p>5) สร้างภาพปะติดจากกระดาษ</p> <p>6) วาดภาพถ่ายทอดเรื่องราว</p> <p>7) บรรยายเนื้อหาเรื่องราวในงานทัศนศิลป์</p> <p>8) สร้างผลงานโครงสร้างเคลื่อนไหว</p> <p><u>ศ 1.2</u></p> <p>1) ความสำคัญของงานทัศนศิลป์ในชีวิตประจำวัน</p> <p>2) งานทัศนศิลป์ท้องถิ่น</p> |

ตารางที่ 2.9 ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 2

## ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3

## วิทยาศาสตร์

ว 1.2

- 1) บรรยายสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของมนุษย์และสัตว์โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้
- 2) ตระหนักถึงประโยชน์ของ อาหาร น้ำ และอากาศ โดยการดูแลตนเองและสัตว์ ให้ได้รับสิ่งเหล่านี้อย่างเหมาะสม
- 3) สร้างแบบจำลองที่บรรยายวัฏจักรชีวิตของสัตว์และเปรียบเทียบวัฏจักรชีวิตของสัตว์บางชนิด
- 4) ตระหนักถึงคุณค่าของชีวิตสัตว์โดยไม่ทำให้วัฏจักรชีวิตของสัตว์เปลี่ยนแปลง

ว 2.1

- 1) อธิบายว่าวัตถุประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนย่อย ๆ ซึ่งสามารถแยกออกจากกันได้และประกอบกันเป็นวัตถุชิ้นใหม่ได้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
- 2) อธิบายการเปลี่ยนแปลงของวัสดุเมื่อทำให้ร้อนขึ้นหรือทำให้เย็นลงโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.2

- 1) ระบุผลของแรงที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์
- 2) เปรียบเทียบและยกตัวอย่างแรงสัมผัสและแรงไม่สัมผัสที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
- 3) จำแนกวัตถุโดยใช้การติดติดกับแม่เหล็กเป็นเกณฑ์จากหลักฐานเชิงประจักษ์
- 4) ระบุขั้วแม่เหล็กและพยากรณ์ผลที่เกิดขึ้นระหว่างขั้วแม่เหล็กเมื่อนำมาเข้าใกล้กันจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.3

- 1) ยกตัวอย่างการเปลี่ยนพลังงานหนึ่งไปเป็นอีกพลังงานหนึ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์
- 2) บรรยายการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและระบุแหล่งพลังงานในการผลิตไฟฟ้าจากข้อมูลที่รวบรวมได้
- 3) ตระหนักในประโยชน์และโทษของไฟฟ้าโดยนำเสนอวิธีการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย

ว 3.1

- 1) อธิบายแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตก ของดวงอาทิตย์โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
- 2) อธิบายสาเหตุการเกิดปรากฏการณ์การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ การเกิดกลางวันกลางคืน และการกำหนดทิศ โดยใช้แบบจำลอง
- 3) ตระหนักถึงความสำคัญของดวงอาทิตย์ โดยบรรยายประโยชน์ของดวงอาทิตย์ต่อสิ่งมีชีวิต

ว 3.2

- 1) ระบุส่วนประกอบของอากาศ บรรยายความสำคัญของอากาศ และผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่อสิ่งมีชีวิตจากข้อมูลที่รวบรวมได้
- 2) ตระหนักถึงความสำคัญของอากาศ โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนในการลด การเกิดมลพิษทางอากาศ
- 3) อธิบายการเกิดลมจากหลักฐานเชิงประจักษ์

| ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3   |
|---|
| <p>4) บรรยายประโยชน์และโทษของลม จากข้อมูลที่รวบรวมได้</p> <p><u>ว 4.2</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) แสดงอัลกอริทึมในการทำงาน หรือ การแก้ปัญหาอย่างง่ายโดยใช้ภาพ สัญลักษณ์ หรือข้อความ</li> <li>2) เขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อ และตรวจหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม</li> <li>3) ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้</li> <li>4) รวบรวม ประมวลผล และนำเสนอข้อมูล โดยใช้ซอฟต์แวร์ตามวัตถุประสงค์</li> <li>5) ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย ปฏิบัติตามข้อตกลงในการใช้อินเทอร์เน็ต</li> </ol>  |
| คณิตศาสตร์  |
| <p><u>ค 1.1</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) บอกจำนวน อ่านและเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือ (0-100,000)</li> <li>2) เปรียบเทียบและเรียงลำดับจำนวนจากสถานการณ์ต่าง ๆ (0-100,000)</li> <li>3) บอก อ่านและเขียนเศษส่วนแสดงปริมาณสิ่งต่าง ๆ</li> <li>4) เปรียบเทียบเศษส่วนที่ตัวเศษเท่ากัน โดยที่ตัวเศษน้อยกว่าหรือเท่ากับตัวส่วน</li> <li>5) หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์การบวกและลบ (0-100,000)</li> <li>6) หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์การคูณของจำนวน 1 หลักกับจำนวนไม่เกิน 4 หลัก และจำนวน 2 หลักกับจำนวน 2 หลัก</li> <li>7) หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์การหารที่ตัวตั้งไม่เกิน 4 หลัก ตัวหาร 1 หลัก</li> <li>8) หาผลลัพธ์การบวก ลบ คูณ หารระคน (0-100,000)</li> <li>9) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหา 2 ขั้นตอน (0-100,000)</li> <li>10) หาผลบวกและลบของเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันและผลบวกไม่เกิน 1</li> <li>11) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวกและลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน</li> </ol> <p><u>ค 1.2</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ระบุจำนวนที่หายไปในรูปแบบของจำนวนที่เพิ่ม/ลดทีละเท่า ๆ กัน</li> </ol> <p><u>ค 2.1</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน</li> <li>2) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลา และระยะเวลา</li> <li>3) เลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวที่เหมาะสมวัดและบอกความยาวเป็นเซนติเมตรและมิลลิเมตร เมตร และเซนติเมตร</li> <li>4) คาดคะเนความยาวเป็นเมตรและเซนติเมตร</li> <li>5) เปรียบเทียบความยาวระหว่างเซนติเมตรและมิลลิเมตร เมตรกับเซนติเมตร กิโลเมตรกับเมตร จากสถานการณ์ต่าง ๆ</li> </ol> |



ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3

- 6) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวที่มีหน่วยเป็นเซนติเมตรและมิลลิเมตร เมตรและเซนติเมตร กิโลเมตรและเมตร
- 7) เลือกใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม วัดและบอกน้ำหนักเป็นกิโลกรัมและขีดกิโลกรัมและกรัม
- 8) คาดคะเนน้ำหนักเป็นกิโลกรัมและขีด
- 9) เปรียบเทียบน้ำหนักระหว่างกิโลกรัมกับกรัม เมตริกตันกับกิโลกรัมจากสถานการณ์ต่าง ๆ
- 10) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับน้ำหนักที่มีหน่วยเป็นกิโลกรัมกับกรัม เมตริกตันกับกิโลกรัม
- 11) เลือกใช้เครื่องตวงที่เหมาะสม วัดและเปรียบเทียบปริมาตร ความจุเป็นลิตร และมิลลิลิตร
12. คาดคะเนปริมาตรและความจุเป็นลิตร
13. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรและความจุที่มีหน่วยเป็นลิตรและมิลลิลิตร

ค 2.2

- 1) ระบุรูปเรขาคณิตสองมิติที่มีแกนสมมาตรและจำนวนแกนสมมาตร

ค 3.1

- 1) เขียนแผนภูมิรูปภาพและใช้ข้อมูลจากแผนภูมิรูปภาพในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา
- 2) เขียนตารางทางเดียวจากข้อมูลที่เป็นจำนวนนับละใช้ข้อมูลจากตารางทางเดียวในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

| ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3   |   |
|---|---|
| การงานอาชีพและเทคโนโลยี (เทคโนโลยี)   | ศิลปะ (ทัศนศิลป์)   |
| <p><u>ง 2.1</u></p> <p>1) สร้างของเล่น ของใช้โดยกำหนดปัญหาหรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล ออกแบบร่างภาพ 2 มิติ สร้างและประเมินผล</p> <p>2) เลือกใช้สิ่งของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์</p> <p>3) นำสิ่งของเครื่องใช้กลับมาใช้ซ้ำ</p> <p><u>ง 3.1</u></p> <p>1) ค้นหาข้อมูลอย่างมีขั้นตอนและนำเสนอข้อมูล</p> <p>2) บอกวิธีดูแลรักษาอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ</p> | <p><u>ศ 1.1</u></p> <p>1) รูปร่าง รูปทรงในธรรมชาติและงานทัศนศิลป์</p> <p>2) วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้สร้างผลงานเมื่อชมผลงาน</p> <p>3) จำแนกทัศนธาตุ เส้น สี รูปร่าง รูปทรง และพื้นผิว</p> <p>4) วาดภาพระบายสีสิ่งของรอบตัว</p> <p>5) การใช้วัสดุอุปกรณ์ในงานปั้น</p> <p>6) วาดภาพถ่ายทอดความคิดความรู้สึกจากเหตุการณ์จริง</p> <p>7) บรรยายเหตุผลและวิธีการสร้างผลงาน</p> <p>8) แสดงความคิดเห็นในผลงานของตนเอง</p> <p>9) ระบุ และจัดกลุ่มภาพตามทัศนธาตุที่ภาพเน้น</p> <p>10) รูปร่าง รูปทรงในงานออกแบบ</p> <p><u>ศ 1.2</u></p> <p>1) เล่าที่มาของงานทัศนศิลป์ในท้องถิ่น</p> <p>2) วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการสร้างงานทัศนศิลป์ท้องถิ่น</p> |

ตารางที่ 2.10 ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 3

## ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4

## วิทยาศาสตร์

ว 1.2

1) บรรยายหน้าที่ของราก ลำต้น ใบ และดอกของพืชดอกโดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 1.3

1) จำแนกสิ่งมีชีวิตโดยใช้ความเหมือนและความแตกต่างของลักษณะของสิ่งมีชีวิตออกเป็นกลุ่มพืช กลุ่มสัตว์ กลุ่มไม่ใช่พืชและสัตว์

2) จำแนกพืชออกเป็นพืชดอกและพืชไม่มีดอก โดยใช้การมีดอกเป็นเกณฑ์โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้

3) จำแนกสัตว์ออกเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังโดยใช้การมีกระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้

4) บรรยายลักษณะเฉพาะที่สังเกตได้ของสัตว์มีกระดูกสันหลังในกลุ่มปลา กลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก กลุ่มสัตว์เลื้อยคลาน

กลุ่มนก และกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตในแต่ละกลุ่ม

ว 2.1

1) เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็ง สภาพยืดหยุ่นการนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์จากการทดลองและระบุการนำสมบัติดังกล่าวไปใช้ในชีวิตประจำวันผ่านกระบวนการออกแบบชิ้นงาน

2) แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นโดยการอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุอย่างมีเหตุผลจากการทดลอง

3) เปรียบเทียบสมบัติของสสารทั้ง 3 สถานะจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมวล การต้องการที่อยู่ รูปร่างและปริมาตรของสสาร

4) ใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวลและปริมาตรของสสารทั้ง 3 สถานะ

ว 2.2

1) ระบุผลของแรงโน้มถ่วงที่มีต่อวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์

2) ใช้เครื่องชั่งสปริงในการวัดน้ำหนักของวัตถุ

3) บรรยายมวลของวัตถุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.3

1) จำแนกวัตถุเป็นตัวกลางโปร่งแสง และวัตถุทึบแสง จากลักษณะการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ผ่านวัตถุนั้นเป็นเกณฑ์โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ว 3.1

1) อธิบายแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตก ของดวงจันทร์ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4

- 2) สร้างแบบจำลองที่อธิบายแบบรูป การเปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์ และพยากรณ์รูปร่างปรากฏของดวงจันทร์
- 3) สร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบสุริยะ และอธิบายเปรียบเทียบคาบ การโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง

ว 4.2

- 1) ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์ จากปัญหาอย่างง่าย
- 2) ออกแบบ และเขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์ หรือสื่อ และตรวจหาข้อผิดพลาดและแก้ไข
- 3) ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล
- 4) รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศ โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
- 5) ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูล หรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม

คณิตศาสตร์

ค 1.1

- 1) บอกรายชื่อ อ่านและเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือ (> 100,000)
- 2) เปรียบเทียบและเรียงลำดับจำนวนจากสถานการณ์ต่าง ๆ (> 100,000)
- 3) บอกรายชื่อ อ่านและเขียนเศษส่วนจำนวนคละแสดงปริมาณสิ่งต่าง ๆ
- 4) เปรียบเทียบ เรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละที่มีตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง
- 5) อ่านและเขียนทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง
- 6) เปรียบเทียบ เรียงลำดับ ทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่งจากสถานการณ์ต่าง ๆ
- 7) ประเมินผลลัพธ์ของการบวก ลบ คูณ หาร จากสถานการณ์ต่าง ๆ
- 8) หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์การบวกและลบ (> 100,000)
- 9) หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์การคูณของจำนวนหลายหลัก 2 จำนวน ที่มีผลคูณไม่เกิน 6 หลัก และการหารที่ตัวตั้งไม่เกิน 6 หลัก ตัวหารไม่เกิน 2 หลัก
- 10) หาผลลัพธ์การบวก ลบ คูณ หารระคน ของจำนวนนับและ 0
- 11) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหา 2 ขั้นตอน (> 100,000)
- 12) สร้างโจทย์ปัญหา 2 ขั้นตอน ของจำนวนนับ และ 0 พร้อมหาคำตอบ
- 13) หาผลบวกและลบของเศษส่วน และจำนวนคละที่มีตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง
- 14) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก และลบเศษส่วนและจำนวนคละที่มีตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง

| ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4   |   |
|---|---|
| 15) หาผลบวกและลบของทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง<br>16) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวกและลบ 2 ขั้นตอนของทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง<br><u>ค 2.1</u><br>1) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลา<br>2) วัดและสร้างมุมโดยใช้พรแทรกเตอร์<br>3) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูป และพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก<br><u>ค 2.2</u><br>1) จำแนกชนิดของมุม บอกชื่อมุม ส่วนประกอบของมุม และเขียนสัญลักษณ์แสดงมุม<br>2) สร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเมื่อกำหนดความยาวของด้าน<br><u>ค 3.1</u><br>1) ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่งตารางสองทางในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา |   |
| การงานอาชีพและเทคโนโลยี (เทคโนโลยี)   | ศิลปะ (ทัศนศิลป์)   |
| <u>ง 3.1</u><br>1) บอกชื่อและหน้าที่ของอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ<br>2) บอกหลักการทำงานเบื้องต้นของคอมพิวเตอร์<br>3) ประโยชน์และโทษจากการใช้งานคอมพิวเตอร์<br>4) ระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์เพื่อการทำงาน<br>5) สร้างภาพหรือชิ้นงานจากจินตนาการโดยใช้โปรแกรมกราฟิก  | <u>ศ 1.1</u><br>1) เปรียบเทียบรูปร่างรูปทรง ในธรรมชาติ และงานทัศนศิลป์<br>2) สีวรรณะอุ่นและเย็น<br>3) จำแนกทัศนธาตุ เส้น สี รูปร่าง รูปทรง พื้นผิว และพื้นที่ว่าง<br>4) ใช้วัสดุ อุปกรณ์สร้างงานพิมพ์ภาพ<br>5) ใช้วัสดุ อุปกรณ์วาดภาพระบายสี<br>6) การจัดระยะความลึก น้ำหนักและแสงเงาในการวาดภาพ<br>7) ใช้สีวรรณะอุ่นและเย็นถ่ายทอดความรู้สึกและจินตนาการ<br>8) เปรียบเทียบความคิด ความรู้สึกในงานทัศนศิลป์ของตนเองและคนอื่น<br>9) ใช้วรรณะสีถ่ายทอดอารมณ์ความรู้สึก<br><u>ศ 1.2</u><br>1) งานทัศนศิลป์ในเหตุการณ์ และงานเฉลิมฉลองของวัฒนธรรมท้องถิ่น<br>2) งานทัศนศิลป์จากวัฒนธรรมต่าง ๆ |

ตารางที่ 2.11 ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 4

## ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5

## วิทยาศาสตร์

ว 1.1

- 1) บรรยายโครงสร้างและลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตซึ่งเป็นผลจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในแต่ละแหล่งที่อยู่
- 2) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตเพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต
- 3) เขียนโซ่อาหารและระบุบทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิตและผู้บริโภคในโซ่อาหาร
- 4) ตระหนักในคุณค่าของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต โดยมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม

ว 1.3

- 1) อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกของพืช สัตว์ และมนุษย์
- 2) แสดงความอยากรู้อยากเห็นโดยการถามคำถามเกี่ยวกับลักษณะที่คล้ายคลึงกันของตนเองกับพ่อแม่

ว 2.1

- 1) อธิบายการเปลี่ยนสถานะของสสารเมื่อทำให้สสารร้อนขึ้นหรือเย็นลงโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
- 2) อธิบายการละลายของสารในน้ำโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
- 3) วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสารเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
- 4) วิเคราะห์และระบุการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้

ว 2.2

- 1) อธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุในกรณีที่วัตถุอยู่นิ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์
- 2) เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ
- 3) ใช้เครื่องชั่งสปริงวัดแรงที่กระทำต่อวัตถุ
- 4) ระบุผลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์
- 5) เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ

ว 2.3

- 1) อธิบายการได้ยินเสียงผ่านตัวกลางจากหลักฐานเชิงประจักษ์
- 2) ระบุตัวแปรทดลองและอธิบายลักษณะการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ
- 3) ออกแบบการทดลองและอธิบายลักษณะและการเกิดเสียงดัง เสียงค่อย
- 4) วัดระดับเสียงโดยใช้เครื่องมือวัดระดับเสียง
- 5) ตระหนักในคุณค่าของความรู้เรื่องระดับเสียงโดยเสนอแนะแนวทางในการหลีกเลี่ยงและลดมลพิษทางเสียง

ว 3.1

- 1) เปรียบเทียบความแตกต่างของดาวเคราะห์และดาวฤกษ์จากแบบจำลอง

ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5

2) ใช้แผนที่ดาวระบุตำแหน่งและเส้นทาง การขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์บนท้องฟ้า และอธิบายแบบรูปเส้นทาง การขึ้นและตก ของกลุ่มดาวฤกษ์บนท้องฟ้าในรอบปี

ว 3.2

- 1) เปรียบเทียบปริมาณน้ำในแต่ละแหล่ง และระบุปริมาณน้ำที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ จากข้อมูลที่รวบรวมได้
- 2) ตระหนักถึงคุณค่าของน้ำโดยนำเสนอแนวทาง การใช้น้ำอย่างประหยัดและการอนุรักษ์น้ำ
- 3) สร้างแบบจำลองที่อธิบายการหมุนเวียน ของน้ำในวัฏจักรน้ำ
- 4) เปรียบเทียบกระบวนการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง และน้ำค้างแข็ง จากแบบจำลอง
- 5) เปรียบเทียบกระบวนการเกิดฝน หิมะ และลูกเห็บ จากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 4.2

- 1) ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์ จากปัญหาอย่างง่าย
- 2) ออกแบบและเขียนโปรแกรมที่มีการใช้เหตุผลเชิงตรรกะอย่างง่าย ตรวจสอบข้อผิดพลาดและแก้ไข
- 3) ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกัน ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล
- 4) รวบรวม ประเมิน นำเสนอ ข้อมูลและสารสนเทศ ตามวัตถุประสงค์โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
- 5) ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย มีมารยาท เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม

คณิตศาสตร์

ค 1.1

- 1) เขียนเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็นตัวประกอบของ 10, 100 หรือ 1,000 ในรูปทศนิยม
- 2) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาโดยใช้บัญญัติไตรยางค์
- 3) หาผลบวกและลบของเศษส่วนและจำนวนคละ
- 4) หาผลคูณและหารของเศษส่วนและจำนวนคละ
- 5) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน 2 ขั้นตอน
- 6) หาผลคูณของทศนิยมที่ผลคูณเป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง
- 7) หาผลหารที่ตัวตั้งเป็นจำนวนนับหรือทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง และตัวหารเป็นจำนวนนับ ผลหารเป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง
- 8) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ทศนิยม 2 ขั้นตอน
- 9) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละไม่เกิน 2 ขั้นตอน

## ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5

ค 2.1

- 1) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวที่มีการเปลี่ยนหน่วยและเขียนในรูปทศนิยม
- 2) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับน้ำหนักที่มีการเปลี่ยนหน่วยและเขียนในรูปทศนิยม
- 3) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
- 4) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ค 2.2

- 1) สร้างเส้นตรงหรือส่วนของเส้นตรงให้ขนานกับเส้นตรงหรือส่วนของเส้นตรงที่กำหนด
- 2) จำแนกรูปสี่เหลี่ยมโดยพิจารณาจากสมบัติของรูป
- 3) สร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ เมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุมหรือความยาวของเส้นทแยงมุม
- 4) บอกลักษณะของปริซึม

ค 3.1

- 1) ใช้ข้อมูลจากกราฟเส้นในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา
- 2) เขียนแผนภูมิแท่งจากข้อมูลที่เป็นจำนวนนับ



| ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5   |   |
|---|---|
| การงานอาชีพและเทคโนโลยี (เทคโนโลยี)   | ศิลปะ (ทัศนศิลป์)   |
| <p><u>ง 2.1</u></p> <p>1) อธิบายความหมายและวิวัฒนาการของเทคโนโลยี</p> <p>2) สร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามความสนใจ โดยกำหนดปัญหาหรือความต้องการ เลือกวิธีการ ออกแบบภาพร่าง 2 มิติ สร้างและประเมินผล</p> <p>3) นำความรู้และทักษะไปประยุกต์ใช้สร้างสิ่งของเครื่องใช้</p> <p>4) มีความคิดสร้างสรรค์อย่างน้อย 2 ลักษณะในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ</p> <p>5) เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ และแปรรูปสิ่งของเครื่องใช้นำกลับมาใช้ใหม่</p> <p><u>ง 3.1</u></p> <p>1) ค้นหา รวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ตรงตามวัตถุประสงค์</p> <p>2) สร้างงานเอกสารเพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน</p> | <p><u>ศ 1.1</u></p> <p>1) จังหวะ ตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อมและงานทัศนศิลป์</p> <p>2) เปรียบเทียบงานทัศนศิลป์ ที่ใช้วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการแตกต่างกัน</p> <p>3) วาดภาพ โดยใช้แสงเงา น้ำหนัก วรรณะสี</p> <p>4) งานปั้นถ่ายทอดจินตนาการจากดินน้ำมัน/ดินเหนียว</p> <p>5) การจัดภาพในงานพิมพ์ภาพ</p> <p>6) ระบุปัญหาในการจัดองค์ประกอบศิลป์ และการสื่อความหมายของตนเอง</p> <p>7) บรรยายประโยชน์และคุณค่าของงานทัศนศิลป์</p> <p><u>ศ 1.2</u></p> <p>1) ลักษณะรูปแบบของงานทัศนศิลป์ในแหล่งเรียนรู้หรือนิทรรศการศิลปะ</p> <p>2) งานทัศนศิลป์ที่สะท้อนวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น</p> |

ตารางที่ 2.12 ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 5

## ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6

## วิทยาศาสตร์

ว 1.2

- 1) ระบุสารอาหารและบอกประโยชน์ของสารอาหารแต่ละประเภทจากอาหารที่ตนเองรับประทาน
- 2) บอกแนวทางในการเลือกรับประทานอาหารให้ได้สารอาหารครบถ้วน ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้งความปลอดภัยต่อสุขภาพ
- 3) ตระหนักถึงความสำคัญของสารอาหารโดยการเลือกรับประทานอาหารที่มีสารอาหารครบถ้วนในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัยรวมทั้งปลอดภัยต่อสุขภาพ
- 4) สร้างแบบจำลองระบบย่อยอาหารและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบย่อยอาหารรวมทั้งอธิบายการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหาร
- 5) ตระหนักถึงความสำคัญของระบบย่อยอาหารโดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษาอวัยวะในระบบย่อยอาหารให้ทำงานเป็นปกติ

ว 2.1

- 1) อธิบายและเปรียบเทียบการแยกสารผสมโดยการหีบออก การร่อน การใช้แม่เหล็กดึงดูด การรินออก การกรองและการตกตะกอน โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ รวมทั้งระบุวิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับการแยกสาร

ว 2.2

- 1) อธิบายการเกิดและผลของแรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจากวัตถุที่ผ่านการขัดถูโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.3

- 1) ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากหลักฐานเชิงประจักษ์
- 2) เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
- 3) ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายวิธีการและผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม
- 4) ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
- 5) ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน
- 6) ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานโดยบอกประโยชน์ข้อจำกัด และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
- 7) อธิบายการเกิดแก๊มมีดแก๊มมีวจากหลักฐานเชิงประจักษ์
- 8) เขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดแก๊มมีดแก๊มมีว

ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6

ว 3.1

- 1) สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิด และเปรียบเทียบปรากฏการณ์สุริยุปราคา และจันทรุปราคา
- 2) อธิบายพัฒนาการของเทคโนโลยีอวกาศ และยกตัวอย่างการนำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน จากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 3.2

- 1) เปรียบเทียบกระบวนการเกิดหินอัคนี หินตะกอน และหินแปรและอธิบายวัฏจักรหินจากแบบจำลอง
- 2) บรรยายและยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของหินและแร่ในชีวิตประจำวันจากข้อมูล ที่รวบรวมได้
- 3) สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิด ซากดึกดำบรรพ์และคาดคะเนสภาพแวดล้อมในอดีตของซากดึกดำบรรพ์
- 4) เปรียบเทียบการเกิดลมบก ลมทะเล และมรสุม รวมทั้งอธิบายผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมจากแบบจำลอง
- 5) อธิบายผลของมรสุมต่อการเกิดฤดูของประเทศไทย จากข้อมูลที่รวบรวมได้
- 6) บรรยายลักษณะและผลกระทบของ น้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม แผ่นดินไหว สึนามิ
- 7) ตระหนักถึงผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย โดยนำเสนอแนวทางในการเฝ้าระวังและปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากภัยธรรมชาติและ ธรณีพิบัติภัยที่อาจเกิดในท้องถิ่น
- 8) สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต
- 9) ตระหนักถึงผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจกโดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนเพื่อลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจก

ว 4.2

- 1) ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบายและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน
- 2) ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรม และแก้ไข
- 3) ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ
- 4) ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทำงานร่วมกันอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม

## ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6

## คณิตศาสตร์

ค 1.1

- 1) เปรียบเทียบ เรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละจากสถานการณ์ต่าง ๆ
- 2) เขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบปริมาณ 2 ปริมาณ
- 3) หาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้
- 4) หา ห.ร.ม. ของจำนวนนับไม่เกิน 3 จำนวน
- 5) หา ค.ร.น. ของจำนวนนับไม่เกิน 3 จำนวน
- 6) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาโดยใช้ ห.ร.ม. และ ค.ร.น.
- 7) หาผลการบวก ลบ คูณ หารระคนของเศษส่วนและจำนวนคละ
- 8) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเศษส่วนและจำนวนคละ 2-3 ขั้นตอน
- 9) หาผลหารของทศนิยมที่ผลและตัวหารเป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง
- 10) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ทศนิยม 3 ขั้นตอน
- 11) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหา อัตราส่วน
- 12) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละ 2-3 ขั้นตอน

ค 1.2

- 1) แสดงวิธีคิดและหาคำตอบของปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป

ค 2.1

- 1) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
- 2) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม
- 3) แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูป และพื้นที่ของวงกลม

ค 2.2

- 1) จำแนกรูปสามเหลี่ยมโดยพิจารณาจากสมบัติของรูป
- 2) สร้างรูปสามเหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุม
- 3) บอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่าง ๆ
- 4) ระบุรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบจากรูปคลี่และระบุรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

ค 3.1

- 1) ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิวงกลมในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

| ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6   |   |
|---|---|
| การงานอาชีพและเทคโนโลยี (เทคโนโลยี)   | ศิลปะ (ทัศนศิลป์)   |
| <p><u>ง 2.1</u></p> <p>1) อธิบายส่วนประกอบของเทคโนโลยี</p> <p>2) สร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามความสนใจ โดยกำหนดปัญหาหรือความต้องการ เลือกวิธีการ ออกแบบภาพร่าง 3 มิติหรือแผนที่ความคิด สร้างและประเมินผล</p> <p>3) นำความรู้และทักษะไปประยุกต์ใช้สร้างสิ่งของเครื่องใช้</p> <p><u>ง 3.1</u></p> <p>1) บอกหลักการเบื้องต้นของการแก้ปัญหา</p> <p>2) ใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูล</p> <p>3) เก็บรักษาข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ</p> <p>4) นำเสนอข้อมูลโดยใช้ซอฟต์แวร์ประยุกต์</p> <p>5) ใช้คอมพิวเตอร์สร้างชิ้นงาน</p> | <p><u>ศ 1.1</u></p> <p>1) สีคู่ตรงข้าม</p> <p>2) หลักการจัดขนาด สัดส่วนความสมดุลในงานทัศนศิลป์</p> <p>3) สร้างงานทัศนศิลป์จาก 2 มิติเป็น 3 มิติ โดยใช้แสงเงา และน้ำหนัก</p> <p>4) สร้างงานปั้นโดยใช้หลักการเพิ่มและลด</p> <p>5) สร้างงานทัศนศิลป์โดยใช้หลักการรูปและพื้นที่ว่าง</p> <p>6) สร้างงานทัศนศิลป์โดยใช้สีคู่ตรงข้าม</p> <p>หลักการจัดขนาด สัดส่วนและความสมดุล</p> <p>7) สร้างงานทัศนศิลป์เป็นแผนภาพ แผนผัง และภาพประกอบ</p> <p><u>ศ 1.2</u></p> <p>1) บทบาทของงานทัศนศิลป์ในชีวิตและสังคม</p> <p>2) อิทธิพลของศาสนาที่มีต่องานทัศนศิลป์ในท้องถิ่น</p> |

ตารางที่ 2.13 ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 6

และเมื่อวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องแล้วสามารถสรุปเป็นประเด็น  
จำแนกตามระดับชั้นและรายวิชา เพื่อเป็นข้อมูลประกอบใบชุดบอร์ดเกมได้ดังนี้

| ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 1   |   |
|---|---|
| วิทยาศาสตร์   | คณิตศาสตร์  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>ชื่อพืชและสัตว์ตามบริเวณที่อาศัย</li> <li>สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการดำรงชีวิตของสัตว์</li> <li>ส่วนต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์ สัตว์ พืช</li> <li>ตระหนักถึงความสำคัญในการดูแลรักษาส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย</li> <li>ระบุและจัดกลุ่มชนิดของวัสดุตามสมบัติที่สังเกตได้</li> <li>การเกิดและการเคลื่อนที่ของเสียง</li> <li>ดาวที่ปรากฏบนท้องฟ้ากลางวัน/กลางคืน</li> <li>สาเหตุที่มองไม่เห็นดาวในเวลากลางวัน</li> <li>ลักษณะภายนอกของหิน</li> <li>แก้ปัญหาอย่างง่ายโดยลองผิดลองถูก เปรียบเทียบ</li> <li>ใช้ ภาพ สัญลักษณ์ ข้อความ แสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน/การแก้ปัญหาอย่างง่าย</li> <li>เขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อ</li> <li>สร้าง จัดเก็บ เรียกใช้ข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยี</li> <li>การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย เหมาะสม การดูแลรักษาอุปกรณ์เบื้องต้น</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>บอกและอ่านเขียน เลข 0 – 100</li> <li>เปรียบเทียบจำนวน 0 -100</li> <li>เรียงลำดับเลข 0 – 100 ตั้งแต่ 3 – 5 จำนวน</li> <li>การบวกและลบ เลข 0 – 100</li> <li>โจทย์ปัญหาบวกและลบ เลข 0 – 100</li> <li>ระบุจำนวนที่หายไปจากการเพิ่มลดที่ละ 1/10 และระบุรูปที่หายไปในรูปแบบรูปซ้ำที่สมาชิกในแต่ละชุดที่ซ้ำมี 2 รูป</li> <li>เซนติเมตร เมตร</li> <li>กิโลกรัม ชีด</li> <li>สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม วงรี ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย</li> <li>แผนภูมิรูปภาพ รูปละ 1 หน่วย</li> </ul> |
| <p>การงานอาชีพและเทคโนโลยี (เทคโนโลยี)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>บอกข้อมูลที่สนใจและแหล่งข้อมูลใกล้ตัว</li> <li>ประโยชน์ของอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ</li> </ul>   | <p>ศิลปะ (ทัศนศิลป์)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>รูปร่าง</li> <li>ความรู้สึกร่วมต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรอบตัว</li> <li>การใช้วัสดุ อุปกรณ์</li> <li>การใช้สี</li> <li>การวาดภาพระบายสีตามความรู้สึกร่วม</li> <li>งานทัศนศิลป์ในชีวิตประจำวัน</li> </ul>  |

ตารางที่ 2.14 ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 1

| ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 2  |  |
|--|--|
| วิทยาศาสตร์  | คณิตศาสตร์   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• การเจริญเติบโตของพืช</li> <li>• การดูแลพืช</li> <li>• วัฏจักรชีวิตของพืชดอก</li> <li>• ลักษณะของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต</li> <li>• สมบัติการดูดซึมน้ำของวัสดุ</li> <li>• สมบัติที่สังเกตได้ของวัสดุที่เกิดจากการนำวัสดุมาผสมกัน</li> <li>• สมบัติที่สังเกตได้ของวัสดุและการนำไปใช้งาน</li> <li>• ประโยชน์ของการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่</li> <li>• การเคลื่อนที่ของแสง</li> <li>• การป้องกันอันตรายจากการมองวัตถุที่อยู่ในบริเวณที่มีแสงสว่างไม่เหมาะสม</li> <li>• ใช้ภาพ สัญลักษณ์ หรือข้อความแสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน/การแก้ปัญหาอย่างง่าย</li> <li>• เขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อ และตรวจหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม</li> <li>• สร้าง จัดหมวดหมู่ ค้นหา จัดเก็บ เรียกใช้ข้อมูล โดยใช้เทคโนโลยี</li> <li>• การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย เหมาะสม การดูแลรักษาอุปกรณ์เบื้องต้น</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• บอกละเอียดอ่านเขียน เลข 0 – 1,000</li> <li>• เปรียบเทียบจำนวน 0 – 1,000</li> <li>• เรียงลำดับเลข 0 – 1,000 ตั้งแต่ 3 – 5 จำนวน</li> <li>• การบวกและลบ เลข 0 – 1,000</li> <li>• การคูณ จำนวน 1 หลัก กับ จำนวนไม่เกิน 2 หลัก</li> <li>• การหารตัวตั้งไม่เกิน 2 หลัก ตัวหาร 1 หลัก</li> <li>• การบวก ลบ คูณ หารระคน เลข 0 – 1,000</li> <li>• โจทย์ปัญหา 2 ขั้นตอน เลข 0 – 1,000</li> <li>• โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลา หน่วยเดียวและหน่วยเดียวกัน</li> <li>• บวกลบ ความยาว เมตรและเซนติเมตร</li> <li>• บวกลบ น้ำหนัก กิโลกรัม กรัม ชีด</li> <li>• ปริมาตรและความจุ ลิตร</li> <li>• รูปหลายเหลี่ยมและวงกลม</li> <li>• แผนภูมิรูปภาพ รูปละ 2/5/10 หน่วย</li> </ul> |
| <p>การงานอาชีพและเทคโนโลยี (เทคโนโลยี)</p>   | <p>ศิลปะ (ทัศนศิลป์)</p>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• ประโยชน์ของสิ่งของเครื่องใช้ ในชีวิตประจำวัน</li> <li>• สร้างของเล่น ของใช้อย่างง่าย โดยรวบรวมข้อมูล ร่างภาพ 2 มิติ สร้างและประเมินผล</li> <li>• ใช้อุปกรณ์ เครื่องมือสร้างของเล่น ของใช้อย่างง่าย</li> <li>• มีความคิดสร้างสรรค์อย่างน้อย 1 ลักษณะ ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ</li> <li>• ประโยชน์ของข้อมูลและการรวบรวมข้อมูล</li> <li>• ประโยชน์และการรักษาแหล่งข้อมูล</li> <li>• ชื่อและหน้าที่ของส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• รูปร่าง รูปทรงในธรรมชาติ</li> <li>• ทัศนธาตุ เส้น สี รูปร่าง รูปทรง</li> <li>• สร้างผลงานโดยใช้เส้น รูปร่าง</li> <li>• สร้างผลงาน 3 มิติ</li> <li>• สร้างภาพปะติดจากกระดาษ</li> <li>• วาดภาพถ่ายทอดเรื่องราว</li> <li>• บรรยายเนื้อหาเรื่องราวในงานทัศนศิลป์</li> <li>• สร้างผลงานโดยโครงสร้างเคลื่อนไหว</li> <li>• ความสำคัญของงานทัศนศิลป์ในชีวิตประจำวัน</li> <li>• งานทัศนศิลป์ท้องถิ่น</li> </ul>  |

ตารางที่ 2.15 ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 2

| ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3  |   |
|--|---|
| วิทยาศาสตร์  | คณิตศาสตร์  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• การเจริญเติบโตของมนุษย์และสัตว์</li> <li>• การดูแลตนเองและสัตว์</li> <li>• วัฏจักรชีวิตของสัตว์</li> <li>• คุณค่าของสิ่งมีชีวิต</li> <li>• ชิ้นส่วนของวัตถุ</li> <li>• การเปลี่ยนแปลงของวัสดุเมื่อร้อนขึ้น/เย็นลง</li> <li>• แรงแม่เหล็กและการเคลื่อนที่ของวัตถุ</li> <li>• แรงแม่เหล็กและแรงไม่สัมผัส</li> <li>• แม่เหล็กและสารแม่เหล็ก</li> <li>• การเปลี่ยนพลังงานหนึ่งเป็นอีกพลังงานหนึ่ง</li> <li>• การกำเนิดไฟฟ้า</li> <li>• ประโยชน์และโทษของไฟฟ้า</li> <li>• การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์</li> <li>• การเกิดกลางวันและกลางคืน การกำหนดทิศ</li> <li>• ความสำคัญของดวงอาทิตย์</li> <li>• ส่วนประกอบของอากาศ มลพิษทางอากาศ</li> <li>• ความสำคัญของอากาศ</li> <li>• การเกิดลม</li> <li>• ประโยชน์และโทษของลม</li> <li>• ใช้ภาพ สัญลักษณ์ หรือข้อความแสดงอัลกอริทึมในการทำงานหรือการแก้ปัญหาอย่างง่าย</li> <li>• เขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อ และตรวจหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม</li> <li>• ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้</li> <li>• รวบรวม ประมวลผล และนำเสนอข้อมูล โดยใช้ซอฟต์แวร์</li> <li>• การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย ข้อตกลงในการใช้งานอินเทอร์เน็ต</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• บอกละและอ่านเขียน เลข 0 – 100,000</li> <li>• เปรียบเทียบจำนวน 0 – 100,000</li> <li>• เปรียบเทียบเศษส่วนที่ตัวเศษเท่ากัน โดยที่ตัวเศษน้อยกว่าหรือเท่ากับตัวส่วน</li> <li>• การบวกและลบ เลข 0 – 100,000</li> <li>• การคูณ จำนวน 1 หลัก กับ จำนวนไม่เกิน 4 หลัก และจำนวน 2 หลัก จำนวน 2 หลัก</li> <li>• การหารตัวตั้งไม่เกิน 4 หลัก ตัวหาร 1 หลัก</li> <li>• การบวก ลบ คูณ หารระคน เลข 0 – 100,000</li> <li>• โจทย์ปัญหา 2 ขั้นตอน เลข 0 – 100,000</li> <li>• การบวกและลบเศษส่วนที่ตัวส่วนเท่ากัน</li> <li>• จำนวนที่หายไปในรูปแบบของจำนวนที่เพิ่ม/ลดทีละเท่ากัน</li> <li>• โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน</li> <li>• โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลาและระยะเวลา</li> <li>• เครื่องมือวัดความยาว มิลลิเมตร เซนติเมตร เมตร</li> <li>• คาดคะเนความยาวเป็นเมตรและเซนติเมตร</li> <li>• เปรียบเทียบความยาวระหว่างเซนติเมตรและมิลลิเมตร เมตรกับเซนติเมตร กิโลเมตรกับเมตร จากสถานการณ์</li> <li>• แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว เซนติเมตรและมิลลิเมตร เมตรและเซนติเมตร กิโลเมตรและเมตร</li> <li>• เครื่องมือวัดความยาว กิโลเมตร กรัม ชั่ง</li> <li>• คาดคะเนน้ำหนักเป็นกิโลกรัมและชั่ง</li> <li>• เปรียบเทียบน้ำหนักระหว่างกิโลกรัมกับกรัม เมตริกตันกับกิโลกรัมจากสถานการณ์</li> <li>• แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับน้ำหนักที่มีหน่วยเป็นกิโลกรัมกับกรัม เมตริกตันกับกิโลกรัม</li> <li>• เครื่องมือตวง ปริมาตร ลิตร มิลลิลิตร</li> <li>• รูปเรขาคณิตสองมิติที่มีแกนสมมาตร</li> <li>• แผนภูมิรูปภาพ</li> <li>• ตารางทางเดียว</li> </ul> |



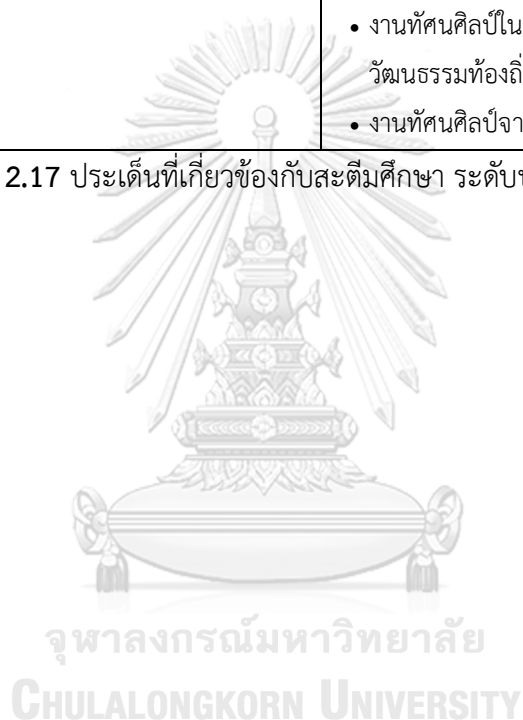
| ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3   |   |
|---|---|
| การงานอาชีพและเทคโนโลยี (เทคโนโลยี)   | ศิลปะ (ทัศนศิลป์)   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• สร้างของเล่น ของใช้อย่างง่าย โดยกำหนดปัญหาหรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล ร่างภาพ 2 มิติ สร้างและประเมินผล</li> <li>• การเลือกใช้สิ่งของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน</li> <li>• การนำสิ่งของเครื่องใช้มาใช้ซ้ำ</li> <li>• ศึกษาข้อมูลอย่างมีขั้นตอนและนำเสนอข้อมูล</li> <li>• วิธีดูแลรักษาอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• รูปร่าง รูปทรงในธรรมชาติและงานทัศนศิลป์</li> <li>• วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้สร้างผลงาน</li> <li>• ทัศนธาตุ เส้น สี รูปร่าง รูปทรง และพื้นผิว</li> <li>• วาดภาพระบายสีสิ่งของรอบตัว</li> <li>• การใช้วัสดุอุปกรณ์ในงานปั้น</li> <li>• วาดภาพถ่ายทอดความคิดความรู้สึจากเหตุการณ์จริง</li> <li>• บรรยายเหตุผลและวิธีการสร้างผลงาน</li> <li>• แสดงความคิดเห็นในผลงานของตนเอง</li> <li>• ระบุและจัดกลุ่มภาพตามทัศนธาตุที่เน้น</li> <li>• รูปร่าง รูปทรงในงานออกแบบ</li> <li>• ที่มาของงานทัศนศิลป์ในห้องถื่น</li> <li>• วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการสร้างงานทัศนศิลป์ห้องถื่น</li> </ul> |

ตารางที่ 2.16 ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 3

| ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4  |   |
|--|---|
| วิทยาศาสตร์  | คณิตศาสตร์  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• ราก ลำต้น ใบ และดอกของพืชดอก</li> <li>• จำแนกกลุ่มพืช กลุ่มสัตว์ กลุ่มไม่ใช่พืชและสัตว์</li> <li>• จำแนกพืชดอกและไม่มีดอก</li> <li>• จำแนกสัตว์มีกระดูกสันหลังและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง</li> <li>• ลักษณะของสัตว์กลุ่มปลา กลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก กลุ่มสัตว์เลื้อยคลาน กลุ่มนก และกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม</li> <li>• สมบัติทางกายภาพ ความแข็ง ความยืดหยุ่น การนำความร้อน การนำไฟฟ้า</li> <li>• สมบัติของสสาร 3 สถานะ</li> <li>• แรงแม่เหล็ก</li> <li>• เครื่องซึ่งสปริงสำหรับวัดน้ำหนักของวัตถุ</li> <li>• มวลของวัตถุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ</li> <li>• ตัวกลางโปร่งแสง และวัตถุทึบแสง</li> <li>• การขึ้นและตกของดวงจันทร์</li> <li>• การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของดวงจันทร์</li> <li>• ระบบสุริยะ การเปรียบเทียบคาบ การโคจรของดาวเคราะห์</li> <li>• ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์ จากปัญหาอย่างง่าย</li> <li>• ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์ หรือสื่อ และตรวจหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม</li> <li>• ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล</li> <li>• รวบรวม ประมวลผล และนำเสนอข้อมูล โดยใช้ซอฟต์แวร์ ที่หลากหลาย</li> <li>• การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิ และหน้าที่ของตน</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• บอกและอ่านเขียน เลขมากกว่า 100,000</li> <li>• เปรียบเทียบจำนวนมากกว่า 100,000</li> <li>• เปรียบเทียบเศษส่วนและจำนวนคละที่มีตัวส่วนตัวหนึ่งเป็น พหุคูณของอีกตัวหนึ่ง</li> <li>• การบวกและลบ ทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง</li> <li>• ประมาณการผลบวก ลบ คูณ หาร จากสถานการณ์ต่าง ๆ</li> <li>• การบวกและลบ จำนวนมากกว่า 100,000</li> <li>• การคูณของจำนวนหลายหลัก 2 จำนวน ที่มีผลคูณไม่เกิน 6 หลัก และการหารที่ตัวตั้งไม่เกิน 6 หลัก ตัวหารไม่เกิน 2 หลัก</li> <li>• การบวก ลบ คูณ หารระคน ของจำนวนนับ และ 0</li> <li>• โจทย์ปัญหา 2 ขั้นตอน จำนวนมากกว่า 100,000</li> <li>• สร้างและหาคำตอบโจทย์ปัญหา 2 ขั้นตอนของจำนวนนับ และ 0</li> <li>• การบวกและลบเศษส่วนและจำนวนคละที่มีตัวส่วนตัวหนึ่ง เป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง</li> <li>• การบวกและลบ 2 ขั้นตอนของทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง</li> <li>• โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลา</li> <li>• วัดและสร้างมุมโดยใช้โพรแทรกเตอร์</li> <li>• โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูป และพื้นที่ของรูป สี่เหลี่ยมมุมฉาก</li> <li>• ชนิดของมุม ชื่อมุม ส่วนประกอบของมุม และเขียน สัญลักษณ์แสดงมุม</li> <li>• การสร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเมื่อกำหนดความยาวของด้าน</li> <li>• แผนภูมิแท่ง</li> </ul> |

| ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4   |  |
|---|--|
| การงานอาชีพและเทคโนโลยี (เทคโนโลยี)   | ศิลปะ (ทัศนศิลป์)  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>ชื่อและหน้าที่ของอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ</li> <li>หลักการงานเบื้องต้นของคอมพิวเตอร์</li> <li>ประโยชน์และโทษจากการใช้งานคอมพิวเตอร์</li> <li>ระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์</li> <li>โปรแกรมกราฟิก</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>รูปร่าง รูปทรงในธรรมชาติและงานทัศนศิลป์</li> <li>สีวรรณะอุ่นและเย็น ถ่ายทอดความรู้สึก</li> <li>ทัศนธาตุ เส้น สี รูปร่าง รูปทรง พื้นผิว และพื้นที่ว่าง</li> <li>งานพิมพ์ภาพ</li> <li>ใช้วัสดุ อุปกรณ์วาดภาพระบายสี</li> <li>การจัดระยะความลึก น้ำหนักและแสงเงาในการวาดภาพ</li> <li>เปรียบเทียบความคิด ความรู้สึกในงานทัศนศิลป์</li> <li>งานทัศนศิลป์ในเหตุการณ์ และงานเฉลิมฉลองของวัฒนธรรมท้องถิ่น</li> <li>งานทัศนศิลป์จากวัฒนธรรมต่าง ๆ</li> </ul> |

ตารางที่ 2.17 ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 4



| ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5  |  |
|--|--|
| วิทยาศาสตร์  | คณิตศาสตร์   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในแต่ละแหล่งที่อยู่</li> <li>• ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต</li> <li>• สิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต</li> <li>• โข่อาหาร</li> <li>• คุณค่าของสิ่งแวดล้อม</li> <li>• ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูก</li> <li>• ลักษณะที่คล้ายคลึงกันของตนเองกับพ่อแม่</li> <li>• การเปลี่ยนแปลงของสสารเมื่อร้อนขึ้นหรือเย็นลง</li> <li>• การละลายของสารในน้ำ</li> <li>• การเปลี่ยนแปลงทางเคมี</li> <li>• การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้</li> <li>• แรงแม่เหล็ก</li> <li>• ใช้เครื่องซึ่งสปริงวัดแรงที่กระทำต่อวัตถุ</li> <li>• ผลของแรงเสียดทาน</li> <li>• แรงแผ่นดินไหว</li> <li>• การได้ยินผ่านตัวกลาง</li> <li>• การเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ เสียงดัง เสียงค่อย</li> <li>• การวัดระดับเสียง</li> <li>• คุณค่าของความรู้เรื่องระดับเสียง มลพิษทางเสียง</li> <li>• ดาวเคราะห์และดาวฤกษ์</li> <li>• แผนที่ดาว การขึ้นและตกของดาวฤกษ์</li> <li>• ปริมาณ และวัฏจักรของน้ำ คุณค่าของน้ำ</li> <li>• การเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง น้ำค้างแข็ง</li> <li>• การเกิดฝน หิมะ ลูกเห็บ</li> <li>• ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์ จากปัญหาอย่างง่าย</li> <li>• ออกแบบและเขียนโปรแกรมที่มีการใช้เหตุผลเชิงตรรกะอย่างง่าย ตรวจสอบข้อผิดพลาดและแก้ไข</li> <li>• ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกัน ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล</li> <li>• รวบรวม ประมวลผล และนำเสนอข้อมูล โดยใช้ซอฟต์แวร์และบริการบนอินเทอร์เน็ต</li> <li>• การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย มีมารยาท</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• เศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็นตัวประกอบของ 10, 100 หรือ 1,000 ในรูปทศนิยม</li> <li>• หาคำตอบของโจทย์ปัญหาโดยใช้บัญญัติไตรยางศ์</li> <li>• การบวกและลบของเศษส่วนและจำนวนคละ</li> <li>• การคูณและการหารของเศษส่วนและจำนวนคละ</li> <li>• โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน 2 ขั้นตอน</li> <li>• การคูณของทศนิยมที่ผลคูณเป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง</li> <li>• การหารที่ตัวตั้งเป็นจำนวนนับหรือทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง และตัวหารเป็นจำนวนนับ ผลหารเป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง</li> <li>• โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ทศนิยม 2 ขั้นตอน</li> <li>• โจทย์ปัญหาร้อยละไม่เกิน 2 ขั้นตอน</li> <li>• โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวที่มีการเปลี่ยนหน่วยและเขียนในรูปทศนิยม</li> <li>• โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับน้ำหนักที่มีการเปลี่ยนหน่วยและเขียนในรูปทศนิยม</li> <li>• โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</li> <li>• โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม และพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปี้ยกปูน</li> <li>• เส้นตรงหรือส่วนของเส้นตรง</li> <li>• จำแนกรูปสี่เหลี่ยมจากสมบัติของรูป</li> <li>• สร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ เมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุมหรือความยาวของเส้นทแยงมุม</li> <li>• ลักษณะของปริซึม</li> <li>• กราฟเส้น</li> <li>• แผนภูมิแท่ง</li> </ul> |

| ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5  |   |
|--|---|
| การงานอาชีพและเทคโนโลยี (เทคโนโลยี)  | ศิลปะ (ทัศนศิลป์)   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• ความหมายและวิวัฒนาการของเทคโนโลยี</li> <li>• สร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามความสนใจ โดยกำหนดปัญหาหรือความต้องการ เลือกวิธีการ ร่างภาพ 2 มิติ สร้างและประเมินผล</li> <li>• นำความรู้และทักษะไปประยุกต์ใช้สร้างสิ่งของเครื่องใช้</li> <li>• มีความคิดสร้างสรรค์อย่างน้อย 2 ลักษณะ ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ</li> <li>• แปรรูปร่างของเครื่องใช้ นำกลับมาใช้ใหม่</li> <li>• ค้นหา รวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้</li> <li>• สร้างงานเอกสาร</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• จังหวะ ตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อม และงานทัศนศิลป์</li> <li>• เปรียบเทียบงานทัศนศิลป์ ที่ใช้วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการแตกต่างกัน</li> <li>• วาดภาพ โดยใช้แสงเงา น้ำหนัก วรรณะสี</li> <li>• งานปั้นถ่ายทอดจินตนาการจากดินน้ำมัน/ดินเหนียว</li> <li>• การจัดภาพในงานพิมพ์ภาพ</li> <li>• การจัดองค์ประกอบศิลป์และการสื่อความหมาย</li> <li>• บรรยายประโยชน์และคุณค่าของงานทัศนศิลป์</li> <li>• งานทัศนศิลป์ในแหล่งเรียนรู้หรือนิทรรศการศิลปะ</li> <li>• งานทัศนศิลป์ที่สะท้อนวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น</li> </ul> |

ตารางที่ 2.18 ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 5



| ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6   |   |
|---|---|
| วิทยาศาสตร์   | คณิตศาสตร์  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• สารอาหารและประโยชน์</li> <li>• แนวทางการเลือกรับประทานอาหารให้ได้สารอาหารครบถ้วน</li> <li>• ความสำคัญของสารอาหาร</li> <li>• ระบบย่อยอาหาร การดูดซึมสารอาหาร</li> <li>• ความสำคัญของระบบย่อยอาหาร</li> <li>• การแยกสารผสมโดยการหยิบออก การร่อน การใช้แม่เหล็กดูด การรินออก การกรอง และการตกตะกอน</li> <li>• แสงไฟฟ้า</li> <li>• วงจรไฟฟ้า และการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย</li> <li>• การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม และขนาน</li> <li>• ประโยชน์ของต่อไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนาน</li> <li>• เจ้ามืดงามมัว</li> <li>• รังสีของแสง</li> <li>• สุริยุปราคาและจันทรุปราคา</li> <li>• เทคโนโลยีอวกาศ</li> <li>• หินอัคนี หินตะกอน หินแปร และวัฏจักรหิน</li> <li>• ประโยชน์ขิงหินและแร่</li> <li>• การเกิดซากดึกดำบรรพ์</li> <li>• การเกิดลมบก ลมทะเล และมรสุม</li> <li>• ผลของมรสุมต่อการเกิดฤดูของประเทศไทย</li> <li>• ผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม แผ่นดินไหว สึนามิ</li> <li>• ผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีภัยพิบัติ</li> <li>• ปรากฏการณ์เรือนกระจก</li> <li>• ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบายและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน</li> <li>• ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรมและแก้ไข</li> <li>• ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูล</li> <li>• ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทำงานร่วมกันอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• เปรียบเทียบ เรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละจากสถานการณ์ต่าง ๆ</li> <li>• อัตราส่วนเปรียบเทียบปริมาณ 2 ปริมาณ</li> <li>• ห.ร.ม. ของจำนวนนับไม่เกิน 3 จำนวน</li> <li>• ค.ร.น. ของจำนวนนับไม่เกิน 3 จำนวน</li> <li>• การบวก ลบ คูณ หารระคนของเศษส่วนและจำนวนคละ</li> <li>• โจทย์ปัญหาเศษส่วนและจำนวนคละ 2-3 ขั้นตอน</li> <li>• การหารของทศนิยมที่ผลและตัวหารเป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง</li> <li>• โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ทศนิยม 3 ขั้นตอน</li> <li>• โจทย์ปัญหา อัตราส่วน</li> <li>• โจทย์ปัญหาร้อยละ 2-3 ขั้นตอน</li> <li>• ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป</li> <li>• โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</li> <li>• โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม</li> <li>• โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูป และพื้นที่ของวงกลม</li> <li>• จำแนกรูปสามเหลี่ยมโดยพิจารณาจากสมบัติของรูป</li> <li>• สร้างรูปสามเหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุม</li> <li>• ลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่าง ๆ</li> <li>• รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ</li> <li>• แผนภูมิวงกลม</li> </ul> |

| ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6  |  |
|--|--|
| การงานอาชีพและเทคโนโลยี (เทคโนโลยี)  | ศิลปะ (ทัศนศิลป์)  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• ส่วนประกอบของเทคโนโลยี</li> <li>• สร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามความสนใจ โดยกำหนดปัญหาหรือความต้องการ เลือกวิธีการ ออกแบบภาพร่าง 3 มิติ หรือแผนที่ความคิด สร้างและประเมินผล</li> <li>• นำความรู้และทักษะไปประยุกต์ใช้สร้างสิ่งของเครื่องใช้</li> <li>• หลักการเบื้องต้นของการแก้ปัญหา</li> <li>• ใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูล</li> <li>• การเก็บรักษาข้อมูล</li> <li>• การนำเสนอข้อมูลโดยใช้ซอฟต์แวร์ประยุกต์</li> <li>• ใช้คอมพิวเตอร์สร้างชิ้นงาน</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• สีคู่ตรงข้าม</li> <li>• หลักการจัดขนาด สัดส่วนความสมดุลในงานทัศนศิลป์</li> <li>• สร้างงานทัศนศิลป์จาก 2 มิติเป็น 3 มิติ โดยใช้แสงเงา และน้ำหนัก</li> <li>• สร้างงานปั้นโดยใช้หลักการเพิ่มและลด</li> <li>• สร้างงานทัศนศิลป์โดยใช้หลักการรูปและพื้นที่ว่าง</li> <li>• สร้างงานทัศนศิลป์โดยใช้สีคู่ตรงข้าม หลักการจัดขนาด สัดส่วนและความสมดุล</li> <li>• สร้างงานทัศนศิลป์เป็นแผนภาพ แผนผัง และภาพประกอบ</li> <li>• บทบาทของงานทัศนศิลป์ในชีวิตและสังคม</li> <li>• อิทธิพลของศาสนาที่มีต่องานทัศนศิลป์ในท้องถิ่น</li> </ul> |

ตารางที่ 2.19 ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 6

### - Teacher education (การจัดการเรียนการสอนสำหรับครู)

Anne (2016) ให้ความหมาย Teacher education ไว้ว่าหมายถึง นโยบายและขั้นตอนที่ ออกแบบมาเพื่อสร้างให้ผู้ที่จะเป็นครูในอนาคตมีความรู้ ทักษะ ทักษะ และทักษะ ที่จำเป็นใน การปฏิบัติงานในชั้นเรียน โรงเรียน และในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Kalonde (2020) ให้ความหมาย Teacher education ไว้ว่าหมายถึง ขั้นตอนการเตรียม ครูฝึกสอน (Preservice teachers) ในด้านที่มีความจำเป็น ให้มีความพร้อมในการจัดการเรียน การสอน ในด้านวิธีการสอน และเนื้อหาความรู้ที่จะสอนผู้อื่นในชั้นเรียน, สภาพแวดล้อมออนไลน์ และสภาพแวดล้อมการเรียนแบบผสมผสาน เพื่อจุดประสงค์หนึ่งเดียวในการสร้างครูในโรงเรียน K-12

Kumar and Misra (2019) ให้ความหมาย Teacher education ไว้ว่าหมายถึง การ ฝึกอบรมครูอย่างเป็นทางการ (ในระดับครูฝึกสอน และ ครูประจำการ) ออกแบบมาเพื่อให้ครูมีความรู้ ทักษะ ทักษะ และ ทักษะ ที่จำเป็นสำหรับการสอนในระดับชั้นต่าง ๆ

สรุปได้ว่า Teacher education (การจัดการเรียนการสอนสำหรับครู) คือ การเตรียมครูผ่าน การออกแบบนโยบายและขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อพัฒนา ฝึกอบรม และสร้างให้ครูฝึกสอน หรือครู ประจำการ มีความพร้อมในการจัดการเรียนการสอน ทั้งด้านความรู้ ทักษะ ทักษะ และทักษะ การจัดการเรียนการสอน

ยนต์ ชุ่มจิต (2007) เสนอแนวคิดเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาครู ดังนี้

1. การพัฒนาครูต้องมุ่งเน้นการพัฒนาตนเองของครู ทั้งนี้เพื่อให้ครูแต่ละคน ได้พัฒนา ศักยภาพของตนเต็มที่
2. การพัฒนาครูต้องมุ่งเน้นความครอบคลุมทุกด้าน เช่น มีความรู้ความเข้าใจ เทคนิค การสอนใหม่ ๆ สามารถใช้เครื่องมือ เครื่องใช้ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความรู้ ความ เข้าใจ กฎระเบียบของทางราชการที่ประกาศใช้ใหม่ มีความรอบรู้ตามสภาวการณ์บ้านเมือง รวมทั้ง ความรู้ เท่าทันกับสิ่งที่เกิดขึ้นหรือเปลี่ยนแปลงทางสังคมปัจจุบัน
3. การพัฒนาครูต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องไม่ว่าบุคคลนั้นจะมีคุณวุฒิมาก น้อยเพียงใด สอนระดับใดจะต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง
4. การพัฒนาครูต้องมุ่งเน้นการจัดความความด้อยหรือข้อบกพร่องต่าง ๆ
5. การพัฒนาครูต้องมุ่งส่งเสริมความมั่นคงถาวร และความเจริญก้าวหน้า ให้แก่ครูจะต้อง ทำให้ครูเกิดความก้าวหน้าในวิชาชีพมีความมั่นคงต่อวิชาชีพ และเกิดความภาคภูมิใจ ต่องานวิชาชีพ ของตนอยู่เสมอ



Castetter (2000 อ้างถึงใน กมลพร อ่วมเพ็ง และ ชญาพิมพ์ อุสาโห, 2019) ได้กำหนด ขั้นตอนของกระบวนการพัฒนาครูไว้ 4 ขั้นตอน มีขั้นตอนการพัฒนาครู ดังนี้

1) การหาความจำเป็นในการพัฒนาครู (Diagnosing development needs)

สามารถวิเคราะห์ได้ 3 ระดับคือ

- 1.1 ระดับความต้องการ หรือความจำเป็นในการพัฒนาส่วนบุคคล (Individual needs) ซึ่งรวมถึงการมีศักยภาพในการดำรงตำแหน่ง การเปลี่ยนแปลงโยกย้ายตำแหน่งการพัฒนาตนเองและอาชีพ
- 1.2 ระดับความต้องการหรือความจำเป็นในการพัฒนากลุ่ม (Group needs)
- 1.3 ระดับความต้องการหรือความจำเป็นในการพัฒนาองค์กร (Organization needs) ซึ่งเป็นความต้องการในการพัฒนาในระบบรวมทั้งหมด

2) การวางแผนการพัฒนาครู (Design of development plans) ได้กล่าวถึงการเตรียมการ หรือการวางแผนพัฒนาบุคลากรว่า

1. ต้องหาสาเหตุของปัญหาในการพัฒนาหรือความจำเป็น
2. ต้องอธิบายถึงจุดมุ่งหมายเฉพาะ และวัตถุประสงค์
3. ต้องศึกษาความต้องการหรือสิ่งที่ให้กับผู้รับพัฒนา
4. ต้องกำหนดแผนในการพัฒนา
5. ต้องกำหนดระยะเวลาในการปฏิบัติการตามวัตถุประสงค์
6. ต้องมอบหมายให้กลุ่มคนรับผิดชอบงานตามแผนงาน
7. ต้องหาแหล่งวิชาการที่ต้องใช้ในการพัฒนา
8. ต้องกำหนดขั้นตอนการประเมินผลตามแผนเพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงครั้งต่อไป
9. ต้องสร้างตารางเพื่อควบคุมหรือกำกับปฏิบัติงานตามแผน อีกทั้งต้องกำหนด

องค์ประกอบในการวางแผนพัฒนาบุคลากรที่เป็นโครงสร้างที่ชัดเจน ดังนี้

1. การกำหนดเป้าหมาย (Goals) ขององค์กรในการพัฒนาครู
2. การกำหนดความต้องการ (Determine needs) ทั้งองค์การรวมถึงบุคลากร
3. การกำหนดวัตถุประสงค์ (Refine objectives) ขององค์กรในการพัฒนาครู
4. การกำหนดบทบาท (Establish roles) ของผู้รับผิดชอบในการพัฒนาครู

3) การนำแผนพัฒนาครูไปปฏิบัติ (Implementing development program) ได้กล่าวถึง การดำเนินงานตามแผนพัฒนาบุคลากรว่าเป็นกิจกรรมที่องค์การได้กำหนดขึ้นโดยมีแผนงาน ชัดเจน เป็นวิธีที่ทำให้องค์การบรรลุวัตถุประสงค์และประสบผลสำเร็จ โดยอยู่ในกรอบของ นโยบายและมี งบประมาณสนับสนุน องค์การ และบุคคลจะเป็นสิ่งที่สนับสนุนซึ่งกันและกัน จะขาดอย่างใดอย่าง หนึ่งไม่ได้ การนำแผนพัฒนาบุคลากรไปปฏิบัติจะทำให้เกิดแนวคิด เทคนิคและทักษะระหว่างบุคคล โดยการปฏิบัติตามแผนพัฒนาบุคลากรนั้นจะต้องมี บรรทัดฐานและหลักการดังต่อไปนี้

1. นโยบายฝ่ายบริหารจะต้องเด่นชัดและให้การสนับสนุนการพัฒนาครูอย่างเต็มที่
2. จะต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์ เหตุผลและเป้าหมายของการพัฒนาครูอย่างชัดเจน
3. ผู้รับผิดชอบและวิทยากรจะต้องมีความสามารถสร้างการมีส่วนร่วมของผู้เข้ารับการพัฒนา
4. บุคลากร การประสานงาน เครื่องมือและด้านวัสดุอุปกรณ์จะต้องมีความพร้อมและ เพียงพอ
5. มีวิทยากรที่มีความชำนาญและตอบสนองต่อความต้องการในการพัฒนา
6. แผนการดำเนินการพัฒนาจะต้องตรงต่อเป้าหมายและวัตถุประสงค์ขององค์การ
7. กำหนดบทบาทของผู้ดำเนินการพัฒนาและความรับผิดชอบของผู้ดำเนินการพัฒนา
8. ต้องมีกระบวนการสื่อสารและการตรวจสอบผลสะท้อนกลับของการพัฒนาครู
9. ระยะเวลาในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ต้องเพียงพอให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ได้วิธีการพัฒนาครูมีหลากหลายวิธีซึ่งแต่ละวิธีมีเป้าหมายสูงสุดที่จะเพิ่มพูนความรู้ ความสามารถ ทักษะ และความชำนาญ รวมทั้งทัศนคติให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน การพัฒนาครูจะประสบความสำเร็จ ได้ต้องมีการนำวิธีการในการพัฒนามาเลือกใช้ที่ สอดคล้องและเหมาะสม กับบริบทของหน่วยงาน สอดคล้องกับความต้องการของ บุคลากรในหน่วยงาน รวมทั้งงบประมาณที่มีอยู่

4) การประเมินผลการพัฒนาครู (Evaluation the personnel development program) การประเมินผลนั้นบรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่ต้องดูจากสิ่งดังต่อไปนี้

1. ผลกระทบของผู้มีส่วนร่วม โดยดูว่ามีการดำเนินการอย่างไรเพื่อที่จะเปลี่ยน พฤติกรรมของผู้มีส่วนร่วม
2. ผลกระทบของตำแหน่งงาน โดยดูจากผลการปฏิบัติงานของผู้มีส่วนร่วมว่าได้ ปรับปรุงงานในตำแหน่งที่ได้รับหรือไม่
3. ผลกระทบขององค์การ โดยดูว่าใช้วิธีการอะไรและมีขอบเขตของการพัฒนาแค่ไหน ที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายขององค์การ

### สภาพปัจจุบันและปัญหาการพัฒนาครู

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2015) ได้รายงานสถานภาพการผลิตและพัฒนาครูในประเทศไทย และได้กล่าวถึงสภาพปัจจุบันและปัญหาการพัฒนาครูไว้ดังนี้

1) ระบบการพัฒนาครูของประเทศไทยยังไม่มีหน่วยงานหรือเจ้าภาพหลักที่จะทำหน้าที่ดูแลกำกับติดตาม วางระบบและวางแผนการพัฒนาในภาพรวม

2) การพัฒนาครูประจำการยังขาดกลไกในการรวมพลังขับเคลื่อนเพื่อพัฒนาวิชาชีพครูให้เป็นวิชาชีพชั้นสูง ไม่มีระบบการบริหารจัดการนิเทศติดตามผลที่จะช่วยในการพัฒนาระบบการนิเทศช่วยเหลือครูยังมีความอ่อนแอ

3) การพัฒนาครูยังขาดการวิเคราะห์สภาพปัญหาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาครู ทำให้กระบวนการพัฒนาไม่ตอบสนองต่อความต้องการของครู หลักสูตรการพัฒนาครูยังไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงของห้องเรียน ฝ่ายจัดอบรมและพัฒนาครูมักจะกำหนดหลักสูตรตามความจำเป็นของตนเอง ขาดการค้นหาคำจำเป็นในการพัฒนาของครูที่แท้จริง

4) การพัฒนาครูยังใช้รูปแบบเดิม ๆ ไม่มีนวัตกรรมใหม่ ซึ่งไม่ตรงกับความต้องการของครูการพัฒนาครูมีระยะเวลาสั้นไม่เหมาะกับเนื้อหา ส่วนใหญ่ใช้การบรรยายฝึกรูปแบบและพัฒนาในห้องประชุมขาดการเชื่อมโยงกับกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน เน้นในหลักการ/ทฤษฎีมากกว่าการได้ลงมือปฏิบัติ

5) การพัฒนาครูส่วนใหญ่เน้นการอบรมตามห้องประชุมในโรงแรม หรือในสถาบันอุดมศึกษา ซึ่งดึงครูออกจากห้องเรียนส่งผลกระทบต่อจัดการเรียนการสอน โดยเฉพาะจะมีปัญหามากในโรงเรียนที่มีครูไม่ครบชั้น

6) การพัฒนาครูของแต่ละหน่วยงานขาดระบบการติดตามผลอย่างต่อเนื่อง

7) ครูยังขาดแรงจูงใจในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อพัฒนาตนเองทั้งด้านความรู้และทักษะด้านการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียน

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สิทธิพล อางอินทร์, อังคณา ดุงคะสมิต, จตุภูมิ เขตจัตุรัส, และ ดาวรุกรณ ฤวิลาการ (2019) ได้ศึกษา การพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียน ในศตวรรษที่ 21 โดยผลการศึกษาพบว่า สภาพปัจจุบันครูมีสภาพการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะ การเรียนรู้และนวัตกรรมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.69$ , S.D. = 0.75) และครูมีความต้องการ ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.67) และผลการพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้และ นวัตกรรม พบว่าครูผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมหลังการอบรมเฉลี่ย เท่ากับ 39.91 คิดเป็นร้อยละ 79.82 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ครูผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถ จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ได้ระดับคุณภาพดีมาก จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 78.72 และระดับดี จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 21.28

นนทวัฒน์ ตรีนันท์วัน และ ปิยะนาถ บุญมีพิพิธ (2016) ได้ศึกษา กลยุทธ์การพัฒนาครูเพื่อ การสอนแบบบูรณาการการพัฒนาผู้เรียนอย่างรอบด้าน โรงเรียนโสตศึกษาเพชรรัตน์ สำนักบริหารงาน การศึกษาพิเศษ ผลการวิจัยพบว่า ผลการนำกลยุทธ์พัฒนาครูเพื่อการสอนแบบบูรณาการการพัฒนา ผู้เรียนอย่างรอบด้าน พบว่า ครูมีพัฒนาการในด้านการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น คิดเป็นร้อยละ 50.36 โดยผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า ควรมีการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการของ ครูเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนพัฒนาการดำเนินงานในกิจกรรมต่าง ๆ ภายในสถานศึกษาที่มีความ สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง

วรนุช สายทอง (2019) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมครูเพื่อส่งเสริมการ คิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน โรงเรียนเอกชน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี เขต 1 ผลการวิจัยพบว่า ครูมีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานหลังการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนการ ฝึกอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานมี ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้ของครูสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อีกของครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า โรงเรียนควรมีการพัฒนาครู อย่างต่อเนื่อง เพื่อเสริมความรู้ ความเข้าใจหรือพัฒนาเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ ๆ เพื่อให้ครู พัฒนาความสามารถในการจัดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

ทองม้วน โยธชัย (2018) ได้ทำการศึกษาโปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สำหรับสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 โดยได้สร้างโปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ระยะเวลาเข้ารับการพัฒนากำหนดจำนวน 61 ชั่วโมง จากการศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ ใช้วิธีการพัฒนาครูคือการประชุมเชิงปฏิบัติการ การศึกษาดูงานและการฝึกอบรม/สัมมนา โดยผู้ทรงคุณวุฒิประเมินด้านความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และมีความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุด

จากการศึกษา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนสำหรับครู พบว่าข้อเสนอแนะและขั้นตอนที่การวิจัยต่าง ๆ มีผลสอดคล้องร่วมกัน คือในการพัฒนานิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพ และครูประจำการควรมีการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการของครูเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนพัฒนาการดำเนินงานในกิจกรรมต่าง ๆ ให้มีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง นำมาสู่การออกแบบเครื่องมือ โปรแกรม หรือหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการของครู โดยอาจใช้การประชุมเชิงปฏิบัติการ การศึกษาดูงานและการฝึกอบรม/สัมมนา ประกอบกับแนวคิดหรือเครื่องมือต่าง ๆ โดยโรงเรียนควรสนับสนุนให้มีการพัฒนาครูอย่างต่อเนื่อง เพื่อเสริมความรู้ ความเข้าใจหรือพัฒนาเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ ๆ ซึ่งจะนำไปสู่การที่ครูสามารถจัดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น และส่งผลไปยังผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียนต่อไป

### - กรณีศึกษาการพัฒนาครูสะเต็มศึกษาในต่างประเทศ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่าสะเต็มศึกษามีการนำไปใช้ในหลากหลายประเทศทั่วโลก ในหลายระดับ เช่น จีน อินโดนีเซีย สิงคโปร์ ฟิลิปปินส์ ไทย เกาหลีใต้ ญี่ปุ่น สหราชอาณาจักร เบลเยียม อิตาลี โปรตุเกส สเปน ฟินแลนด์ ออสเตรเลีย อิสราเอล แคนาดา ฯลฯ (Cheng, 2022; Chu, 2021; Haesan & Van de Put, 2018; Shatunova, Anisimova, Sabirova, & Kalimullina, 2019; Ulvinen, Vaara, & Kaleva, 2021) ซึ่งหลายประเทศในรายการดังกล่าว สอดคล้องกับประเทศที่มีระบบการศึกษาที่มีประสิทธิภาพที่สุดในโลก จากข้อมูลของ Center on International Education Benchmarking (CIEB) ภายใต้ The National Center on Education and the Economy (NCEE) ซึ่งเป็นหน่วยงานในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้จัดกลุ่มประเทศที่มีระบบการศึกษาที่มีประสิทธิภาพที่สุดในโลกไว้จำนวน 10 ประเทศได้แก่ แคนาดา เอสโตเนีย ฟินแลนด์ ฮังการี ญี่ปุ่น โปแลนด์ เชียงไฮ้-ประเทศจีน สิงคโปร์ เกาหลีใต้ ไต้หวัน จึงอาจกล่าวได้ว่าสะเต็มศึกษาเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ช่วยให้ระบบการศึกษาของประเทศนั้น ๆ สามารถตอบโจทย์ในการพัฒนาคนในประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับที่ สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน (2557) เสนอแนวคิดการยกระดับและพัฒนาครูของต่างประเทศ ไว้จากการศึกษาการยกระดับและพัฒนาครูของต่างประเทศในทวีปต่าง ๆ เช่น ฟินแลนด์ นิวซีแลนด์ สหรัฐอเมริกา เนเธอร์แลนด์ โปรตุเกส สิงคโปร์ เกาหลี ญี่ปุ่น จีน (เซียงไฮ้) พบว่า แต่ละประเทศต่างมุ่งเน้นการจัดการศึกษาสอดคล้องกับสภาพการพัฒนาของประเทศ ความต้องการของแรงงานและตอบสนองต่อโลกสมัยใหม่ แนวคิดการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่น่าจะมีศักยภาพในการตอบโจทย์การพัฒนาดังกล่าวได้ โดย วิสูตร โพธิ์เงิน (2017) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในโรงเรียนทั่วโลกมีการใช้อย่างแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐเกาหลี ซึ่งประสบความสำเร็จในการจัดการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นอย่างดี

#### สะเต็มศึกษาในประเทศเกาหลีใต้

ตั้งแต่ปี 2011 กระทรวงศึกษาธิการแห่งสาธารณรัฐเกาหลีใต้ประกาศใช้นโยบายระดับชาติ โดยมีวาระที่เกี่ยวกับการสนับสนุนการบูรณาการสะเต็มศึกษา ประเทศสาธารณรัฐเกาหลีใต้ได้นำสะเต็มศึกษามาใช้ในหลักสูตรการศึกษา มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มจำนวนผู้ประกอบอาชีพด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Jho, Hong, & Song, 2016) มีการริเริ่มปฏิรูปสะเต็มศึกษาและวิจัยผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยมีการให้ทุนระดับชาติจากกระทรวงศึกษาธิการแห่งสาธารณรัฐเกาหลีใต้ ผ่าน Korea Foundation for the Advancement and Creativity หรือ KOFAC สำหรับการศึกษาและพัฒนาสะเต็มศึกษา โดยเน้นใน 2 หัวข้อหลัก คือ การพัฒนาวิชาชีพครูและการพัฒนาโปรแกรมหลักสูตรสะเต็มศึกษา โดยตั้งแต่ปี 2012 มีการให้ทุนสำหรับโปรเจกต์พัฒนาการสอนสะเต็มศึกษาและการ

พัฒนาสื่อการสอน เพื่อให้ครูมีทรัพยากรในการจัดหลักสูตรสะเต็มศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพและมีหลักฐานรองรับ โดยมีการให้ทุนใน 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) การบูรณาการสะเต็มศึกษาตามหัวข้อ เช่น ยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ Big data ปัญญาประดิษฐ์ 2) สะเต็มศึกษาที่มีการใช้เทคโนโลยี เช่น แอปพลิเคชัน Arduino และการใช้เทคโนโลยีใหม่รูปแบบอื่น ๆ เพื่อเป็นเทคโนโลยีการสอนสำหรับผู้เรียน 3) การบูรณาการวิทยาศาสตร์และศิลปะด้วยสะเต็มศึกษา เน้นหลักสูตรดนตรีและศิลปะ และ 4) การประกอบอาชีพในอนาคตที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา เช่น Blockchain Data mining การเกษตรอัจฉริยะ และงานที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาในหลากหลายอุตสาหกรรม (Kang, 2019)

ระบบการศึกษา K-12 ของเกาหลีเป็นรูปแบบ 6-3-3 จัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษา (Grade 1-6) มัธยมศึกษาตอนต้น (Grade 7-9) และมัธยมศึกษาตอนปลาย (Grade 10-12) หลักสูตรสำหรับ grades 1 และ 2 จะมีการบูรณาการตามหัวข้อ ขณะที่หลักสูตรสำหรับ grades 3 – 12 จะประกอบด้วยวิชาต่าง ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ ภาษาศาสตร์ สังคมศึกษา วิจิตรศิลป์ มีการกำหนดชั่วโมงเรียนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาภาคบังคับจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เมื่อเข้าสู่ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายวิชาต่าง ๆ จะมีการแบ่งส่วนมากขึ้น เช่น ฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์โลก โดยผู้เรียนสามารถเลือกวิชาที่ต้องการเชี่ยวชาญได้ (Kang, 2019; Park, Byun, Sim, Han, & Baek, 2016)

KOFAC ได้ดำเนินการโปรแกรมในการพัฒนาครูโดยแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ 1) โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูอย่างเป็นทางการ ซึ่งครูจากทุกระดับและรายวิชาสามารถเข้าร่วมได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ชั้นเริ่มต้น ชั้นพื้นฐาน และชั้นสูง โดยมีรายละเอียดดังนี้ 1.1 ชั้นเริ่มต้น เป็นการอบรมในรูปแบบออนไลน์ จำนวน 15 ชั่วโมง แบ่งย่อยเป็น 3 ประเภทตามระดับชั้น ได้แก่ ประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และ มัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเปิดสอนให้กับครูทุกวิชาที่สนใจเรียนรู้พื้นฐาน เสนอภาพรวมของสะเต็มศึกษาให้ครูเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด นโยบาย และเนื้อหาของสะเต็มศึกษา การวางนโยบาย และเป้าหมายในการบูรณาการสะเต็มศึกษา แนะนำตัวอย่างและสาธิตบทเรียนในรูปแบบสะเต็มศึกษา 1.2 ชั้นพื้นฐาน จำนวนทั้งหมด 45 ชั่วโมง ผ่านช่วงเวลาประมาณ 4 เดือน โดยมีการจัดอบรมเวิร์คช็อป 3 วัน ผู้เข้าร่วมจะได้เยี่ยมชมห้องปฏิบัติการสะเต็มที่ทันสมัย ฟังการบรรยายจากนักวิทยาศาสตร์ วิศวกร และนักวิชาการด้านศิลปะและมนุษยศาสตร์ที่ทำการวิจัยแบบสหวิทยาการ โดยเน้นให้ครูใช้บทเรียนสะเต็มศึกษาสำหรับโรงเรียนที่มีอยู่แล้ว และมีกิจกรรมให้รวมกลุ่มกันสร้างแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา หลังจบการอบรมครูจะต้องนำสะเต็มศึกษาไปสอนอย่างน้อย 15 บทเรียน โดยมีการให้คำปรึกษาออนไลน์ร่วมด้วย เมื่อจบภาคการศึกษา มีโอกาสให้ครูสามารถแบ่งปันผลจากการนำสะเต็มศึกษาไปปฏิบัติผ่านการประชุม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ครั้งวัน 1.3 ชั้นสูง จำนวนทั้งหมด 52 ชั่วโมง มีเป้าหมายหลักในการพัฒนาสมรรถนะของครูในการสร้างเนื้อหาสะเต็มศึกษาสำหรับสอน โดยมีเป็นการจัดอบรมเวิร์คช็อป 4 วัน

และการให้นำบทเรียนสะเต็มศึกษาไปใช้ โดยเน้นให้ครูสร้างบทเรียนสะเต็มศึกษาของตนเองขึ้นมาใหม่ เมื่อจบหลักสูตรคาดว่าครูจะสามารถเป็นผู้นำในการพัฒนาครูสะเต็มศึกษาในโรงเรียนหรือในหน่วยงาน การศึกษาของตนเองได้ 2) กลุ่มวิจัยสะเต็มศึกษาสำหรับครู โดยให้ทุนสำหรับการร่วมประชุม และทรัพยากรสำหรับในสะเต็มศึกษาไปปฏิบัติ โดยกลุ่มวิจัยจะต้องสร้างแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา นำไปใช้ และรายงานผลกระทบที่มีต่อผู้เรียน รวมถึงมีการจัดเวิร์คช็อปการพัฒนาครู การให้คำปรึกษา และการจัดการประชุมสะเต็มศึกษาประจำปี เพื่อสนับสนุนการวิจัยเชิงปฏิบัติการจากครูประจำการ และสร้างการร่วมมือกันระหว่างประชาคมวิจัยกับครู โดยการประชุมดังกล่าวได้รับการสนับสนุนจาก สมาคมและชมรมต่าง ๆ หลายภาคส่วน (Hong, 2017; Jho et al., 2016; Kang, 2019) โดยจากการศึกษาของ S.-W. Kim and Lee (2018) พบว่าครูในเกาหลีส่วนใหญ่ต้องการกระบวนการอบรมครูที่เน้นกรณีศึกษาและกิจกรรมเป็นหลัก โดยต้องการองค์ความรู้ ตัวอย่าง และโปรแกรมการสอนที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนได้ และในระดับประถมศึกษา ครูจะเน้นความต้องไปที่กระบวนการอบรมครูที่เน้นทฤษฎีเป็นหลัก

การบูรณาการสะเต็มศึกษาในเกาหลีได้เป็นกระบวนการที่ทำเพื่อเตรียมแรงงานในด้านสะเต็มที่มีคุณภาพ สร้างให้พลเมืองมีความรู้เพียงพอสำหรับสังคมที่มีการใช้เทคโนโลยีเป็นฐาน และเพิ่มจำนวนผู้ประกอบการอาชีพด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยบูรณาการสะเต็มศึกษาในการจัดการศึกษา สร้างพลเมืองที่มีความคิดสร้างสรรค์และมีความรู้รอบด้านในศตวรรษที่ 21 (Jho et al., 2016; Kang, 2019) จากการศึกษาผลของสะเต็มศึกษาโดย KOFAC ผู้เรียนแสดงความสนใจในวิทยาศาสตร์ มีความอยากรู้อยากเห็น ความสนใจในการเรียนรู้ เห็นคุณค่า มีความเชื่อในการเรียนรู้ มีความตั้งใจในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง และมีความต้องการที่จะประกอบอาชีพด้านวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองที่สูงกว่า ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการนำการเรียนรู้ กลวิธีด้านความรู้ ความคิด แรงจูงใจในการเรียนรู้ ความตั้งใจในการแก้ปัญหา การใช้เครื่องมือ และความสามารถในการร่วมมือ รวมถึงมีระดับความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการคิดแบบบูรณาการมากกว่า (KOFAC, 2013 อ้างถึงใน Hong, 2017) มีผลงานตีพิมพ์เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาจำนวนมากในวารสารของประเทศเกาหลี (Chu, 2021) โดยแสดงให้เห็นว่าการใช้สะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาทักษะและแรงจูงใจของผู้เรียนได้ตามเป้าหมาย ในปี ค.ศ. 2019 กระทรวงการศึกษาของเกาหลีรายงานว่า ชั้นเรียนสะเต็มศึกษามีระดับความพอใจสูงขึ้น และระดับความสนใจในคณิตศาสตร์ การพิจารณา การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก็เพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยทิศทางของการวิจัยเกี่ยวกับแนวคิดสะเต็มศึกษาคือการใช้ชุมชนเป็นฐาน (Community-based) และกิจกรรมเป็นฐาน (Activity-based) (Hyun & Park, 2020) โดยจากการศึกษาพบว่าครูในเกาหลีส่วนใหญ่เห็นความสำคัญของสะเต็มศึกษา และเชื่อว่าสะเต็มศึกษาจะเพิ่มทักษะ และแรงจูงใจให้ผู้เรียนได้ (Park et al., 2016)



### สะเต็มศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกา

ตัวย่อ STEAM ซึ่งหมายถึง STEM+A อาจปรากฏเป็นสาธารณะครั้งแรกในปี 2009 ผ่านคำแถลงของ Florida Alliance for Arts Education โดยถูกนำมาเชื่อมโยงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความสำเร็จทางเศรษฐกิจของรัฐ และ ในปี 2010 สมาคมการศึกษาแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Education Association : NEA) และ มูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Science Foundation : NSF) ได้จัดตั้งคณะกรรมการร่วมโดยผลการประชุมมีการแนะนำให้ลงทุนในการวิจัยเกี่ยวกับสะเต็ม (Allina, 2018) ในปี 2014 สมาคมการศึกษาศิลปะแห่งชาติ (The National Art Education Association : NAEA) แถลงจุดยืนเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา โดยให้นิยามสะเต็มศึกษาว่าเป็นการรวมหลักการ แนวคิดและเทคนิคของศิลปะและการออกแบบ เข้ากับการสอนสะเต็มศึกษา (National Art Education Association, 2014 อ้างถึงใน Liao, 2019) มีการผลักดันสะเต็มศึกษาในหลายระดับตั้งแต่ระดับรัฐบาลกลาง ระดับรัฐ ไปจนถึงระดับท้องถิ่น ในระดับรัฐมีทุนของรัฐบาลกลางภายใต้ Every student succeeds act และมีการมอบทุนจากมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Science Foundation : NSF) เพื่อสนับสนุนโครงการที่มีการบูรณาการศิลปะและวิทยาศาสตร์ ในระดับรัฐ หลายรัฐมีแนวทางการผลักดันสะเต็มศึกษาและนโยบายเป็นของตนเอง (การศึกษาในสหรัฐอเมริกาควบคุมโดยแต่ละรัฐแยกจากกัน) โดยมีการมอบทุนและพัฒนาหลักสูตรการอบรมครู นอกจากนี้มีหน่วยงานท้องถิ่นและหน่วยงานเอกชนหลายแห่งที่ให้การสนับสนุนสะเต็มศึกษาในสหรัฐอเมริกา เช่น องค์กรไม่แสวงหาผลกำไร พิพิธภัณฑ์ และบริษัทต่าง ๆ ที่ทำการผลิตสื่อและสนับสนุนสะเต็มศึกษาในโรงเรียนและชุมชน (Allina, 2018; Boice et al., 2021; Carmichael, 2017; Dell'Erba, 2019) โดยเป้าหมายสำคัญของสะเต็มศึกษาและการเน้นสะเต็มศึกษาในระดับชาติ มีเพื่อพัฒนาความสามารถในการแข่งขันและความเจริญทางเศรษฐกิจในอนาคต ในปี 2018 Arts Education Partnership (AEP) ได้จัดการประชุมที่ประกอบด้วย 14 ผู้นำในด้านสะเต็ม เพื่อสำรวจโอกาสใหม่ ๆ ในการนิยามสะเต็มให้ชัดเจนและสำรวจโอกาสของสะเต็มศึกษาในนโยบายของรัฐ ปัจจุบันจากการสนับสนุนของ AEP คณะกรรมการการศึกษาแห่งสหรัฐอเมริกา (Education Commission of the States : ECS) กำลังหันมาให้ความสนใจกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งจะส่งเสริมให้เกิดการมีส่วนร่วมและอำนาจต่อรองให้ผู้กำหนดนโยบายของรัฐ โดยในหลายรัฐมีการริเริ่มนำสะเต็มศึกษาไปดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ (Weyer & Dell'Erba, 2022)

ในอเมริกาไม่มีโปรแกรมการพัฒนาครูสะเต็มศึกษาที่จัดโดยรัฐบาลกลาง แต่เป็นการจัดแยกกันของแต่ละรัฐ นอกจากนี้ยังมีหลายมหาวิทยาลัยที่มีการจัดการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาเป็นหลักสูตรประกาศนียบัตร เช่น University of San Diego's STEAM Master's Degree, Clemson University's STEAM Education Certificate, Concordia University's STEAM Master's

Degree รวมถึงมีการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูขององค์กรต่าง ๆ บริษัทและนักวิจัย (Huser, 2020) ยกตัวอย่างกรณีศึกษาดังนี้

Boice et al. (2021) ได้พัฒนาโปรแกรมการอบรมครูที่มีระยะเวลา 1 ปี ซึ่งเป็นความร่วมมือระหว่างสถาบันเทคโนโลยีรัฐจอร์เจีย และองค์กรในชุมชนที่เน้นศิลปะ ประกอบด้วยการอบรมในช่วงฤดูร้อน 5 สัปดาห์ ผ่านการเรียนรู้เองออนไลน์ 1 สัปดาห์ และการจัดอบรม 4 สัปดาห์ ดำเนินการโดยให้มีทีมนวัตกรรมสะเต็มศึกษาในโรงเรียนประกอบด้วยครูอย่างน้อย 2 คน ซึ่งเป็นครูด้านสะเต็ม 1 คน และครูด้านศิลปะ 1 คน เมื่อจบการอบรมครูจะต้องส่งแผนการปฏิบัติงานสะเต็มศึกษาที่ได้พัฒนาผ่านการอบรม จากนั้นระหว่างปีการศึกษาจะมีการสนับสนุนทุน ทรัพยากร การสอนจากที่ปรึกษา และนวัตกรรม

Boice et al. (2021) วางโปรแกรมการพัฒนาครูผ่านการจัดกิจกรรมในช่วงปิดเทอมฤดูร้อนเป็นเวลา 5 สัปดาห์ และสนับสนุนต่อเนื่อง ทำให้ครูสะเต็มและครูกลุ่มสาระศิลปะสามารถร่วมกันวางแผนและจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาได้ โดยเน้นการสนับสนุนความรู้ในหลักการ การออกแบบ และการนำสะเต็มศึกษาไปใช้ในชั้นเรียน สร้างความกระตือรือร้น และการร่วมมือกัน และพบว่าการสนับสนุนที่สำคัญในการทำให้ครูสามารถจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต้องมีการสนับสนุนที่ต่อเนื่องทั้งการจัดโปรแกรมการพัฒนาครู การสนับสนุนจากฝ่ายบริหาร การสนับสนุนโค้ชให้คำปรึกษา และการสนับสนุนจากนวัตกรรม

Allina (2018) ระบุว่าจากการศึกษาของ องค์การกองทุนเพื่อศิลปะแห่งชาติ (National Endowment for the Arts) และ คณะกรรมการของประธานาธิบดีด้านศิลปะและมนุษยศาสตร์ (President's committee on the arts and humanities) พบความเชื่อมโยงอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง การมีส่วนร่วมกับศิลปะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมถึงการจบปริญญาชั้นสูงในทุกสาขา

Wilson, Song, Johnson, Presley, and Olson (2021) พบว่าผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ การปฏิบัติ การแก้ปัญหา และการร่วมมือกันมากขึ้น จากการเรียนในชั้นเรียนที่มีการใช้บทเรียนสะเต็มศึกษาเมื่อเทียบกับชั้นเรียนปกติ แสดงให้เห็นศักยภาพของสะเต็มศึกษาในการเพิ่มระดับการคิดวิเคราะห์และการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

## สรุปผลการศึกษาศึกษาการผลักดันสะเต็มศึกษาในต่างประเทศ

เมื่อพิจารณาข้อมูลของการผลักดันแนวคิดสะเต็มศึกษาในเกาหลีใต้ และสหรัฐอเมริกาที่ทำการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปเป็นตารางได้ดังนี้

| ประเทศ   | หน่วยงานผลักดัน  | รูปแบบการพัฒนาคูรูสะเต็มศึกษา   | ผลกระทบเชิงบวกที่เกิดกับผู้เรียน  |
|--|--|---|---|
| เกาหลีใต้  | Korea Foundation for the Advancement and Creativity (KOFAC)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>การให้ทุนระดับชาติผ่าน KOFAC สำหรับศึกษาและพัฒนาสะเต็มศึกษา</li> <li>KOFAC จัดโปรแกรมพัฒนาคูรู 2 รูปแบบ ได้แก่ 1) โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูอย่างเป็นทางการ แบ่งเป็น 3 ระดับ และ 2) กลุ่มวิจัยสะเต็มศึกษาสำหรับครู</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>ความสนใจในวิทยาศาสตร์</li> <li>ความต้องการที่จะประกอบอาชีพด้านวิทยาศาสตร์</li> <li>แรงจูงใจในการเรียนรู้</li> <li>ความตั้งใจในการแก้ปัญหา</li> <li>ความสามารถในการร่วมมือ</li> <li>ความคิดสร้างสรรค์</li> <li>การคิดแบบบูรณาการ</li> <li>ความสนใจในคณิตศาสตร์</li> </ul> |
| (Jho et al., 2016; Hong, 2017; Kang, 2019; Park et al., 2016)  |  |   |   |
| สหรัฐอเมริกา   | แต่ละรัฐมีหน่วยงานการศึกษาของตนเองที่ผลักดันนโยบายในรูปแบบแตกต่างกัน | <ul style="list-style-type: none"> <li>มีการมอบทุนเพื่อสนับสนุนโครงการที่มีการบูรณาการศิลปะและวิทยาศาสตร์</li> <li>หลายรัฐมีแนวทางการผลักดันสะเต็มศึกษาและนโยบายเป็นของตนเอง</li> <li>มีมหาวิทยาลัยที่จัดการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาเป็นหลักสูตรประกาศนียบัตร</li> <li>มีการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาคูรูหลากหลายโปรแกรม เช่น โปรแกรมของ Boice et al. (2021) และ Katherine et al. (2021) ซึ่งลักษณะของโปรแกรมพัฒนาคูรูเป็นการจัดการอบรมในช่วงฤดูร้อน ร่วมกับการสนับสนุนต่อเนื่องในช่วงที่ครูนำสะเต็มศึกษาไปปฏิบัติจริงในชั้นเรียน</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>พบความเชื่อมโยงอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง การมีส่วนร่วมกับศิลปะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมถึงการจบปริญญาขั้นสูงในทุกสาขา</li> <li>ความคิดสร้างสรรค์</li> <li>การปฏิบัติ</li> <li>การแก้ปัญหา</li> <li>การร่วมมือกัน</li> <li>การคิดวิเคราะห์</li> </ul>                     |
| (Allina, 2018; Boice et al., 2021; Carmichael, 2017; Dell'Erba, 2019; Joyce et al., 2020; Weyer and Dell'Erba, 2022) |  |   |   |

### ตารางที่ 2.20 สรุปผลการศึกษาศึกษาการผลักดันสะเต็มศึกษาในต่างประเทศ

เมื่อวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาคูรูสะเต็มศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกาและเกาหลีใต้พบว่า ทั้งสองประเทศจะมีบริบททางการศึกษาที่แตกต่างกัน และมีวิธีการผลักดันสะเต็มศึกษาที่แตกต่างกัน โดยในเกาหลีใต้หน่วยงานหลักที่ผลักดันสะเต็มศึกษาคือ KOFAC ซึ่งแตกต่างกับในอเมริกาที่มีการผลักดันสะเต็มศึกษาแบ่งเป็นหลายระดับมากกว่า ตั้งแต่ระดับรัฐบาลกลาง ระดับรัฐไปจนถึงระดับท้องถิ่น ทำให้มีความหลากหลายของวิธีการในการผลักดันสะเต็มศึกษาและรูปแบบการพัฒนาคูรูมีการพัฒนาขึ้นหลากหลายรูปแบบตามแนวทางของแต่ละรัฐ โดยทั้งสองประเทศมีแนวทางที่สอดคล้องกันในการพัฒนาคูรู ดังนี้ 1) หน่วยงานภาครัฐเห็นความสำคัญของสะเต็มศึกษาและการพัฒนาคูรู

2) มีการมอบทุนสำหรับการวิจัยพัฒนาสะเต็มศึกษา เช่น การพัฒนาครู การผลิตสื่อการศึกษา การศึกษาผลกระทบต่อผู้เรียน การสนับสนุนสะเต็มศึกษาในโรงเรียน ฯลฯ 3) มีหน่วยงานหลายภาคส่วนทำงานร่วมกันเพื่อผลักดันสะเต็มศึกษา 4) โปรแกรมพัฒนาครูมีการสนับสนุนต่อเนื่องทำให้สามารถนำสะเต็มศึกษาไปปฏิบัติได้จริงในชั้นเรียน สำหรับผลกระทบเชิงบวกที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนเมื่อครูนำสะเต็มศึกษาไปใช้ในชั้นเรียนพบว่าจากการศึกษาในทั้งสองประเทศพบผลหลายประการ โดยสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การคิดแบบบูรณาการ การแก้ปัญหา การร่วมมือกัน ความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยในเกาหลีใต้สะเต็มศึกษาสามารถเพิ่มความต้องการที่จะประกอบอาชีพด้านวิทยาศาสตร์ สร้างความสนใจในวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้ตามเป้าหมายที่ประเทศต้องการในการนำสะเต็มศึกษามาใช้ (ณัชชา เจริญชนะกิจ และ โสมฉาย บุญญานันต์, 2023a)

#### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Boice et al. (2021) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ “Supporting Teachers on Their STEAM Journey: A Collaborative STEAM Teacher Training Program.” โดยดำเนินการวิจัยดังนี้ 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) ดำเนินการจัดโปรแกรมการพัฒนาครู 3) เก็บข้อมูลผ่านแบบสอบถาม ก่อน-ระหว่าง-หลังการจัดกิจกรรม การสัมภาษณ์ การสนทนากลุ่ม โดยมีโปรแกรมการพัฒนาครูสะเต็มศึกษาจำนวน 5 สัปดาห์ ประกอบด้วย การเรียนรู้ด้วยตนเองออนไลน์ 1 สัปดาห์ และการเรียนรู้แบบตัวต่อตัว 4 สัปดาห์ จากนั้นมีการสนับสนุนการสอนต่อเนื่อง 1 ปี โดยมีโค้ชที่ดูแลโรงเรียน 3 แห่ง มีจดหมายข่าวแหล่งเรียนรู้ และการสนับสนุนงบประมาณสำหรับผลิตสื่อ โดยผลการวิจัยพบว่าการเข้าร่วมโปรแกรมการอบรมส่งผลต่อความสามารถในการร่วมมือกัน การสอน การรับรู้ความสามารถของตนเอง และทักษะการนำศิลปะไปบูรณาการของครู

Jamil, Linder, and Stegelin (2018) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ “Early Childhood Teacher Beliefs About STEAM Education After a Professional Development Conference” โดยดำเนินการวิจัยดังนี้ 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) ดำเนินการจัดการประชุมเพื่อพัฒนาครู 3) เก็บข้อมูลแบบสอบถาม โดยมีโปรแกรมการพัฒนาครู 5 ชั่วโมง โดยคณาจารย์มหาวิทยาลัยที่มีความเชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง โดยฟังการบรรยาย 1 ชั่วโมง เข้าร่วมเวิร์คช็อป 2 ชั่วโมง จำนวน 2 หัวข้อ โดยเลือกจากการนำเสนอ 4 หัวข้อตามสาระวิชาที่เกี่ยวข้องได้แก่ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศิลปะ โดยผลการวิจัยพบว่าครูเห็นความสำคัญของการบูรณาการสะเต็มศึกษา แต่ความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์ แนวทางการปฏิบัติ และการสนับสนุนยังแตกต่างกันค่อนข้างมาก

Jho et al. (2016) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ “An analysis of STEM/STEAM teacher education in Korea with a case study of two schools from a community of practice

perspective” โดยดำเนินการวิจัยดังนี้ 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) ศึกษากรณีศึกษา ทั้ง 2 ตัวอย่าง โดยการสังเกต 3) เปรียบเทียบกรณีศึกษา สรุปเป็นเงื่อนไขความสำเร็จของกรณีศึกษา ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยมีโปรแกรมการพัฒนาคูรุ แบ่งเป็นชั้นต่าง ๆ ดังนี้ Entry : 15 ชั่วโมง (ออนไลน์), Basic : 15 ชั่วโมง (ออนไลน์), Advance : ออนไลน์ 10 ชั่วโมง, ออฟไลน์ 40 ชั่วโมง, การฝึกภาคสนาม 5 ชั่วโมง และ การเข้าร่วมงาน STEAM fair เพื่อแลกเปลี่ยน ความรู้ 5 ชั่วโมง

Cook, Bush, Cox Jr, and Edelen (2020) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ “Development of elementary teachers’ science, technology, engineering, arts, and mathematics planning practices.” โดยดำเนินการวิจัยดังนี้ 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) ศึกษา กรณีศึกษาคูรุจำนวน 25 คน 3) เปรียบเทียบกรณีศึกษา สรุปเป็นเงื่อนไขความสำเร็จของกรณีศึกษา ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยมีโปรแกรมการพัฒนาคูรุเป็นเวลา 2 ปี (130 ชั่วโมง) ครูใช้ วงจร Plan-Do-Study-Act (PDSA) เพื่อวางแผน นำไปใช้ สะท้อนคิด และปรับปรุงหลักสูตรสะเต็ม ของตนเอง และได้รับคำแนะนำการปรับปรุงแผนการสอนจากผู้เชี่ยวชาญและเพื่อนครู

จากการศึกษา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกรณีศึกษาการพัฒนาคูรุสะเต็มศึกษาใน ต่างประเทศ พบว่า มีการจัดโปรแกรมการพัฒนาคูรุในหลายรูปแบบ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับ กลุ่มเป้าหมาย โดยแสดงให้เห็นว่ากระบวนการอบรมครูเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาให้สะเต็มศึกษา สามารถนำไปใช้จริงได้ในชั้นเรียน จากการพัฒนาทัศนคติ องค์กรความรู้ และทักษะการวางแผน สะเต็มศึกษาของครู นอกจากนี้ต้องมีการสนับสนุนต่อเนื่องเพื่อให้สามารถนำสะเต็มศึกษาไปใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

## สรุปแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในมุมมองของผู้วิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สารสำคัญเป็นการนำหลักการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน มาใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และการร่วมมือกันพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ของนิสิตฯ ซึ่งประเภทของเกมที่น่ามาใช้คือบอร์ดเกม เนื่องจากผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า สามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ ทักษะ ทักษะคิดและเจตคติของผู้เรียนได้ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้โดยเน้นไปที่ความคิดสร้างสรรค์ เป็นผลสืบเนื่องมาจากผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้รับประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรม เช่น การเห็นภาพรวมของปัญหา การสำรวจตนเอง เห็นภาพรวมของเนื้อหา การคิดต่อยอดจากการเล่น การเกิดความรู้สึกร่วมใจจากการสวมบทบาทเป็นตัวละครช่วยให้การเรียนรู้มีความสนุกสนาน ดึงดูดให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม และสนใจได้มากกว่า สามารถสื่อสารผ่านเกมได้อย่างสร้างสรรค์ สร้างการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการร่วมมือกันเรียนรู้ ซึ่งการออกแบบการวิจัยในครั้งนี้มุ่งเน้นที่จะแก้ปัญหาการพัฒนาความรู้เกี่ยวกับแนวคิดสะเต็มศึกษาในครูระดับประถมศึกษา ซึ่งเป็นช่วงแรกของการศึกษาภาคบังคับ ที่มุ่งเน้นทักษะพื้นฐาน และต้องเน้นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ จึงมีความจำเป็นที่ครูผู้สอนจะต้องสามารถสร้างรากฐานการเรียนรู้แบบบูรณาการ เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในการบูรณาการและประยุกต์ใช้ความรู้ ได้มีตัวอย่างกรณีศึกษาและงานวิจัย เช่น ประเทศเกาหลีใต้ ได้นำแนวคิดของสะเต็มศึกษาเข้ามามีใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียน นำไปสู่การส่งเสริมศักยภาพการแข่งขันของประเทศ โดยเริ่มต้นจากการพัฒนาครู จึงมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องพัฒนาครูให้มีความรู้ร่วมกันในการสร้างการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เนื่องจากสิ่งสำคัญที่สุดในการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาคือครูต้องร่วมมือกันเพื่อแผนการสอนสะเต็มศึกษา เมื่อครูมีความรู้และความเข้าใจ มีทักษะความสามารถในการผลิตสื่อ หรือกระบวนการเรียนรู้ในแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถจัดการเรียนรู้ที่มีความเป็นองค์รวมให้ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงจะสามารถนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยจากการศึกษาประเด็นการจัดการเรียนการสอนสำหรับครู ในการพัฒนาครูควรมีการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการของครูเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนพัฒนากิจกรรมต่าง ๆ ให้มีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง ดังนั้นในการพัฒนานวัตกรรมครั้งนี้ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าควรทำการศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และความต้องการจากการสอบถามและสัมภาษณ์ครู- ผู้เชี่ยวชาญร่วมด้วย เพื่อนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรม ร่วมกับการศึกษาข้อมูลในการออกแบบผ่านการทำ Matrix analysis และ Design analysis เพื่อตอบคำถามวิจัยว่า นวัตกรรมสะเต็มศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษาควรมีองค์ประกอบอะไรบ้าง นำไปสู่การพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมและนำไปทดลองใช้เพื่อหาผลกา  
นำไปใช้วัดความพึงพอใจของผู้ใช้งาน และประสิทธิภาพของนวัตกรรมผ่านกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research & Development)

### บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาวัตกรรมการสะเต็มศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา” เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบและวิเคราะห์แนวทาง ในการพัฒนาและ ออกแบบนวัตกรรมตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับเป็นเครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษา สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา 2) เพื่อพัฒนาต้นแบบนวัตกรรม ตามแนว การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับเป็นเครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์ วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา 3) เพื่อศึกษาผลการนำนวัตกรรมไปใช้ ผลความพึงพอใจของกลุ่ม ตัวอย่าง และประสิทธิภาพ ของนวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา โดยในการดำเนินการวิจัย แบ่ง กระบวนการออกเป็นระยะต่าง ๆ 3 ระยะ สรุปได้ดังนี้



| ระยะ      | การดำเนินการ  | กลุ่มตัวอย่าง   | เครื่องมือ  |
|-----------|---|---|---|
| ระยะที่ 1 | รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล<br>- เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง<br>- สภาพปัจจุบัน-สภาพที่พึงประสงค์<br>ความต้องการ<br>ปัญหาและอุปสรรค<br>จากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ ครู-ผู้เชี่ยวชาญ<br>- Matric analysis และ Design analysis<br>พัฒนาเครื่องมือวางแผนการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษา | 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา จำนวน 3 ท่าน<br>2) ครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ จำนวน 3 ท่าน<br>3) ครูที่จัดการเรียนการสอนในวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษากำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตรคำนวณของ Taro Yamane (1970) จำนวน 400 คน สุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling)  | (1) แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา<br>(2) แบบสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ<br>(3) แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการบูรณาการจัดการเรียนการสอนร่วมกันกับครูต่างกลุ่มสาระ<br>(4) Matrix analysis และ Design analysis<br>(5) เครื่องมือวางแผนการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษา |
| ระยะที่ 2 | พัฒนาต้นแบบนวัตกรรมและสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  | ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเกม 3 ท่าน แบ่งเป็น ด้านกลไกของเกม 2 ท่าน ด้าน Visual Design 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จำนวน 2 ท่าน   | (1) แบบสัมภาษณ์เพื่อพัฒนานวัตกรรม<br>(2) แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  |
| ระยะที่ 3 | ทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรมและประเมินประสิทธิภาพ   | 1) การทดลองใช้นวัตกรรมนิติตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสมัครใจ (Volunteer sampling) โดยเลือกนิติตฯ รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา และศิลปะ<br>ครั้งที่ 1 Quick playtesting 5 คน<br>ครั้งที่ 2 Guided playtesting 5 คน<br>ครั้งที่ 3 Blind playtesting 5 คน<br>ครั้งที่ 4 กระบวนการอบรม 10 คน<br>ครั้งที่ 5 กระบวนการอบรม 16 คน<br>2) ผู้เชี่ยวชาญเหมือนกับระยะที่ 2 | (1) แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเล่น<br>(2) แบบประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม<br>(3) แบบประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม<br>(4) แบบสอบวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา  |

ตารางที่ 3.1 สรุปวิธีดำเนินงานวิจัย



มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### ระยะที่ 1 รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในระยะที่ 1 เป็นการศึกษาวิเคราะห์รวบรวมข้อมูล จากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Matrix analysis และ Design analysis ศึกษาสภาพปัจจุบัน และความต้องการจากการสอบถามและสัมภาษณ์ครู-ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรม โดยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลในการทำการวิจัยร่วมด้วย แบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

#### 3.1.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แบ่งการศึกษาเป็น 2 ประเด็นหลัก 6 ประเด็นย่อย ดังนี้

- 1) แนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยบอร์ดเกม
  - การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game based learning)
  - บอร์ดเกม (Board game)
- 2) การพัฒนาครูสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
  - การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Integrated learning)
  - สะเต็มศึกษา (STEAM education)
  - มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดระดับประถมศึกษาในสาระที่เกี่ยวข้อง
  - การจัดการเรียนการสอนสำหรับครู (Teacher education)
  - กรณีศึกษาการพัฒนาครูสะเต็มศึกษาในต่างประเทศ

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ สังเคราะห์ และพิจารณาเพื่อเป็นกรอบในการสร้างนวัตกรรมและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.1.2 ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เอกสาร

- 1) ศึกษาข้อมูลโดยใช้ Matrix analysis และ Design analysis

ศึกษาผลงานบอร์ดเกมที่มีอยู่ในปัจจุบัน ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่มีลักษณะเฉพาะหรือมี Theme หลักส่งเสริมการเรียนรู้ตรงกับข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้ 1) การระดมความคิด 2) การปฏิสัมพันธ์กันของผู้เล่น 3) การสร้างนวัตกรรม 4) ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นสิ่งที่บอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้สะเต็มศึกษาควรส่งเสริมให้ผู้เล่น เนื่องจากในการจะส่งเสริมทักษะการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปปฏิบัตินั้น ผู้เล่นควรได้ฝึกทักษะดังกล่าวผ่านบอร์ดเกมที่ออกแบบขึ้น จากนั้นคัดเลือกผลงานที่มีความเกี่ยวข้องมากที่สุด 15 ตัวอย่างนำมาวิเคราะห์โดยใช้ตาราง Matrix analysis โดยวิเคราะห์ในองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้ 1) ผู้ผลิต 2) ประเภทของบอร์ดเกม 3) จำนวนผู้เล่นสูงสุด 4) เวลาที่ใช้ในการเล่น 5) ด้านการพัฒนาทักษะ 6) Theme (สาระสำคัญ) 7) Gimmick (ลูกเล่นน่าสนใจของผลิตภัณฑ์)

## 2) พัฒนาเครื่องมือวางแผนการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษา

ศึกษาวิธีการออกแบบบอร์ดเกมจาก 4 ตัวอย่าง สังเคราะห์ข้อมูลจากตารางวิเคราะห์กระบวนการออกแบบบอร์ดเกม และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการออกแบบบอร์ดเกม และบอร์ดเกมการศึกษา และสร้างเป็นเครื่องมือวางแผนการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษา (Educational board game design canvas)

### 3.1.3 ศึกษาสภาพปัจจุบัน-สภาพที่พึงประสงค์ ความต้องการ ปัญหาและอุปสรรคจากการสอบถามและสัมภาษณ์ครู-ผู้เชี่ยวชาญ

ในการดำเนินการมีขั้นตอนดังนี้

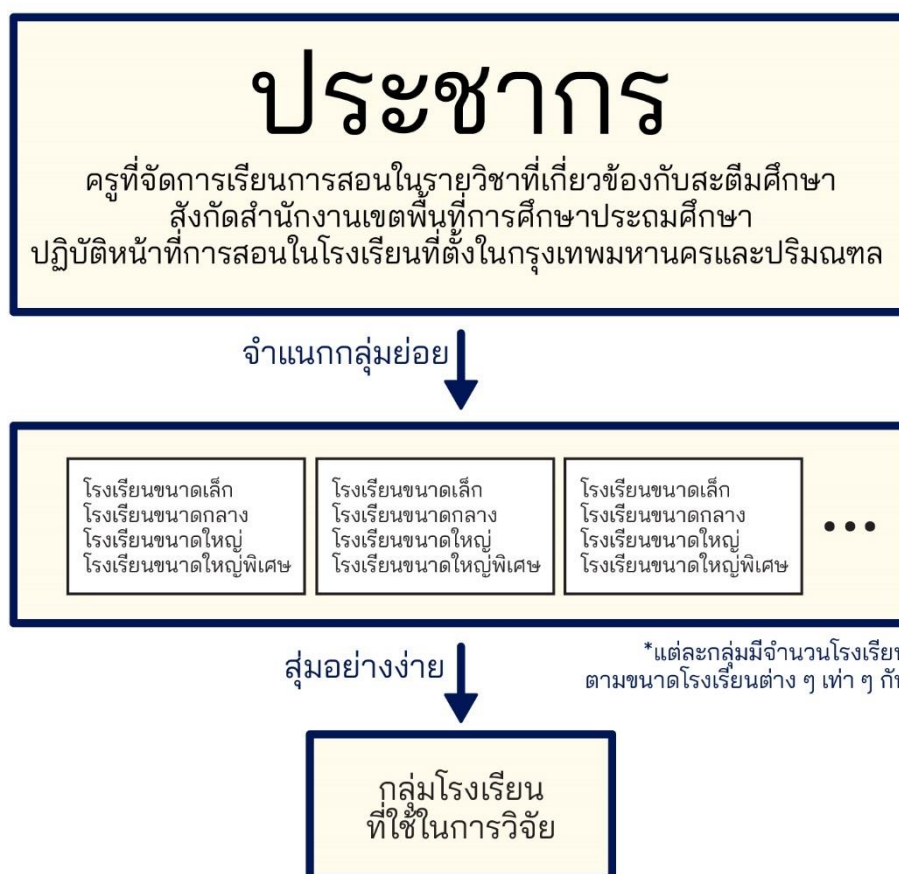
#### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

(1) ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา จำนวน 3 ท่าน ใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยมีคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่งตามเกณฑ์ ดังนี้ 1) มีประสบการณ์การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา 3 ปีขึ้นไป หรือ 2) มีความเชี่ยวชาญในด้านวิธีการสอนแบบสะเต็มศึกษาโดยมีผลงานตีพิมพ์/งานวิจัย เพื่อสัมภาษณ์แนวคิดในการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา ปัญหาและประเด็นแนวโน้มที่สามารถนำมาพัฒนานวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา และองค์ประกอบสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

(2) ครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ จำนวน 3 ท่าน ใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ ดังนี้ 1) เป็นครูผู้สอนในรายวิชาศิลปะระดับประถมศึกษา เป็นระยะเวลามากกว่า 5 ปี 2) มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการกับรายวิชาในสาระสะเต็มศึกษา เป็นระยะเวลามากกว่า 2 ปี เพื่อสัมภาษณ์ความคิดเห็นที่มีต่อการบูรณาการการสอนร่วมกับครูกลุ่มสาระอื่น ๆ ปัญหาและประเด็นแนวโน้มที่สามารถนำมาพัฒนานวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา

(3) ครูสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ปฏิบัติหน้าที่การสอนในโรงเรียนที่ตั้งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่จัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ศิลปะ และสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการบูรณาการจัดการเรียนการสอน ร่วมกับครูต่างกลุ่มสาระ สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ ประเด็นปัญหา และความต้องการ กำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ Yamane (1973) เมื่อกำหนดค่าความคลาดเคลื่อน (e) 5% ประชากรตั้งแต่ 100,000 คน ขึ้นไปจะได้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 400 คน สุ่มตัวอย่างโดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling) โดยจากประชากรคือ ครูที่จัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ปฏิบัติหน้าที่การ

สอนในโรงเรียนที่ตั้งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล สุ่มจำแนกโรงเรียนในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ออกเป็นกลุ่มย่อย โดยให้แต่ละกลุ่มมีจำนวนโรงเรียนตามขนาดโรงเรียนต่าง ๆ เท่า ๆ กัน (เล็ก กลาง ใหญ่ ใหญ่พิเศษ) แล้วทำการสุ่มอย่างง่ายให้ได้กลุ่มที่ใช้ในการวิจัย แสดงเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 3.1 วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 1.3 เรื่อง นวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา ประกอบด้วย

(1) แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา

การสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่กำหนดคำถามไว้ตายตัว (Structured interview) โดยใช้คำถามแบบปลายเปิด (Open-ended questions) ในประเด็นเกี่ยวกับแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา ปัญหาและประเด็นแนวโน้มที่สามารถนำมาพัฒนานวัตกรรมฯ องค์ประกอบสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และข้อเสนอแนะ

(2) แบบสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ

การสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่กำหนดคำถามไว้ตายตัว (Structured interview) โดยใช้คำถามแบบปลายเปิด (Open-ended questions) ในประเด็นเกี่ยวกับการบูรณาการการสอนร่วมกับครูกลุ่มสาระอื่น ๆ ปัญหาและประเด็นแนวโน้มที่สามารถนำมาพัฒนานวัตกรรมฯ ความคิดเห็นที่มีต่อแนวคิดสะเต็มศึกษา และข้อเสนอแนะ

(3) แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการบูรณาการจัดการเรียนการสอนร่วมกันกับครูต่างกลุ่มสาระ

แบบสอบถามแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ประเด็นต่อไปนี้อาชีพ/ตำแหน่ง วุฒิการศึกษา ขนาดโรงเรียนที่กำลังสอน วิชาที่สอน ระดับชั้นที่สอน ประสบการณ์(ปี) ประสบการณ์การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ(ปี) เคย/ไม่เคยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นที่มีต่อการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการบูรณาการจัดการเรียนการสอนร่วมกันกับครูต่างกลุ่มสาระ

แบ่งเป็น 3 หมวดได้แก่ หมวด ก.องค์ความรู้ หมวด ข.การนำไปปฏิบัติ และหมวด ค.ปัญหาและอุปสรรค เป็นแบบสอบถามแบบปลายปิด แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 อันดับ ตามมาตราวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) หมวด ก และ ข ประเมินในรูปแบบ Dual response format ในประเด็นสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ และ หมวด ค ประเมินในรูปแบบ Single response format ในประเด็นระดับปัญหาและอุปสรรคในการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้

ตอนที่ 3 ความต้องการที่มีต่อนวัตกรรมเครื่องมือการส่งเสริมเรียนรู้สะเต็มศึกษา สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา

แบบสอบถามแบบปลายเปิด ในประเด็นความต้องการที่มีต่อนวัตกรรมฯและข้อเสนอแนะ  
การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1) นำเครื่องมือที่ผ่านความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)

2) นำเครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Indexes of Item-Objective Congruence: IOC) ของเครื่องมือ ผลจากการประเมินพบว่า

(1) แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา

ค่าเฉลี่ยรวมของ IOC ทั้งฉบับ = 0.93

ซึ่งเป็นค่าที่สามารถนำไปใช้ได้

ผลการประเมินจากประเด็นประเมิน 10 ข้อ พบว่า ผลการประเมินผ่านเกณฑ์

ทั้งหมด ทำการปรับแก้บางส่วนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับแก้ภาษาในบางข้อความให้สื่อความได้ตรงประเด็น หรือกระชับมากขึ้น

(2) แบบสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ

ค่าเฉลี่ยรวมของ IOC ทั้งหมด = 0.87

ซึ่งเป็นค่าที่สามารถนำไปใช้ได้

ผลการประเมินจากประเด็นประเมิน 10 ข้อ พบว่า ผลการประเมินผ่านเกณฑ์ทั้งหมด ทำการปรับแก้บางส่วนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับแก้ภาษาในบางข้อความให้สื่อความได้ตรงประเด็น หรือกระชับมากขึ้น

(3) แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการ

การบูรณาการจัดการเรียนการสอนร่วมกับครูต่างกลุ่มสาระ

ค่าเฉลี่ยรวมของ IOC ทั้งหมด = 0.99

ซึ่งเป็นค่าที่สามารถนำไปใช้ได้

ผลการประเมินจากประเด็นประเมิน 10 ข้อ พบว่า ผลการประเมินผ่านเกณฑ์ทั้งหมด โดยผู้เชี่ยวชาญไม่มีความเห็นเพิ่มเติม สามารถนำเครื่องมือไปใช้ได้ทันที

3) ปรับปรุงเครื่องมือตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิให้สมบูรณ์

4) นำโครงการวิจัยและเครื่องมือขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน

5) ผลการพิจารณาทบทวนจริยธรรมการวิจัยในคน อนุมัติ นำเครื่องมือไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

6) นำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try-out) กับครูที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-coefficient) ผ่านโปรแกรม IBM SPSS Statistics ผลพบว่า ค่าความเชื่อมั่นโดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's alpha coefficient) ระดับความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเท่ากับ 0.942 ซึ่งถือได้ว่าอยู่ในระดับดีมาก หมายถึงแบบสอบถามมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปศึกษากับกลุ่มตัวอย่างจริงได้

7) ปรับปรุงเครื่องมือให้สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

8) นำเครื่องมือไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

9) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ สังเคราะห์ และพิจารณาเพื่อเป็นกรอบในการสร้างนวัตกรรม

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยเรื่อง นวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา มีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะที่ 1.3 ดังนี้

1) ทำเรื่องขออนุญาตจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อขออนุญาตให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบสัมภาษณ์ และ แบบสอบถาม

2) นำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อแจ้งวัตถุประสงค์ให้ทราบและขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3) ทำการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ประกอบด้วย (1) ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา (2) ครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ

4) ทำการส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์และแบบสอบถามที่มีต่อการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการบูรณาการจัดการเรียนการสอนร่วมกับครูต่างกลุ่มสาระ ไปยังโรงเรียนที่สุ่มเป็นกลุ่มตัวอย่าง

5) นำแบบสัมภาษณ์ และแบบสอบถามกลับมาตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแล้วนำไปวิเคราะห์ข้อมูล สังเคราะห์ และพิจารณาเพื่อเป็นกรอบในการสร้างนวัตกรรม

### การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยเรื่อง นวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา มีรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูลในระยะที่ 1.3 ดังนี้

1) วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา

- ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ หากคำร้อยละ แล้วนำเสนอตารางประกอบความเรียง

- ข้อมูลความคิดเห็นแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา ปัญหาและประเด็นแนวโน้มที่สามารถนำมาพัฒนาเครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้นวัตกรรม

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

2) วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ

- ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ หากคำร้อยละ แล้วนำเสนอตารางประกอบความเรียง

- ข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อการบูรณาการการสอนร่วมกับครูกลุ่มสาระอื่น ๆ ปัญหาและประเด็นแนวโน้มที่สามารถนำมาพัฒนาเครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้นวัตกรรม

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

3) วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการบูรณาการจัดการเรียนการสอนร่วมกับครูต่างกลุ่มสาระ



### เกณฑ์พิจารณาให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยออกจากโครงการ

1. หากกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการสัมภาษณ์หรือตอบแบบสอบถามแล้ว แต่ไม่สามารถตอบคำถามได้ครบทุกข้อ ผู้วิจัยจะไม่นำข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์มาวิเคราะห์ผล
2. จากข้อ 1 ผู้วิจัยจะทำการหากกลุ่มตัวอย่างใหม่มาทดแทน โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยของแต่ละระยะนั้น ๆ ให้กลุ่มตัวอย่างมีครบถ้วนตามจำนวนที่ต้องการ
3. กลุ่มตัวอย่างสามารถออกจากโครงการได้ทันที หากรู้สึกไม่สะดวกที่จะทำการทดลองต่อ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลให้ทราบ

### วิธีการติดต่อและวิธีการเข้าถึงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญสามารถเลือกช่องทางการติดต่อที่ตนเองสะดวกที่สุด
2. การนัดหมายเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญ จะทำการนัดหมายล่วงหน้า ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 7 วัน
3. สถานที่ในการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูล กลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญสามารถเลือกสถานที่ที่ตนเองสะดวกที่สุด อาจเป็นรูปแบบออนไลน์หรือออฟไลน์

### วิธีการพิทักษ์สิทธิ ป้องกันความเสี่ยง และรักษาความลับของกลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญ

1. กลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญมีสิทธิถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยจะไม่มีผลกระทบทางลบใด ๆ ต่อกกลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญ
2. ระหว่างการสัมภาษณ์หรือตอบแบบสอบถามจะไม่มีการบินที่ภาพของกลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญ ให้สามารถระบุตัวตนได้ และหากมีการบันทึกเสียงจะทำการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าทุกครั้ง



## ระยะที่ 2 พัฒนาค้นแบบนวัตกรรมและสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

การวิจัยในระยะที่ 2 เป็นการออกแบบ และพัฒนานวัตกรรม สร้างผลงานต้นแบบครั้งที่ 1 จากข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และพิจารณาสรุปเป็นกรอบในการสร้างนวัตกรรมจากระยะที่ 1 พัฒนาแบบร่าง และผ่านความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพัฒนาขึ้นเป็นต้นแบบครั้งที่ 1 นำต้นแบบที่เสร็จสมบูรณ์ไปปรึกษา สัมภาษณ์เพื่อพัฒนานวัตกรรม สอบถามความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบเกม จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จำนวน 2 ท่าน เพื่อปรับปรุงต้นแบบฯ ให้มีความสมบูรณ์ ตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นของต้นแบบฯ

### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเกม จำนวน 3 ท่าน

แบ่งเป็น ด้านกลไกของเกม จำนวน 2 ท่าน ด้าน Visual design จำนวน 1 ท่าน

และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จำนวน 2 ท่าน

สัมภาษณ์เพื่อพัฒนานวัตกรรม และสอบถามความคิดเห็น ใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเกม

ด้านกลไกของเกม คุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่ง ดังนี้

- 1) มีผลงานบอร์ดเกมมากกว่า 3 ผลงานขึ้นไป
- 2) มีผลงานบอร์ดเกมที่ได้รับรางวัล อย่างน้อย 1 ผลงาน

ผู้เชี่ยวชาญด้าน Visual design

มีประสบการณ์การออกแบบ Visual design ให้กับบอร์ดเกม

ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา

คุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่ง ดังนี้

- 1) สำเร็จการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิต คณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์
- 2) มีประสบการณ์การออกแบบนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 2 เรื่อง นวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษาประกอบด้วย

#### (1) แบบสัมภาษณ์เพื่อพัฒนานวัตกรรม

การสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่กำหนดคำถามไว้ตายตัว (Structured interview) โดยใช้คำถามแบบปลายเปิด (Open-ended questions) ในประเด็นความคิดเห็นเกี่ยวกับต้นแบบนวัตกรรม ในภาพรวม กติกาและวิธีการเล่น ส่วนประกอบ ความเหมาะสมต่อการส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา วัสดุที่ใช้ เนื้อหาองค์ความรู้ ความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ

#### (2) แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

แบบสอบถามแบบปลายปิด แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 อันดับ ตามมาตราวัดของลิเคิร์ต (Likert scale) ในประเด็นเกี่ยวกับรูปแบบ การออกแบบ วัสดุ ความเหมาะสมต่อการส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ความเหมาะสมต่อกลุ่มเป้าหมาย การส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือกัน กติกาและวิธีการเล่น คำแนะนำการเล่น ความเป็นนวัตกรรม ความเหมาะสมของบอร์ดเกมต่อการเป็นเครื่องมือการเรียนรู้สะเต็มศึกษาให้กับครูระดับประถมศึกษา และข้อเสนอแนะ

### การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1) นำเครื่องมือที่ผ่านความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)

2) นำเครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Indexes of Item-Objective Congruence: IOC) ของเครื่องมือ ผลจากการประเมินพบว่า

#### (1) แบบสัมภาษณ์เพื่อพัฒนานวัตกรรม

ค่าเฉลี่ยรวมของ IOC ทั้งฉบับ = 0.95

ซึ่งเป็นค่าที่สามารถนำไปใช้ได้

ผลการประเมินจากประเด็นประเมิน 7 ข้อ พบว่า ผลการประเมินผ่านเกณฑ์ทั้งหมด โดยทำการเพิ่มข้อคำถาม 1 ข้อ เกี่ยวกับความคิดเห็นด้านเนื้อหาของเกม ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

#### (2) แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ค่าเฉลี่ยรวมของ IOC ทั้งฉบับ = 0.93

ซึ่งเป็นค่าที่สามารถนำไปใช้ได้

ผลการประเมินจากประเด็นประเมิน 10 ข้อ พบว่า ผลการประเมินผ่านเกณฑ์ทั้งหมด ทำการปรับแก้บางส่วนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับแก้ภาษาในบางข้อคำถามให้สื่อความได้ตรงประเด็น หรือกระชับมากขึ้น

- 3) ปรับปรุงเครื่องมือตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิให้สมบูรณ์
  - 4) นำโครงการวิจัยและเครื่องมือขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
  - 5) ผลการพิจารณาทบทวนจริยธรรมการวิจัยในคน อนุมัติ นำเครื่องมือไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง
  - 6) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ สังเคราะห์ และพิจารณาเพื่อนำไปพัฒนาต้นแบบให้สมบูรณ์
- การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยเรื่อง นวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษาที่มีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะที่ 2 ดังนี้

1) ทำเรื่องขออนุญาตจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อขออนุญาตให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม

2) นำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อแจ้งวัตถุประสงค์ให้ทราบและขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3) ทำการสัมภาษณ์ และสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบเกม จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จำนวน 2 ท่าน

4) นำแบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม กลับมาตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแล้วนำไปวิเคราะห์ข้อมูล สังเคราะห์ และพิจารณาเพื่อเป็นกรอบในการพัฒนานวัตกรรมให้สมบูรณ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยเรื่อง นวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา มีรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูลในระยะที่ 2 ดังนี้

1) วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์เพื่อพัฒนานวัตกรรม

- ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ หาค่าร้อยละ แล้วนำเสนอตารางประกอบความเรียง



### เกณฑ์พิจารณาให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยออกจากโครงการ

1. หากกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการสัมภาษณ์หรือตอบแบบสอบถามแล้ว แต่ไม่สามารถตอบคำถามได้ครบทุกข้อ ผู้วิจัยจะไม่นำข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์มาวิเคราะห์ผล
2. จากข้อ 1 ผู้วิจัยจะทำการหากกลุ่มตัวอย่างใหม่มาทดแทน โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยของแต่ละระยะนั้น ๆ ให้กลุ่มตัวอย่างมีครบถ้วนตามจำนวนที่ต้องการ
3. กลุ่มตัวอย่างสามารถออกจากโครงการได้ทันที หากรู้สึกไม่สะดวกที่จะทำการทดลองต่อ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลให้ทราบ

### วิธีการติดต่อและวิธีการเข้าถึงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญสามารถเลือกช่องทางการติดต่อที่ตนเองสะดวกที่สุด
2. การนัดหมายเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญ จะทำการนัดหมายล่วงหน้า ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 7 วัน
3. สถานที่ในการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูล กลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญสามารถเลือกสถานที่ที่ตนเองสะดวกที่สุด อาจเป็นรูปแบบออนไลน์หรือออฟไลน์

### วิธีการพิทักษ์สิทธิ ป้องกันความเสี่ยง และรักษาความลับของกลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญ

1. กลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญมีสิทธิถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยจะไม่มีผลกระทบทางลบใด ๆ ต่อกกลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญ
2. ระหว่างการสัมภาษณ์หรือตอบแบบสอบถามจะไม่มีการบินที่ภาพของกลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญ ให้สามารถระบุตัวตนได้ และหากมีการบันทึกเสียงจะทำการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าทุกครั้ง

### ระยะที่ 3 ทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรม และประเมินประสิทธิภาพ

การวิจัยในระยะที่ 3 เป็นการทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรม โดยทำการทดลองใช้ 5 ครั้ง กลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสมัครใจ (Volunteer sampling) โดยเลือกนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา และนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูศิลประดับประถมศึกษา นำคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ข้อเสนอแนะจากการทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรมในแต่ละครั้งมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ และพิจารณาข้อมูลเพื่อเป็นกรอบในการพัฒนานวัตกรรม และปรับปรุงต้นแบบให้สมบูรณ์ จากนั้นนำผลงานสมบูรณ์ไปให้ ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพ เป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบ เกมจำนวน 3 ท่าน และ ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จำนวน 2 ท่าน ในการดำเนินการมีขั้นตอนดังนี้



### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

(1) นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพระดับประถมศึกษา 5 ครั้ง ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสมัครใจ (Volunteer sampling) โดยเลือกนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพระดับประถมศึกษา รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา และนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพระดับประถมศึกษา แบ่งได้ดังนี้

| ครั้งที่ | ประเภท                                      | กระบวนการ  | จำนวน (คน) | เครื่องมือที่ใช้                              |
|----------|---|--|------------|---|
| 1        | Quick Playtesting                           | ทดลองอย่างรวดเร็ว ๆ อาจเปลี่ยนแปลงกฎระหว่างเล่น หยุดและเริ่มใหม่ระหว่างเล่นได้เพื่อทดสอบเงื่อนไข หรือ กลไกเฉพาะบางอย่าง  | 5          | แบบบันทึก<br>การสังเกตพฤติกรรม<br>การเล่น     |
| 2        | Guided Playtesting                          | ผู้ออกแบบเป็นผู้นำเกม คอยอธิบายกฎ และตอบคำถามต่าง ๆ ที่ผู้เล่นมีระหว่างเล่น ถามความเข้าใจกติกาของเกมกับผู้เล่น ปล่อยให้ผู้เล่นทดลองเล่นเอง และคอยสังเกตท่าทาง ๆ ตอบคำถามชี้แจงกฎกติกาของเกมเมื่อจำเป็นเท่านั้น             | 5          |   |
| 3        | Blind Playtesting                           | ให้ผู้เล่นอ่านกฎและทำความเข้าใจเอง ผู้ออกแบบสังเกตการเล่นเท่านั้น จุดสำคัญของการทดสอบอยู่ที่แผ่นคำอธิบายวิธีการเล่น (Rulebook)   | 5          |   |
| 4        | ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างตามกระบวนการฝึกร่วม | ทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรมที่ปรับปรุงจนคงที่แล้ว ผ่านกระบวนการฝึกร่วมที่ออกแบบไว้ โดยมีวิทยากรร่วมประเมินแผนการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น มีการ Pretest-Posttest เพื่อวัดและประเมินผล สังเกตพฤติกรรมของผู้เล่น และประเมินความพึงพอใจ | 10         | (1) แบบบันทึก<br>การสังเกต<br>พฤติกรรมการเล่น |
| 5        |   |  | 16         |   |

\*ในแต่ละครั้งใช้กลุ่มตัวอย่างไม่ซ้ำกัน

ตารางที่ 3.2 กระบวนการนำนวัตกรรมไปทดลองใช้กับนิสิตฯ

(2) ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

แบ่งเป็น ผู้เชี่ยวชาญด้านกลไกของเกม จำนวน 2 ท่าน และ ด้าน Visual design จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จำนวน 2 ท่าน

สัมภาษณ์เพื่อพัฒนานวัตกรรม และสอบถามความคิดเห็น ใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) (ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดียวกับระยะที่ 2)

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 3 เรื่อง นวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษาประกอบด้วย

(1) แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเล่น

แบบสังเกตแบบมีโครงสร้าง (Structure observation) ในประเด็น พฤติกรรมก่อนเล่น การทำความเข้าใจในกติกาเกม พฤติกรรมระหว่างเล่น ความสนใจในการเรียนรู้เรื่องสะเต็มศึกษา การร่วมมือกันออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พฤติกรรมหลังเล่นเสร็จ การถอดบทเรียน หลังเล่น สรุปผลการสังเกต

(2) แบบประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม

แบบสอบถามแบบปลายปิด แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 อันดับ ตามมาตราวัดของลิเคิร์ต (Likert scale) ในประเด็นรูปแบบ คู่มือการใช้งาน ทักษะติดต่อแนวคิด สะเต็มศึกษาหลังใช้นวัตกรรม ความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง ระยะเวลาที่ใช้ ระดับที่ใช้นวัตกรรม ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือกัน ระดับที่ใช้นวัตกรรมส่งเสริมให้เกิดองค์ความรู้ การถอดบทเรียน ความสามารถในการนำองค์ความรู้ไปปฏิบัติ ความสนุกสนานที่ได้ ข้อเสนอแนะ และทำการประเมินตนเองก่อนและหลังการใช้นวัตกรรมในประเด็น ทักษะติดต่อสะเต็มศึกษา ความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา และความสามารถในการพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษา

(3) แบบประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม

แบบสอบถามแบบปลายปิด แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 อันดับ ตามมาตราวัดของลิเคิร์ต (Likert scale) ในประเด็นเกี่ยวกับรูปแบบ การออกแบบ วัสดุ ความเหมาะสมต่อการส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ความเหมาะสมต่อกลุ่มเป้าหมาย การส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือกัน กติกาและวิธีการเล่น คำแนะนำการเล่น ความเป็นนวัตกรรม ความเหมาะสมของบอร์ดเกมต่อการเป็นเครื่องมือการเรียนรู้สะเต็มศึกษาให้กับครูระดับประถมศึกษา และข้อเสนอแนะ



## (4) แบบสอบวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา

ประกอบด้วยคำถามจำนวน 20 ข้อ มีการตอบ 2 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ตอนที่ 2 แบบเขียนตอบ จำนวน 10 ข้อ โดยถามในประเด็นเกี่ยวกับแนวความคิดของ สะเต็มศึกษา กรอบแนวคิดสะเต็มศึกษา วิธีการออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา บทบาทครู องค์กรประกอบในการบรรลุเป้าหมายการสอนแบบสะเต็มศึกษา

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1) นำเครื่องมือที่ผ่านความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)

2) นำเครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Indexes of Item-Objective Congruence: IOC) ของเครื่องมือ ผลจากการประเมินพบว่า

## (1) แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเล่น

ค่าเฉลี่ยรวมของ IOC ทั้งฉบับ = 1.00

ซึ่งเป็นค่าที่สามารถนำไปใช้ได้

ผลการประเมินจากประเด็นประเมิน 10 ข้อ พบว่า ผลการประเมินผ่านเกณฑ์ทั้งหมด ทำการปรับแก้บางส่วนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับแก้ภาษาในบางข้อ คำถามให้สื่อความได้ตรงประเด็น หรือกระชับมากขึ้น

## (2) แบบประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม

ค่าเฉลี่ยรวมของ IOC ทั้งฉบับ = 0.97

ซึ่งเป็นค่าที่สามารถนำไปใช้ได้

ผลการประเมินจากประเด็นประเมิน 13 ข้อ พบว่า ผลการประเมินผ่านเกณฑ์ทั้งหมด ทำการปรับแก้บางส่วนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับแก้ภาษาในบางข้อ คำถามให้สื่อความได้ตรงประเด็น หรือกระชับมากขึ้น

## (3) แบบประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม

ค่าเฉลี่ยรวมของ IOC ทั้งฉบับ = 0.91

ซึ่งเป็นค่าที่สามารถนำไปใช้ได้

ผลการประเมินจากประเด็นประเมิน 10 ข้อ พบว่า ผลการประเมินผ่านเกณฑ์ทั้งหมด ทำการปรับแก้บางส่วนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับแก้ภาษาในบางข้อ คำถามให้สื่อความได้ตรงประเด็น หรือกระชับมากขึ้น

## (4) แบบสอบวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา

ค่าเฉลี่ยรวมของ IOC ทั้งฉบับ = 1.00

ซึ่งเป็นค่าที่สามารถนำไปใช้ได้

ผลการประเมินจากประเด็นประเมิน 10 ข้อ พบว่า ผลการประเมินผ่านเกณฑ์ทั้งหมด ทำการปรับแก้บางส่วนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับแก้ตัวเลือกในบางข้อ คำถามให้มีความคล้ายคลึงกันมากขึ้นเพื่อเพิ่มความยากในการเลือกตอบ

- 3) ปรับปรุงเครื่องมือตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิให้สมบูรณ์
- 4) นำโครงการวิจัยและเครื่องมือขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
- 5) ผลการพิจารณาทบทวนจริยธรรมการวิจัยในคน อนุมัติ นำเครื่องมือไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง
- 6) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ สังเคราะห์ และพิจารณาเพื่อนำไปสรุปผลการดำเนินงานวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยเรื่อง นวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิต ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษาชั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะที่ 3 ดังนี้

1) ทำเรื่องขออนุญาตจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อขออนุญาตให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม

2) นำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อแจ้งวัตถุประสงค์ให้ทราบและขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3) ทดลองใช้นวัตกรรมเพื่อพัฒนา ครั้งที่ 1 Quick playtesting จำนวน 5 คน ครั้งที่ 2 Guided playtesting จำนวน 5 คน และครั้งที่ 3 Blind playtesting จำนวน 5 คน บันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเล่น และนำข้อมูลไปปรับปรุงต้นแบบให้สมบูรณ์

4) ทำการส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์และนำต้นแบบที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา จำนวน 10 คน บันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเล่น และเมื่อเล่นเสร็จให้นิสิตฯ ประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม วัดประเมินผลโดยการ Pretest-Posttest ความรู้ด้านสะเต็มศึกษาของผู้ใช้ และตรวจแผนโดยวิทยากร นำข้อมูลที่ได้ร่วมกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในระยะที่ 2 พัฒนาแก้ไขต้นแบบนวัตกรรมให้สมบูรณ์

5) ทำการส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์และนำต้นแบบที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา จำนวน 16 คน บันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเล่น และเมื่อเล่นเสร็จให้นิสิตฯ ประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม วัดประเมินผลโดยการ Pretest-Posttest ความรู้ด้านสะเต็มศึกษาของผู้ใช้ และตรวจแผนโดยวิทยากร นำข้อมูลที่ได้พัฒนาแก้ไขต้นแบบนวัตกรรมให้สมบูรณ์

6) ทำการประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบเกม จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จำนวน 2 ท่าน

7) นำแบบสอบถามแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม แบบประเมินความพึงพอใจ และแบบประเมินประสิทธิภาพกลับมาตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแล้วนำไปวิเคราะห์ข้อมูล สังเคราะห์ และพิจารณา สรุปเป็นผลการทดลอง และผลการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรม

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยเรื่อง นวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิต ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษามีรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูลในระยะที่ 3 ดังนี้

#### 1) วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเล่น

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ด้วยการวิเคราะห์ เหตุการณ์

#### 2) วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม

- ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ หาค่าร้อยละ แล้วนำเสนอตารางประกอบความเรียง

- ข้อมูลความคิดเห็นความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรมต้นแบบที่พัฒนาขึ้น

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติบรรยาย (Descriptive statistics) ได้แก่ ความถี่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) หาค่าเฉลี่ยแปลความหมายของข้อมูล โดย กำหนดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 อันดับ ตามมาตราวัดของลิเคิร์ต (Likert scale) ดังนี้

5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

มีเกณฑ์การแปลผลมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

4.50 – 5.00 อยู่ในระดับ ความพึงพอใจมากที่สุด

3.50 – 4.49 อยู่ในระดับ ความพึงพอใจมาก

2.50 – 3.49 อยู่ในระดับ ความพึงพอใจปานกลาง

1.50 – 2.49 อยู่ในระดับ ความพึงพอใจน้อย

0.00 – 1.49 อยู่ในระดับ ความพึงพอใจน้อยที่สุด

- ข้อมูลการประเมินตนเอง

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติบรรยาย (Descriptive statistics) ได้แก่ ความถี่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) หาค่าเฉลี่ยแปลความหมายของข้อมูล โดย

กำหนดมาตรฐานประมาณค่า (Rating scale) 5 อันดับ ตามมาตราวัดของลิเคิร์ต (Likert scale) ดังนี้

|           |  |
|-----------|--|
| 5 หมายถึง | ระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติมากที่สุด  |
| 4 หมายถึง | ระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติมาก        |
| 3 หมายถึง | ระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติปานกลาง    |
| 2 หมายถึง | ระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติน้อย       |
| 1 หมายถึง | ระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติน้อยที่สุด |

มีเกณฑ์การแปลผลมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

|             |  |
|-------------|--|
| 4.50 – 5.00 | อยู่ในระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติมากที่สุด  |
| 3.50 – 4.49 | อยู่ในระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติมาก        |
| 2.50 – 3.49 | อยู่ในระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติปานกลาง    |
| 1.50 – 2.49 | อยู่ในระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติน้อย       |
| 0.00 – 1.49 | อยู่ในระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติน้อยที่สุด |

จากนั้นดำเนินการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างคะแนนก่อนและหลังใช้นวัตกรรม กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นำเสนอในรูปแบบตารางเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (Correlation)

- ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ตอบแบบสอบถาม สรุปแล้วนำเสนอในรูปแบบความเรียง

3) วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม

- ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ หากค่าร้อยละ แล้วนำเสนอตารางประกอบความเรียง

- ข้อมูลระดับการประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญ

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติบรรยาย (Descriptive statistics) ได้แก่ ความถี่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) หาค่าเฉลี่ยแปลความหมายของข้อมูล โดยกำหนดมาตรฐานประมาณค่า (Rating scale) 5 อันดับ ตามมาตราวัดของลิเคิร์ต (Likert scale) ดังนี้

|            |               |   |
|------------|---------------|---|
| มากที่สุด  | เทียบกับคะแนน | 5 |
| มาก        | เทียบกับคะแนน | 4 |
| ปานกลาง    | เทียบกับคะแนน | 3 |
| น้อย       | เทียบกับคะแนน | 2 |
| น้อยที่สุด | เทียบกับคะแนน | 1 |

กำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยแปลความหมายของข้อมูล ดังนี้

|                            |                   |
|----------------------------|-------------------|
| ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51-5.00 | เหมาะสมมากที่สุด  |
| ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51-4.50 | เหมาะสมมาก        |
| ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51-3.50 | เหมาะสมปานกลาง    |
| ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51-2.50 | เหมาะสมน้อย       |
| ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.50 | เหมาะสมน้อยที่สุด |

- ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ สรุปแล้วนำเสนอในรูปแบบความเรียง

#### 4) วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา

วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) จากผลของแบบสอบถามวัดความรู้ก่อนและหลังใช้นวัตกรรม จากนั้น ดำเนินการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างคะแนนก่อนและหลังใช้นวัตกรรมด้วยสถิติทดสอบที (t-test) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นำเสนอในรูปแบบตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และ ค่า t

### เกณฑ์พิจารณาให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยออกจากโครงการ

1. หากกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการสัมภาษณ์หรือตอบแบบสอบถามแล้ว แต่ไม่สามารถตอบคำถามได้ครบทุกข้อ ผู้วิจัยจะไม่นำข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์มาวิเคราะห์ผล
2. จากข้อ 1 ผู้วิจัยจะทำการหากกลุ่มตัวอย่างใหม่มาทดแทน โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยของแต่ละระยะนั้น ๆ ให้กลุ่มตัวอย่างมีครบถ้วนตามจำนวนที่ต้องการ
3. กลุ่มตัวอย่างสามารถออกจากโครงการได้ทันที หากรู้สึกไม่สะดวกที่จะทำการทดลองต่อ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลให้ทราบ

### วิธีการติดต่อและวิธีการเข้าถึงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญสามารถเลือกช่องทางการติดต่อที่ตนเองสะดวกที่สุด
2. การนัดหมายเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญ จะทำการนัดหมายล่วงหน้า ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 7 วัน
3. สถานที่ในการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูล กลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญสามารถเลือกสถานที่ที่ตนเองสะดวกที่สุด อาจเป็นรูปแบบออนไลน์หรือออฟไลน์

### วิธีการพิทักษ์สิทธิ ป้องกันความเสี่ยง และรักษาความลับของกลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญ

1. กลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญมีสิทธิถอนตัวจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวจากการวิจัยจะไม่มีผลกระทบทางลบใด ๆ ต่อกกลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญ
2. ระหว่างการสัมภาษณ์หรือตอบแบบสอบถามจะไม่มีการบินที่ภาพของกลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญ ให้สามารถระบุตัวตนได้ และหากมีการบันทึกเสียงจะทำการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าทุกครั้ง

#### บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยเรื่อง “การพัฒนานวัตกรรมการสะเต็มศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา” มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบและวิเคราะห์แนวทาง ในการพัฒนาและออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับเป็นเครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา 2) เพื่อพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับเป็นเครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา การสรุปผลแบ่งตามกระบวนการออกเป็นระยะต่าง ๆ 3 ระยะ ดังนี้

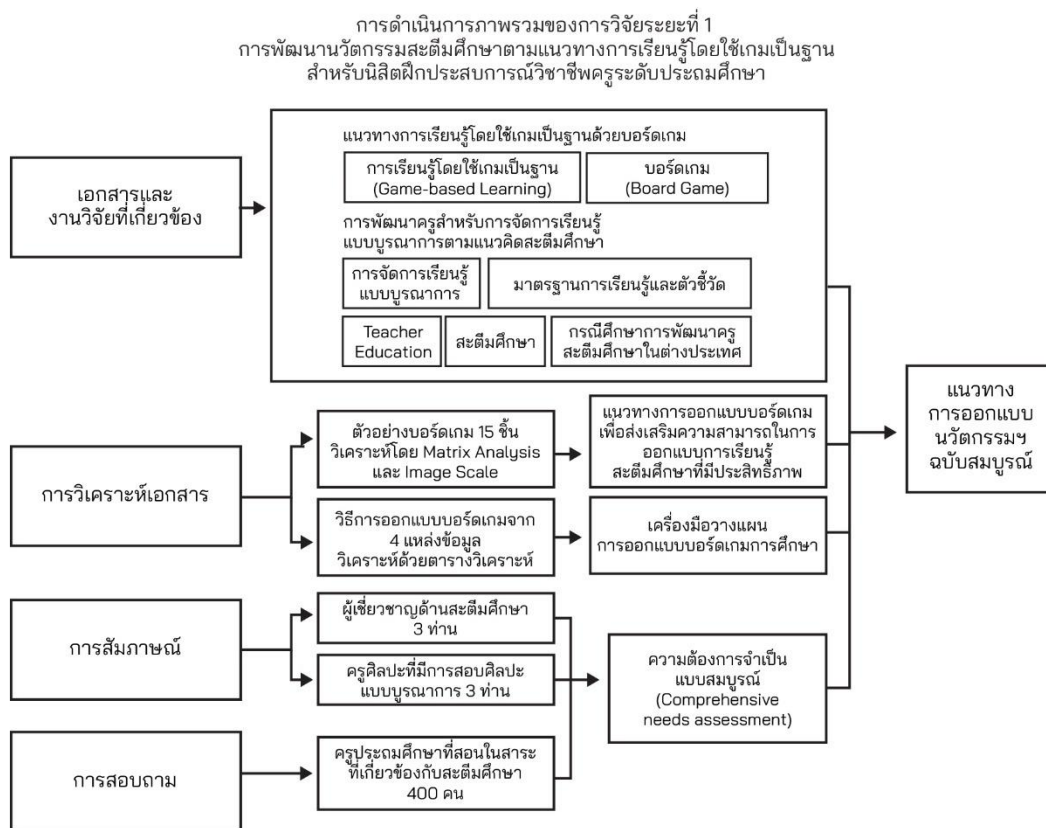
ตอนที่ 1 ผลการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมการเรียนและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรมการเรียนและประเมินประสิทธิภาพ

##### ตอนที่ 1 ผลการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในระยะที่ 1 เป็นการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็น 1) ศึกษารวบรวมข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) ศึกษาสภาพปัจจุบัน และความต้องการจากการสอบถามและสัมภาษณ์ครู-ผู้เชี่ยวชาญ 3) ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Matrix analysis และ Design analysis โดยข้อมูลทั้งหมดเป็นข้อมูลนำเข้าสู่การพัฒนานวัตกรรมการเรียนและวางแผนแนวทางการออกแบบตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 คือการศึกษาองค์ประกอบและวิเคราะห์แนวทาง ในการพัฒนาและออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับเป็นเครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา มีภาพรวมของการดำเนินการแสดงเป็นแผนภาพได้ ดังนี้



ภาพที่ 4.1 การดำเนินการภาพรวมของการวิจัยในระยะที่ 1 โดยแบ่งผลการศึกษิตตามหัวข้อ ดังนี้

- 1) ผลการศึกษาและรวบรวมข้อมูล จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 1.1 แนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยบอร์ดเกม
  - 1.2 การพัฒนาครูสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
- 2) ผลการวิเคราะห์เอกสาร
  - 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Matrix analysis และ Design analysis
  - 2.2 ผลการพัฒนาเครื่องมือวางแผนบอร์ดเกมการศึกษา
- 3) ผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน และความต้องการ
  - 3.1 ผลการสอบถามความคิดเห็น
  - 3.2 ผลการสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนแบบบูรณาการ
  - 3.3 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา



มีรายละเอียดดังนี้

## 1) ผลการศึกษาและรวบรวมข้อมูล จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1.1 แนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยบอร์ดเกม

การวิจัยในครั้งนี้ใช้แนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานในรูปแบบบอร์ดเกมเพื่อพัฒนานวัตกรรม โดยจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานและบอร์ดเกม ผู้วิจัยได้สรุปประโยชน์ของการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เป็น 3E3C ดังต่อไปนี้

- Entertain : ความสนุกสนาน
- Educative : ความรู้ที่ได้แทรกลงไปในเกม
- Engaging : ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และสร้างมีส่วนร่วม
- Cooperative : สร้างการปฏิสัมพันธ์และเรียนรู้ร่วมกัน
- Constructivism : ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเองจากการปฏิบัติ และการลองผิดลองถูก

โดยประโยชน์ของการใช้แนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานแตกต่างกันไปตามเนื้อหาสาระที่นำมาแทรกลงในตัวเกม และประเภทของเกมที่นำมาใช้มากขึ้นแตกต่างกัน เกมแต่ละประเภท จะมีลักษณะเด่นและจุดเน้นแตกต่างกันไป ควรเลือกนำไปใช้ให้เหมาะสมโดยอาจพิจารณาให้ตรงกับวัตถุประสงค์

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p>ประโยชน์<br/>ของ<br/>Game<br/>Based<br/>Learning</p> <p>3E3C</p> | <p><b>Entertain</b><br/>ความสนุกสนาน</p>                                    | <p><b>Cognitive</b><br/>เกิดการเรียนรู้ด้วย<br/>ตัวเองจากการปฏิบัติ</p>                          |
|   | <p><b>Educative</b><br/>ความรู้ที่ได้แทรกลงไปในเกม</p>                      | <p><b>Cooperative</b><br/>สร้างการปฏิสัมพันธ์<br/>และเรียนรู้ร่วมกัน</p>                         |
|   | <p><b>Engaging</b><br/>ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน<br/>และสร้างมีส่วนร่วม</p> | <p><b>Constructivism</b><br/>เกิดทักษะการคิด<br/>เกิดความรู้ความเข้าใจ<br/>ความคิดสร้างสรรค์</p> |

ภาพที่ 4.2 ประโยชน์ของแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based learning)

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้เลือกใช้เกมประเภทบอร์ดเกม โดยเนื่องมาจากประโยชน์ของบอร์ดเกมมีความโดดเด่นและมีเอกลักษณ์ที่เหมาะสมกับการสร้างการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์การพัฒนาเกมสำหรับเรียนรู้และฝึกทักษะการวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาให้นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา ดังนี้

- สร้างการร่วมมือกัน และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันได้ดีกว่าเกมรูปแบบอื่นในการใช้อบรม
- ลดกำแพงการสื่อสารได้จากกลไกของเกม
- สามารถแทรกความรู้ลงในตัวเกมได้
- งานวิจัยรองรับเพิ่มความรู้และทักษะด้านต่าง ๆ
- ได้รับความสนุกสนาน ลดความเครียด ทำให้ทุกคนมีส่วนร่วมได้เกิดแรงจูงใจ ได้ปฏิบัติจริง
- มีแนวโน้มเป็นที่นิยมในปัจจุบัน หลายหน่วยงานภาครัฐ/เอกชน ผลิตและสนับสนุน ทั้งในและต่างประเทศ ในหลากหลายหัวข้อ



ภาพที่ 4.3 ประโยชน์ของบอร์ดเกม

## 1.2 การพัฒนาครูสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

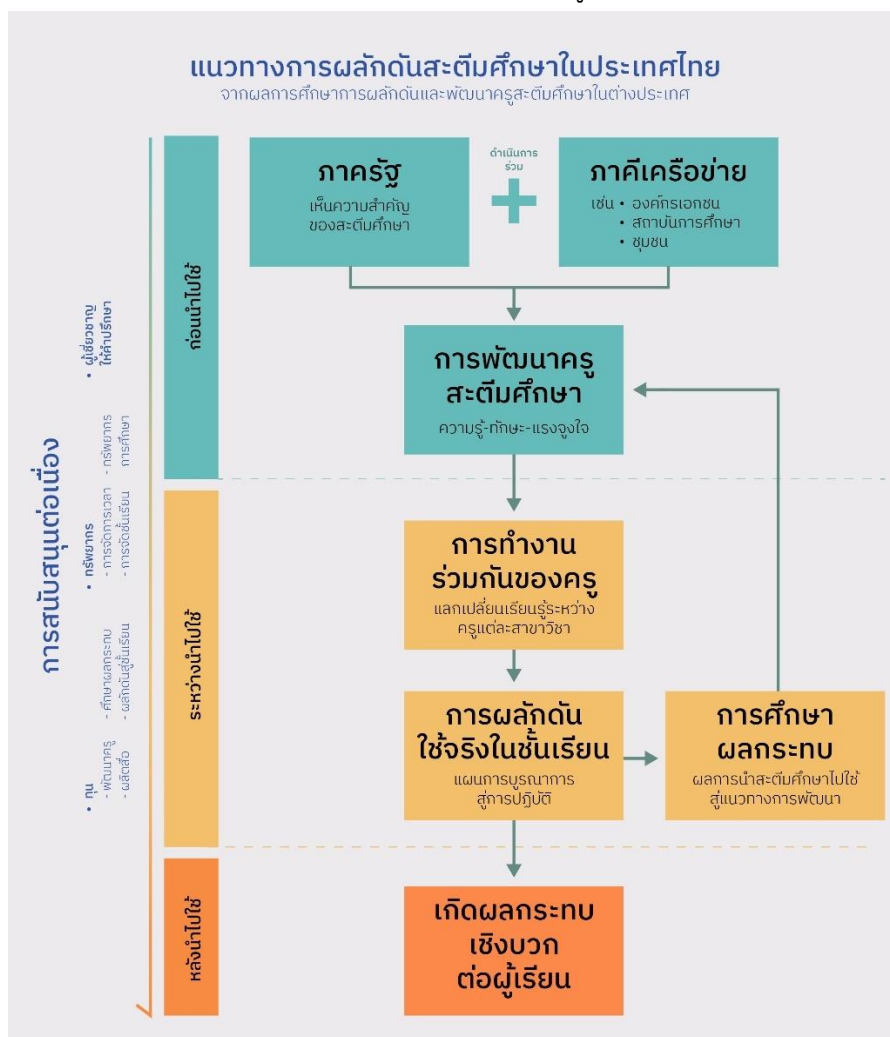
จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดระดับประถมศึกษาในสาระที่เกี่ยวข้อง และการพัฒนาครูพบว่า ประเด็นองค์ความรู้ของสะเต็มศึกษาที่ควรอยู่ในนวัตกรรม มี 5 ประเด็น ดังนี้ 1) แนวความคิดของสะเต็มศึกษา 2) กรอบแนวคิดของสะเต็มศึกษา 3) วิธีการออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 4) บทบาทครู และ 5) องค์ประกอบในการบรรลุเป้าหมายการสอนแบบสะเต็มศึกษา และทำการสรุปมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดระดับประถมศึกษาในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี (เทคโนโลยี) ศิลปะ เพื่อแทรกลงไปในบอร์ดเกมด้วย ทำให้องค์ความรู้ที่ต้องใช้ในการบูรณาการสามารถเข้าถึงได้ง่าย และใช้รูปแบบของโปรแกรมการอบรมร่วมกับการใช้นวัตกรรมบอร์ดเกมเพื่อพัฒนาครู

นอกจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น ผู้วิจัยทำการศึกษารณศึกษาศึกษาจากประเทศสหรัฐอเมริกา และเกาหลีใต้ซึ่งมีการใช้สะเต็มศึกษาอย่างแพร่หลายและมีผลการวิจัยรองรับว่ามีผลกระทบเชิงบวกต่อผู้เรียน โดยศึกษาความเป็นมาและรูปแบบการจัดการเรียนการสอน การพัฒนา

ครูสะเต็มศึกษา และผลที่เกิดกับผู้เรียน ผ่านการทบทวนวรรณกรรม และการวิเคราะห์เอกสารจาก ข้อมูลทุติยภูมิ พบว่าทั้งสองประเทศมีแนวทางที่สอดคล้องกันในการพัฒนาครู ดังนี้ 1) หน่วยงาน ภาครัฐเห็นความสำคัญของสะเต็มศึกษาและการพัฒนาครู 2) มีการมอบทุนสำหรับภาควิชาพัฒนา สะเต็มศึกษา เช่น การพัฒนาครู การผลิตสื่อการศึกษา การศึกษาผลกระทบต่อผู้เรียน การสนับสนุน สะเต็มศึกษาในโรงเรียน ฯลฯ 3) มีหน่วยงานหลายภาคส่วนทำงานร่วมกันเพื่อผลักดันสะเต็มศึกษา 4) โปรแกรมพัฒนาครูมีการสนับสนุนต่อเนื่องทำให้สามารถนำสะเต็มศึกษาไปปฏิบัติได้จริงในชั้นเรียน สำหรับผลกระทบเชิงบวกที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนเมื่อครูนำสะเต็มศึกษาไปใช้ในชั้นเรียนพบว่าจาก การศึกษาในทั้งสองประเทศพบผลหลายประการ ได้แก่ สามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การคิดแบบบูรณาการ การแก้ปัญหา การร่วมมือกัน ความสามารถในการเรียนรู้ด้วย ตนเอง และสามารถเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยในเกาหลีใต้สะเต็มศึกษาสามารถเพิ่ม ความต้องการที่จะประกอบอาชีพด้านวิทยาศาสตร์ สร้างความสนใจในวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้ตามเป้าหมายที่ประเทศต้องการ มีประโยชน์ในการทำให้ผู้เรียนเห็นภาพองค์รวม พัฒนาสมอง ทั้ง สองซีกทั้งด้านศาสตร์และศิลป์ มีทักษะการคิดคำนวณร่วมกับสุนทรียภาพ มีทักษะการคิดแก้ปัญหา ช่วยเรื่องการสื่อสารแนวคิด ความรู้ถูกเชื่อมโยงกับศิลปะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของวิชาศิลปะ มากขึ้น เข้าใจวิชาศิลปะมากขึ้น

จากรูปแบบการผลักดันสะเต็มศึกษาในต่างประเทศมีจุดเน้นที่สำคัญซึ่งสามารถนำมา สังเคราะห์เป็นข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับโมเดลแนวทางการผลักดันสะเต็มศึกษาในประเทศไทย ได้สรุปได้ดังนี้ การผลักดันสะเต็มศึกษาควรเริ่มจากภาครัฐเห็นความสำคัญและประโยชน์ของ สะเต็มศึกษาและดำเนินการร่วมกับภาคีเครือข่าย เช่น องค์กรเอกชนที่มีความสนใจเกี่ยวกับ สะเต็มศึกษาสถาบันการศึกษา เช่นมหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย โรงเรียน ชุมชน ฯลฯ เพื่อผลักดัน สะเต็มศึกษาโดยเริ่มจากการพัฒนาครูให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา โดยพัฒนาทั้งด้าน ความรู้ ทักษะ และแรงจูงใจของครู โดยกระบวนการในการพัฒนาแผนการสอนแบบบูรณาการนั้น ต้องเกิดจากการทำงานร่วมกันของครูที่ทำการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างแต่ละสาขาวิชาเพื่อนำไปสู่ การบูรณาการอย่างมีประสิทธิภาพและมีเนื้อหาของแต่ละสาระถูกต้องครบถ้วน รวมไปถึงการผลักดัน ใช้จริงในชั้นเรียนที่ครูแต่ละสาระควรมีส่วนร่วมในการร่วมกันสอนและประเมินผลด้วยเพื่อให้สามารถ บูรณาการสะเต็มศึกษาได้อย่างสมบูรณ์ รวมถึงควรมีการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการนำ สะเต็มศึกษาไปใช้กับผู้เรียน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนแบบบูรณาการของครูให้ มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งรูปแบบการผลักดันสะเต็มศึกษาที่เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียนข้างต้นน่าจะ สามารถนำไปสู่ผลกระทบเชิงบวกต่อผู้เรียนได้ และน่าจะสามารถพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนได้ตาม เป้าหมายของสะเต็มศึกษาสอดคล้องกับกรณีศึกษาของเกาหลีใต้และสหรัฐอเมริกาที่ผู้วิจัย ทำการศึกษาไว้ข้างต้น โดยตัวแปรสำคัญอีกส่วนหนึ่งที่สำคัญคือต้องมีการสนับสนุนต่อเนื่องตลอด

ช่วงเวลาในการผลักดันสะเต็มศึกษา โดยสนับสนุนในด้านทุนการพัฒนาครู ผลิตสื่อ การศึกษา ผลกระทบ และการผลักดันสู่ชั้นเรียน และด้านทรัพยากรที่ต้องมีเพียงพอในการสนับสนุนให้ครูสามารถนำสะเต็มศึกษาไปปฏิบัติได้ทั้งการจัดการเวลาให้ครูสามารถประชุมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันได้ การจัดการชั้นเรียนและทรัพยากรการศึกษาให้มีความพร้อม รวมไปถึงการมีผู้เชี่ยวชาญที่สามารถสนับสนุนและให้คำปรึกษาในการวางแผนสะเต็มศึกษาให้กับครูได้



ภาพที่ 4.4 โมเดลแนวทางการผลักดันสะเต็มศึกษาในประเทศไทย (ณัชชา เจริญชนะกิจ และ โสมฉาย บุญญานันต์, 2023a)

โดยเครื่องมือที่จะพัฒนาขึ้นในการวิจัยในครั้งนี้ออกแบบให้สามารถช่วยพัฒนาครูสะเต็มศึกษาตั้งแต่ก่อนนำสะเต็มศึกษาไปใช้จนถึงระหว่างนำสะเต็มศึกษาไปใช้ ทั้งด้านความรู้ ทักษะ และแรงจูงใจ ช่วยส่งเสริมการทำงานร่วมกันของครู ผ่านการใช้เครื่องมือบอร์ดเกม ซึ่งน่าจะสามารถสร้างให้กลุ่มเป้าหมายมีความพร้อมในการนำสะเต็มศึกษาไปใช้จริงในชั้นเรียนในอนาคตนำไปสู่ผลกระทบเชิงบวกต่อผู้เรียนต่อไป

## 2) ผลการวิเคราะห์เอกสาร

### 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Matrix analysis และ Design analysis

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Matrix analysis ที่อธิบายความสัมพันธ์ทางคุณลักษณะเชิงคุณภาพของบอร์ดเกมที่มีอยู่ในตลาด โดยมีตัวอย่างผลิตภัณฑ์บอร์ดเกมที่นำมาศึกษาจำนวน 15 ชิ้น ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งมีลักษณะส่งเสริมการเรียนรู้ตรงกับข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้ 1) การระดมความคิด 2) การปฏิสัมพันธ์กันของผู้เล่น 3) การสร้างนวัตกรรม 4) ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นสิ่งที่บอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้สะเต็มศึกษาควรส่งเสริมให้ผู้เล่น แสดงดังภาพ

| ภาพและชื่อผลงาน | ผู้ผลิต      | ประเภทของบอร์ดเกม          | จำนวนผู้เล่น สูงสุด |      |        |                    | เวลาที่ใช้ในการเล่น |            |            |               | ด้านการพัฒนาทักษะ |            |            | Theme   | Gimmick  |
|-----------------|--------------|----------------------------|---------------------|------|--------|--------------------|---------------------|------------|------------|---------------|-------------------|------------|------------|---|--|
|                 |              |                            | 1 คน                | 2 คน | 2-4 คน | มากกว่า 4 คนขึ้นไป | 5-15 นาที           | 15-30 นาที | 30-60 นาที | 60 นาทีขึ้นไป | การคิดวิเคราะห์   | การสื่อสาร | การร่วมมือ |   |  |
|                 | Idea Couture | serious board game         |                     |      | •      |                    |                     |            | •          | •             | •                 | •          | •          | เทคโนโลยีกิจกรรมและอนาคตของสังคม  | ผู้ชมสามารถมีมติมหาชน ผู้ชนะคือผู้ชนะที่นำพลังของทุกคนมาช่วยกันแก้ปัญหา          |
|                 | •            | Co-operation, Role-playing |                     |      | •      |                    |                     |            |            | •             | •                 | •          | •          | การจัดการความขัดแย้งด้วยสันติวิธี   | ช่วยเรื่องการแก้ปัญหาทางสังคม การร่วมมือกันระหว่างคนในชุมชน                      |
|                 | •            | Card game                  |                     |      | •      |                    |                     | •          |            | •             | •                 | •          | •          | พัฒนาความยืดหยุ่น ทำความเข้าใจตนเองและผู้อื่น   | ผู้เล่นทุกคนมีหน้าที่ที่ต้องทำร่วมกัน มีวิธีการเล่นที่สนุกสนาน                   |
|                 | •            | Dice Rolling               |                     | •    |        |                    |                     |            |            | •             | •                 | •          | •          | creative thinking, innovation, design thinking, problem solving, work flow improvement, etc | เน้นเกมกระดาน Innovation Style สนุกสนาน สามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง             |
|                 | •            | Card game                  |                     | •    | •      |                    |                     |            |            | •             | •                 | •          | •          | creative confidence and design approach   | กิจกรรมที่เน้นการฝึกคิดสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกัน การสื่อสาร การทำงานเป็นทีม     |
|                 | •            | Party Game                 | •                   |      |        |                    |                     |            |            | •             | •                 | •          | •          | eco-design thinking   | ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การออกแบบ การทำงานเป็นทีม การสื่อสาร การทำงานเป็นทีม     |
|                 | •            | Strategy board game        |                     | •    |        |                    |                     |            |            | •             | •                 | •          | •          | Startup   | ฝึกการวางแผน การทำงานเป็นทีม การสื่อสาร การทำงานเป็นทีม                          |
|                 | •            | Card game, Co-operation    |                     |      | •      |                    |                     |            |            | •             | •                 | •          | •          | innovation policy   | ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การทำงานเป็นทีม การสื่อสาร การทำงานเป็นทีม               |
|                 | •            | Dice Rolling               |                     |      | •      |                    |                     |            |            | •             | •                 | •          | •          | Group brainstorming   | ใช้กลไกของบอร์ดเกม ระดมความคิด ฝึกการวางแผน การทำงานเป็นทีม                      |
|                 | •            | Family Game                |                     |      |        |                    |                     |            |            | •             | •                 | •          | •          | Conversation  | มีประเด็นการสนทนาที่สนุกสนาน สนุกสนาน สามารถปรับแต่งเกมได้ตามความต้องการ         |
|                 | •            | Card Game                  |                     |      | •      |                    |                     |            |            | •             | •                 | •          | •          | lesson planning   | มีวิธีการใช้หลายอย่าง สามารถใช้ในการ workshop ได้ สนุกสนาน ร่วมกันสร้างแผนการสอน |
|                 | •            | Co-operation               |                     |      | •      |                    |                     |            |            | •             | •                 | •          | •          | กระบวนการโค้ช   | สามารถใช้ในการพัฒนากระบวนการ Coaching และการทำ Facilitation                      |
|                 | •            | Card Game                  |                     |      | •      |                    |                     |            |            | •             | •                 | •          | •          | Brainstorm  | กระตุ้นการคิดวิเคราะห์ การทำงานเป็นทีม การสื่อสาร การทำงานเป็นทีม                |
|                 | •            | Word Game                  |                     |      | •      |                    |                     |            |            | •             | •                 | •          | •          | Connecting Words  | ใช้ของจ๋าที่เป็นการกระตุ้นการคิดอย่างสร้างสรรค์ และการคิดให้แตกต่าง              |
|                 | •            | Card Game                  |                     |      | •      |                    |                     |            |            | •             | •                 | •          | •          | Ideation  | มีหลายรูปแบบ สามารถนำมาใช้ในการเรียน เป็นสื่อการเรียนรู้ที่สนุกสนาน              |
| ร้อยละ          |              |                            | 0%                  | 8.7% | 20%    | 73.3%              | 6.7%                | 33.3%      | 20%        | 40%           | 100%              | 93.3%      | 73.3%      | 100%  |  |

ภาพที่ 4.5 Matrix analysis

(ณัชชา เจริญชนะกิจ และ โสมฉาย บุญญานันต์, 2022)

สามารถสรุปผลการจำแนกคุณลักษณะเชิงคุณภาพของบอร์ดเกมตัวอย่างแบ่งเป็นหัวข้อต่าง ๆ ได้ดังนี้

1) **ผู้ผลิต** จากผู้ผลิตที่แตกต่างกัน 15 ราย แบ่งเป็นผู้ผลิตในประเทศจำนวน 4 ราย (26.7%) และผู้ผลิตในต่างประเทศจำนวน 11 ราย (73.3%)

2) **ประเภทของบอร์ดเกม** จำแนกได้เป็นบอร์ดเกมจำนวน 10 ประเภท โดยในบอร์ดเกมหนึ่งอาจจำแนกอยู่ได้หลายประเภท โดยพบว่าเป็น Card game มากที่สุด จำนวน 6 ชิ้น Co-operation จำนวน 3 ชิ้น Dice-rolling จำนวน 2 ชิ้น และ Educational game, Family game, Party game, Role-playing, Serious board game, Strategy board game, Word game อย่างละ 1 ชิ้น

3) **จำนวนผู้เล่นสูงสุด** ส่วนใหญ่เป็นเป็นเกมที่เล่นได้มากกว่า 4 คนขึ้นไป จำนวน 11 ชิ้น (73.3%) เล่นได้ 2 – 4 คน จำนวน 3 ชิ้น (20%) และเล่นได้ 2 คน จำนวน 6.7 %

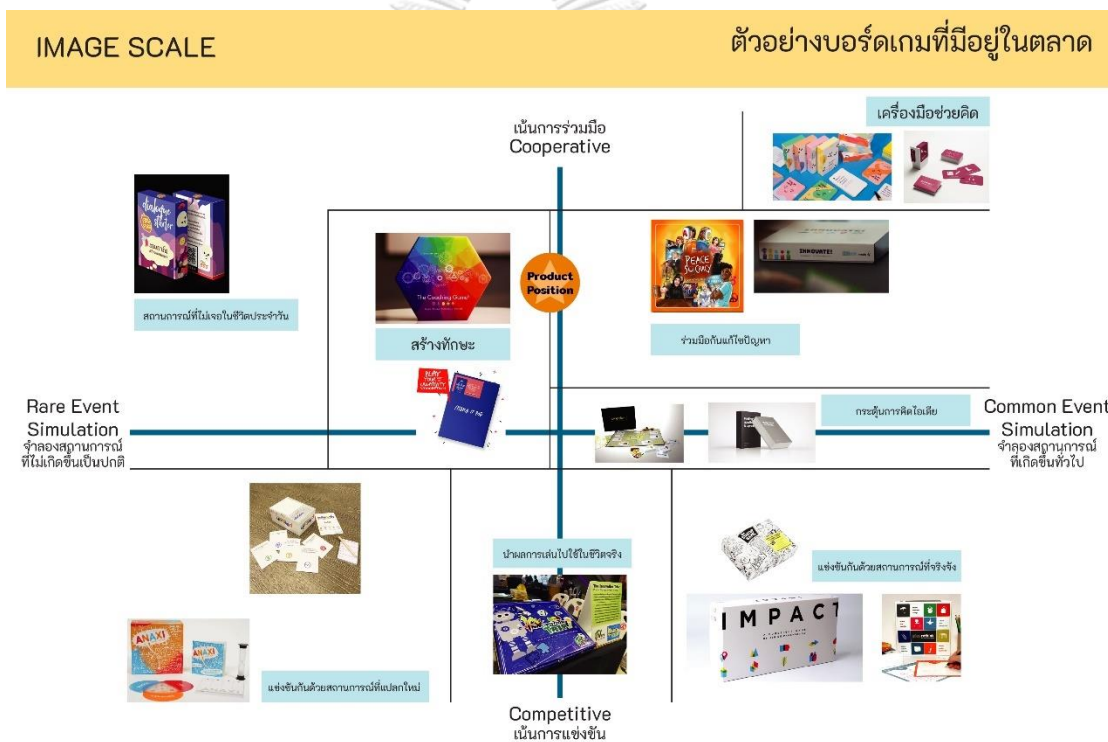
4) **เวลาที่ใช้ในการเล่น** ส่วนใหญ่ใช้เวลาในการเล่นมากกว่า 60 นาที จำนวน 6 ชิ้น (40%) ใช้เวลาในการเล่น 15 - 30 นาที จำนวน 5 ชิ้น (33.3%) ใช้เวลาในการเล่น 30 – 60 นาที จำนวน 3 ชิ้น (20%) และ ใช้เวลาเล่น 5 – 15 นาที จำนวน 1 ชิ้น (6.7%)

5) **ด้านการพัฒนาทักษะ** จำแนกโดยใช้ทักษะ 4C ซึ่งเป็นทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย ทักษะการคิดวิเคราะห์ (Critical thinking) ทักษะการสื่อสาร (Communication) ทักษะการร่วมมือ (Collaboration) และ ทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) โดยส่วนใหญ่บอร์ดเกมที่นำมาวิเคราะห์สามารถพัฒนาทักษะได้ทั้ง 4 ด้าน จำนวน 10 ชิ้น (66.7%) พัฒนาทักษะได้ 3 ด้าน จำนวน 4 ชิ้น (26.7%) และ พัฒนาทักษะได้ 2 ด้าน จำนวน 1 ชิ้น (6.7%) โดยบอร์ดเกมตัวอย่างทั้ง 15 ชิ้นสามารถพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการคิดวิเคราะห์ได้ (100%) จำนวน 14 ชิ้น สามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารได้ (93.3%) และจำนวน 10 ชิ้น สามารถพัฒนาทักษะการร่วมมือกันได้ (73.3%)

6) **Theme (สาระสำคัญ)** เป็นเนื้อหาสาระสำคัญของบอร์ดเกมที่นำมาวิเคราะห์ว่ามีเนื้อหาเกี่ยวกับอะไร ต้องการให้ผู้เล่นได้อะไรจากการเล่น มีองค์ความรู้อะไรที่แทรกอยู่ในตัวเกม ประกอบด้วย หัวข้อย่อยต่าง ๆ ซึ่งตรงกับขอบเขตในการวิจัย เช่น การระดมความคิด (Brainstorm) การสื่อสาร การจัดการความขัดแย้ง กระบวนการโค้ชตามหลัก GROW model การคิดเชิงนวัตกรรม (Innovative thinking) การคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) และ Design thinking

7) **Gimmick (ลูกเล่นที่น่าสนใจของผลิตภัณฑ์)** เช่น เป็นบอร์ดเกมที่รัฐบาลใช้ในการฝึกอบรม การเรียนรู้ผ่านการสวมบทบาทสมมติ ช่วยจุดประกายบทสนทนา ลดกำแพงการสื่อสาร นำผลมาวิเคราะห์ลักษณะของผู้เล่น มีเครื่องมือและตัวช่วยรวมถึงความท้าทายในการระดมความคิดและสร้างสรรค์ ให้ผู้เล่นแก้ปัญหาพร้อมกัน ให้แข่งขันกัน Pitch Idea ใช้ในการประกอบกระบวนการ Facilitation

โดยความสัมพันธ์ของ 15 ตัวอย่าง จากการวิเคราะห์พบว่า ทั้งหมดส่งเสริมการพัฒนาทักษะด้านการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ ส่วนใหญ่ส่งเสริมการพัฒนาทักษะทั้ง 4 ด้าน โดยมีส่วนไม่ได้ส่งเสริมการร่วมมือและการสื่อสารเนื่องจากกลไกของเกมเน้นไปที่การแข่งขันกันระหว่างผู้เล่น เวลาที่ใช้ในการเล่นส่วนใหญ่ใช้เวลาในการเล่นเป็นเวลานานมากกว่า 60 นาทีขึ้นไป เกิดจากกลไกของเกมอาจมีช่วงให้ผู้เล่นตัดสินใจ หรือมีเนื้อหาที่แทรกในตัวเกมหลากหลาย ซับซ้อน ต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจ มีกติกาหลายขั้นตอน ร่องลงมาอาจใช้เวลาประมาณ 15 – 30 นาที จะเป็นเกมที่มีลักษณะการตัดสินใจที่รวดเร็วมากกว่า และมีเนื้อหาที่ไม่ซับซ้อนเกินไป โดยในแต่ละเกมกำหนดเวลาตามความเหมาะสมของรูปแบบของเกมและกลุ่มผู้เล่นที่แตกต่างกัน จำนวนผู้เล่นสูงสุดในการเล่น ส่วนใหญ่เล่นได้มากกว่า 4 คนขึ้นไป เนื่องจากหลายเกมมีลักษณะเน้นไปที่ความสนุกสนานในการให้หลายคนมาร่วมมือกัน ร่วมระดมความคิด แก้ปัญหาร่วมกัน



ภาพที่ 4.6 Image Scale: Product Positioning (ณัชชา เจริญชนะกิจ และ โสมฉาย บุญญานันต์, 2022)

Image scale: Product positioning ระบุตำแหน่งของกลุ่มผลิตภัณฑ์บอร์ดเกมตัวอย่าง โดยกำหนดให้แกนนอน (X) คือ Rare event simulation (จำลองสถานการณ์ที่ไม่เกิดขึ้นเป็นปกติ) และ Common event simulation (จำลองสถานการณ์ที่เกิดขึ้นทั่วไป) แกนตั้ง (Y) คือ Cooperative (เน้นการร่วมมือ) และ Competitive (เน้นการแข่งขัน) สามารถแบ่งกลุ่มบอร์ดเกมที่

นำมาวิเคราะห์ที่ได้ตามประสบการณ์ที่ผู้เล่นได้จากการเล่น 8 กลุ่ม ดังนี้ 1.สถานการณ์ที่ไม่เจอในชีวิตประจำวัน 2.สร้างทักษะ 3.เครื่องมือช่วยคิด 4.ร่วมมือกันแก้ไขปัญหา 5.กระตุ้นการคิดโอเดีย 6.แข่งขันกันด้วยสถานการณ์ที่แปลกใหม่ 7.นำผลการเล่นไปใช้ในชีวิตจริง 8.แข่งขันกันด้วยสถานการณ์ที่จริงจัง เมื่อพิจารณากลุ่มของผลิตภัณฑ์ข้างต้นร่วมกับตาราง Matrix analysis เชื่อมโยงกับเนื้อหาการออกแบบบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรระบุตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ของผู้วิจัยไว้ในตำแหน่งระหว่าง กลุ่มที่ 2 สร้างทักษะ และ กลุ่มที่ 4 ร่วมมือกันแก้ไขปัญหาซึ่งเป็นจุดที่อยู่ระหว่างการจำลองทั้งสถานการณ์ที่ไม่เกิดขึ้นเป็นปกติและสถานการณ์ที่เกิดขึ้นทั่วไป โดยเน้นการร่วมมือกัน เนื่องจากจะทำให้บอร์ดเกมสามารถอ้างอิงได้กับทั้งสถานการณ์จริง และมีสถานการณ์ที่แปลกใหม่เพื่อสร้างความสนุกสนานให้กับเกม เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของเกมในการพัฒนาครูเพื่อสอนเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าในตลาดยังไม่มีบอร์ดเกมที่ส่งเสริมการเรียนรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาโดยตรง ดังนั้นจึงสามารถพัฒนาแนวคิดดังกล่าวให้มีเอกลักษณ์และพัฒนาขึ้นเป็นนวัตกรรมในการวิจัยในครั้งนี้ได้โดยแนวทางการออกแบบบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้สะเต็มศึกษาควรมีลักษณะส่งเสริมการพัฒนาการทักษะทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร การร่วมมือ และ ความคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะทักษะด้านการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเล่นเกมคือ 60-90 นาที โดยจำนวนผู้เล่นสูงสุดควรให้เล่นได้มากกว่า 4 คนขึ้นไป ผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรระบุตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ของผู้วิจัยไว้ในตำแหน่งระหว่างกลุ่มที่ 2 สร้างทักษะ และ กลุ่มที่ 4 ร่วมมือกันแก้ไขปัญหาซึ่งเป็นจุดที่อยู่ระหว่างการจำลองทั้งสถานการณ์ที่ไม่เกิดขึ้นเป็นปกติและสถานการณ์ที่เกิดขึ้นทั่วไป โดยเน้นการร่วมมือกัน

## 2.2 ผลการพัฒนาเครื่องมือวางแผนบอร์ดเกมการศึกษา

ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการออกแบบบอร์ดเกมจาก Stegmaier (2020); Wirtz (2022); พีรัช ษรานุรักษ์ (2565); รัชกร เวชรนนท์ (2563) สรุปได้ว่าในการออกแบบบอร์ดเกมมีขั้นตอนการออกแบบหลัก 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1. Research, ideate & define concept การค้นคว้าเนื้อหาระดมความคิดเพื่อกำหนดแนวคิดและวัตถุประสงค์ 2. Design & prototyping การออกแบบ และสร้างต้นแบบ 3. Testing & development การทดลองเล่นและพัฒนาให้สมบูรณ์ โดยสรุปเป็นตารางได้ดังนี้



| ขั้นตอนการออกแบบ   | ริชเชอร์ เวชวณันท์ (2020)<br>[Boss lab board game]   | พีริช ษรานูรักษ์ (2022)<br>[Wizards of Learning]   | Stegmaier (2020)<br>[Stonemaier Games]   | Bryan Wirtz (2022)<br>[Gamedesigning]  |
|--|--|--|--|--|
| Research, Ideate & Define<br>Concept<br>ค้นคว้าเนื้อหา<br>ระดมความคิด<br>เพื่อกำหนด<br>แนวคิดและ<br>วัตถุประสงค์ | 1. กำหนดเนื้อหา<br>(Content)<br>กำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่<br>ต้องการใช้<br>ให้เกมเป็นตัวสอน   | 1. Concept<br>รวบรวมแนวคิดและ<br>วัตถุประสงค์  | 1. Inspiration<br>ค้นหาแรงบันดาลใจจากการ<br>เล่นบอร์ดเกมและแหล่งข้อมูล<br>ที่หลากหลาย            | 1. Brainstorm &<br>Play games<br>ระดมไอเดียรูปแบบเกม และ<br>ลองเล่นเกมที่หลากหลาย                                    |
|  |  | 2. Resource+Mechanics<br>รวบรวมทีมงาน และ<br>พูดถึง Concept ของงาน<br>จากนั้นก็คิด Mechanics   | 2. Brainstorming<br>คิดไอเดียสำหรับ Theme<br>และ Mechanism                                       | 2. Outline your ideas<br>ร่างภาพไอเดีย และ<br>องค์ประกอบของเกม   |
| Design &<br>Prototyping<br>ออกแบบ และ<br>สร้างต้นแบบ   | 2. เลือกสถานการณ์<br>(Theme)<br>กำหนดรูปแบบสถานการณ์<br>ที่จะนำไปสู่การเรียนรู้โดยใช้<br>เกม   | 3. Prototype+test<br>ทำ Prototype มากกว่า 1 เกม<br>จากนั้นทดสอบกับคนในทีม  | 4. First Prototype<br>สร้างต้นแบบแรก   |  |
|  |  | 4. Present<br>นำเสนอ Prototype และนำ<br>Feedback กลับแก้ไข   |  | 5. Consider constraints<br>พิจารณาข้อจำกัด<br>องค์ประกอบของเกม วิธีการ<br>ผลิต และราคาที่เหมาะสมกับ<br>กลุ่มเป้าหมาย |
|  |  | 3. เลือกกลไก (Mechanic)<br>ตัวเกมจะต้องใช้ระบบ<br>การเล่นในการขับเคลื่อนตัว<br>เกม กลไกที่นำมาใช้ต้องมี<br>ความเหมาะสมกับเนื้อหา<br>และสถานการณ์ | 5. Art+Test+Revised<br>ทำ Art ของเกม ปรับแก้ไขจาก<br>Feedback ของลูกค้าและนำไป<br>Test           |  |
| Testing &<br>Development<br>ทดลองเล่น<br>และพัฒนาให้<br>สมบูรณ์  | 4. ทดสอบ (Playtest)<br>หาผู้เล่นทดสอบหรือสถานที่<br>ทดสอบเกม เนื่องจาก<br>ผู้พัฒนาเกม<br>จะมีการสร้างระบบและ<br>รูปแบบเกมด้วยตนเอง เป็น<br>การมองเพียงมุมเดียว จึง<br>ต้องให้ผู้เล่นอื่นมาช่วยหาจุด<br>บอดหรือที่เรียกว่า บั๊ก (Bug) | 6. Test+public<br>Test กลุ่มลูกค้าอีกครั้งจากนั้น<br>ผลิตส่งงาน<br>ให้กับลูกค้า  | 6. Internal playtesting<br>ทดลองเกมกับคนใกล้ชิดเพื่อดู<br>ความเป็นไปได้ และปรับเกม<br>ให้เหมาะสม | 5. Test your<br>board game<br>นำเกมไปทดลองเล่น<br>และปรับปรุง  |
|  |  |  | 7. Local playtesting<br>ทดลองเกมกับ<br>ผู้เล่นในกลุ่มเล็ก ๆ                                      |  |
| 5. พัฒนาตัวเกม<br>(Development)<br>นำข้อมูลและข้อเสนอแนะ<br>มาปรับให้เกม<br>มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น             |  |  | 8. Write rules<br>เขียนกติกาของเกม   |  |
|  |  |  | 9. Blind playtesting<br>ทดลองเกมกับผู้เล่น<br>โดยส่งให้ผู้เล่นทดลอง<br>เล่นด้วยตนเอง             |  |
|  |  |  | 10. Decide it's finished<br>พัฒนาเกมให้สมบูรณ์   |  |

ตารางที่ 4.1 ตารางวิเคราะห์กระบวนการออกแบบบอร์ดเกม

เมื่อนำวิธีการออกแบบบอร์ดเกมตามรูปแบบของ Stegmaier (2020); Wirtz (2022); พีรัช ษรานุรักษ์ (2565); รัชกร เวชวรนนท์ (2563) มาสังเคราะห์ ประกอบกับองค์ความรู้เกี่ยวกับบอร์ดเกมการศึกษา ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเป็นเครื่องมือวางแผนการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษา (Educational board game design canvas) ดังภาพ 4 มีรายละเอียดหัวข้อการวางแผนการออกแบบดังนี้

1) Research (การค้นคว้า) : เป็นการวางแผนการหาค้นคว้าข้อมูลเพื่อวางแผนทางในการออกแบบ

1.1 Content (เนื้อหา) : เขียนเนื้อหาที่จะนำมาแทรกลงในตัวเกมเพื่อให้ผู้เล่นได้เรียนรู้ผ่านเกม

1.2 Concept (แนวคิด) : เขียนกรอบแนวคิดของเกมที่จะสร้างเกี่ยวกับอะไร

1.3 Players (ผู้เล่น) : เขียนอายุ (Age) เพศ (Gender) และลักษณะของผู้เล่น (Persona)

1.4 Market research (การศึกษาตลาด) : ทำการศึกษาเกมที่มีลักษณะใกล้เคียงกับเกมที่ จะสร้างในท้องตลาด (Board game reference) ว่ามีเกมใดบ้าง และมีลูกเล่นที่ น่าสนใจของผลิตภัณฑ์อย่างไร (Gimmick)

1.5 Player experience (ประสบการณ์ที่ได้) : เขียนประสบการณ์ที่ต้องการให้ผู้เล่นได้ จากการเล่น

2) Design (การออกแบบ) : เป็นการวางแผนการออกแบบลักษณะภายนอกและกลไกการเล่น

2.1 Theme (แนวเรื่อง): เขียนแนวเรื่องที่จะนำมาใช้ โดยพิจารณาจากหัวข้อแรกที่ได้ ค้นคว้าข้อมูลมา ให้มีความเหมาะสม

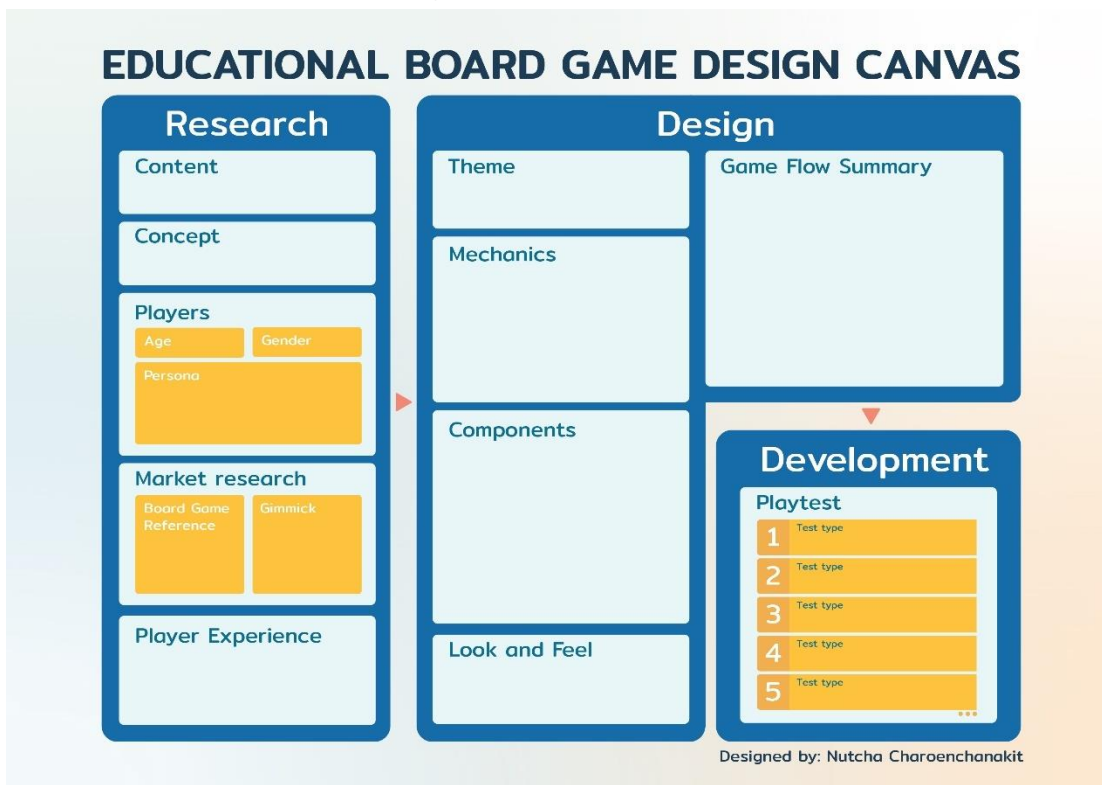
2.2 Mechanics (กลไกวิธีเล่น): เขียนกลไกการเล่นที่จะนำมาใช้ในเกมน่ามีกลไกใดบ้างที่ จะเหมาะสมกับข้อมูลของเกมในหัวข้อแรก โดยระบุเป็นข้อ ๆ เช่น Dice Rolling, Negotiating

2.3 Components (องค์ประกอบ): จากแนวเรื่องและกลไกที่ระบุมา เขียนว่าเกมจะต้อง มีองค์ประกอบอะไรบ้าง เช่น ลูกเต๋า การ์ด ตัวหมาก กระดาน โดยอาจจะระบุลักษณะ ด้วย

2.4 Look and feel (รูปลักษณ์และความรู้สึก): เขียนลักษณะการออกแบบว่าต้องมี รูปลักษณ์อย่างไรและให้ความรู้สึกอย่างไรไปยังผู้เล่น เช่น การใช้สี แนวทาง ภาพประกอบ

2.5 Game flow summary (ผังสรุปการเล่น): เขียนเป็นแผนผังสรุปวิธีการเล่นและ กติกาอย่างคร่าว ๆ ให้เห็นแนวทาง ลำดับการเล่น และกลไกที่ใช้ อาจจะระบุเวลาที่ใช้ ในการเล่นด้วย

- 3) Development (การพัฒนา): เป็นการวางแผนการนำเกมไปทดลองใช้เพื่อปรับปรุงให้สมบูรณ์
- 3.1 Playtest (การทดลองเล่น): เขียนอธิบายว่าจะทำการทดลองเล่นกี่ครั้ง ในแต่ละครั้ง ใช้วิธีการทดลองรูปแบบใด เช่น Quick playtesting, Guided playtesting, Blind playtesting อาจระบุจำนวนคน หรือสถานที่ใช้ด้วย

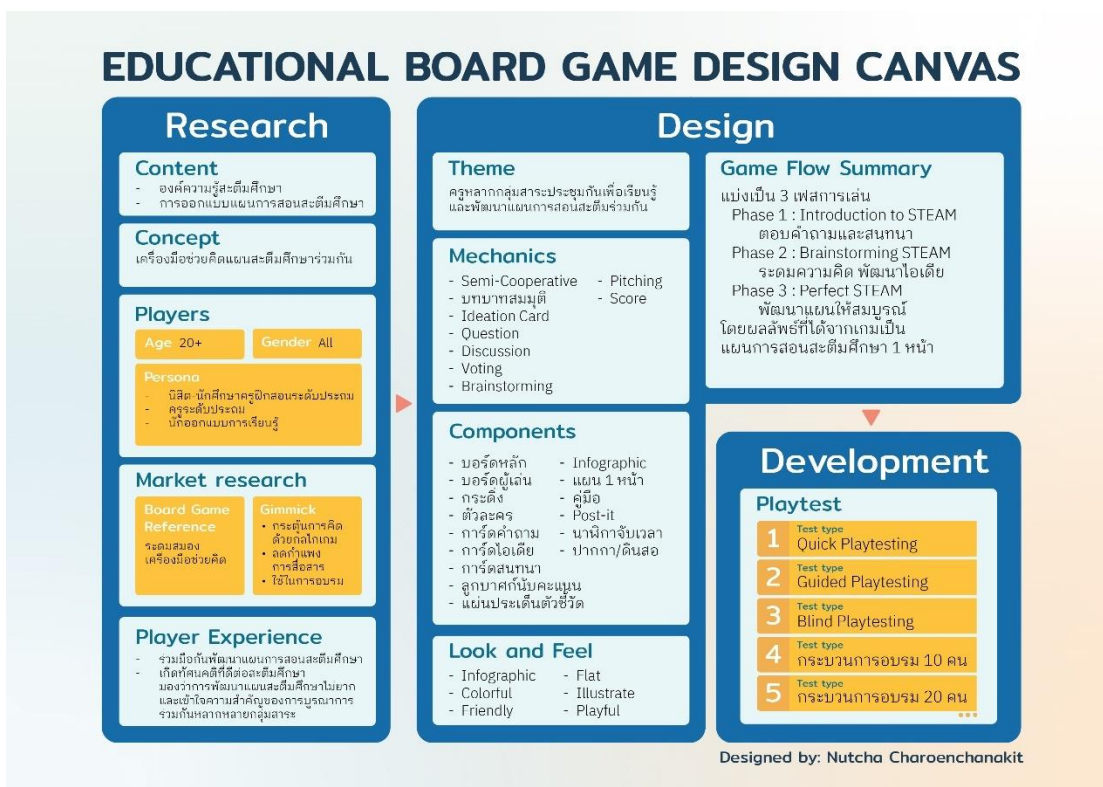


ภาพที่ 4.7 Educational board game design canvas

(ณัชชา เจริญชนะกิจ และ โสมฉาย บุญญานันต์, 2022)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยสำหรับบอร์ดเกมสำหรับเรียนรู้และฝึกทักษะการวางแผนการสอนแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา ในการวิจัยในครั้งนี้สามารถระบุข้อมูลได้ดังนี้



ภาพที่ 4.8 การวางแผนการออกแบบบอร์ดเกมด้วย Educational board game design canvas

มีรายละเอียดดังนี้

## 1) Research (การค้นคว้า)

### 1.1 Content (เนื้อหา)

- องค์ความรู้ระดับชั้นศึกษา
- การออกแบบแผนการสอนระดับชั้นศึกษา

### 1.2 Concept (แนวคิด)

เครื่องมือช่วยคิดแผนการสอนระดับชั้นศึกษาร่วมกัน

### 1.3 Players (ผู้เล่น)

อายุ 20 ปีขึ้นไป ทุกเพศ โดยกลุ่มเป้าหมายเป็น นิสิต-นักศึกษาครูที่ทำการฝึกประสบการณ์วิชาชีพในระดับประถมศึกษา หรือ ครูระดับประถม หรือ นักออกแบบการเรียนรู้

### 1.4 Market research (การศึกษาตลาด)

ศึกษาบอร์ดเกมในตลาดที่เกี่ยวข้องกับการระดมสมองและบอร์ดเกมที่เป็นเครื่องมือช่วยคิด โดยมี Gimmick คือบอร์ดเกมสามารถกระตุ้นการคิดได้ด้วยกลไกของเกม ช่วยลดกำแพงการสื่อสารได้ผ่านกลไกของเกม และสามารถใช้ในการอบรมได้

### 1.5 Player experience (ประสบการณ์ที่ได้)

ผู้เล่นได้ร่วมมือกันพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษา เกิดทัศนคติที่ดีต่อสะเต็มศึกษามองว่า การพัฒนาแผนสะเต็มศึกษาไม่ยาก และเข้าใจความสำคัญของการบูรณาการร่วมกัน หลากหลายกลุ่มสาระ

## 2) Design (การออกแบบ)

### 2.1 Theme (แนวเรื่อง)

ครูหลากหลายกลุ่มสาระประชุมกันเพื่อเรียนรู้และพัฒนาแผนการสอนสะเต็มร่วมกัน

### 2.2 Mechanics (กลไกวิธีเล่น)

- |                    |               |                 |
|--------------------|---------------|-----------------|
| - Semi-Cooperative | - บทบาทสมมุติ | - Ideation card |
| - Question         | - Discussion  | - Voting        |
| - Brainstorming    | - Pitching    | - Score         |

### 2.3 Components (องค์ประกอบ)

- |               |                    |                        |
|---------------|--------------------|------------------------|
| - บอร์ดหลัก   | - บอร์ดผู้เล่น     | - กระดิ่ง              |
| - ตัวละคร     | - การ์ดคำถาม       | - การ์ดไอเดีย          |
| - การ์ดสนทนา  | - ลูกบาศก์นับคะแนน | - แผ่นประเด็นตัวชี้วัด |
| - Infographic | - แผ่น 1 หน้า      | - คู่มือ               |
| - Post-it     | - นาฬิกาจับเวลา    | - ปากกา/ดินสอ          |

### 2.4 Look and feel (รูปลักษณ์และความรู้สึก)

- |               |              |            |
|---------------|--------------|------------|
| - Infographic | - Colorful   | - Friendly |
| - Flat        | - Illustrate | - Playful  |

### 2.5 Game flow summary (ผังสรุปการเล่น)

แบ่งเป็น 3 เฟสการเล่น

Phase 1 : Introduction to STEAM

ตอบคำถามและสนทนา

Phase 2 : Brainstorming STEAM

ระดมความคิด พัฒนาไอเดีย

Phase 3 : Perfect STEAM

พัฒนาแผนให้สมบูรณ์

โดยผลลัพธ์ที่ได้จากเกมเป็นแผนการสอนสะเต็มศึกษา 1 หน้า

### 3) Development (การพัฒนา)

#### 3.1 Playtest (การทดลองเล่น)

ครั้งที่ 1 Quick playtesting

ครั้งที่ 2 Guided playtesting

ครั้งที่ 3 Blind playtesting

ครั้งที่ 4 ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างตามกระบวนการฝึกอบรม จำนวน 10 คน

ครั้งที่ 5 ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างตามกระบวนการฝึกอบรม จำนวน 16 คน



### 3) ผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน และความต้องการ

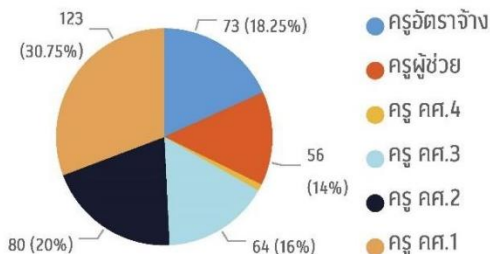
#### 3.1 ผลการสอบถามความคิดเห็น

จากการสอบถามความคิดเห็นของครูสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ปฏิบัติหน้าที่การสอนในโรงเรียนที่ตั้งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่จัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ศิลปะ และสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 400 คน (กำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ Yamane (1973) เมื่อกำหนดค่าความคลาดเคลื่อน (e) 5% ประชากรตั้งแต่ 100,000 คน ขึ้นไป) สุ่มตัวอย่างโดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling) เก็บข้อมูลโดยทำการส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์และแบบสอบถามไปยังสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพื่อขอความอนุเคราะห์ประชาสัมพันธ์แบบสอบถามไปยังโรงเรียนที่สุ่มเป็นกลุ่มตัวอย่าง มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

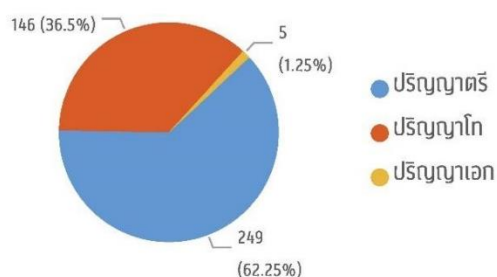
##### 3.1.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากผู้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นซึ่งเป็นครูสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ปฏิบัติหน้าที่การสอนในโรงเรียนที่ตั้งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่จัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ศิลปะ และสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 400 คน มีข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ดังนี้

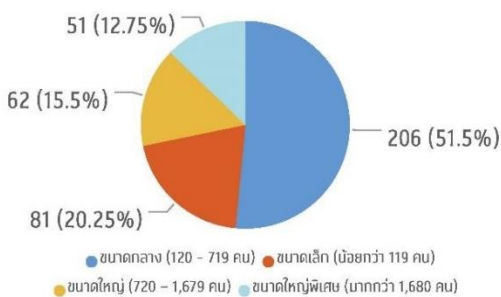
### ตำแหน่ง



### วุฒิการศึกษา



### ขนาดโรงเรียน



### จำนวนครูที่เคยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา



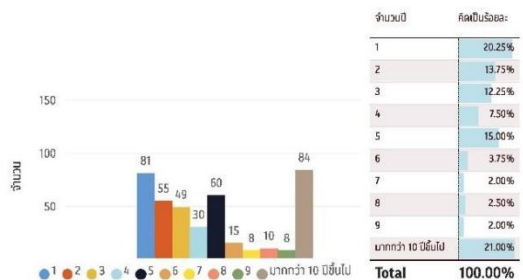
### รายวิชาที่สอน

| จำนวนรายวิชาที่สอน | จำนวนคน | คิดเป็นร้อยละ | วิชาที่สอนหลัก          | จำนวน | คิดเป็นร้อยละ |
|--------------------|---------|---------------|-------------------------|-------|---------------|
| 1                  | 163     | 40.75%        | วิทยาศาสตร์             | 106   | 26.50%        |
| 2                  | 158     | 39.50%        | คณิตศาสตร์              | 88    | 22.00%        |
| 3                  | 33      | 8.25%         | ภาษาไทย                 | 49    | 12.25%        |
| 4                  | 12      | 3.00%         | การงานอาชีพและเทคโนโลยี | 38    | 9.50%         |
| 5                  | 6       | 1.50%         | ศิลปะ                   | 38    | 9.50%         |
| 6                  | 1       | 0.25%         | สังคมศึกษา              | 29    | 7.25%         |
| 7                  | 1       | 0.25%         | พุทธศาสนา               | 26    | 6.50%         |
| 8                  | 26      | 6.50%         | ภาษาต่างประเทศ          | 24    | 6.00%         |
| Total              | 400     | 100.00%       | สุขศึกษาและพลศึกษา      | 2     | 0.50%         |
|                    |         |               | Total                   | 400   | 100.00%       |

### ระดับชั้นที่สอน

| จำนวนระดับชั้นที่สอน | จำนวนคน | คิดเป็นร้อยละ | ระดับประถมศึกษาปีที่สอน                 | จำนวนคน | คิดเป็นร้อยละ |
|----------------------|---------|---------------|---|---------|---------------|
| 1                    | 160     | 40.00%        | 1,2,3 (ประเภทศึกษาค้นคว้า)              | 12      | 3.00%         |
| 2                    | 75      | 18.75%        | 1,2,3,4,5,6 (ทุกรุ่นขึ้น)               | 54      | 13.50%        |
| 3                    | 83      | 20.75%        | 4,5,6 (ประเภทศึกษาค้นคว้า)              | 64      | 16.00%        |
| 4                    | 17      | 4.25%         | สอนระดับชั้นที่สอนในหนึ่ง (1/2/3/4/5/6) | 160     | 40.00%        |
| 5                    | 11      | 2.75%         | อื่นๆ                                   | 110     | 27.50%        |
| 6                    | 54      | 13.50%        | Total                                   | 400     | 100.00%       |
| Total                | 400     | 100.00%       |   |         |               |

### ประสบการณ์การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ (ปี)



### ประสบการณ์การจัดการเรียนการสอน (ปี)



ภาพที่ 4.9 สรุปผลข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม



จากผู้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็น จำนวน 400 คน (n=400) ส่วนใหญ่เป็นครุค.ศ.1 จำนวน 123 คน (30.75%) รองลงมาเป็น ครุค.ศ.2 จำนวน 80 คน (20%) ครุอัตราจ้าง จำนวน 73 คน (18.25%) ครุค.ศ.3 จำนวน 64 คน (16%) ครุผู้ช่วย จำนวน 56 คน (14%) และ ครุค.ศ.4 จำนวน 4 คน (1%) ตามลำดับ โดยมีวุฒิการศึกษาปริญญาตรี จำนวน 249 คน (62.25%) ปริญญาโท จำนวน 146 คน (36.5%) และ ปริญญาเอก จำนวน 5 คน (1.25%) ส่วนใหญ่เป็นผู้ตอบแบบสอบถามจากโรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 206 คน (51.5%) รองลงมาเป็น โรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 81 คน (20.25%) โรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 62 คน (15.5%) และ โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 51 คน (12.75%) ครูที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่จะสอนเพียง 1 รายวิชา จำนวน 163 คน (40.75%) หรือสอน 2 รายวิชา จำนวน 158 คน (39.5%) จากครูทั้งหมด ระบุว่ามีวิชาที่สอนหลักเป็นวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 106 คน (26.5%) วิชาคณิตศาสตร์จำนวน 88 คน (22%) วิชาภาษาไทย จำนวน 49 คน (12.25%) การงานอาชีพและเทคโนโลยี จำนวน 38 คน (9.5%) ศิลปะ จำนวน 38 คน (9.5%) สังคมศึกษา จำนวน 29 คน (7.25%) ภาษาต่างประเทศ จำนวน 24 คน (6%) สุขศึกษาและพลศึกษา จำนวน 2 คน (0.5%) นอกจากนั้นมีครูจำนวน 26 คน (6.5%) ระบุว่าสอนทุกรายวิชา โดยทำการสอนเพียงระดับชั้นใดชั้นหนึ่งมากที่สุด จำนวน 160 คน (40%) รองลงมาสอน 3 ระดับชั้น จำนวน 83 คน (20.75%) สอน 2 ระดับชั้น จำนวน 75 คน (18.75%) สอนทุกระดับชั้น จำนวน 54 คน (13.5%) สอน 4 ระดับชั้น จำนวน 17 คน (4.25%) และสอน 5 ระดับชั้น จำนวน 11 คน (2.75%) ตามลำดับ โดยเมื่อจำแนกเป็นรูปแบบระดับชั้นประถมศึกษาที่สอน พบว่า จะมีครูที่สอนเฉพาะประถมศึกษาตอนต้น จำนวน 12 คน (3%) สอนเฉพาะประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 64 คน (16%) สอนทุกระดับชั้น จำนวน 54 คน (13.5%) สอนระดับชั้นใดระดับชั้นหนึ่ง 160 คน (40%) และรูปแบบอื่น ๆ 110 คน (27.5%) ประสพการณ์ในการจัดการเรียนการสอนพบว่า ครูส่วนใหญ่มีประสพการณ์การสอนมากกว่า 10 ปีขึ้นไป จำนวน 153 คน (38.25%) รองลงมาเป็น 1 ปี จำนวน 39 คน (9.75%) ประสพการณ์ในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการพบว่าครูส่วนใหญ่มีประสพการณ์การสอนมากกว่า 10 ปีขึ้นไป จำนวน 84 คน (21%) รองลงมาเป็น 1 ปี จำนวน 81 คน (20.25%) และจากครูทั้งหมด มีครูที่เคยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 209 คน (52.25%) และไม่เคย จำนวน 191 คน (47.75%)

### 3.1.2 ความคิดเห็นที่มีต่อการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการบูรณาการจัดการเรียนการสอน ร่วมกับกับครูต่างกลุ่มสาระ

ผลการวิเคราะห์การตอบแบบสอบถามจากผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 400 คน (n=400) ได้ทำการสอบถามสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ในประเด็นที่เกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการบูรณาการจัดการเรียนการสอนร่วมกับกับครูต่างกลุ่มสาระ โดยในการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยยึดเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง ผลการประเมินสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง ผลการประเมินสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง ผลการประเมินสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง ผลการประเมินสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ระดับน้อยที่สุด

จากนั้นคำนวณหาดัชนีลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (Priority Need Index: PNI) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสภาพปัจจุบัน และสภาพที่พึงประสงค์ ด้วยสูตรคำนวณเทคนิค Modified Priority Need Index (PNI modified) ของ นางลักษณ์ วิรัชชัย และ สุวิมล ว่องวานิช (สุวิมล ว่องวานิช, 2019)

$$PNI \text{ modified} = (I - D) / D$$

I (Important) หมายถึง สภาพปัจจุบัน

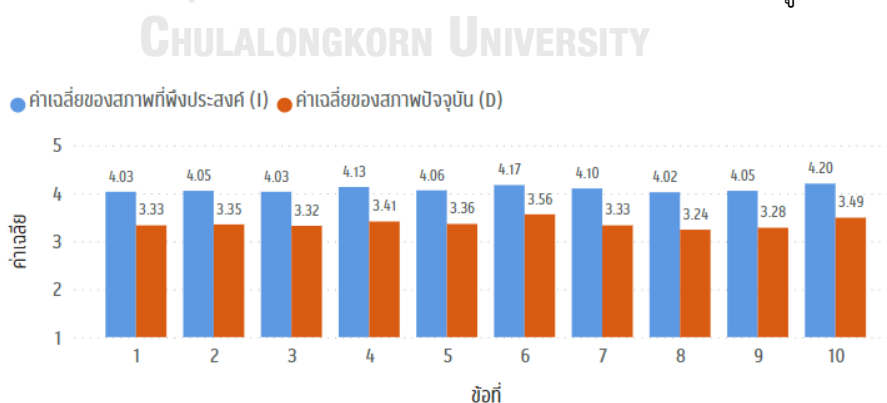
D (Degree of success) หมายถึง สภาพที่พึงประสงค์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็นหมวดต่าง ๆ ดังนี้

## หมวด ก.องค์ความรู้

| ข้อ<br>ที่ | ข้อความถาม   | ค่าเฉลี่ยของ<br>สภาพที่พึงประสงค์ (I) |      |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>สภาพปัจจุบัน (D) |      |         | PNI<br>modified | ลำดับ |
|------------|--|---------------------------------------|------|-------|----------------------------------|------|---------|-----------------|-------|
|            |  | $\bar{x}$                             | S.D. | แปลผล | $\bar{x}$                        | S.D. | แปลผล   |                 |       |
| 1          | ท่านมีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวความคิดของสะเต็มศึกษา  | 4.03                                  | .90  | มาก   | 3.33                             | .92  | ปานกลาง | 0.210           | 6     |
| 2          | ท่านมีความเข้าใจเกี่ยวกับกรอบแนวคิดสะเต็มศึกษา<br>(ระดับขั้นของเนื้อหาและรูปแบบการใช้)                 | 4.05                                  | .89  | มาก   | 3.35                             | .92  | ปานกลาง | 0.209           | 7     |
| 3          | ท่านมีความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการออกแบบการเรียนรู้ตาม<br>แนวคิดสะเต็มศึกษา                              | 4.03                                  | .93  | มาก   | 3.32                             | .94  | ปานกลาง | 0.214           | 4     |
| 4          | ท่านมีความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทครูในการจัดกิจกรรมการ<br>เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา                    | 4.13                                  | .90  | มาก   | 3.41                             | .95  | ปานกลาง | 0.211           | 5     |
| 5          | ท่านมีความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบในการ<br>บรรลุเป้าหมายการสอนแบบสะเต็มศึกษา                          | 4.06                                  | .93  | มาก   | 3.36                             | .97  | ปานกลาง | 0.208           | 8     |
| 6          | ท่านมีความเข้าใจเกี่ยวกับประโยชน์ในการ<br>จัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา                        | 4.17                                  | .89  | มาก   | 3.56                             | .99  | มาก     | 0.171           | 10    |
| 7          | ท่านมีความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้ในการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา                 | 4.10                                  | .91  | มาก   | 3.33                             | .97  | ปานกลาง | 0.231           | 3     |
| 8          | ท่านสามารถถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับ<br>แนวคิดสะเต็มศึกษาให้กับครูท่านอื่นได้                             | 4.02                                  | .92  | มาก   | 3.24                             | 1.01 | ปานกลาง | 0.241           | 1     |
| 9          | มีแหล่งการเรียนรู้ หรือเครื่องมือการเรียนรู้<br>ให้ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ท่านเข้าถึงได้ | 4.05                                  | .94  | มาก   | 3.28                             | 1.02 | ปานกลาง | 0.235           | 2     |
| 10         | ครูรุ่นใหม่ หรือครูในอนาคต มีความเข้าใจ<br>ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา                  | 4.20                                  | .88  | มาก   | 3.49                             | .98  | ปานกลาง | 0.203           | 9     |
|            | รวม  | 4.08                                  | .91  | มาก   | 3.37                             | .97  | ปานกลาง | 0.213           |       |

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม หมวด ก.องค์ความรู้

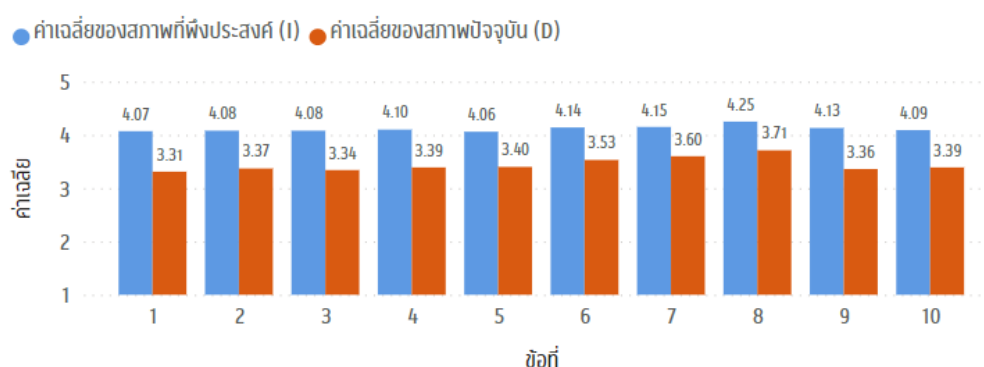


ภาพที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม หมวด ก.องค์ความรู้

## หมวด ข.การนำไปปฏิบัติ

| ข้อที่ | ข้อความคำถาม  | ค่าเฉลี่ยของสภาพที่พึงประสงค์ (I) |      |       | ค่าเฉลี่ยของสภาพปัจจุบัน (D) |      |         | PNI modified | ลำดับ |
|--------|---|-----------------------------------|------|-------|------------------------------|------|---------|--------------|-------|
|        |   | $\bar{x}$                         | S.D. | แปลผล | $\bar{x}$                    | S.D. | แปลผล   |              |       |
| 1      | ท่านสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสะเต็มศึกษา                                 | 4.07                              | .89  | มาก   | 3.31                         | .94  | ปานกลาง | 0.230        | 1     |
| 2      | ท่านสามารถออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้              | 4.08                              | .88  | มาก   | 3.37                         | .96  | ปานกลาง | 0.211        | 4     |
| 3      | ท่านสามารถออกแบบสื่อการเรียนรู้สำหรับใช้สอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา                         | 4.08                              | .87  | มาก   | 3.34                         | .96  | ปานกลาง | 0.222        | 3     |
| 4      | ท่านสามารถบูรณาการจัดการเรียนการสอนร่วมกับครูต่างกลุ่มสาระ                              | 4.10                              | .87  | มาก   | 3.39                         | .99  | ปานกลาง | 0.209        | 5     |
| 5      | การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความเหมาะสมกับบริบทโรงเรียนของท่าน            | 4.06                              | .88  | มาก   | 3.40                         | .93  | ปานกลาง | 0.194        | 7     |
| 6      | มีความเป็นไปได้ที่จะนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนของท่าน | 4.14                              | .86  | มาก   | 3.53                         | .94  | มาก     | 0.173        | 8     |
| 7      | ผู้บริหารในโรงเรียนของท่านให้ความสำคัญกับการนำศิลปะไปบูรณาการในกิจกรรมการเรียนรู้       | 4.15                              | .87  | มาก   | 3.60                         | .98  | มาก     | 0.153        | 9     |
| 8      | ผู้บริหารในโรงเรียนของท่านสนับสนุนให้มีการบูรณาการเรียนรู้อะหว่างกลุ่มสาระ              | 4.25                              | .81  | มาก   | 3.71                         | .98  | มาก     | 0.146        | 10    |
| 9      | มีการจัดการอบรมให้ท่านมีความรู้ และสามารถในการปฏิบัติการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา         | 4.13                              | .87  | มาก   | 3.36                         | 1.04 | ปานกลาง | 0.229        | 2     |
| 10     | หน่วยงานภาครัฐมีการสนับสนุนให้ท่านจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา                 | 4.09                              | .94  | มาก   | 3.39                         | 1.02 | ปานกลาง | 0.206        | 6     |
|        | รวม   | 4.12                              | 0.87 | มาก   | 3.44                         | 0.97 | ปานกลาง | 0.197        |       |

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม หมวด ข.การนำไปปฏิบัติ



ภาพที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม หมวด ข.การนำไปปฏิบัติ

## หมวด ค. ปัญหาและอุปสรรค

| ข้อที่ | ข้อความ  | ค่าเฉลี่ยของระดับปัญหาและอุปสรรค | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ลำดับ |
|--------|--|----------------------------------|----------------------|-------|
| 1      | ด้านความรู้ ความเข้าใจแนวคิดสะเต็มศึกษา                        | 3.29                             | 0.92                 | 10    |
| 2      | ด้านทักษะการปฏิบัติการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา                  | 3.37                             | 0.90                 | 6     |
| 3      | ด้านทัศนคติที่มีต่อแนวคิดสะเต็มศึกษา                           | 3.33                             | 0.99                 | 9     |
| 4      | ด้านความพร้อมของผู้เรียน                                       | 3.36                             | 0.97                 | 7     |
| 5      | ด้านความพร้อมของผู้สอน   | 3.35                             | 1.02                 | 8     |
| 6      | ด้านความพร้อมของสื่อการเรียนการสอน                             | 3.43                             | 0.98                 | 3     |
| 7      | ด้านความพร้อมของอุปกรณ์การเรียนการสอน                          | 3.44                             | 0.99                 | 2     |
| 8      | ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เมื่อสอนด้วยแนวคิดสะเต็มศึกษา | 3.42                             | 0.95                 | 4     |
| 9      | ด้านการร่วมมือกันระหว่างกลุ่มสาระ                              | 3.38                             | 0.94                 | 5     |
| 10     | ด้านการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ                               | 3.45                             | 0.98                 | 1     |
|        | รวม  | 3.38                             | .96                  |       |

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม หมวด ค.ปัญหาและอุปสรรค

ความต้องการจำเป็นและลำดับการพัฒนาองค์ความรู้ของครูในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกันกับครูต่างกลุ่มสาระ ลำดับแรก คือ ถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับแนวคิดสะเต็มศึกษาให้กับครูท่านอื่นได้ ( $PNI_{\text{modified}}=0.241$ ) ลำดับสอง คือ แหล่งการเรียนรู้หรือเครื่องมือการเรียนรู้ให้ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เข้าถึงได้ ( $PNI_{\text{modified}}=0.235$ ) และ ลำดับสาม คือ ความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ( $PNI_{\text{modified}}=0.231$ )

ความต้องการจำเป็นและลำดับการพัฒนากำนำไปปฏิบัติของครูในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกันกับครูต่างกลุ่มสาระ ลำดับแรก คือ สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสะเต็มศึกษา ( $PNI_{\text{modified}}=0.230$ ) ลำดับสอง คือ การจัดการอบรมให้ครูมีความรู้และสามารถในการปฏิบัติการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ( $PNI_{\text{modified}}=0.229$ ) และ ลำดับสาม คือ สามารถออกแบบสื่อการเรียนรู้สำหรับใช้สอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ( $PNI_{\text{modified}}=0.222$ )

จากผลพบว่าสภาพปัจจุบันในด้านองค์ความรู้ของครูในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง และด้านการนำไปปฏิบัติมีสภาพปัจจุบันอยู่ในระดับปานกลาง แสดงให้เห็นว่า ครูมีองค์ความรู้และมีการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปปฏิบัติในระดับหนึ่งแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามที่ระบุว่า มี 209 คน (52.25%) ที่เคยจัดการเรียน

การสอนแบบสะเต็มศึกษาอยู่แล้ว อย่างไรก็ตามในการจัดการเรียนการสอนของครูยังมีปัญหาและอุปสรรคหลายประการ ซึ่งสามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้ เพื่อให้จัดการเรียนการสอนตามแนวคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจากค่าเฉลี่ยระดับปัญหาและอุปสรรคในทุกข้อมีระดับปัญหาและอุปสรรคอยู่ในระดับปานกลาง ข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด อันดับที่ 1 ด้านการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ ( $\bar{X}$ =3.45) อันดับที่ 2 ด้านความพร้อมของอุปกรณ์การเรียนการสอน ( $\bar{X}$ =3.44) อันดับที่ 3 ด้านความพร้อมของสื่อการเรียนการสอน ( $\bar{X}$ =3.43) นอกจากนั้นสภาพที่พึงประสงค์ในด้านองค์ความรู้ของครูในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และด้านการนำไปปฏิบัติมีสภาพปัจจุบันอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่าควรพัฒนาทัศนคติในการปรับการสอนให้เป็นรูปแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาของครูร่วมด้วย

### 3.1.3 ความต้องการที่มีต่อนวัตกรรมเครื่องมือการส่งเสริมเรียนรู้สะเต็มศึกษา สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา

1) ครูผู้ตอบแบบสอบถามระบุว่าต้องการให้นวัตกรรมเครื่องมือการส่งเสริมเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา มีการเสนอองค์ความรู้ด้านใดหรือฝึกทักษะด้านต่าง ๆ ดังนี้

| องค์ความรู้และทักษะที่นวัตกรรมฯ<br>ควรนำเสนอ       | จำนวน<br>(คน) | องค์ความรู้และทักษะที่นวัตกรรมฯ<br>ควรนำเสนอ | จำนวน<br>(คน) |
|--|---------------|--|---------------|
| การคิดวิเคราะห์                                    | 51            | หลักสูตร                                     | 3             |
| การสร้างสื่อการเรียนการสอน                         | 46            | ศิลปะ  | 3             |
| กระบวนการจัดการเรียนการสอน                         | 36            | จิตวิทยาและการควบคุมชั้นเรียน                | 3             |
| การปฏิบัติ   | 34            | การคิดขั้นสูง                                | 3             |
| การเชื่อมโยงและบูรณาการ                            | 25            | การคำนวณ                                     | 3             |
| การแก้ปัญหา  | 15            | เกม หรือ บอร์ดเกม                            | 2             |
| เทคโนโลยี  | 9             | องค์ความรู้ใหม่ที่ทันสมัย                    | 2             |
| ความเข้าใจในสะเต็มศึกษา                            | 9             | เทคนิคการสอน                                 | 1             |
| การวัดประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวคิด<br>สะเต็มศึกษา | 8             | การทำแผนวิจัย                                | 1             |
| การสร้างนวัตกรรมการสอน                             | 8             | คิดอย่างเป็นระบบ                             | 1             |
| การร่วมมือกัน                                      | 7             | ภาษาอังกฤษ                                   | 1             |
| การออกแบบการเรียนรู้                               | 7             | ทักษะศตวรรษที่ 21                            | 1             |
| คณิตศาสตร์   | 6             | การโค้ช                                      | 1             |
| การคิดสร้างสรรค์                                   | 6             | การคิดอย่างมีวิจารณญาณ                       | 1             |
| การสื่อสาร   | 5             | การต่อยอด                                    | 1             |
| วิศวกรรมศาสตร์                                     | 4             | การสืบค้น                                    | 1             |
| คุณธรรม  | 4             | การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง                 | 1             |
| ความรู้ที่สอดคล้องกับสถานการณ์<br>ปัจจุบัน         | 4             |  |               |

ตารางที่ 4.5 ความต้องการด้านองค์ความรู้และทักษะที่นวัตกรรมฯ ควรนำเสนอ

ผลพบว่าองค์ความรู้และทักษะที่นวัตกรรมฯ ควรนำเสนอ ความคิดเห็นจากครูผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่จะต้องการให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ มากที่สุด จำนวน 51 คน รองลงมาเป็นทักษะการสร้างสื่อการเรียนการสอน จำนวน 46 คน และกระบวนการจัดการเรียนการสอน จำนวน 36 คน

2) ครูผู้ตอบแบบสอบถามระบุว่าต้องการให้นำวัตกรรมการเครื่องมือการส่งเสริมเรียนรู้ สะเต็มศึกษา สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา มีจุดเน้นในด้านต่าง ๆ ดังนี้

| จุดเน้นที่นำวัตกรรมการฯ ควรมี | จำนวน (คน) | จุดเน้นที่นำวัตกรรมการฯ ควรมี | จำนวน (คน) |
|-------------------------------|------------|-------------------------------|------------|
| นำไปใช้ได้จริง                | 54         | การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้  | 4          |
| การคิดวิเคราะห์               | 40         | การวัดและประเมินผล            | 4          |
| การนำไปใช้จัดการเรียนการสอน   | 25         | เข้าใจง่าย                    | 4          |
| การสร้างสื่อการเรียนการสอน    | 18         | แบบฝึกทักษะ                   | 4          |
| การได้ทดลองปฏิบัติจริง        | 18         | การบูรณาการภาษา               | 4          |
| การบูรณาการร่วมกับรายวิชาอื่น | 14         | ความสนุก                      | 3          |
| สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้      | 11         | การสร้างนวัตกรรม              | 3          |
| การพัฒนาทักษะ                 | 11         | การจัดการชั้นเรียน            | 3          |
| เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ         | 10         | กระบวนการ                     | 3          |
| องค์ความรู้                   | 10         | สมรรถนะ                       | 2          |
| การสร้างสรรค์                 | 8          | น่าสนใจ                       | 2          |
| วิทยาศาสตร์                   | 8          | ศิลปะ                         | 2          |
| คณิตศาสตร์                    | 6          | ประโยชน์ของการใช้สะเต็มศึกษา  | 2          |
| ทันสมัย                       | 5          | เป็นประโยชน์กับนิสิตฯ         | 2          |
| สอดคล้องกับตัวชี้วัด          | 5          | อุปกรณ์การสอน                 | 1          |
| การร่วมมือ                    | 4          | วิศวกรรมศาสตร์                | 1          |
| การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี       | 4          | เกม                           | 1          |

ตารางที่ 4.6 ความต้องการด้านจุดเน้นที่นำวัตกรรมการควรมี

ผลพบว่าจุดเน้นที่นำวัตกรรมการฯ ควรมี ความคิดเห็นจากครูผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่จะ ต้องการให้นำไปใช้ได้จริง มากที่สุด จำนวน 54 คน รองลงมาเป็นที่ทักษะการคิดวิเคราะห์ จำนวน 40 คน และการนำไปใช้จัดการเรียนการสอน จำนวน 25 คน



## 3) ข้อเสนอแนะอื่น ๆ ดังนี้

| ข้อเสนอแนะ  | จำนวน<br>(คน) | ข้อเสนอแนะ   | จำนวน<br>(คน) |
|---|---------------|--|---------------|
| ควรมีการจัดอบรม   | 25            | นวัตกรรมควรสนุก<br>และสร้างการมีส่วนร่วม                 | 2             |
| ควรมีสื่อหลากหลาย ใช้งานง่าย  | 14            | นวัตกรรมควรมีกิจกรรมที่เรียนรู้ได้ง่าย                   | 2             |
| ควรนำไปใช้ได้จริง   | 9             | ตอบโจทย์การเรียนการสอนใน<br>สถานการณ์ปัจจุบัน            | 2             |
| ควรมีการสนับสนุนอุปกรณ์และสื่อการ<br>สอนให้เพียงพอในการสอนสะเต็มศึกษา | 8             | ควรมีกระบวนการที่ชัดเจน                                  | 1             |
| ควรเน้นการบูรณาการร่วมกันกับหลาย<br>กลุ่มสาระ                         | 5             | ควรเผยแพร่ให้กว้างขึ้น                                   | 1             |
| ควรมีตัวอย่างแผนและสื่อ   | 3             | ควรมีทั้งรูปแบบออนไลน์และออฟไลน์                         | 1             |
| ควรส่งเสริมรูปแบบการสอนสะเต็มศึกษา<br>ในการนำไปใช้จริง                | 3             | กิจกรรมควรเน้นการปฏิบัติจริง                             | 1             |
| ควรจัดทำคู่มือการสอนแบบสะเต็มศึกษา                                    | 2             | ควรมีแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา                     | 1             |
| ควรทดลองก่อนนำไปใช้จริง   | 2             | ควรมีการสังเคราะห์ความรู้ต่างๆเพื่อ<br>พัฒนาเป็นนวัตกรรม | 1             |
| เน้นการสร้างทัศนคติที่ดี  | 2             |  |               |

ตารางที่ 4.7 ความต้องการด้านข้อเสนอแนะอื่น ๆ

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลพบว่า ความคิดเห็นจากครูผู้ตอบแบบสอบถามมีข้อเสนอแนะอื่น ๆ ส่วนใหญ่ระบุว่าควรมีการจัดอบรม มากที่สุด จำนวน 25 คน รองลงมาควรมีสื่อที่หลากหลายใช้งานง่าย จำนวน 14 คน และควรนำไปใช้ได้จริง จำนวน 9 คน

### 3.2 ผลการสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนแบบบูรณาการ

จากการสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ดังนี้ 1) เป็นครูผู้สอนในรายวิชาศิลปะระดับประถมศึกษา เป็นระยะเวลามากกว่า 4 ปี 2) มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ เป็นระยะเวลามากกว่า 1 ปี

| ข้อมูลทั่วไป          | ความถี่ (N=3) | ข้อมูลทั่วไป                  | ความถี่ (N=3) |
|-----------------------|---------------|-------------------------------|---------------|
| อายุ                  |               | ระดับชั้นที่สอน               |               |
| 31-40 ปี              | 3 (100%)      | ประถมศึกษา                    | 3 (100%)      |
| วุฒิการศึกษา          |               | ประสบการณ์ในการสอน            |               |
| ปริญญาตรี             | 1 (33.3%)     | 4-5 ปี                        | 1 (33.3%)     |
| ปริญญาโท              | 2 (66.7%)     | 6-7 ปี                        | 2 (66.7%)     |
| สาขาวิชาที่จบการศึกษา |               | ประสบการณ์สอนศิลปะแบบบูรณาการ |               |
| จิตรกรรม              | 1 (33.3%)     | 1-2 ปี                        | 2 (66.7%)     |
| ศิลปศึกษา             | 2 (66.7%)     | 3-4 ปี                        | 1 (33.3%)     |

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนแบบบูรณาการ

ข้อมูลทั่วไปของครูศิลปะที่มีการสอนแบบบูรณาการทั้งหมด 3 คน พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีอายุอยู่ในช่วงระหว่าง 31-40 ปี มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโทในสาขาศิลปศึกษา จำนวน 2 คน และระดับปริญญาตรีในสาขาจิตรกรรม จำนวน 1 คน ในการสอนกลุ่มตัวอย่างทำการจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาทั้งหมด 3 คน มีประสบการณ์ในการสอนเป็นระยะเวลา 6-7 ปี จำนวน 2 คน และ 4-5 ปี จำนวน 1 คน โดยมีประสบการณ์สอนศิลปะแบบบูรณาการเป็นระยะเวลา 1-2 ปี จำนวน 2 คน และ 3-4 ปี จำนวน 1 คน

ผลการเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนแบบบูรณาการ ผู้วิจัยสรุปเป็น 5 ประเด็น สรุปเป็นตารางได้ดังนี้

| ประเด็น (จาก<br>ข้อคำถามที่)  | ครูท่านที่ 1  | ครูท่านที่ 2  | ครูท่านที่ 3   |
|---|---|---|--|
| <p><b>รูปแบบการ<br/>สอนศิลปะ<br/>แบบ<br/>บูรณาการ<br/>(1+8)</b></p> | <p><u>รายวิชา</u><br/>ศิลปะเข้ากับวิทยาศาสตร์และ<br/>การงานอาชีพในรายวิชา<br/>Botany ศิลปะเข้ากับ<br/>ประวัติศาสตร์<br/><u>วิธีการ</u><br/>ใช้รูปแบบการสอนแบบ<br/>Choice-based learning<br/><u>ความคิดเห็น</u><br/>เชื่อว่าครูศิลปะสามารถเอา<br/>วิทย์ คณิต เทคโนโลยีไปอยู่<br/>ในศิลปะได้อยู่แล้ว แต่ครู<br/>วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ที่มี<br/>ความเข้าใจในศิลปะด้วยมี<br/>ค่อนข้างน้อย และการที่ครู<br/>วิทย์-คณิตจะบูรณาการสะเต็ม<br/>น่าจะเป็นไปได้<br/>ยากกว่า</p> | <p><u>รายวิชา</u><br/>ศิลปะกับวิทยาศาสตร์และ<br/>เทคโนโลยี บูรณาการ<br/>ทัศนศิลป์ ประวัติศาสตร์<br/>ศิลปะกับสังคม<br/><u>วิธีการ</u><br/>ใช้การบูรณาการวิชาต่าง ๆ<br/>เข้ากับชิ้นงานของผู้เรียน<br/><u>ความคิดเห็น</u><br/>ปัญหาที่พบคือความเข้าใจ<br/>เกี่ยวกับการบูรณาการศิลปะ<br/>ของครูกลุ่มสาระอื่น ๆ ยังมี<br/>การเข้าใจผิดอยู่ โดยถูกมอง<br/>ว่าบูรณาการศิลปะแค่ นำ<br/>กิจกรรมระบายสีเข้าไปร่วมก็<br/>ได้ ดังนั้นในการบูรณาการ<br/>ศิลปะควรมีการปรึกษากับครู<br/>ศิลปะ การคุยกันระหว่าง<br/>กลุ่มสาระ การออกแบบ<br/>ร่วมกัน</p> | <p><u>รายวิชา</u><br/>สะเต็มศึกษา<br/>ศิลปะกับคณิตศาสตร์<br/>วิทยาศาสตร์และ<br/>วิศวกรรมศาสตร์<br/><u>วิธีการ</u><br/>ชิ้นงานประดิษฐ์ หรือ<br/>โครงงาน<br/><u>ความคิดเห็น</u><br/>การสอนแบบบูรณาการทำให้<br/>นักเรียนได้สร้างสรรค์งานที่<br/>หลายหลายรูปแบบด้วยการ<br/>นำความรู้ที่หลากหลาย<br/>ศาสตร์มาประกอบเป็นงาน<br/>1 ชิ้น</p> |

| ประเด็น (จาก<br>ข้อคำถามที่)   | ครูท่านที่ 1   | ครูท่านที่ 2  | ครูท่านที่ 3   |
|--|--|---|--|
| <p><b>การ<br/>ออกแบบ<br/>และ<br/>วางแผน<br/>การจัด<br/>การเรียน<br/>การสอน<br/>ศิลปะแบบ<br/>บูรณาการ<br/>(2+3+8)</b></p> | <p><u>การริเริ่ม</u><br/>มาจากครุมีโอเดีย นำมาเสนอ<br/>ครูท่านอื่นและเห็นพ้องกันว่า<br/>การบูรณาการมีผลดีกับ<br/>ผู้เรียน ทำให้เกิด<br/>การบูรณาการขึ้น<br/><u>การร่วมมือกันระหว่างกลุ่ม<br/>สาระ</u><br/>ประชุมและศึกษาร่วมกัน<br/>กลุ่มสาระการงานอาชีพที่เป็น<br/>ผู้สอนหลักเป็นผู้เขียน<br/>แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใน<br/>หัวข้อไหนที่มีความเกี่ยวข้อง<br/>กับรายวิชาอื่น ก็ให้ครูวิชาอื่น<br/>เข้ามาสอนควบคู่กันไป<br/>ในคาบเรียน<br/><u>การวัดประเมินผล</u><br/>แยกกันวัดประเมินผลการ<br/>เรียนรู้ของผู้เรียนในรายวิชา<br/>ของตนเองตามตัวชี้วัดของ<br/>หลักสูตร<br/><u>ปัญหา อุปสรรค และวิธีแก้</u><br/>บางครั้งที่ครูติดคาบสอนไม่<br/>สามารถมาร่วมสอนคู่ได้<br/>แก้ปัญหาโดยดำเนินการสอน<br/>ไปก่อนส่วนในเนื้อหาที่<br/>เกี่ยวข้องกับรายวิชาอื่นค่อย<br/>ติดตามในภายหลังในช่วง<br/>ของครุรายวิชานั้น ๆ</p> | <p><u>การริเริ่ม</u><br/>คุยกับครูผู้สอนสาระอื่นใน<br/>ประเด็นที่เราสนใจว่ามีความ<br/>สอดคล้องกันหรือไม่ สอนไป<br/>แล้วหรือยัง โดยโรงเรียนมี<br/>การจัดทำ Outline<br/>กำหนดการสอนว่าในแต่ละ<br/>สัปดาห์ กลุ่มสาระไหนมีการ<br/>สอนเรื่องอะไร ทำให้เห็น<br/>ภาพรวมว่าสาระอื่นมีเนื้อหา<br/>การสอนที่ใกล้เคียงกันใน<br/>ช่วงเวลาเดียวกันจึงเกิดการ<br/>วางแผนการสอนแบบบูรณาการ<br/><u>การร่วมมือกันระหว่างกลุ่มสาระ</u><br/>ปัจจุบันยังไม่มีการร่วมมือกัน<br/>ระหว่างกลุ่มสาระ เนื่องจาก<br/>จัดการเรียนการสอนแบบ<br/>Online นัดหมายคุยกันยาก<br/><u>การวัดประเมินผล</u><br/>วัดผลชิ้นงานของผู้เรียนผ่าน<br/>วิชาศิลปะเท่านั้น<br/><u>ปัญหา อุปสรรค และวิธีแก้</u><br/>นโยบายของโรงเรียนสั่งให้<br/>เกิดการบูรณาการเลยโดยที่<br/>ครูบางคนยังไม่เข้าใจการ<br/>บูรณาการที่แท้จริงว่าจะมี<br/>รูปแบบอย่างไร ทำให้ศิลปะ<br/>ถูกมองว่า เป็นการระบายสี<br/>ทำให้สวยงามมากขึ้น ซึ่งไม่<br/>ถูกต้อง การแก้ปัญหาต้อง<br/>วางแผนคุยกัน ศึกษาร่วมกัน<br/>ระหว่างกลุ่มสาระ</p> | <p><u>การริเริ่ม</u><br/>ดูตัวชี้วัดว่าเด็กเรียนอะไรอยู่<br/>ในสาระอื่น ๆ ประกอบ ซึ่ง<br/>การสอนในระดับ<br/>ประถมศึกษาส่วนใหญ่เป็น<br/>ความรู้พื้นฐานอยู่แล้ว ในการ<br/>วางแผนกิจกรรมจึงเลือก<br/>เนื้อหาที่ใกล้ตัวเด็กและไม่<br/>ซับซ้อนเกินไป เด็กจะได้ถาม<br/>สิ่งที่ครูรู้และครูสามารถโต้<br/>เด็กได้ในการทำกิจกรรม<br/><u>การร่วมมือกันระหว่างกลุ่ม<br/>สาระ</u><br/>ปัจจุบันยังไม่มีการร่วมมือกัน<br/>ระหว่างกลุ่มสาระ<br/><u>การวัดประเมินผล</u><br/>ประเมินผลที่ตัวชิ้นงาน<br/><u>ปัญหา อุปสรรค และวิธีแก้</u><br/>ทำคนเดียว เพราะมองว่าครู<br/>วิชาอื่นสอนเยอะแล้วไม่อยาก<br/>รบกวน เพราะถ้าจะสอน<br/>ร่วมกันต้องมาประชุมกัน ทำ<br/>เป็นโครงการใหญ่ ทำคนเดียว<br/>สะดวกกว่า</p> |

| ประเด็น (จาก<br>ข้อคำถามที่)  | ครูท่านที่ 1  | ครูท่านที่ 2   | ครูท่านที่ 3  |
|---|---|--|---|
| <p><b>ประโยชน์<br/>ของการ<br/>สอนศิลปะ<br/>แบบ<br/>บูรณาการ<br/>(4+6+7)</b></p> | <p><u>จุดเด่นของการสอนแบบ<br/>บูรณาการ</u><br/>ผู้เรียนได้นำความรู้มา<br/>เชื่อมโยงกันและนำไปใช้ได้<br/>จริง ความรู้ที่เรียนไม่แยกส่วน<br/>เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกันหมด<br/>ปัจจุบันเน้นการผลิตนวัตกรรม<br/><u>คำแนะนำต่อครูท่านอื่น ที่ยัง<br/>ไม่มีการจัดการเรียนการสอน<br/>แบบบูรณาการ</u><br/>อาจใช้การจับมือทำไปเรื่อย ๆ<br/>จนให้เกิดความเคยชิน ใช้การ<br/>ทำตามหรือลอกแบบ โดย<br/>ต้องสร้างให้ครูมีใจรักมี<br/>ทัศนคติที่ดีในการสอนแบบ<br/>บูรณาการ</p> | <p><u>จุดเด่นของการสอนแบบ<br/>บูรณาการ</u><br/>ผู้เรียนเข้าใจศิลปะมากขึ้น<br/>เชื่อมโยงให้เห็นว่าหลายวิชา<br/>สามารถนำมาทำเป็นชิ้นงาน<br/>ร่วมกันได้ ในการเรียนรู้<br/>1 ครั้ง ได้เรียนความรู้ที่<br/>หลากหลายควบคู่กันไปได้<br/><u>คำแนะนำต่อครูท่านอื่น ที่ยัง<br/>ไม่มีการจัดการเรียนการสอน<br/>แบบบูรณาการ</u><br/>ควรมีการจัดอบรมให้ครูมี<br/>ความรู้พื้นฐานเพิ่มขึ้น</p> | <p><u>จุดเด่นของการสอนแบบ<br/>บูรณาการ</u><br/>นักเรียนได้เรียนศิลปะในอีก<br/>รูปแบบหนึ่งที่แตกต่างจาก<br/>การสร้างสรรค์งานศิลปะ<br/>แบบเดิม เห็นถึงความ<br/>เชื่อมโยงของแต่ละวิชาที่<br/>สัมพันธ์กัน มีการวางแผนการ<br/>ทำงานอย่างเป็นระบบ<br/>นักเรียนรู้สึกตื่นเต้น ได้คิด ได้<br/>แก้ปัญหาด้วยตัวเอง เด็กนำ<br/>รายวิชาที่เคยเรียนมา<br/>เชื่อมโยงได้ว่าวิชาต่าง ๆ มี<br/>ความเชื่อมโยงกับศิลปะ<br/><u>คำแนะนำต่อครูท่านอื่น ที่ยัง<br/>ไม่มีการจัดการเรียนการสอน<br/>แบบบูรณาการ</u><br/>ควรเริ่มตั้งแต่ผู้บริหารสั่งการ<br/>ให้มีการบูรณาการ อย่างน้อย<br/>1 กิจกรรมใน 1 เทอม เพราะ<br/>ถ้าบอกให้ครูมาสอนแบบ<br/>บูรณาการ ครูอาจไม่ยอมทำ<br/>เพราะว่าใช้เวลาการสอน<br/>มากกว่าการสอน<br/>แบบปกติมาก</p> |

| ประเด็น (จาก<br>ข้อคำถามที่)                           | ครูท่านที่ 1  | ครูท่านที่ 2  | ครูท่านที่ 3  |
|--|---|---|---|
| <p><b>ความเห็น<br/>ต่อ<br/>สะเต็มศึกษา<br/>(5)</b></p> | <p>ความเข้าใจในเบื้องต้นทราบ<br/>ว่าสะเต็มมีการบูรณาการวิชา<br/>ใดบ้างแต่ไม่ทราบ<br/>รายละเอียดที่ลึกลงไปว่าการ<br/>นำไปใช้ที่ถูกต้องเป็นอย่างไร<br/>มีมุมมองว่าครูที่มีบทบาทการ<br/>ใช้มากที่สุดคือครู<br/>วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์<br/>นำไปใช้ในรายวิชาของตนเอง<br/>และเน้นวิชาตนเองเป็นหลัก<br/>อยากให้นำศิลปะมาเป็นหลัก<br/>ในการบูรณาการสะเต็ม ไม่ใช่<br/>การนำศิลปะเข้าไปร่วม อาจ<br/>ให้ครูศิลปะเข้าไปช่วย โดย<br/>ปัจจุบันการบูรณาการแบบ<br/>สะเต็มศึกษาที่เกิดขึ้นมีรูปแบบ<br/>ที่ไม่ถูกต้องเท่าที่ควร</p> | <p>รู้สึกว่ายากถ้าต้องมีครบทุก<br/>วิชา ต้องมีการวางแผน<br/>อาจจะง่ายกว่าถ้าใช้กับ<br/>โครงการของเด็กมัธยมปลาย<br/>คิดว่าในการทำชิ้นงานควร<br/>ออกแบบให้แต่ละสาขาวิชา<br/>มีบทบาทแต่อาจมาก-น้อย<br/>แตกต่างกันออกไป การนำ<br/>ศิลปะเข้ามาบูรณาการด้วย<br/>ในสะเต็มทำให้ผู้เรียนได้เห็น<br/>ความสำคัญของศิลปะและ<br/>เชื่อมโยงกับองค์ความรู้อื่นได้<br/>ในการสร้างสิ่งต่าง ๆ</p> | <p>ในการนำสะเต็มศึกษามาใช้<br/>ครูต่างกลุ่มสาระสามารถเอา<br/>เนื้อหาวิชาต่าง ๆ มาทำ<br/>ชิ้นงาน หรือกิจกรรมร่วมกัน<br/>ได้ ประเมินผลที่ตัวชิ้นงาน<br/>เป็นหลัก ถ้ามีการนำครูแต่ละ<br/>คนมาประชุมกัน ศิลปะจะ<br/>ช่วยทำให้รายวิชาของแต่ละ<br/>วิชามาดูเห็นเป็นชิ้นงานตัว<br/>เดียวกัน จึงมีความเห็นว่าควร<br/>เน้นศิลปะในการบูรณาการ</p> |

| ประเด็น (จาก<br>ข้อคำถามที่)   | ครูท่านที่ 1  | ครูท่านที่ 2   | ครูท่านที่ 3   |
|--|---|--|--|
| <b>ความจำเป็น<br/>องค์ประกอบ<br/>และ<br/>ข้อเสนอแนะ<br/>เพิ่มเติม<br/>ต่อการพัฒนา<br/>นวัตกรรมใน<br/>การวิจัย<br/>(9+10)</b> | <u>องค์ประกอบที่ควรมี คือ</u><br>1) มาตรฐานการเรียนรู้และ<br>ตัวชี้วัด – ให้เห็นว่าเนื้อหา<br>สาระของวิชาไหนเข้ามาจับคู่<br>เชื่อมโยงกันได้<br>2) วัตถุประสงค์<br>3) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง<br>4) หลักของ STEAM<br>5) การวัดประเมินผล<br>6) สื่อการเรียนการสอน<br>7) มีขั้นตอนชัดเจนในการ<br>พัฒนาแผนการสอน นำไป<br>ตามกลไกของเกม<br>8) ตัวอย่างเรื่องที่จะสอน<br>9) หน่วยการเรียนรู้<br>10) สมรรถนะและทักษะ<br><u>ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม</u><br>พิจารณาว่าเมื่อเล่นเสร็จ ใคร<br>นำแผนไปใช้ ใครเป็นตัวตั้งใน<br>การสอน ควรทำให้ยืดหยุ่น<br>สามารถนำไปใช้ได้<br>หลากหลาย | มีความจำเป็น เป็นสิ่งที่จะ<br>ช่วยให้เกิดแนวทางการวาง<br>แผนการสอน<br><u>องค์ประกอบที่ควรมี คือ</u><br>1) ความหมายที่ชัดเจนว่า<br>สะเต็มศึกษาคืออะไร<br>2) ตัวอย่างที่ชัดเจน ใช้จริง<br>ได้ ไม่ซับซ้อน ในเวลาจำกัด<br><u>ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม</u><br>ครูศิลปะทั่วไปอาจมอง<br>สะเต็มศึกษาเป็นเรื่องยาก<br>พหุมีเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์<br>คณิตศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง<br>ต้องทำให้ครูรู้สึกว่าเป็นสิ่ง<br>ง่ายที่ทำได้ เพื่อลดความรู้สึก<br>ไม่อยากทำ | สื่อการเรียนรู้มีความสำคัญ<br>กับครูที่จะนำไปสอน เพื่อที่<br>ให้ครูมีความเข้าใจในการสอน<br>ตามหลักการบูรณาการอย่าง<br>ถูกต้อง เพราะครูส่วนใหญ่ยังไม่<br>มีประสบการณ์ในการสอน<br>แบบบูรณาการ และอาจไม่<br>เข้าใจเนื้อหาในรายวิชาอื่น<br>อย่างถ่องแท้<br><u>องค์ประกอบที่ควรมี คือ</u><br>1) แผนการสอน<br>2) บทบาทครู-นักเรียน<br>3) เนื้อหาโดยสรุปในแต่ละ<br>วิชา<br>4) การวัดและประเมินผล<br>5) ตัวอย่าง-ขั้นตอนการ<br>สร้างสรรค์ผลงาน |

**ตารางที่ 4.9** สรุปผลการสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนแบบบูรณาการ

สรุปผลการสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนแบบบูรณาการ 3 ท่าน พบว่า รูปแบบการสอน ศิลปะแบบบูรณาการที่ครูนำมาใช้เป็นการบูรณาการวิชาต่าง ๆ เข้ากับชิ้นงานของผู้เรียน โดยมีการบูรณาการศิลปะเข้ากับรายวิชาดังต่อไปนี้ วิทยาศาสตร์ การงานอาชีพ ประวัติศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ โดยครูแต่ละท่านมีบริบทโรงเรียนที่แตกต่างกัน และวิธีการวางแผน จัดการเรียนการสอนที่แตกต่างกันไป โดยมีทั้งรูปแบบที่ทำการวางแผนการสอนด้วยตนเอง วางแผนการสอนโดยมีการปรึกษากับครูท่านอื่น ไปจนถึงประชุมและศึกษาร่วมกันระหว่างกลุ่มสาระ เพื่อวางแผนการสอน ซึ่งทั้งสามแนวทางให้ผลลัพธ์ที่ต่างกันและมีประเด็นที่แตกต่างกันในการ ปรับให้เข้ากับชั้นเรียน ปัญหาที่พบในการวางแผนการจัดการเรียนการสอนศิลปะแบบบูรณาการ เช่น

ความเข้าใจในการบูรณาการของครูที่ยังไม่ถูกต้อง โดยในการแก้ปัญหาต้องมีการวางแผน ศึกษา ร่วมกันระหว่างกลุ่มสาระเพื่อสร้างความเข้าใจ อย่างไรก็ตามครูทั้งสามท่านเห็นสอดคล้องกันว่า การบูรณาการวิชาศิลปะเข้ากับรายวิชาอื่นนั้นมีประโยชน์กับผู้เรียน โดยทำให้ความรู้ถูกเชื่อมโยงกัน เมื่อความรู้ของรายวิชาอื่นถูกนำมาเชื่อมโยงกับศิลปะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของวิชาศิลปะมากขึ้น เข้าใจวิชาศิลปะมากขึ้น ได้เรียนความรู้ที่หลากหลายแต่ไม่แยกส่วนกันมีการเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกัน ในการแนะนำให้ครูที่ยังไม่มีการสอนแบบบูรณาการปรับมาสอนแบบบูรณาการนั้น ครูมีความเห็นว่าจะอาจใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น ใช้การทำตามหรือลอกแบบ จับมือทำงานเกิดความเคยชิน จัดอบรม ผู้บริหาร ควรสั่งการให้ทำ เป็นต้น ความเห็นที่ครูมีต่อสะเต็มศึกษา มีมุมมองที่หลากหลาย ดังนี้ ครู A : ครูที่มีบทบาทการใช้มากที่สุดคือครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์นำไปใช้ในรายวิชาของตนเองและเน้นวิชาตนเองเป็นหลัก อยากให้นำศิลปะมาเป็นหลักในการบูรณาการสะเต็ม ไม่ใช่การนำศิลปะเข้าไปร่วม อาจให้ครูศิลปะเข้าไปช่วย โดยปัจจุบันการบูรณาการแบบสะเต็มศึกษาที่เกิดขึ้นมีรูปแบบที่ไม่ถูกต้องเท่าที่ควร ครู B : รู้สึกว่ายากถ้าต้องมีครบทุกวิชา ต้องมีการวางแผน อาจจะง่ายกว่าถ้าใช้กับโครงการของเด็กมัธยมปลาย คิดว่าในการทำชิ้นงานควรออกแบบให้แต่ละสาขาวิชามีบทบาทแต่อาจมาก-น้อยแตกต่างกันออกไป การนำศิลปะเข้ามาบูรณาการด้วยในสะเต็มทำให้ผู้เรียนได้เห็นความสำคัญของศิลปะและเชื่อมโยงกับองค์ความรู้อื่นได้ในการสร้างสิ่งต่าง ๆ ครู C : ในการนำสะเต็มศึกษามาใช้ ครูต่างกลุ่มสาระสามารถเอาเนื้อหาวิชาต่าง ๆ มาทำชิ้นงาน หรือกิจกรรมร่วมกันได้ ประเมินผลที่ตัวชิ้นงานเป็นหลัก ถ้ามีการนำครูแต่ละคนมาประชุมกัน ศิลปะจะช่วยทำให้รายวิชาของแต่ละวิชามาเห็นเป็นชิ้นงานตัวเดียวกัน จึงมีความเห็นว่าควรเน้นศิลปะในการบูรณาการ โดยครูทั้งสามท่านมีความเห็นที่สอดคล้องกันว่าในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับสอนสะเต็มศึกษา มีความจำเป็นเนื่องจาก จะช่วยให้เกิดแนวทางการวางแผนการสอนระหว่างกลุ่มสาระ ทำให้ครูมีความเข้าใจที่ถูกต้องในหลัก การบูรณาการ โดยควรมีองค์ประกอบดังนี้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด วัตถุประสงค์ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง หลักของสะเต็มศึกษา การวัดประเมินผล สื่อการเรียนการสอน ขั้นตอนที่ชัดเจนในการพัฒนาแผนการสอน ตัวอย่างเรื่องที่จะสอน หน่วยการเรียนรู้ สมรรถนะและทักษะ ความหมายของสะเต็มศึกษาที่ชัดเจน ตัวอย่างที่ชัดเจนใช้จริงได้ แผนการสอน บทบาทครู-นักเรียน เนื้อหาโดยสรุปในแต่ละวิชา การวัดและประเมินผล ตัวอย่าง-ขั้นตอนการสร้างผลงาน



### 3.3 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา

จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา จำนวน 3 ท่าน ซึ่งมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้ 1) มีประสบการณ์การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา 3 ปีขึ้นไป 2) มีความเชี่ยวชาญในด้านวิธีการสอนแบบสะเต็มศึกษาโดยมีผลงานตีพิมพ์/งานวิจัย โดยมีข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ดังนี้

| ข้อมูลทั่วไป              | ความถี่ (N=3) | ข้อมูลทั่วไป                         | ความถี่ (N=3) |
|---------------------------|---------------|--------------------------------------|---------------|
| อายุ                      |               | ประสบการณ์การทำงาน                   |               |
| 41-50 ปี                  | 3 (100%)      | 1-10 ปี                              | 1 (33.3%)     |
| วุฒิการศึกษา              |               | 10 ปีขึ้นไป                          | 2 (66.7%)     |
| ปริญญาเอก                 | 3 (100%)      |                                      |               |
| สาขาวิชาที่จบการศึกษา     |               | ประสบการณ์สอนแบบสะเต็มศึกษา          |               |
| หลักสูตรและการสอน         | 1 (33.3%)     | 1-5 ปี                               | 2 (66.7%)     |
| อุดมศึกษา                 | 1 (33.3%)     | 5 ปีขึ้นไป                           | 1 (33.3%)     |
| ปิโตรเคมี                 | 1 (33.3%)     |                                      |               |
| ตำแหน่ง/อาชีพ             |               | ผลงานตีพิมพ์/งานวิจัยด้านสะเต็มศึกษา |               |
| อาจารย์มหาวิทยาลัย        | 2 (66.7%)     | 1-5 ผลงาน                            | 2 (66.7%)     |
| อาจารย์โรงเรียนมัธยมศึกษา | 1 (33.3%)     | 6-10 ผลงาน                           | 1 (33.3%)     |

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา ทั้งหมด 3 คน พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีอายุอยู่ในช่วงระหว่าง 41-50 ปี มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอกในสาขาหลักสูตรการสอน อุดมศึกษา และ ปิโตรเคมี โดยประกอบอาชีพเป็นอาจารย์มหาวิทยาลัย จำนวน 2 คน และอาจารย์โรงเรียนมัธยมศึกษา จำนวน 1 คน มีประสบการณ์การทำงานเป็นระยะเวลา 1-10 ปี จำนวน 1 คน และมีประสบการณ์ 10 ปีขึ้นไป จำนวน 2 คน มีประสบการณ์การสอนแบบสะเต็มศึกษาเป็นระยะเวลา 1-5 ปี จำนวน 2 คน และมีประสบการณ์การสอนแบบสะเต็มศึกษา 5 ปีขึ้นไป จำนวน 1 คน โดยมีผลงานตีพิมพ์ หรือ งานวิจัยด้านสะเต็มศึกษา จำนวน 1-5 ผลงาน 2 คน และ 6-10 ผลงาน 1 คน

ผลการเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยสรุปเป็น 5 ประเด็น สรุปเป็นตารางได้ดังนี้

| ประเด็น<br>(จากข้อ<br>คำถามที่)                                | ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1   | ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 2  | ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 3  |
|--|---|--|--|
| ความ<br>ต้องการ<br>จำเป็นของ<br>แนวคิด<br>สะเต็มศึกษา<br>(1+2) | <p><u>ความแตกต่างกับบูรณาการ<br/>รูปแบบอื่น ๆ</u></p> <p>สะเต็มศึกษาไม่แตกต่างกับ<br/>การบูรณาการรูปแบบอื่น ๆ<br/>เป็นการบูรณาการในเนื้อหา<br/>แตกต่างที่วิธีการ<br/><u>ปรับ STEM เป็น STEAM</u><br/>การปรับเปลี่ยนจากสะเต็ม<br/>ศึกษามาเป็นสะเต็มศึกษา<br/>ผู้ให้สัมภาษณ์มีความเห็น<br/>สอดคล้อง โดยให้เหตุผลว่า<br/>ชีวิตเรามีความเป็นองค์รวม<br/>รอบตัวเรามีวิทยาศาสตร์ และ<br/>ศิลปะมาคู่กันและผสมผสาน<br/>กัน เทคโนโลยีรอบตัวเราก็มี<br/>ศิลปะรวมอยู่ด้วย<br/><u>ประโยชน์</u><br/>ประโยชน์ต่อผู้เรียนทำให้<br/>ผู้เรียนเห็นภาพเป็นองค์รวม<br/>ไม่ได้แยกสมองสองซีกชัดเจน<br/>เห็นภาพว่าวิทยาศาสตร์ก็ได้<br/>แยกไปจากชีวิตของเรา และ<br/>ชีวิตของเราก็มีมนุษย์สังคม<br/>ด้วย</p> | <p><u>ความแตกต่างกับบูรณาการ<br/>รูปแบบอื่น ๆ</u></p> <p>จากประสบการณ์ตรงในการ<br/>ใช้สะเต็มในการจัดการสอน<br/>บางเรื่องสะเต็มดีกว่าแต่บาง<br/>เรื่องใช้การบูรณาการเล็ก ๆ<br/>กับรายวิชา 2 รายวิชาดีกว่า<br/>ขึ้นอยู่กับสถานการณ์<br/><u>ปรับ STEM เป็น STEAM</u><br/>ทั้งสะเต็มและสะเต็มทำคน<br/>เดียวไม่สามารถทำให้เกิดผล<br/>สำเร็จได้ มีความจำเป็น<br/>เนื่องจาก จากประสบการณ์<br/>การใช้สะเต็ม เด็กทำชิ้นงานได้<br/>แต่อธิบายไม่ได้ เมื่อนำสะเต็ม<br/>มาใช้เด็กจะอธิบายด้วยภาพก็<br/>ได้ด้วยคำพูดก็ได้<br/><u>ประโยชน์</u><br/>ผู้เรียนมีทั้งศาสตร์และศิลป์<br/>สามารถอธิบายชิ้นงานที่สร้าง<br/>ขึ้นได้</p> | <p><u>ความแตกต่างกับบูรณาการ<br/>รูปแบบอื่น ๆ</u></p> <p>สะเต็มเป็นกระบวนการ<br/>การบูรณาการอีกแบบหนึ่งที่<br/>เน้นการคิดและแก้ปัญหา<br/>เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยง<br/>ความรู้ต่าง ๆ และสามารถใช้<br/>แก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันได้<br/>โดยใช้ความรู้ STEAM ต่างจาก<br/>การบูรณาการรูปแบบอื่น ๆ ที่<br/>นำเนื้อหาเข้ามาบูรณาการเพียง<br/>อย่างเดียว<br/><u>ปรับ STEM เป็น STEAM</u><br/>STEAM ซึ่งมีศิลปะเข้ามา<br/>เกี่ยวข้องด้วย ช่วยพัฒนาการ<br/>คิดของผู้เรียนทั้งสองซีกซีกซ้าย<br/>และซีกขวาไปด้วยกัน ทำให้<br/>ผู้เรียนพัฒนาแบบองค์รวมได้<br/>ดีกว่าสะเต็มศึกษา<br/><u>ประโยชน์</u><br/>ทักษะการคิดคำนวณบวก<br/>สุนทรียภาพ พัฒนาแบบองค์<br/>รวม มีทักษะการคิดและ<br/>แก้ปัญหา</p> |

| ประเด็น<br>(จากข้อ<br>คำถามที่)                                      | ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1  | ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 2  | ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 3  |
|--|--|--|--|
| <p>สภาพ<br/>ปัจจุบันใน<br/>การนำ<br/>สะเต็มศึกษา<br/>ไปใช้ (3+4)</p> | <p><u>ภาครัฐ</u><br/>ภาครัฐสนับสนุนสะเต็มศึกษา<br/>จาก สสวท. มีบางโรงเรียน<br/>เท่านั้นที่ทำเป็นสะเต็มศึกษา<br/>ในการนำไปใช้จริงสะเต็มศึกษา<br/>จึงไม่ได้รับความนิยม และ<br/>ความสนใจมากนัก โดยผู้ให้<br/>สัมภาษณ์เชื่อว่าถ้าสามารถนำ<br/>สะเต็มไปใช้ได้น่าจะดีกว่า<br/>สะเต็ม เนื่องจากสะเต็มเป็น<br/>ภาพองค์รวมของการมีชีวิต<br/>ของคนหนึ่งคน<br/>ซึ่งแยกขาดกันไม่ได้<br/><u>ครูผู้สอน</u><br/>ลักษณะของครูไทยมีทัศนคติ<br/>และ Mindset ที่มีความเป็น<br/>Individual สูง ซึ่งต่างกับ<br/>ต่างประเทศที่ครูจะต้องมีการ<br/>ประชุมกัน ซึ่งเป็นปัญหาตั้งแต่<br/>ระบบโครงสร้างที่แยกกลุ่มสาระ<br/>ทำให้การบูรณาการระหว่าง<br/>กลุ่มสาระทำได้ยาก ครูไม่ค่อย<br/>คุยกัน ถ้าปรับหลักสูตรเป็น<br/>ฐานสมรรถนะอาจจะ<br/>ทำให้ดีขึ้น</p> | <p><u>ภาครัฐ</u><br/>แนวโน้มของภาครัฐสนับสนุน<br/>สะเต็ม อยากติดตามโรงเรียน<br/>และพยายามผลักดัน แต่ใน<br/>ระดับภาครัฐดันได้ไม่ไกล<br/>เพราะติดอุปสรรคหลายอย่าง<br/><u>ครูผู้สอน</u><br/>ปัญหาที่เกิดขึ้นในการนำ<br/>สะเต็มศึกษาไปใช้ในปัจจุบัน มี<br/>ทั้งปัญหาเรื่องตารางสอนครู<br/>เยอะให้แต่ละสาระวางตรงกัน<br/>ยาก และที่สำคัญคือครูไม่รู้ว่าจะ<br/>สะเต็มจริง ๆ คืออะไร และยัง<br/>พยายามที่จะยึดรายวิชา<br/>ตนเองเป็นหลัก รวมถึงตาม<br/>หลักของสะเต็มต้องมีการ<br/>ประเมินงานแต่ครูยังไม่รู้ว่า<br/>ประเมินอย่างไรจากตรงไหน<br/>ปัญหาในการสอนสะเต็ม ถ้าครู<br/>รายวิชานั้น ๆ ไม่มาสอน<br/>ร่วมกันในคาบที่จัดไว้ เด็กจะ<br/>มองไม่ออก ซึ่งการมีครู<br/>รายวิชานั้น ๆ เข้ามาช่วย<br/>อธิบายว่าความรู้นั้นเชื่อมโยง<br/>กับรายวิชาของตนอย่างไร จะ<br/>ง่ายกับการเข้าใจของผู้เรียน<br/>กว่ามาก และเป็นสิ่งที่สร้างความ<br/>แตกต่างมาก</p> | <p><u>ภาครัฐ</u><br/>ก่อนหน้านี้เป็นเชิงนโยบายว่า<br/>ต้องมีการจัดการเรียนรู้แบบ<br/>สะเต็มศึกษา และมีการ<br/>ปรับปรุงในปัจจุบันว่าต้องมีการ<br/>จัดการเรียนการสอนในรูปแบบ<br/>สะเต็มหรือสะเต็มบวกกับอื่น ๆ<br/>ปัจจุบันมีแนวโน้มนำเกี่ยวกับ<br/>หลักสูตรฐานสมรรถนะ<br/><u>ครูผู้สอน</u><br/>ครูต้องเข้าใจกระบวนการสะ<br/>เต็มให้ชัดเจนก่อนถึงจะนำไปใช้<br/>ได้ ควรมีการอบรมครูก่อน<br/>นำไปใช้ หากศึกษาด้วยตนเอง<br/>อาจไม่เกิดแนวคิดที่ชัดเจนและ<br/>อาจเกิดความเข้าใจ<br/>คลาดเคลื่อน ครูหลายคนมอง<br/>ว่ามาตรฐานและตัวชี้วัดมี<br/>ค่อนข้างเยอะจะบูรณาการให้<br/>ครบไม่สามารถทำได้ จึงควร<br/>เน้นว่าให้ผู้เรียนเชื่อมโยง<br/>ความรู้และนำความรู้ขึ้นมา<br/>แก้ปัญหาได้อย่างไรเป็นสิ่ง<br/>สำคัญที่จะมีการเรียนรู้แบบ<br/>สะเต็ม การนำสะเต็มไปใช้อาจ<br/>เป็นเนื้อหาหน่วยใดหน่วยหนึ่ง<br/>หรือภาระงานรวบยอดจากสิ่งที่<br/>สอนเนื้อหาทั้งหมดเพื่อให้<br/>ผู้เรียนได้เชื่อมโยงองค์ความรู้<br/>และนำไปใช้แก้ปัญหา</p> |

| ประเด็น<br>(จากข้อ<br>คำถามที่)  | ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1   | ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 2  | ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 3  |
|--|---|--|--|
| <p>สื่อการเรียนรู้<br/>สะเต็มศึกษา<br/>สำหรับนิสิต<br/>ฝึก<br/>ประสบการณ์<br/>วิชาชีพครู<br/>(5+6)</p> | <p><u>ความจำเป็น</u><br/>ต้องให้นิสิตฯ เข้าใจคอนเซ็ปต์<br/>หลักว่าสะเต็มศึกษาเป็นแนว<br/>การจัดการศึกษา ไม่ใช่รูปแบบ<br/>การสอน<br/><u>องค์ประกอบที่ควรเน้น</u><br/>ต้องบูรณาการให้เป็น เอหาหลัก<br/>บูรณาการมาใช้ให้ได้ และ<br/>สัดส่วนในการคิดโครงการว่า<br/>ในแต่ละวิชาควรมีสัดส่วนมาก<br/>น้อยแค่ไหน โดยต้องวิเคราะห์<br/>หลักสูตรว่าในชิ้นงานหนึ่ง ๆ<br/>ควรมีสัดส่วนอย่างไร</p>   | <p><u>ความจำเป็น</u><br/>จำเป็นที่ต้องมีสื่อการเรียนรู้ที่<br/>ให้นิสิตฯ มองให้ออกว่าสาระ<br/>ต่าง ๆ ไม่แยกกัน ผู้เรียน<br/>สำคัญและต้อง มองความ<br/>ต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ<br/>รวมถึงมองครูด้วยกันซึ่งเป็น<br/>ผู้ร่วมงาน<br/><u>องค์ประกอบที่ควรเน้น</u><br/>วัตถุประสงค์ว่าทำไมควรสอน<br/>สะเต็ม ผลงานออกมาจะเป็น<br/>อย่างไร และกระบวนการ</p>   | <p><u>ความจำเป็น</u><br/>การที่นิสิตฯ ได้เรียนรู้<br/>กระบวนการสะเต็มหรือสะเต็ม<br/>จะให้นิสิตฯ ได้เรียนรู้<br/>กระบวนการเชื่อมโยงความรู้ใน<br/>ศาสตร์ต่าง ๆ และ ควรมีการ<br/>กำหนดเงื่อนไขที่จำเป็นให้นิสิต<br/>ได้แก้ไขปัญหามาภายใต้<br/>สถานการณ์ที่กำหนด ได้ฝึกการ<br/>ทำงานร่วมกัน<br/><u>องค์ประกอบที่ควรเน้น</u><br/>ต้องมีวิธีการวัด อาจใช้เป็น<br/>แบบทดสอบก่อนเรียน-หลัง<br/>เรียน แบบสังเกตพฤติกรรม</p>   |
| <p>ลักษณะของ<br/>ครูที่จะ<br/>จัดการเรียนรู้<br/>สะเต็มศึกษา<br/>(7+8+9)</p>                           | <p><u>ความสำคัญในการร่วมมือกับ<br/>ครูต่างสาระ</u><br/>มีความสำคัญ แต่ทำได้ยาก ใน<br/>การที่จะคิดโปรเจกต์ขึ้นให้<br/>ตอบสนองสาระต่าง ๆ ที่<br/>เกี่ยวข้องได้ควรมาคุยว่าหัว<br/>เรื่องจะทำอะไรเพื่อให้เกิดการ<br/>เรียนรู้และองค์ความรู้ที่ตรง<br/>ตามเป้าประสงค์ของหลักสูตร<br/>และการสอนร่วมกัน ซึ่งเป็นสิ่ง<br/>ที่คิดยากแต่เมื่อคิดแล้วครูก็จะ<br/>รู้ว่าเนื้อหาควรจะมีสัดส่วน<br/>อย่างไร จะประเมินอย่างไร<br/>จากตรงไหนได้บ้าง ในขั้นตอน<br/>ไหน</p> | <p><u>ความสำคัญในการร่วมมือกับ<br/>ครูต่างสาระ</u><br/>ต้องวางแผนการจัดการเรียนรู้<br/>ร่วมกันเยอะ ๆ เรียนรู้ร่วมกัน<br/>ให้ครูศิลปะเป็นตัวเชื่อม<br/>ประเมินผลร่วมกัน โรงเรียน<br/>ควรต้องจัดตารางสอนเพื่อ<br/>เอาไว้ให้ครูมีเวลามาร่วมกัน<br/>สอนสะเต็ม และควรจัดห้อง<br/>หรือโครงสร้างของการเรียนให้<br/>ไม่ไกลกันเกินไป และควรมี<br/>Course outline เพื่อดูว่าวิชา<br/>ต่าง ๆ กำลังสอนเรื่องอะไร</p> | <p><u>ความสำคัญในการร่วมมือกับ<br/>ครูต่างสาระ</u><br/>การบูรณาการสะเต็มศึกษา<br/>สามารถทำได้หลายแบบ แบบ<br/>แรกอาจารย์หลายกลุ่มสาระมา<br/>คุยกันร่วมกันวางแผนออกแบบ<br/>หน่วยการเรียนรู้ร่วมกัน และ<br/>จัดกิจกรรมร่วมกัน ซึ่งจะเกิด<br/>Theme ใหญ่ที่น่าสนใจ แต่มี<br/>ปัจจัยหลายอย่างที่ต้องคำนึงถึง<br/>เช่น นโยบายการบริหาร การ<br/>จัดตารางสอน การประเมินผล<br/>หรืออาจใช้อีกวิธีคือ อาจารย์<br/>สอนวิชาใดวิชาหนึ่ง ยึดวิชา<br/>ตนเองเป็นแกนแล้วบูรณาการ<br/>วิชาอื่นก็สามารถทำได้ ขึ้นอยู่<br/>กับบริบทของสถานศึกษา</p> |

| ประเด็น<br>(จากข้อ<br>คำถามที่) | ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1  | ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 2   | ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 3   |
|---------------------------------|--|---|---|
|                                 | <p><b>ลักษณะครู</b><br/>ยึดหยุ่นสูง คิดบวก สร้างสรรค์ (คิด-ทำ-พูดอย่างสร้างสรรค์) ต้องเปิดใจยอมรับ หรือจะเรียกว่าเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลงก็ได้ พร้อมทั้งจะเปลี่ยนแปลงทุกสถานการณ์ ทั้งในภาวะที่เป็นผู้นำและผู้ตามในการทำงานร่วมกับผู้อื่น และสิ่งที่ต้องรู้คือการเชื่อมโยง <u>แผนการเรียนรู้สะเต็ม</u> ในการประเมินการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ต่างสาระ สามารถแยกกันประเมิน ระหว่างทำ และมาประเมิน Summative ร่วมกัน ในการประเมินแผนอาจดู องค์ประกอบว่า STEAM เอาไปใช้อย่างไรตรงไหนของ กิจกรรมสอดคล้องกับสิ่งที่ ออกแบบการเรียนการสอน หรือไม่ แผนสะเต็มที่ดีควรให้เห็นครบว่าทุกสารถนำไปใช้อย่างไร สัดส่วนมากน้อย แล้วแต่ตัวหัวข้อ และต้องเห็น การเชื่อมโยงสาระออกมาได้ อย่างสอดคล้องประสานกันเพื่อนำพาซึ่งผลิตภัณฑ์หรือผลที่จะเกิดขึ้น</p> | <p><b>ลักษณะครู</b><br/>ครูที่จะริเริ่มการสอนสะเต็ม ศึกษาต้อง ใจกว้าง เปิดใจกัน ในการขอความช่วยเหลือ ต้องมีความรู้และเข้าใจในวิชาของตนเองก่อน ต้องเข้าใจใน ศาสตร์ที่สนใจจะพัฒนาเด็ก (STEAM) และต้องมี Mindset ที่อยากจะพัฒนาเด็ก ต้องรู้ ตัวชี้วัดและมาตรฐานการ เรียนรู้ของวิชาต่าง ๆ เพื่อมาดูว่าอะไรจะเชื่อมโยงกันได้ ครู ต้องเก่งและมีความรู้เพียงพอที่จะให้แนวทางเด็กในการ ทำชิ้นงานหรือแก้ปัญหาตาม สาระการเรียนรู้ของตนได้ <u>แผนการเรียนรู้สะเต็ม</u> ในแผนการเรียนรู้ต้องมีค่าน้ำหนัก เวลา เนื้อเรื่อง ซึ่ง แผนก็จะมีที่ยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ การวัดและประเมินผลต้อง ประเมินองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ ผลงานโดยประเมินผ่าน แบบประเมินนวัตกรรมหรือ ประเมินผลงาน วัดผลความรู้ วัดโดยเจ้าของวิชานั้น ๆ อาจ ใช้แบบสอบหรือช่องทางอื่น ๆ และวัดผลกระบวนการ เช่น ทักษะ</p> | <p><b>ลักษณะครู</b><br/>ต้องรู้เรื่อง กระบวนการสะเต็ม จัดการเรียนรู้รูปแบบไหน จัด กิจกรรมอย่างไร มีการวัดและ ประเมินผลอย่างไร ต้องมีการ จัดการอบรมให้ครูเข้าใจแนวคิด และมีทักษะในการจัดการ <u>เรียนรู้สะเต็มศึกษา</u> <u>แผนการเรียนรู้สะเต็ม</u> องค์ประกอบของแผน ต้อง ออกแบบว่าจะสอนอะไร สอน อย่างไร วัดประเมินผลอย่างไร จะเตรียมสื่ออะไรบ้างให้ผู้เรียน การประเมินผลควรต้อง ประเมินตามสภาพจริง เน้น กระบวนการพัฒนาคุณลักษณะ สมรรถนะ หรือทักษะใน ศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียน เน้น ไปที่วัดทักษะและกระบวนการ ที่จะเกิดขึ้นกับผู้เรียน เช่น กระบวนการคิดและแก้ปัญหา กระบวนการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ความร่วมมือในการทำงานเป็น ทีม</p> |

| ประเด็น<br>(จากข้อ<br>คำถามที่)  | ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1  | ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 2 | ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 3   |
|--|--|-----------------------|---|
| ข้อเสนอแนะ<br>เพิ่มเติม<br>ต่อการ<br>พัฒนา<br>นวัตกรรมใน<br>การวิจัย<br>(10) | ควรแบ่งเลเวลเกม ให้ครู<br>ละลายพฤติกรรม เน้น<br>Content ให้สะท้อนว่าไม่ได้<br>ลึงค์กับเพื่อนที่รู้ศาสตร์นั้นจริง<br>ๆ จะเกิดปัญหาอะไรบ้าง อาจ<br>ให้มีโปสเตอร์นี้ และบอกว่า<br>ถ้าจะต้องอาศัยคนใน<br>ศาสตร์ไหนบ้างมาช่วยเพื่อ<br>สร้าง | -                     | ต้องเข้าใจแนวคิดของสะเต็ม<br>และดูว่าจะวัดอย่างไรว่านิสิตฯ<br>มีองค์ความรู้สะเต็ม สามารถ<br>ออกแบบการเรียนรู้ได้ด้วย<br>ตนเองหลังใช้งานนวัตกรรม |

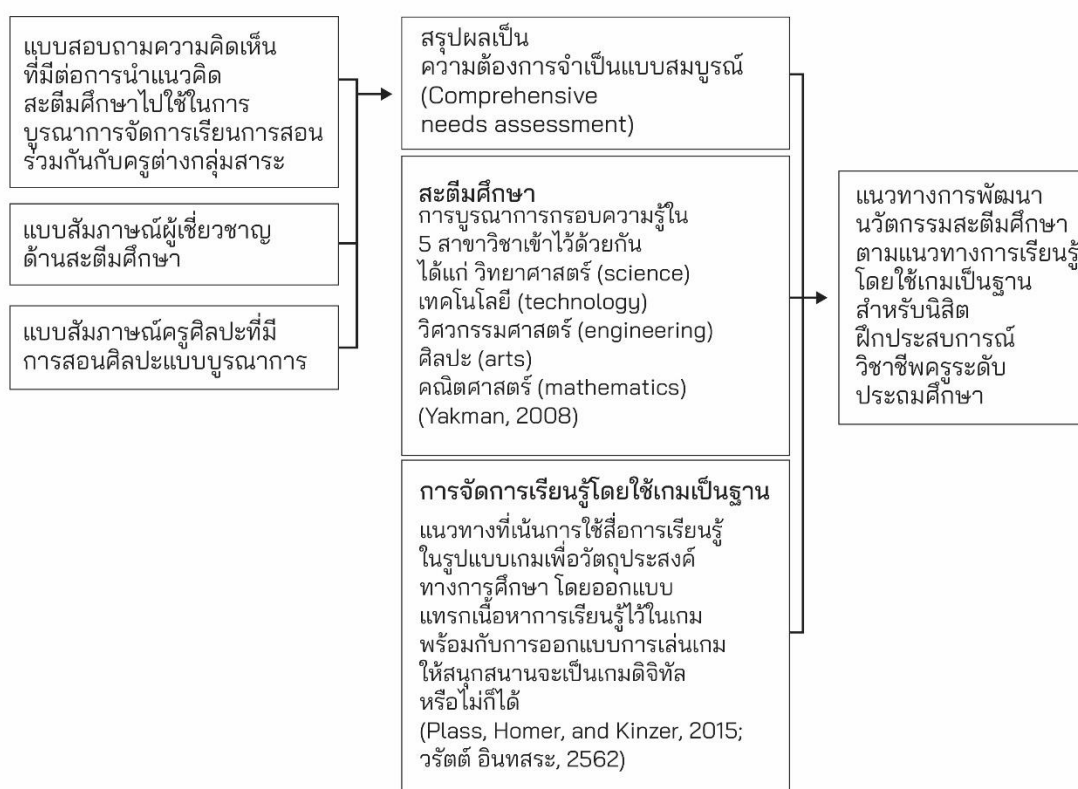
ตารางที่ 4.11 สรุปผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา

สรุปผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา 3 ท่าน พบว่า แนวคิดสะเต็มศึกษามีความ  
ต้องการจำเป็นในการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เนื่องจากมีความแตกต่างกับการบูรณาการรูปแบบ  
อื่น ๆ โดยมีวิธีการและกระบวนการที่เน้นการคิดและแก้ปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้แก้ปัญหา  
ซึ่งแตกต่างจากการบูรณาการรูปแบบอื่น ๆ ที่นำเนื้อหาเข้ามาบูรณาการเพียงอย่างเดียว โดย  
สะเต็มศึกษามีประโยชน์ในการทำให้ผู้เรียนเห็นภาพองค์รวม พัฒนาสมองทั้งสองซีกทั้งด้านศาสตร์และ  
ศิลป์ มีทักษะการคิดคำนวณร่วมกับสุนทรียภาพ มีทักษะการคิดแก้ปัญหา ในสถานการณ์ปัจจุบันซึ่ง  
สะเต็มได้รับการสนับสนุนมากกว่าสะเต็ม ควรมีการปรับเปลี่ยนจากสะเต็มเป็นสะเต็มศึกษา เนื่องจาก  
รอบตัวของผู้เรียนมีทั้งวิทยาศาสตร์และศิลปะผสมผสานกัน แยกกันไม่ขาด นอกจากนั้นจาก  
ประสบการณ์ตรงของผู้เชี่ยวชาญ การใช้สะเต็มศึกษา ผู้เรียนสามารถทำงานได้แต่จะขาดทักษะ  
ในการอธิบายผลงาน เมื่อนำสะเต็มเข้ามาใช้ผู้เรียนสามารถอธิบายผลงานได้จากทั้งองค์ความรู้เรื่อง  
ภาษาและศิลปะเข้ามาช่วยบูรณาการ ทำให้ผู้เรียนพัฒนาแบบองค์รวมได้ดีกว่าสะเต็มศึกษา โดย  
สภาพปัจจุบันในการนำสะเต็มศึกษาไปใช้นั้นในส่วนของภาครัฐ ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อมูลที่สอดคล้องกันว่า  
ภาครัฐสนับสนุนสะเต็มศึกษา โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)  
สะเต็มศึกษาจึงไม่ได้รับความนิยม และความสนใจมากนัก ทั้งสะเต็มและสะเต็มยังมีอุปสรรคหลาย  
ประการด้วยกันในการนำไปใช้จริงในโรงเรียน ปัจจุบันมีแนวโน้มเกี่ยวกับหลักสูตรฐานสมรรถนะที่อาจ  
เข้ามาช่วยแก้ปัญหาบางประการได้ โดยในส่วนของครูผู้สอน มีปัญหาในด้านระบบโครงสร้างและ  
ลักษณะของครู โดยระบบโครงสร้างที่แยกกลุ่มสาระ ทำให้การบูรณาการระหว่างกลุ่มสาระทำได้ยาก  
ครูไม่ค่อยคุยกัน และการจัดตารางสอนมีอุปสรรคที่ครูมีภาระคาบสอนเยอะทำให้แต่ละสาระว่าง

ตรงกันยาก ไม่สามารถประชุมวางแผนร่วมกัน หรือเข้ามาร่วมสอนร่วมกันได้ ซึ่งจากประสบการณ์ของผู้ให้สัมภาษณ์ การมีครูรายวิชานั้น ๆ เข้ามาช่วยอธิบายว่าความรู้นั้นเชื่อมโยงกับรายวิชาของตนอย่างไร จะง่ายกับการเข้าใจของผู้เรียนกว่ามาก ปัญหาดังกล่าวยังสะท้อนไปถึงลักษณะของครูไทยที่ต่างคนต่างสอน นอกจากนั้นครูยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา การประเมิน วิธีการสอน ดังนั้นครูต้องเข้าใจกระบวนการสะเต็มให้ชัดเจนก่อน ควรมีการอบรมครูก่อนนำไปใช้ หากครูศึกษาด้วยตนเองอาจไม่เกิดแนวคิดที่ชัดเจนและมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน สื่อการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูนั้น มีความจำเป็นที่ต้องมีสื่อการเรียนรู้ที่ให้นิสิตฯ เข้าใจคอนเซ็ปต์หลักว่าสะเต็มศึกษาเป็นแนวการจัดการศึกษาเชิงบูรณาการ มองเห็นว่าสาระต่าง ๆ ไม่แยกกัน ผู้เรียนมีความสำคัญ และต้องเห็นความสำคัญในการร่วมมือกับครูด้วยกัน การที่นิสิตฯ ได้เรียนรู้กระบวนการสะเต็มหรือสะเต็มจะทำให้นิสิตได้เรียนรู้การเชื่อมโยงความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ และ ควรมีการกำหนดเงื่อนไขที่จำเป็นให้นิสิตได้แก้ไขปัญหามาภายใต้สถานการณ์ที่กำหนด ได้ฝึกการทำงานร่วมกัน องค์กรประกอบที่ควรเน้นในการจัดทำสื่อการเรียนรู้ คือ วัตถุประสงค์ว่าทำไมควรสอนสะเต็ม ผลงานออกมาจะเป็นอย่างไร และกระบวนการ ต้องเน้นให้นิสิตมีทักษะในการนำการบูรณาการไปใช้ มีการกำหนดสัดส่วนของแต่ละรายวิชาในโครงการหนึ่ง ๆ และควรมีวิธีการวัดความรู้ของนิสิตฯ ในการใช้สื่อดังกล่าว อาจใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน หรือแบบสังเกตพฤติกรรม ซึ่งการพัฒนานิสิตฯ ให้เป็นครูสะเต็มศึกษาได้ในอนาคตนั้น ผู้เชี่ยวชาญได้ระบุความสำคัญในการร่วมมือกับครูต่างกลุ่มสาระไว้ว่า มีความสำคัญ แต่ทำได้ยาก โดยถ้าครูหลายกลุ่มสาระมาคุยกันร่วมกันวางแผนออกแบบหน่วยการเรียนรู้ร่วมกัน และจัดกิจกรรมร่วมกัน จะเกิด Theme ใหญ่ที่น่าสนใจ อย่างไรก็ตามมีปัจจัยหลายอย่างที่ต้องคำนึงถึง เช่น นโยบายการบริหาร การจัดตารางสอน การประเมินผล โดยโรงเรียนควรต้องจัดตารางสอนเพื่อเอาไว้นให้ครูมีเวลาร่วมกันสอนสะเต็ม และควรจัดห้องหรือโครงสร้างของการเรียนให้ไม่ไกลกันเกินไป และควรมี Course outline เพื่อดูว่าวิชาต่าง ๆ กำลังสอนเรื่องอะไร ลักษณะของครูที่จะจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษานั้นควรใจกว้าง เปิดใจกันในการขอความช่วยเหลือ ยืดหยุ่นสูง คิดบวก สร้างสรรค์ (คิด-ทำ-พูดอย่างสร้างสรรค์) ต้องมีความรู้และเข้าใจในวิชาของตนเอง ต้องมี Mindset ที่อยากจะพัฒนาผู้เรียน ต้องรู้ตัวชีวิตและมาตรฐานการเรียนรู้ของวิชาต่าง ๆ เพื่อมาดูว่าจะอะไรจะเชื่อมโยงกันได้ ครูต้องเก่งและมีความรู้เพียงพอที่จะให้แนวทางเด็กในการทำชิ้นงานหรือแก้ปัญหาตามสาระการเรียนรู้ของตนได้ ต้องรู้กระบวนการสะเต็ม สำหรับแผนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาควรมีองค์ประกอบว่าต้องการสอนอะไร สอนอย่างไร วัดประเมินผลอย่างไร จะเตรียมสื่ออะไรบ้างให้ผู้เรียน ต้องมีค่าน้ำหนัก เวลา เนื้อเรื่อง แผนสะเต็มที่ดีควรให้เห็นครบว่าทุกสารถนำไปใช้อย่างไร สัดส่วนมากน้อยแล้วแต่ตัวหัวข้อ และต้องเห็นการเชื่อมโยงสาระออกมาได้อย่างสอดคล้องกันเพื่อนำพาซึ่งผลิตภัณฑ์หรือผลที่จะเกิดขึ้น การประเมินผลการเรียนรู้สะเต็มศึกษานั้นควรต้องประเมินตาม

สภาพจริง ต่างสาระสามารถแยกกันประเมินระหว่างทำ (Formative assessment) และมาประเมินผลรวม (Summative assessment) ร่วมกัน โดยควรมีการประเมินองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ 1) ประเมินผลงานโดยประเมินผ่านแบบประเมินนวัตกรรมหรือผลงาน 2) ประเมินความรู้โดยเจ้าของวิชานั้น ๆ อาจใช้แบบสอบหรือช่องทางอื่น ๆ 3) ประเมินกระบวนการ เช่น ทักษะกระบวนการคิดและแก้ปัญหา กระบวนการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ความร่วมมือในการทำงานเป็นทีม

#### 4) แนวทางการพัฒนานวัตกรรม



ภาพที่ 4.12 การดำเนินการสรุปแนวทางการพัฒนานวัตกรรม

จากผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน และความต้องการ ผ่านการสอบถามความคิดเห็นของครูฯ การสัมภาษณ์ครุศิลปะที่มีการสอนแบบบูรณาการและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษาร่วมกับการศึกษาแนวคิดสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสามารถนำผลมาสรุปเป็นการวิจัยประเมินความต้องการจำเป็นแบบสมบูรณ์ (Comprehensive needs assessment) ได้ดังนี้



### 1) การระบุความต้องการจำเป็น (Needs identification)

ผลจากผู้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็น จำนวน 400 คน ( $n=400$ ) มีครูที่เคยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 209 คน (52.25%) และไม่เคย จำนวน 191 คน (47.75%) ภาพรวมของแบบสอบถามผลการประเมินมีค่าเฉลี่ยของสภาพที่พึงประสงค์ในแต่ละข้อคำถามอยู่ในระดับมาก และค่าเฉลี่ยของสภาพปัจจุบันอยู่ในระดับปานกลาง-มาก ทุกข้อมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในเกณฑ์ น้อยกว่า 1.25 แปลผลว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นใกล้เคียงกันหรือเหมือนกัน สภาพปัจจุบันขององค์ความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษาของครูค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ( $\bar{X}=3.37$ ) และสภาพที่พึงประสงค์ค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X}=4.08$ ) โดยมีดัชนีลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (PNI modified) เฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.213 สภาพปัจจุบันของการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปปฏิบัติของครูค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ( $\bar{X}=3.44$ ) และสภาพที่พึงประสงค์ค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X}=4.12$ ) โดยมีดัชนีลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (PNI modified) เฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.197 ระดับปัญหาและอุปสรรคมีค่าเฉลี่ยรวมในระดับปานกลาง ( $\bar{X}=3.38$ ) โดยในแต่ละหมวดได้ทำการจัดลำดับความต้องการจำเป็น โดยผู้วิจัยเสนอเฉพาะ 3 ลำดับแรก สรุปเป็นตารางได้ดังต่อไปนี้

| ตอน-หมวด/<br>ประเด็น                                    | ลำดับ | ความต้องการจำเป็น  | PNImod    |
|---|-------|--|-----------|
| ตอนที่ 2-ก.<br>องค์ความรู้<br>แนวคิด<br>สะเต็มศึกษา     | 1     | ถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับแนวคิดสะเต็มศึกษาให้กับครูท่าน<br>อื่นได้                               | 0.241     |
|   | 2     | แหล่งการเรียนรู้หรือเครื่องมือการเรียนรู้ให้ความรู้<br>เกี่ยวกับแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เข้าถึงได้ | 0.235     |
|   | 3     | ความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ใน<br>การสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา               | 0.231     |
| ตอนที่ 2-ข.<br>การนำไปปฏิบัติ                           | 1     | สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแนวคิด<br>สะเต็มศึกษา  | 0.230     |
|   | 2     | การจัดการอบรมให้ครูมีความรู้และสามารถในการ<br>ปฏิบัติการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา                | 0.229     |
|   | 3     | สามารถออกแบบสื่อการเรียนรู้สำหรับใช้สอนตาม<br>แนวคิดสะเต็มศึกษา                                | 0.222     |
| ตอน-หมวด  | ลำดับ | ประเด็นปัญหา   | ค่าเฉลี่ย |
| ตอนที่ 2-ค.<br>ปัญหาและ<br>อุปสรรค                      | 1     | การสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ   | 3.45      |
|   | 2     | ความพร้อมของอุปกรณ์การเรียนการสอน  | 3.44      |
|   | 3     | ความพร้อมของสื่อการเรียนการสอน   | 3.43      |
| ตอน-ข้อ   | ลำดับ | ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ   | ความถี่   |
| ตอนที่ 3 – 1.<br>การเสนอองค์<br>ความรู้หรือฝึก<br>ทักษะ | 1     | ทักษะการคิดวิเคราะห์   | 51        |
|   | 2     | ทักษะการสร้างสื่อการเรียนการสอน  | 46        |
|   | 3     | กระบวนการจัดการเรียนการสอน   | 36        |
| ตอนที่ 3 – 2.<br>จุดเน้น                                | 1     | นำไปใช้ได้จริง   | 54        |
|   | 2     | ทักษะการคิดวิเคราะห์   | 40        |
|   | 3     | การนำไปใช้จัดการเรียนการสอน  | 25        |
| ตอนที่ 3 – 3.<br>ข้อเสนอแนะอื่น ๆ                       | 1     | ควรมีการจัดอบรม  | 25        |
|   | 2     | ควรมีสื่อที่หลากหลายใช้งานง่าย   | 14        |
|   | 3     | ควรนำไปใช้ได้จริง  | 9         |

ตารางที่ 4.12 สรุปผลความต้องการจำเป็น 3 ลำดับแรกในแต่ละหมวด

ผลจากการสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการมีประเด็นความต้องการจำเป็นที่สำคัญ ดังนี้

1) สภาพปัจจุบันมีการบูรณาการศิลปะเข้ากับรายวิชาดังต่อไปนี้ วิทยาศาสตร์ การงานอาชีพ ประวัติศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์

2) ครูแต่ละท่านมีบริบทโรงเรียนที่แตกต่างกัน และวิธีการวางแผนจัดการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน ได้แก่ วางแผนการสอนด้วยตนเอง วางแผนการสอนโดยมีการปรึกษากับครูท่านอื่น และประชุมและศึกษาร่วมกันระหว่างกลุ่มสาระ ซึ่งทั้งสามแนวทางให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน

3) ปัญหาสำคัญที่พบ คือ ความเข้าใจในการบูรณาการของครูที่ยังไม่ถูกต้องทำให้ปัจจุบันการบูรณาการแบบสะเต็มศึกษาที่เกิดขึ้นมีรูปแบบที่ไม่ถูกต้องเท่าที่ควร

4) ครูทั้งสามท่านเห็นสอดคล้องกันว่า การบูรณาการวิชาศิลปะเข้ากับรายวิชาอื่นนั้น มีประโยชน์กับผู้เรียน โดยความรู้ถูกเชื่อมโยงกับศิลปะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญและเข้าใจวิชาศิลปะมากขึ้น

5) สภาพปัจจุบันของการจัดการสอนแบบสะเต็มศึกษา ครูวิทย์-คณิตมักเป็นบทบาทหลัก ควรปรับให้ศิลปะเป็นหลัก และมีครูศิลปะเข้าไปช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับศิลปะให้ถูกต้อง โดยในการพัฒนานวัตกรรมสำหรับส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาให้กับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ครูระดับประถมศึกษา ควรให้นิสิตฯ สาขาศิลปศึกษาเป็นหนึ่งในกลุ่มเป้าหมายสำหรับใช้นวัตกรรมด้วย เพื่อพัฒนานิสิตฯ ให้มีองค์ความรู้และทักษะสะเต็มศึกษา ร่วมกับสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับวิชาศิลปะที่ถูกต้องให้กับนิสิตสาขาอื่น ๆ

6) มีความจำเป็นในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับสอนสะเต็มศึกษา เนื่องจากจะช่วยให้เกิดแนวทางการวางแผนการสอนระหว่างกลุ่มสาระ ทำให้ครูมีความเข้าใจที่ถูกต้องในหลักการบูรณาการ

7) แนวทางการออกแบบนวัตกรรมของการวิจัยในครั้งนี้ ครูศิลปะฯ มีความเห็นว่าการมีองค์ประกอบ ดังนี้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด วัตถุประสงค์ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง หลักของสะเต็มศึกษา การวัดประเมินผล สื่อการเรียนการสอน ขั้นตอนชัดเจนในการพัฒนาแผนการสอน หน่วยการเรียนรู้ สมรรถนะและทักษะ ตัวอย่างที่ชัดเจนใช้จริงได้ บทบาทครู-นักเรียน เนื้อหาโดยสรุปในแต่ละวิชา

ผลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษามีประเด็นความต้องการจำเป็นที่สำคัญ ดังนี้

1) สะเต็มศึกษามีความต้องการจำเป็นในการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เนื่องจากมีความแตกต่างกับการบูรณาการรูปแบบอื่น ๆ

2) สะเต็มศึกษามีประโยชน์ในการทำให้ผู้เรียนเห็นภาพองค์รวม พัฒนาสมองทั้งสองซีกทั้งด้านศาสตร์และศิลป์ ทำให้เกิดทักษะการคิดคำนวณร่วมกับสุนทรียภาพ มีทักษะการคิดแก้ปัญหา ช่วยเรื่องการสื่อสารแนวคิด

3) สถานการณ์ปัจจุบัน ภาครัฐสนับสนุนสะสมเต็มมากกว่าสะสมควรมีการปรับ เปลี่ยน จากสะสมเป็นสะสมศึกษา โดยยังมีอุปสรรคหลายประการด้วยกันในการนำไปใช้จริงในโรงเรียน ปัจจุบันมีแนวโน้มเกี่ยวกับหลักสูตรฐานสมรรถนะที่อาจเข้ามาช่วยแก้ปัญหาบางประการได้

4) การสอนสะสมศึกษาจำเป็นต้องมีครูหลายกลุ่มสาระมาร่วมกันวางแผน และ ร่วมกันสอน โดยครูยังขาดความเข้าใจ การประเมิน วิธีสอน กระบวนการสะสมศึกษา ควรจัดอบรมก่อน

5) มีความจำเป็นที่ต้องมีสื่อการเรียนรู้สำหรับนิสิตฯ โดยเน้นสร้างความเข้าใจ สะสมศึกษา ให้นิสิตฯ เห็นความสำคัญของการร่วมมือกัน ฝึกแก้ปัญหา ทำงานร่วมกัน

6) แนวทางการออกแบบนวัตกรรมของการวิจัยในครั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า ควรเน้นให้เห็นวัตถุประสงค์ว่าทำไมควรสอนด้วยรูปแบบสะสมศึกษา ผลงานออกมาจะเป็นอย่างไร เน้นความเข้าใจในกระบวนการ การวัดประเมินผล และทักษะการนำไปใช้

## 2) การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็น (Needs analysis)

เมื่อวิเคราะห์ผลจากการสอบถามความคิดเห็นและการสัมภาษณ์สามารถจำแนกความต้องการจำเป็นในการพัฒนานวัตกรรมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สะสมศึกษาให้กับนิสิตฝึกประสบการณ์ วิชาชีพครูระดับประถมศึกษาได้ดังนี้

1) ความจำเป็นในการจัดการเรียนการสอนด้วยแนวคิดสะสมศึกษา จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านสะสมศึกษาซึ่งระบุว่าสะสมศึกษาที่มีความต้องการจำเป็นในการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เนื่องจากมีความแตกต่างกับการบูรณาการรูปแบบอื่น ๆ มีประโยชน์ในการทำให้ผู้เรียน เห็นภาพองค์รวม พัฒนาสมองทั้งสองซีกทั้งด้านศาสตร์และศิลป์ ทำให้เกิดทักษะการคิดคำนวณ ร่วมกับสุนทรียภาพ มีทักษะการคิดแก้ปัญหา ช่วยเรื่องการสื่อสารแนวคิด ซึ่งการนำศิลปะเข้ามา บูรณาการกับวิชาอื่น ๆ นั้นครูศิลปะที่มีการสอนแบบบูรณาการได้ให้ความเห็นไว้ว่า ความรู้ที่ถูก เชื่อมโยงกับศิลปะนั้นจะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของวิชาศิลปะมากขึ้น เข้าใจวิชาศิลปะมากขึ้น แสดงให้เห็นว่ามีความจำเป็นในการจัดการเรียนการสอนด้วยแนวคิดสะสมศึกษา ประกอบกับ ความเห็นของครูศิลปะที่มีการสอนแบบบูรณาการ ซึ่งระบุว่า สภาพปัจจุบันมีการบูรณาการศิลปะเข้ากับรายวิชาดังต่อไปนี้ วิทยาศาสตร์ การงานอาชีพ ประวัติศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับสาระวิชาของสะสมศึกษาทำให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้จริงในการ บูรณาการสาระดังกล่าวเข้าด้วยกันในทางปฏิบัติ

2) สภาพปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนด้วยแนวคิดสะสมศึกษา พบว่า สภาพปัจจุบันในด้านองค์ความรู้และด้านการนำสะสมศึกษาไปปฏิบัติมีภาพรวมอยู่ในระดับ ปานกลาง แสดงให้เห็นว่า ครูมีองค์ความรู้และมีการนำแนวคิดสะสมศึกษาไปปฏิบัติในระดับหนึ่งแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามที่ระบุว่า มี 209 คน (52.25%) ที่เคยจัดการเรียน การสอนแบบสะสมศึกษาอยู่แล้ว อย่างไรก็ตามในการจัดการเรียนการสอนของครูยังมีปัญหาและ

อุปสรรคหลายประการ ซึ่งสามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้ เพื่อให้จัดการเรียนการสอนตามแนวคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจากค่าเฉลี่ยระดับปัญหาและอุปสรรค ข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ด้านการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ ( $\bar{X} = 3.45$ ) รองลงมาเป็นด้านความพร้อมของอุปกรณ์การเรียนการสอน ( $\bar{X} = 3.44$ ) และรองลงมาเป็นด้านความพร้อมของสื่อการเรียนการสอน ( $\bar{X} = 3.43$ ) ซึ่งปัญหาและอุปสรรคสำคัญดังกล่าวแสดงให้เห็นสาเหตุที่เกิดมาจากปัญหาในเชิงนโยบายซึ่งครูยังขาดการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐในการอบรมความรู้ให้สามารถบูรณาการการเรียนรู้อย่างถูกต้อง โดยมีนโยบายให้จัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ แต่ยังคงขาดการสนับสนุนอุปกรณ์และงบประมาณในการจัดทำสื่อการเรียนการสอน รวมไปถึงขาดเครื่องมือและแหล่งการเรียนรู้ที่จะเข้ามาช่วยสร้างความเข้าใจที่ตรงกัน สอดคล้องกับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษาซึ่งระบุว่าภาครัฐสนับสนุนสะเต็มมากกว่าสะเต็ม โดยปัญหาสำคัญอีกประการคือถึงแม้ว่าครูส่วนใหญ่จะมีประสบการณ์การสอนแบบบูรณาการอยู่แล้วจากผลที่พบว่าครูส่วนใหญ่มีประสบการณ์การสอนแบบบูรณาการมากกว่า 10 ปีขึ้นไป จำนวน 84 คน (21%) แต่จากการสัมภาษณ์ทั้งผู้เชี่ยวชาญและครูศิลปะที่มีการสอนแบบบูรณาการ นั้นพบว่าครูยังขาดความเข้าใจในกระบวนการสอนสะเต็มศึกษา ความเข้าใจในการบูรณาการของครูที่ยังไม่ถูกต้องทำให้ปัจจุบันการบูรณาการแบบสะเต็มศึกษาที่เกิดขึ้นมีรูปแบบที่ไม่ถูกต้องเท่าที่ควร และในการนำศิลปะเข้ามาบูรณาการยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเมื่อครูกลุ่มสาระอื่นนำไปบูรณาการโดยไม่วางแผนร่วมกับครูศิลปะ ดังนั้นจึงควรมีการอบรมหรือมีการให้ความรู้ให้ครูมีพื้นฐานการบูรณาการที่ถูกต้องก่อนนำไปปฏิบัติ รวมถึงในแต่ละโรงเรียนมีบริบทที่แตกต่างกัน จึงต้องมีการปรับใช้แนวทางที่แตกต่างกันให้เหมาะสมกับสภาพปัจจุบันของแต่ละโรงเรียน

3) ความจำเป็นในการมีนวัตกรรมสำหรับส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องสะเต็มศึกษา  
 ความคิดเห็นของครูในด้านการนำสะเต็มศึกษาไปปฏิบัติ มีลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นมากที่สุดคือ ต้องการที่จะสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสะเต็มศึกษาได้ รองลงมาต้องการให้มีการจัดการอบรม และรองลงมา ต้องการที่จะสามารถออกแบบสื่อการเรียนรู้สำหรับใช้สอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้ และด้านองค์ความรู้มีลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นมากที่สุดคือ ครูต้องการมีองค์ความรู้ไปถึงขั้นถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับแนวคิดสะเต็มศึกษาให้ครูท่านอื่นได้ รองลงมาต้องการให้มีแหล่งการเรียนรู้หรือเครื่องมือการเรียนรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาที่เข้าถึงได้ และรองลงมาต้องการเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางการวัดประเมินผล แสดงให้เห็นว่าครูต้องการการอบรมและเครื่องมือการเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้สะเต็มศึกษา การออกแบบกิจกรรมและสื่อ และการวัดและประเมินผล นอกจากนี้สภาพที่พึงประสงค์ในด้านองค์ความรู้และด้านการนำสะเต็มศึกษาไปปฏิบัติอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่าควรพัฒนาทัศนคติในการปรับการสอนให้เป็นรูปแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาของครูร่วมด้วย ประกอบกับความเห็นของครูศิลปะที่มีการสอนแบบบูรณาการ ซึ่งระบุว่ามีความจำเป็นในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับสอน

สะเต็มศึกษา เนื่องจากจะช่วยให้เกิดแนวทางการวางแผนการสอนระหว่างกลุ่มสาระ ทำให้ครูมีความเข้าใจที่ถูกต้องในหลักการบูรณาการ และความเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา ซึ่งระบุว่ามีความจำเป็นที่ต้องมีสื่อการเรียนรู้สำหรับนิสิตฯ โดยเน้นสร้างความเข้าใจสะเต็มศึกษา ให้นิสิตฯ เห็นความสำคัญของการร่วมมือกัน ฝึกแก้ปัญหา ทำงานร่วมกันเนื่องจากการสอนสะเต็มศึกษาจำเป็นต้องมีครูหลายกลุ่มสาระมาร่วมกันวางแผน และร่วมกันสอน ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุให้ควรมีนวัตกรรมซึ่งเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ในเรื่องสะเต็มศึกษาซึ่งจะสามารถตอบสนองความต้องการจำเป็นที่เกิดขึ้นดังกล่าว โดยนวัตกรรมดังกล่าวควรมีลักษณะสำคัญคือช่วยให้หลายกลุ่มสาระมาร่วมกันวางแผนการสอนแบบบูรณาการได้ สร้างความเข้าใจในแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ถูกต้องให้กับครู และพัฒนาทัศนคติให้เห็นความสำคัญของการบูรณาการการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

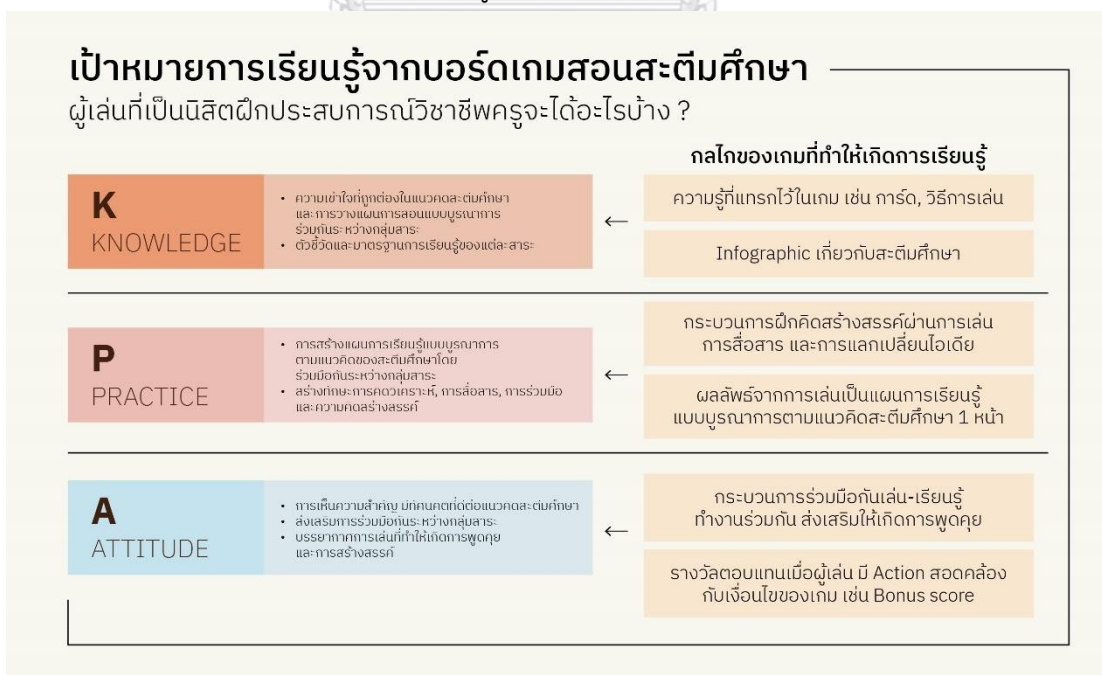
### 3) การกำหนดแนวทางการแก้ไข (Needs solution)

จากการประเมินมีความต้องการจำเป็นสำคัญในการวางแผนพัฒนาวัตกรรมฯ ให้สอดคล้อง โดยจุดเน้นสามารถสรุปเป็น “CHILD Model” มีรายละเอียดดังนี้ 1) C: Collaboration ส่งเสริมการร่วมมือ ทำให้เกิดการทำงานร่วมกันระหว่างกลุ่มสาระ 2) H: Harmony สร้างความเข้าใจร่วมกัน วางรากฐานให้เกิดความเข้าใจการบูรณาการและสะเต็มศึกษาอย่างถูกต้อง 3) I: Importance ทำให้เห็นความสำคัญ พัฒนาทัศนคติต่อสะเต็มศึกษา 4) L: Learning ให้ความรู้ รวมความรู้ที่ต้องใช้ในการวางแผนการจัดการสอนแบบสะเต็มศึกษาให้เข้าถึงง่าย เช่น หลักการ ตัวอย่างสื่อและแผนการเรียนรู้ การวัดประเมินผล 5) D: Doing ฝึกทักษะปฏิบัติ ออกแบบให้เครื่องมือมีกลไกให้ผู้ใช้ได้ฝึกทำจริง โดยพัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการวางแผนการสอน การนำไปใช้ในชั้นเรียน เมื่อพิจารณาโมเดลข้างต้นแล้วในการนำไปออกแบบจำเป็นต้องทำการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักสูตรระดับประถมศึกษา การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานิสิต กระบวนการจัดการอบรมเพื่อนำมาประกอบการวางแผนการออกแบบร่วมด้วย



ภาพที่ 4.13 โมเดลแนวทางการพัฒนาวัตกรรมการส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาให้กับ นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา “CHILD Model” (ณัชชา เจริญชนะกิจ และ โสมฉาย บุญญานันต์, 2023b)

จากผลการศึกษาและรวบรวมข้อมูล จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในระยะเวลาที่ 1 สามารถสังเคราะห์เป็นเป้าหมายการเรียนรู้ในการออกแบบนวัตกรรมได้ ดังนี้



ภาพที่ 4.14 เป้าหมายการเรียนรู้ในการออกแบบนวัตกรรม (KPA)

1) ด้านองค์ความรู้ ต้องสร้างให้ผู้เล่นเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องในแนวคิดสะเต็มศึกษาและการวางแผนการสอนแบบบูรณาการร่วมกันระหว่างกลุ่มสาระ โดยมีการให้ข้อมูลเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ได้แก่ แนวความคิด กรอบแนวคิด วิธีการออกแบบการเรียนรู้ บทบาทครู องค์กรประกอบในการบรรลุเป้าหมาย ตัวอย่าง วิธีการวัดประเมินผล วิธีการนำไปปฏิบัติ รวมไปถึงมีการสรุปเนื้อหาของตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ของแต่ละสาระไว้ในเกมเพื่อให้ผู้เล่นสามารถนำองค์ความรู้ดังกล่าวไปใช้ในการออกแบบแผนการเรียนรู้ที่ตรงตามหลักสูตรจากการเล่นได้ โดยกลไกของเกมที่จะสามารถสร้างองค์ความรู้ข้างต้นได้สามารถแทรกความรู้ไว้ในเกม ผ่านการ์ดและวิธีการเล่นของเกม รวมไปถึงมีการจัดทำ Infographic เพื่อให้ข้อมูลองค์ความรู้ด้านสะเต็มศึกษา

2) ด้านทักษะ ต้องสามารถฝึกทักษะผ่านการปฏิบัติจริง ให้ผู้เล่นสามารถสร้างแผนการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาโดยร่วมมือกันระหว่างกลุ่มสาระ โดยเป็นแผนการเรียนรู้ 1 หน้า ประกอบด้วย รายวิชาที่บูรณาการ สารการเรียนรู้ Theme จุดประสงค์การเรียนรู้ (KPA) กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดประเมินผล รวมถึงเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร การร่วมมือและความคิดสร้างสรรค์ผ่านการเล่นเกม โดยกลไกของเกมที่จะสามารถสร้างทักษะข้างต้นได้อาจให้ผู้เล่นฝึกคิดสร้างสรรค์ผ่านการเล่นได้ โดยมีเวลาหรือทรัพยากรจำกัดเพื่อกระตุ้นให้ผู้เล่นคิดฝึกทักษะการสื่อสารผ่านการให้ผู้เล่นนำเสนอไอเดียของตนเองภายในเกม และแลกเปลี่ยนไอเดียกัน รวมถึงปฏิบัติการพัฒนาแผนการเรียนรู้ขึ้นจริงเป็นผลลัพธ์จากการเล่น

3) ด้านคุณลักษณะ ต้องสามารถส่งเสริมให้ผู้เล่นเห็นความสำคัญ และมีทัศนคติที่ดีต่อแนวคิดสะเต็มศึกษา รวมถึงส่งเสริมการร่วมมือกันระหว่างกลุ่มสาระ ผ่านบรรยากาศการเล่นที่ทำให้เกิดการพูดคุยและการสร้างสรรค์ โดยกลไกของเกมที่จะสามารถส่งเสริมคุณลักษณะดังกล่าวได้อาจเกิดจากกระบวนการเล่นที่มีการทำงานร่วมกันส่งเสริมให้เกิดการพูดคุยกันในเกมผ่านบรรยากาศสนุกรสนานระหว่างเล่นตามกลไกของเกม ที่จะสามารถช่วยลดกำแพงของการสื่อสารได้โดยให้ผู้เล่นทุกคนมีสิทธิพูดอย่างเท่า ๆ กัน ตามที่ควรจะเป็นในการบูรณาการสะเต็มศึกษาซึ่งควรมีการบูรณาการวางแผนร่วมกันจากหลายกลุ่มสาระ รวมถึงผู้เล่นจะเกิดแรงจูงใจจากกลไกการให้รางวัลในเกมเมื่อผู้เล่นมีการกระทำที่สอดคล้องกับเงื่อนไขการเรียนรู้ที่วางไว้ให้ส่งเสริมทัศนคติต่อสะเต็มศึกษา



## ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

การวิจัยในระยะที่ 2 เป็นการสร้างต้นแบบผลงานขึ้นจากข้อมูลในระยะที่ 1 ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อพัฒนาต้นแบบนวัตกรรม ตามแนวการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับเป็นเครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา และนำต้นแบบที่เสร็จสมบูรณ์ไปปรึกษา สัมภาษณ์เพื่อพัฒนานวัตกรรม สอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบเกม จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จำนวน 2 ท่าน เพื่อปรับปรุงต้นแบบฯ ให้มีความสมบูรณ์ ตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นของต้นแบบฯ และพัฒนาหลักเกณฑ์ประกันคุณภาพการฝึกอบรม แบ่งผลการศึกษาตามหัวข้อดังนี้

- 1) ผลการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1
- 2) ผลการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ
  - 2.1 ผลการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
  - 2.2 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ
- 3) หลักเกณฑ์ประกันคุณภาพการฝึกอบรม  
มีรายละเอียดดังนี้

### 1) ผลการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1

การพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 โดยใช้ข้อมูลจากการวิจัยในระยะที่ 1 มีรายละเอียดดังนี้

**คำอธิบาย :** บอร์ดเกมสำหรับเรียนรู้และฝึกทักษะการวางแผนการสอนแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้ชื่อบอร์ดเกมว่า STEAM Story เป็นบอร์ดเกมสำหรับเรียนรู้และฝึกทักษะการวางแผนการสอนแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผ่านการเล่นแบบร่วมมือกัน ผู้เล่นจะได้ช่วยกันคิด นำเสนอและแลกเปลี่ยนไอเดีย ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือกันระหว่างกลุ่มสาระสร้างความเข้าใจสะเต็มศึกษาอย่างถูกต้อง รวมถึงเห็นความสำคัญและเกิดทัศนคติที่ดีต่อสะเต็มศึกษา

**เวลาที่ใช้ในการเล่น :** 60 นาทีขึ้นไป

**จำนวนผู้เล่น :** 4-6 คน

**รูปแบบของบอร์ดเกม :** Semi-Cooperative Boardgame (บอร์ดเกมกึ่งร่วมมือกัน) : ผู้เล่นมีการร่วมมือกันเพื่อพัฒนาแผนการสอนร่วมกันและมีการเก็บคะแนนแยกของแต่ละผู้เล่นตามการมีส่วนร่วมกับเกม โดยผู้เล่นที่ได้คะแนนสูงสุดจะเป็นผู้ชนะ

**ผลลัพธ์จากการเล่น :** แผนการสอน 1 หน้า ประกอบด้วย 1. วิชาที่บูรณาการ 2. สาระการเรียนรู้ 3. Theme 4. จุดประสงค์การเรียนรู้ (KPA) 5. กิจกรรมการเรียนรู้ 6. การวัดประเมินผล

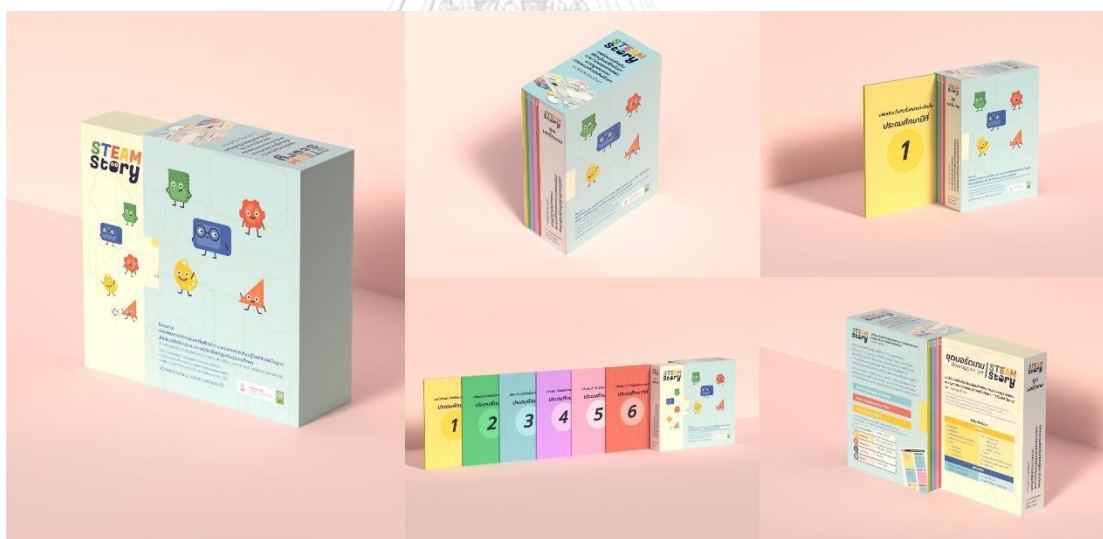
### ส่วนประกอบของบอร์ดเกม

| ภายในชุด                                      |                                |
|---|--------------------------------|
| 1. บอร์ดหลัก                                  | 6. ลูกบาศก์นับคะแนน            |
| 2. บอร์ดผู้เล่น                               | ▪ สีฟ้า 50 ชิ้น                |
| 3. แผ่นประเด็นตัวชีวิตตามระดับชั้น            | ▪ สีแดง 50 ชิ้น                |
| 4. ตัวละคร 4 แบบ แบบละ 2 ตัว                  | ▪ สีเหลือง 30 ชิ้น             |
| 5. การ์ด                                      | 7. กระดิ่ง                     |
| • การ์ดคำถาม                                  | 8. Infographic STEAM Education |
| • การ์ดไอเดีย                                 | 9. Template แผนการสอน 1 หน้า   |
| • การ์ดสนทนา                                  | 10. คู่มือการเล่น              |
| ผู้เล่นเตรียม                                 |                                |
| 1. Post-it ขนาด 3x3 นิ้ว แยกสีตามจำนวนผู้เล่น | 2. นาฬิกาจับเวลา               |
|   | 3. ปากกา/ดินสอ สำหรับเขียน     |

ภาพที่ 4.15 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : ส่วนประกอบของบอร์ดเกม

ภายในชุดประกอบด้วย

1) กล่อง



ภาพที่ 4.16 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : กล่อง

กล่องด้านนอกสุด ขนาด 9x18.4x24.8 เซนติเมตร บรรจุกล่องใส่ชุดบอร์ดเกม ขนาด 5x18x24.5 เซนติเมตร และ แฟ้มใส่แผ่นประเด็นตัวชีวิตตามระดับชั้น จำนวน 6 แฟ้ม ออกแบบในรูปแบบของ Boxset หนังสือเพื่อสะดวกต่อการหยิบแยกกันแต่ละแฟ้มออกมาอ่านได้ง่าย มีข้อมูลเกี่ยวกับบอร์ดเกมระบุบนกล่อง ได้แก่ ชื่อบอร์ดเกม คำอธิบาย จุดเน้นของนวัตกรรม ชื่อโครงการวิจัย และแหล่งทุน ชื่อผู้ออกแบบ ส่วนประกอบของบอร์ดเกม และ คำอธิบายแนวคิดสะเต็มศึกษา

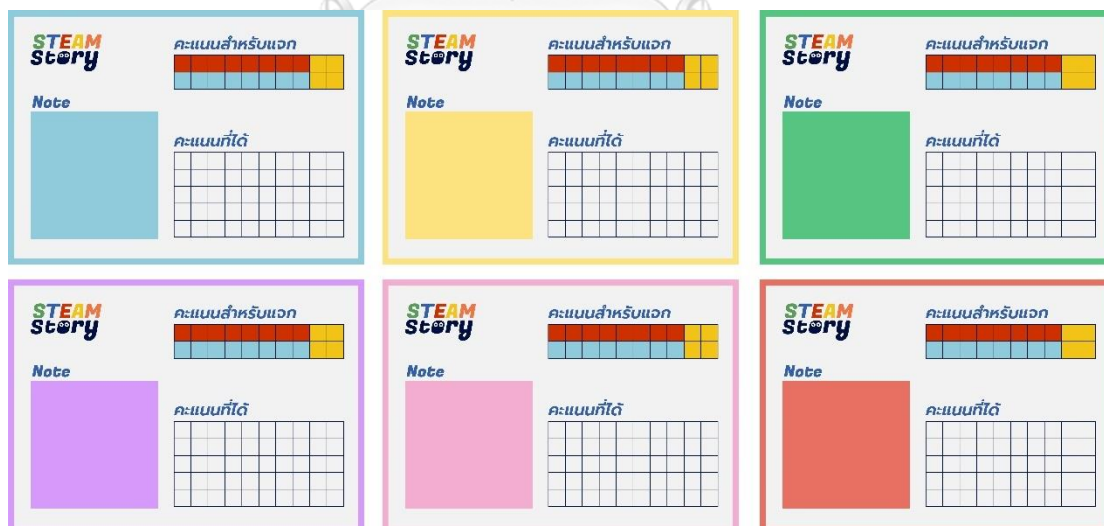
## 2) บอร์ดหลัก



ภาพที่ 4.17 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : บอร์ดหลัก

ขนาด 63x30 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น พิมพ์บนผ้าไมโคร สำหรับเป็นบอร์ดกลางให้ผู้เรียนวางตัวละคร และแปะ Post-it ออกแบบในรูปแบบของห้องประชุมที่ครูสามารถมาประชุมร่วมกันเพื่อวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาด้วยกัน

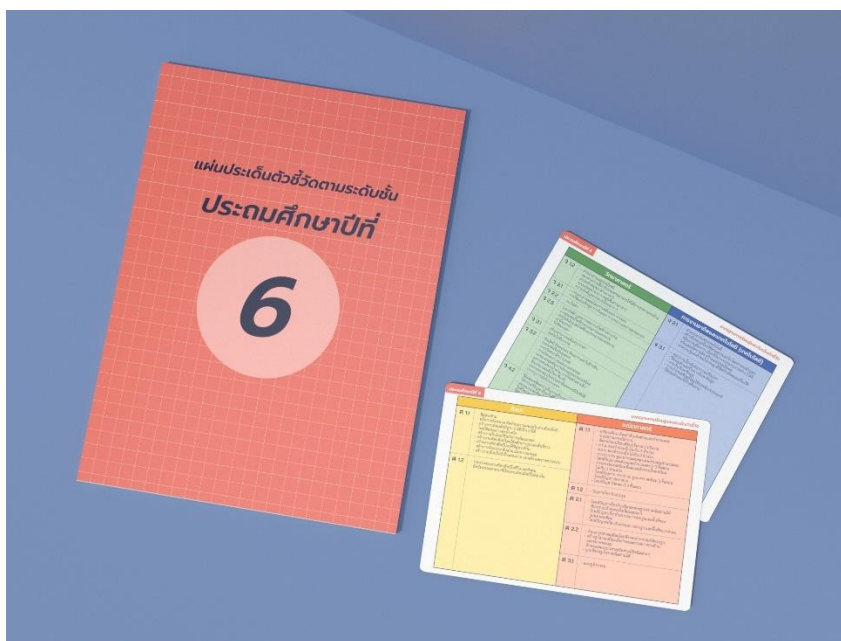
## 3) บอร์ดผู้เล่น



ภาพที่ 4.18 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : บอร์ดผู้เล่น

ขนาด 21x15 เซนติเมตร จำนวน 6 แผ่น พิมพ์บนกระดาษอาร์ตด้าน 300 แกรม เคลือบ PVC ด้าน แบ่งเป็น 6 สีตามผู้เล่นแต่ละคน สำหรับวางลูกบาศก์คะแนน นับคะแนนที่ได้ และ วางโน้ตที่เขียนบน Post-it ลงบนบอร์ด

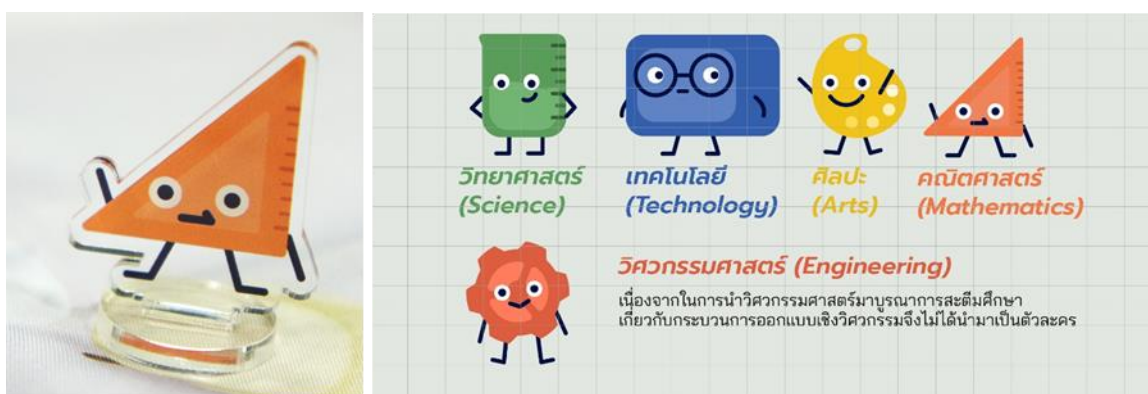
## 4) แผ่นประเด็นตัวชี้วัดตามระดับชั้น



ภาพที่ 4.19 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : แผ่นประเด็นตัวชี้วัดตามระดับชั้น

ขนาด 20x14 เซนติเมตร จำนวนทั้งหมด 36 แผ่น พิมพ์สองด้านบนกระดาษอาร์ตด้าน 300 แกรม ตัดมุมมน เคลือบ PVC ด้าน แบ่งเป็น 6 ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 1-6 ระดับชั้นละ 6 แผ่น ตามจำนวนผู้เล่นสูงสุด โดยระบุรายละเอียดของมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดซึ่งสรุปมาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) 4 รายวิชา ได้แก่ ศิลปะ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยี (เทคโนโลยี) บรรจุในแฟ้มขนาด 16x22x0.5 เซนติเมตร แยกเป็น 6 แฟ้มตามระดับชั้น

## 5) ตัวละคร 4 แบบ แบบละ 2 ตัว



ภาพที่ 4.20 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : ตัวละคร

ตัวละครออกแบบตาม 5 สาระสะเต็มศึกษา ได้แก่ วิทยาศาสตร์แทนด้วยสีเขียว เทคโนโลยีแทนด้วยสีน้ำเงิน ศิลปะแทนด้วยสีเหลือง คณิตศาสตร์แทนด้วยสีส้ม และวิศวกรรมศาสตร์แทนด้วยสีแดง โดยในการเล่นเกมผู้เล่นสามารถเลือกตัวละคร ซึ่งจัดทำเป็นสแตนด์อะคริลิก ขนาด 3x3 เซนติเมตร 4 แบบ แบบละ 2 ตัว ได้แก่ วิทยาศาสตร์เป็นรูปปีกเกอร์ เทคโนโลยีเป็นรูปหน้าจocomพิวเตอร์ ศิลปะเป็นรูปงานสี และคณิตศาสตร์เป็นรูปไม้ฉากสามเหลี่ยม (วิศวกรรมศาสตร์เป็นรูปฟันเฟืองไม่ได้นำมาจัดทำเป็นหนึ่งในตัวละครเนื่องจากในการบูรณาการสะเต็มศึกษาใช้รูปแบบของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ไม่เป็นหนึ่งในรายวิชาตามหลักสูตร)

#### 6) การ์ด

- การ์ดคำถาม



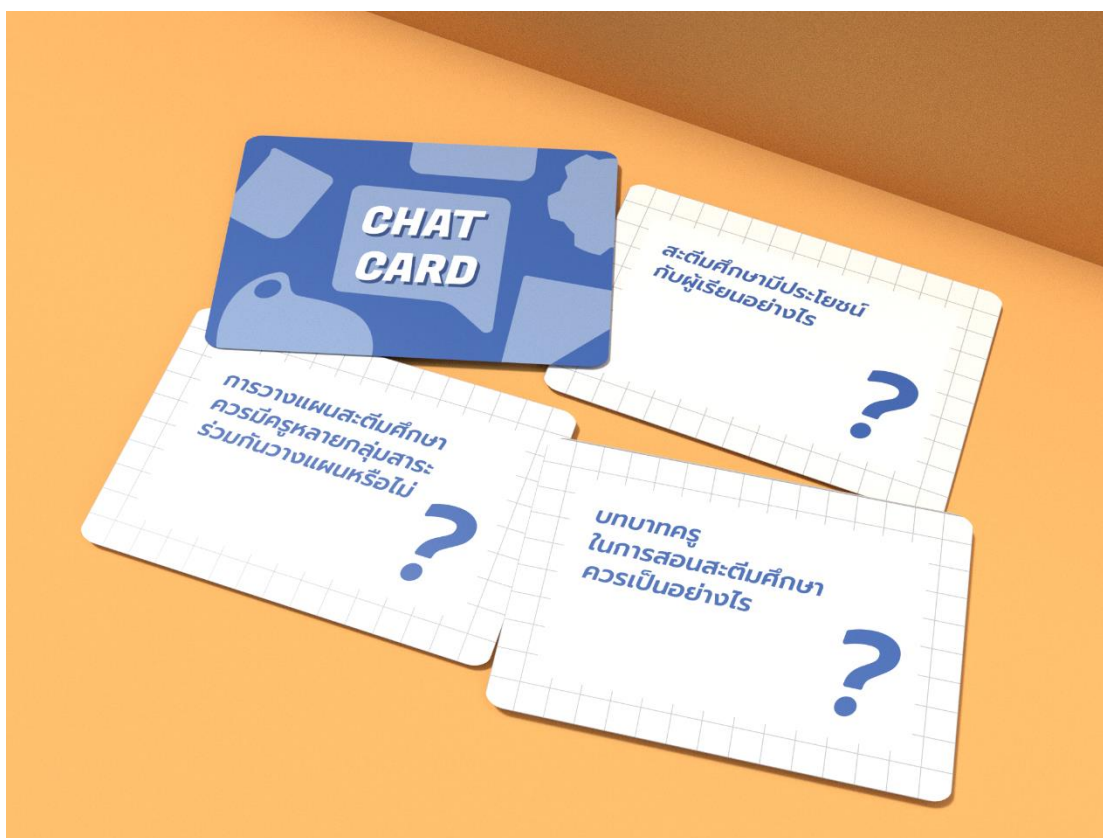
ภาพที่ 4.21 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : การ์ดคำถาม

ขนาด 10x15 เซนติเมตร จำนวนทั้งหมด 6 ใบ พิมพ์สองด้านบนกระดาษอาร์ตด้าน 300 แกรม ตัดมุมมน เคลือบ PVC ด้าน สำหรับเล่นในเฟสที่หนึ่งของเกม ให้ผู้เล่นถามคำถาม และแย่งกันกดกระดิ่งตอบ โดยหาคำตอบจากแผ่น Infographic เพื่อให้ผู้เล่นเข้าใจองค์ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดสะเต็มศึกษาตรงกัน โดยประกอบด้วย 6 คำถาม ดังนี้

| ลำดับที่ | คำถาม   | คำตอบ   |
|----------|---|---|
| 1        | สะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการสาขาวิชาอะไรบ้าง  | วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ คณิตศาสตร์   |
| 2        | องค์ประกอบในการบรรลุเป้าหมายการสอนแบบสะเต็มศึกษา 3 ข้อ มีอะไรบ้าง                           | 1) การนำเสนอบริบท (Context presentation)<br>2) การออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative design)<br>3) การรับรู้ทางอารมณ์ (Emotion touch)  |
| 3        | การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 3 ชั้นหลัก มีอะไรบ้าง<br>ตอบเรียงตามขั้นตอน | 1) การนำเสนอสภาพปัญหาบริบทเชื่อมโยงกับชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือที่เกิดขึ้นบนโลก<br>2) การออกแบบสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหตามสถานการณ์<br>3) การสร้างความรู้สึกจับใจ |
| 4        | ตอบการสอนรูปแบบที่เหมาะสมจะนำมาสอนกับสะเต็มศึกษา 1 คำตอบ                                    | - Project-based learning<br>- Problem-based learning<br>- Phenomenon-based learning   |
| 5        | แนวคิดสะเต็มศึกษาถูกพัฒนาโดยนักการศึกษาคือใคร   | Georgette Yakman  |
| 6        | สะเต็มศึกษาสัมพันธ์กับการเรียนในระดับใด ตามปริมิต STEAM ของ Yakman                          | ประถมศึกษาถึงมัธยมศึกษา   |

ตารางที่ 4.13 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : การ์ดคำถาม

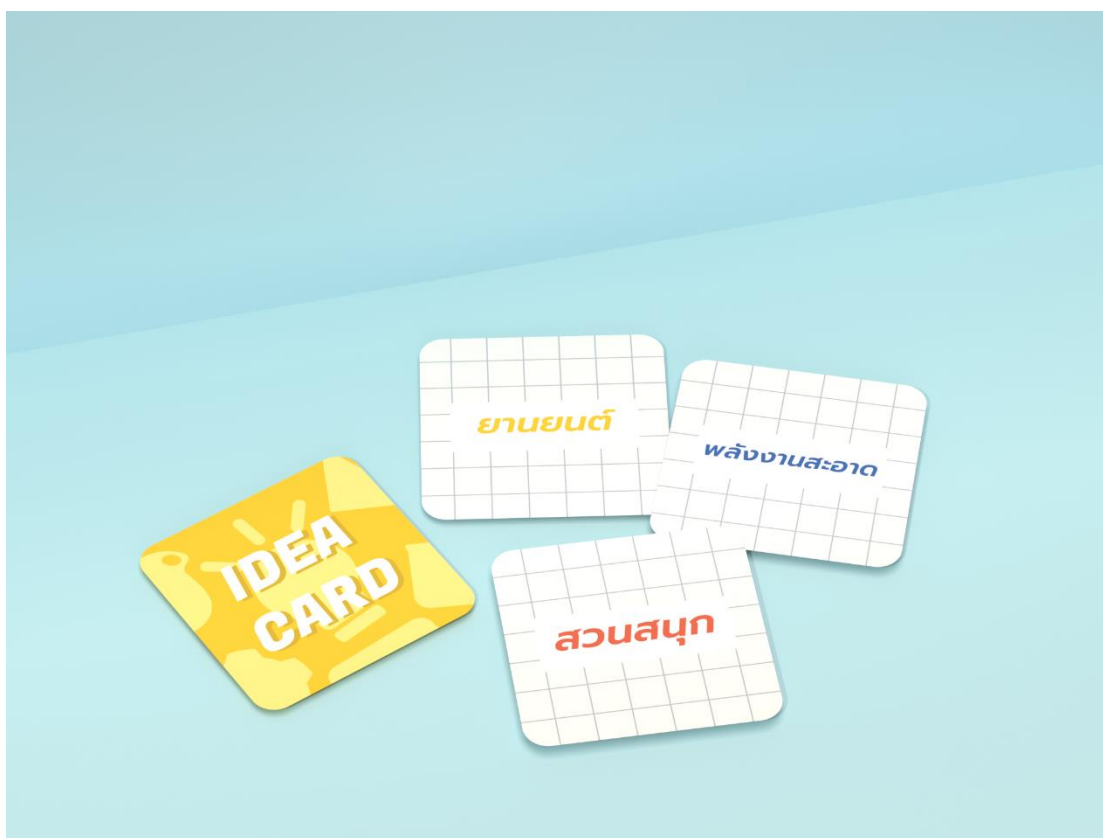
## - การ์ดสนทนา



ภาพที่ 4.22 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : การ์ดสนทนา

ขนาด 10x15 เซนติเมตร จำนวนทั้งหมด 3 ใบ พิมพ์สองด้านบนกระดาษอาร์ตด้าน 300 แกรม ตัดมุมมน เคลือบ PVC ด้าน สำหรับเล่นในเพลสที่หนึ่งของเกม ให้ผู้เล่นถามคำถามและสนทนา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและมุมมองกัน เพื่อนำไปสู่การร่วมมือกันได้บนฐานความเข้าใจเดียวกัน โดย ประกอบด้วย 3 คำถาม ดังนี้ 1. บทบาทครูในการสอนสะเต็มศึกษาควรเป็นอย่างไร 2. การวางแผน สะเต็มศึกษาควรมีครูหลายกลุ่มสาระร่วมกันวางแผนหรือไม่ 3. สะเต็มศึกษามีประโยชน์กับผู้เรียน อย่างไร

## - การ์ดไอเดีย



ภาพที่ 4.23 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : การ์ดไอเดีย

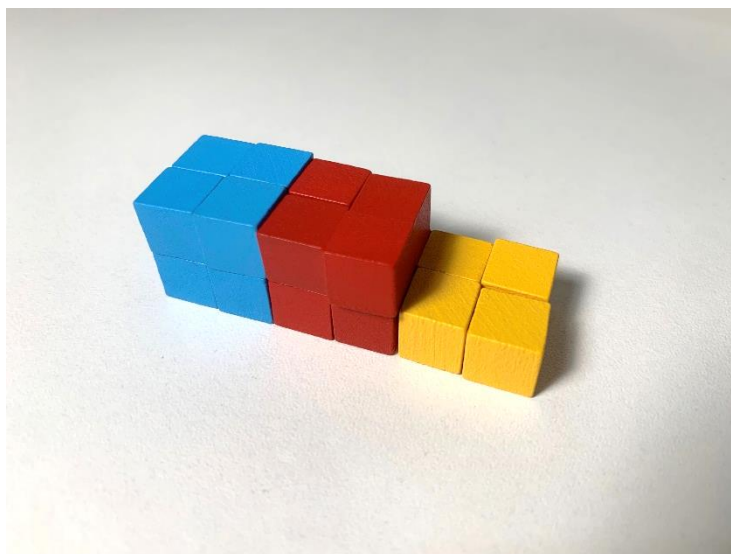
ขนาด 7.5x7.5 เซนติเมตร จำนวนทั้งหมด 30 ใบ พิมพ์สองด้านบนกระดาษอาร์ตด้าน 300 แกรม ตัดมุมมน เคลือบ PVC ด้าน สำหรับเล่นในเฟสที่สองของเกม เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยคิด Theme การสอนสะเต็มศึกษา สำหรับให้ผู้เล่นเลือกนำไปประยุกต์กับประเด็นการสอนต่าง ๆ ที่ได้ระดมความคิดออกมา โดยประกอบด้วย 30 Theme ดังนี้

|           |               |              |               |           |
|-----------|---------------|--------------|---------------|-----------|
| สวนสนุก   | พลังงานสะอาด  | อาหาร        | อารยธรรมโบราณ | ทะเลทราย  |
| อวกาศ     | ดนตรี         | กลุ่มดาว     | รีไซเคิล      | การแสดง   |
| สวนสัตว์  | การบิน        | พืชพรรณ      | กีฬา          | โลกล้านปี |
| หุ่นยนต์  | ไฟฟ้า         | เครื่องจักร  | โลกร้อน       | สภาพอากาศ |
| สัตว์ป่า  | ขนส่งมวลชน    | สถาปัตยกรรม  | โลกใต้ทะเล    | บอร์ดเกม  |
| สัตว์ทะเล | ร่างกายมนุษย์ | หินและอัญมณี | เมือง         | ยานยนต์   |

ตารางที่ 4.14 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : การ์ดไอเดีย



## 7) ลูกบาศก์นับคะแนน



ภาพที่ 4.24 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : ลูกบาศก์นับคะแนน

ลูกบาศก์ไม้ขนาด 1x1 เซนติเมตร แบ่งเป็น 3 สี สีฟ้า 50 ชิ้น สีแดง 50 ชิ้น และสีเหลือง 30 ชิ้น ใช้สำหรับแจกให้ผู้เล่นตอนเริ่มเกมโดยผู้เล่นทุกคนจะได้รับลูกบาศก์สีฟ้า 8 ชิ้น สีแดง 8 ชิ้น และสีเหลือง 4 ชิ้น ต่อคน วางไว้บนบอร์ดผู้เล่น ไว้สำหรับให้ผู้เล่นแบ่งแจกให้ผู้เล่นเป็นคะแนนในแต่ละเฟสการเล่นของเกม

## 8) กระดิ่ง



ภาพที่ 4.25 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : กระดิ่ง

ขนาด 7x7x4.5 เซนติเมตร สำหรับแย่งกันกดตอบคำถามในเฟสที่หนึ่งของเกม

9) Infographic

## STEAM Education (สะเต็มศึกษา)

# STEAM Story



### แนวความคิดของสะเต็มศึกษา

แนวคิดที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการบูรณาการใน 5 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่

- S** Science - วิทยาศาสตร์
- T** Technology - เทคโนโลยี
- E** Engineering - วิศวกรรมศาสตร์
- A** Arts - ศิลปะ
- M** Mathematics - คณิตศาสตร์

ส่งเสริมให้ผู้เรียน

- ลงมือกระทำ พัฒนาทักษะต่าง ๆ
- มีความสนใจใคร่รู้
- เกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อหาวิธีการหรือกระบวนการใหม่ด้วยตนเองเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา (สุภัค โอฟ้าพิริยกุล, 2019)

### วิธีการออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

Baek et al. (2011 อ้างถึงใน วิสูตร โพธิ์เงิน, 2017) ได้กล่าวถึง การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 3 ชั้นหลักดังนี้

- 1 การนำเสนอสภาพปัญหาบริบทเชื่อมโยงกับชีวิตจริงหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือที่เกิดขึ้นบนโลก
- 2 การออกแบบสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์
- 3 การสร้างความรู้สึกจับใจ

รูปแบบการสอนที่เหมาะสมกับสะเต็มศึกษา เช่น Project-based learning, Problem-based learning, Phenomenon-based learning

### บทบาทครู

- 1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือประเด็นปัญหา
- 2 กระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของสาระการเรียนรู้
- 3 ครูต้องเป็นผู้กระตุ้นและค้นหาทักษะการเรียนรู้ที่อิสระ
- 4 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นเตรียมสภาพแวดล้อม บรรยากาศ สถานที่ของโรงเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ให้เป็นโรงเรียนแห่ง STEAM EDUCATION
- 6 เตรียมแหล่งความรู้และฐานข้อมูลความรู้ทางอินเทอร์เน็ตหนังสือ
- 7 เตรียมห้องเรียน STEAM EDUCATION เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการค้นคว้าหาข้อมูล
- 8 ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และประยุกต์ในชีวิตจริง (สุภัค โอฟ้าพิริยกุล, 2019)

### กรอบแนวคิดสะเต็มศึกษา (ระดับขั้นของเนื้อหาและรูปแบบการใช้)

ปีรามิด STEAM ของ Yakman (2010) การบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (ขั้นที่ 2) จะสัมพันธ์กับการเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปถึงระดับมัธยมศึกษา



### ประโยชน์ของสะเต็มศึกษา

-  ผู้เรียนได้ปฏิบัติ ผักคิด และสร้างสรรค์ผ่านศิลปะ ทำให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้
-  กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน สร้างให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อรายวิชา
-  เป็นสื่อกลางให้ผู้เรียนได้แสดงออกทางด้านความคิด และการสร้างสรรค์
-  เกิดการเชื่อมโยงการเรียนรู้ระหว่างสหสาขาวิชานำไปสู่การเชื่อมโยงกับการประยุกต์ใช้จริง
-  ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการวิเคราะห์ และการประเมินค่าเพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์
-  พัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวมทำให้ผู้เรียนเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์รอบด้านทั้งศาสตร์และศิลป์

### องค์ประกอบในการบรรลุเป้าหมายการสอนแบบสะเต็มศึกษา

- 1 การนำเสนอบริบท (Context Presentation)
- 2 การออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative Design)
- 3 การรับรู้ทางอารมณ์ (Emotion Touch)

(Yakman, 2015 อ้างถึงใน บุญยง ลิขิตราชารย์, 2017)



ฝึกทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การคิดนอกกรอบและการสื่อสาร

ภาพที่ 4.26 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : Infographic

ขนาด 21x29.7 เซนติเมตร จำนวน 6 แผ่น พิมพ์บนกระดาษอาร์ตด้าน 160 แกรม สำหรับให้ผู้เล่นศึกษาข้อมูลและองค์ความรู้เกี่ยวกับสะตีมศึกษา ประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้ 1. แนวความคิดของสะตีมศึกษา 2. กรอบแนวคิดสะตีมศึกษา 3. องค์ประกอบในการบรรลุเป้าหมายการสอนแบบสะตีมศึกษา 4. วิธีการออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา 5. บทบาทครู 6. ประโยชน์ของสะตีมศึกษา

10) Template แผนการสอน 1 หน้า



## ตัวอย่างแผนการสอนบูรณาการสะตีมศึกษา

|  |   |
|--|---|
| <p><b>วิชาที่บูรณาการ</b></p> <p>ระดับชั้น ป.3</p> <p>วิทยาศาสตร์<br/>ศิลปะ<br/>คณิตศาสตร์<br/>ภาษาอังกฤษ</p>  | <p><b>จุดประสงค์การเรียนรู้ (KPA)</b></p> <p><b>K (Knowledge)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สามารถอธิบายแรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุได้</li> <li>- สามารถอธิบายชิ้นส่วนของวัตถุได้</li> <li>- สามารถอธิบายทัศนธาตุได้</li> </ul> <p><b>P (Practice)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สามารถร่างภาพโดยบอกทัศนธาตุในภาพได้</li> <li>- สามารถสร้างของเล่น ของใช้ได้อย่างง่ายได้</li> <li>- สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงินได้</li> <li>- สามารถใช้อินเตอร์เน็ตค้นหาความรู้ได้</li> </ul> <p><b>A (Attitude)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สามารถทำงานร่วมกันได้</li> </ul>   |
| <p><b>สาระการเรียนรู้</b></p> <p><b>S</b> - แรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ (ว.2.2 ป.3/1)<br/>- ชิ้นส่วนของวัตถุ (ว.2.1 ป.3/1)</p> <p><b>T</b> -ใช้อินเตอร์เน็ตค้นหาความรู้ (ว.4.2 ป.3/3)</p> <p><b>E</b> - สร้างของเล่น ของใช้อย่างง่าย (ง.2.1 ป.3/1)</p> <p><b>A</b> - บรรยายเหตุผลและวิธีการสร้างผลงาน (ศ.1.1 ป.3/7)<br/>- ทัศนธาตุ เส้น สี รูปร่าง รูปทรง และพื้นผิว (ศ.1.1 ป.3/3)</p> <p><b>M</b> - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน (ค.2.1 ป.3/1)</p> | <p><b>กิจกรรมการเรียนรู้</b></p> <p><b>ฉบับที่ 1 (S+M)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่-ชิ้นส่วนของวัตถุ ผ่านตัวอย่างเครื่องเล่นแบบต่าง ๆ ของสวนสนุก</li> <li>- แบ่งกลุ่มระดมความคิดเครื่องเล่นชิ้นใหม่ และหาข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต</li> <li>- เรียนโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงินผ่านหัวข้อสวนสนุก</li> </ul> <p><b>ฉบับที่ 2 (A+E)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เรียนเรื่องทัศนธาตุ</li> <li>- ออกแบบและร่างภาพเครื่องเล่นชิ้นใหม่ ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเขียนแนวคิด เช่น มีการใช้แรงอย่างไรงบประมาณในการสร้าง วัสดุที่ใช้ และทัศนธาตุที่ใช้ เช่น พื้นผิวของเครื่องเล่น สีที่ใช้</li> <li>- สร้างต้นแบบเครื่องเล่นจากวัสดุง่าย ๆ</li> </ul> <p><b>ฉบับที่ 3 (STEAM)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นำเสนอผลงาน</li> </ul> |
| <p><b>Theme</b></p> <p>สวนสนุกในฝัน</p> <p>นักเรียนรับบทเป็นผู้ช่วยคนใหม่ของสวนสนุก โดยจะแบ่งเป็นทีม เพื่อออกแบบเครื่องเล่นชิ้นใหม่ให้กับสวนสนุก</p>   | <p><b>การวัดประเมินผล</b></p> <p><b>K (Knowledge)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. สาระการเรียนรู้ในแต่ละวิชา</li> </ol> <p><b>P (Practice)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ภาพร่างเครื่องเล่นชิ้นใหม่</li> <li>2. ต้นแบบเครื่องเล่น</li> <li>3. การนำเสนอผลงาน</li> </ol> <p><b>A (Attitude)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การมีส่วนร่วม</li> <li>2. การทำงานร่วมกัน</li> <li>3. ความคิดสร้างสรรค์</li> </ol> <p><b>วิธีการประเมิน</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ประเมินตนเอง</li> <li>- ประเมินชิ้นงาน</li> </ul>   |

ภาพที่ 4.27 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : Template แผนการสอน 1 หน้า

ขนาด 21x29.7 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น พิมพ์บนกระดาษอาร์ตด้าน 160 แกรม สำหรับ  
 ให้ผู้เล่นวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาร่วมกันในเฟสที่สามของเกม ประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้  
 1. วิชาที่บูรณาการ 2. สารระการเรียนรู้ 3. Theme 4. จุดประสงค์การเรียนรู้ (KPA) 5. กิจกรรมการ  
 เรียนรู้ 6. การวัดประเมินผล โดยในแต่ละหัวข้อมิตัวอย่างการเขียนเป็นแผนการบูรณาการ  
 สะเต็มศึกษาให้ผู้เรียน มีรายละเอียดดังนี้

### 1. วิชาที่บูรณาการ

ระดับชั้น ป.3 วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาศิลปะ วิชาคณิตศาสตร์ วิชาการงานอาชีพ

### 2. สารระการเรียนรู้

#### S (วิทยาศาสตร์)

แรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ (ว 2.2 ป.3/1) และ ชิ้นส่วนของวัตถุ (ว 2.1 ป.3/1)

#### T (เทคโนโลยี)

ใช้อินเตอร์เน็ตค้นหาความรู้ (ว 4.2 ป.3/3)

#### E (วิศวกรรมศาสตร์)

สร้างของเล่น ของใช้อย่างง่าย (ง 2.1 ป.3/1)

#### A (ศิลปะ)

บรรยายเหตุผลและวิธีการสร้างผลงาน (ศ 1.1 ป.3/7) และ ทศนธาตุ เส้น สี รูปร่าง  
 รูปทรง และพื้นผิว (ศ 1.1 ป.3/3)

#### M (คณิตศาสตร์)

โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน (ค 2.1 ป.3/1)

### 3. Theme

สวนสนุกในฝัน - นักเรียนรับบทเป็นผู้ช่วยคนใหม่ของสวนสนุก โดยจะแบ่งเป็นทีมเพื่อ  
 ออกแบบเครื่องเล่นชิ้นใหม่ให้กับสวนสนุก

### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้ (KPA)

#### K (Knowledge)

- สามารถอธิบายแรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุได้
- สามารถอธิบายชิ้นส่วนของวัตถุได้
- สามารถอธิบายทศนธาตุได้

#### P (Practice)

- สามารถร่างภาพโดยบอกทศนธาตุในภาพได้
- สามารถสร้างของเล่น ของใช้อย่างง่ายได้

- สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงินได้
- สามารถใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ได้

A (Attitude)

- สามารถทำงานร่วมกันได้

## 5. กิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1 (S+M)

- เรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่+ชิ้นส่วนของวัตถุผ่านตัวอย่างเครื่องเล่นแบบต่าง ๆ ของสวนสนุก

- แบ่งกลุ่มระดมความคิดเครื่องเล่นชิ้นใหม่และหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต
- เรียนโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงินผ่านหัวข้อสวนสนุก

คาบที่ 2 (A+E)

- เรียนเรื่องทัศนธาตุ
- ออกแบบและร่างภาพเครื่องเล่นชิ้นใหม่ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเขียนแนวคิด เช่นมีการใช้แรงอย่างไร งบประมาณในการสร้าง วัสดุที่ใช้ และ ทัศนธาตุที่ใช้ เช่น พื้นผิวของเครื่องเล่น สีที่ใช้
- สร้างต้นแบบเครื่องเล่นจากวัสดุง่าย ๆ

คาบที่ 3 (STEAM)

- นำเสนอผลงาน

## 6. การวัดประเมินผล

K (Knowledge) 

1. สารการเรียนรู้ในแต่ละวิชา

P (Practice)

1. ภาพร่างเครื่องเล่นชิ้นใหม่
2. ต้นแบบเครื่องเล่น
3. การนำเสนอผลงาน

A (Attitude)


1. การมีส่วนร่วม
2. การทำงานร่วมกัน
3. ความคิดสร้างสรรค์

## 11) คู่มือการเล่น

### Setup


ก่อนเริ่มเล่นให้วางอุปกรณ์ต่างๆ ภายใต้อินโฟกราฟิก

- วางบอร์ดเกมและการ์ดลงในกล่องตามวิธีที่ 1 ถึง 3
- จัดวางการ์ดตามภาพที่ 1 และตามภาพที่ 2
- เปิดกล่องและแยกการ์ดออกโดยการโยนเหรียญ 3 เหรียญไปวางบนบอร์ดเกม
- แยกการ์ดตามประเภทและแยกตามระดับสีฟ้า 3 ถึง 5 เหรียญ สีเหลือง 4 ถึง 5 เหรียญ
- เรียงการ์ดขึ้นเรียงจากการ์ดระดับ (1-3) แล้วรวมการ์ดระดับ 3 ไว้รวมกันเป็นการ์ดชุดเดียว
- แยกการ์ด Infographic ให้ผู้ดำเนินเกม




### Character


ตัวละครในเกมมีทั้งหมด 4 ตัว โดยผู้เล่นสามารถเลือกเล่นได้ฟรีโดยใช้เหรียญ 3 เหรียญ




วิทยาศาสตร์ (Science)



เทคโนโลยี (Technology)




ศิลปะ (Arts)





คณิตศาสตร์ (Mathematics)

**วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)**  
 วิศวกรรมศาสตร์เป็นการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง



## คู่มือการเล่น Game Manual

# STEAM

การพัฒนานวัตกรรมระดับศึกษาด้านการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์การเรียนรู้และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาลัยศึกษาศาสตร์และศึกษาศาสตร์ จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2565

ผู้วิจัยและออกแบบ: ณัชชา เจริญนภกิจ

---

# STEAM Story

**Semi-Cooperative Boardgame**

4-6 players  
60+ minutes

### Overview

STEAM Story เป็นบอร์ดเกมสำหรับเด็กประถมศึกษาและมัธยมศึกษาแบบบูรณาการด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ซึ่งเน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน และเล่นเป็นทีม 4-6 คน โดยผู้เล่นจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM และสร้างความคิดสร้างสรรค์ผ่านการ์ดเกม

### Components

| การ์ดเกม                         |   |
|----------------------------------|---|
| 1. บอร์ดเกม                      | 6. คู่มือการเล่นฉบับย่อ                         |
| 2. เหรียญเงิน 30 เหรียญ          | • สีฟ้า 30 เหรียญ                               |
| 3. เหรียญเงิน 5 เหรียญตามฉบับย่อ | • สีเหลือง 20 เหรียญ                            |
| 4. การ์ดเกม 4 แบบ (แบบละ 20 ใบ)  | 7. การ์ดเงิน                                    |
| 5. การ์ด                         | • การ์ดด้าน                                     |
|                                  | • การ์ดด้านซ้าย                                 |
|                                  | • การ์ดด้านขวา                                  |
| 8. Infographic STEAM Education   | 9. Template มุมฉาก (รูป 1 หน้า 30) ผู้ดำเนินเกม |

| ผู้ดำเนินเกม                                |                             |
|---|-----------------------------|
| 1. Post-it ขนาด 3x3 นิ้ว (แยกตามสีตามการ์ด) | 2. นาฬิกาพก                 |
|   | 3. Paper/กระดาษ สำหรับเขียน |

### Outcome

แผนการสอน 1 หน้า  
 1. วิชาพื้นฐานการ  
 2. การจัดการเรียนรู้  
 3. Theme  
 4. จุดประสงค์การเรียนรู้ (KPA)  
 5. กิจกรรมการเรียนรู้  
 6. การวัดประเมินผล

### Victory Conditions

ผู้ดำเนินเกมต้องปฏิบัติตามเงื่อนไข

### Gameplay and Rules

วิธีการเล่นบอร์ดเกม STEAM Story มีดังนี้ 3 ขั้นตอนหลักที่เล่นกัน เพื่อให้ผู้เล่นได้เรียนรู้เกี่ยวกับนิยาม STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM Story

### Phase 1 Introduction to STEAM

**แนะนำเกม STEAM Story**  
ผู้ดำเนินเกม 1 คน

**เตรียมอุปกรณ์**

- วางบอร์ดเกมและการ์ดลงในกล่องตามวิธีที่ 1 ถึง 3
- จัดวางการ์ดตามภาพที่ 1 และตามภาพที่ 2
- เปิดกล่องและแยกการ์ดออกโดยการโยนเหรียญ 3 เหรียญไปวางบนบอร์ดเกม
- แยกการ์ดตามประเภทและแยกตามระดับสีฟ้า 3 ถึง 5 เหรียญ สีเหลือง 4 ถึง 5 เหรียญ
- เรียงการ์ดขึ้นเรียงจากการ์ดระดับ (1-3) แล้วรวมการ์ดระดับ 3 ไว้รวมกันเป็นการ์ดชุดเดียว
- แยกการ์ด Infographic ให้ผู้ดำเนินเกม

**การ์ดคำถาม**  
ผู้ดำเนินเกม 1 คนจะสุ่มคำถามตามระดับสีฟ้า 3 ถึง 5 เหรียญ สีเหลือง 4 ถึง 5 เหรียญ

**การ์ดสนทนา**  
ผู้ดำเนินเกม 1 คนจะสุ่มคำถามตามระดับสีฟ้า 3 ถึง 5 เหรียญ สีเหลือง 4 ถึง 5 เหรียญ

**ผู้ดำเนินเกม**  
ผู้ดำเนินเกม 1 คนจะสุ่มคำถามตามระดับสีฟ้า 3 ถึง 5 เหรียญ สีเหลือง 4 ถึง 5 เหรียญ

**ผู้ดำเนินเกม**  
ผู้ดำเนินเกม 1 คนจะสุ่มคำถามตามระดับสีฟ้า 3 ถึง 5 เหรียญ สีเหลือง 4 ถึง 5 เหรียญ

### Phase 2 Brainstorming STEAM

**เลือกประเด็น**  
ผู้ดำเนินเกม 1 คนจะสุ่มคำถามตามระดับสีฟ้า 3 ถึง 5 เหรียญ สีเหลือง 4 ถึง 5 เหรียญ

**เลือก Theme**  
ผู้ดำเนินเกม 1 คนจะสุ่มคำถามตามระดับสีฟ้า 3 ถึง 5 เหรียญ สีเหลือง 4 ถึง 5 เหรียญ

**คัดเลือกไอเดียที่ดีที่สุด**  
ผู้ดำเนินเกม 1 คนจะสุ่มคำถามตามระดับสีฟ้า 3 ถึง 5 เหรียญ สีเหลือง 4 ถึง 5 เหรียญ

**Pitching**  
ผู้ดำเนินเกม 1 คนจะสุ่มคำถามตามระดับสีฟ้า 3 ถึง 5 เหรียญ สีเหลือง 4 ถึง 5 เหรียญ

**Vote Best Idea**  
ผู้ดำเนินเกม 1 คนจะสุ่มคำถามตามระดับสีฟ้า 3 ถึง 5 เหรียญ สีเหลือง 4 ถึง 5 เหรียญ

### Phase 3 Perfect STEAM

**พัฒนาต่อ**  
ผู้ดำเนินเกม 1 คนจะสุ่มคำถามตามระดับสีฟ้า 3 ถึง 5 เหรียญ สีเหลือง 4 ถึง 5 เหรียญ

**แผนการสอน เสริมขั้น!**

**Bonus Score**  
ผู้ดำเนินเกม 1 คนจะสุ่มคำถามตามระดับสีฟ้า 3 ถึง 5 เหรียญ สีเหลือง 4 ถึง 5 เหรียญ

**นับคะแนน**  
ผู้ดำเนินเกม 1 คนจะสุ่มคำถามตามระดับสีฟ้า 3 ถึง 5 เหรียญ สีเหลือง 4 ถึง 5 เหรียญ

ภาพที่ 4.28 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : คู่มือการเล่น

ขนาด 42x29.7 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น พิมพ์สองด้านบนกระดาษอาร์ตด้าน 160 แกรม สำหรับทำความเข้าใจวิธีการเล่น ประกอบด้วย รายละเอียดของบอร์ดเกม คำอธิบาย ส่วนประกอบ ของบอร์ดเกม ผลลัพธ์ของบอร์ดเกม เกณฑ์การชนะ กติกาและวิธีการเล่น วิธีการจัดอุปกรณ์เริ่มเล่น ตัวละคร

และในการเล่นให้ผู้เล่นเตรียมอุปกรณ์เพิ่ม ได้แก่ 1) Post-it ขนาด 3x3 นิ้ว แยกสีตาม จำนวนผู้เล่น 2) นาฬิกาจับเวลา 3) ปากกา/ดินสอสำหรับเขียน



ภาพที่ 4.29 ต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 : อุปกรณ์เพิ่มเติม

### กติกาของเกม

วิธีการเล่นบอร์ดเกม STEAM Story แบ่งเป็น 3 เฟสการเล่นที่แตกต่างกัน เพื่อให้ผู้เล่นได้ เรียนรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ระดมความคิด แลกเปลี่ยนไอเดีย แล้วจึงนำไปสู่การพัฒนาแผนการสอน บูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกัน มีรายละเอียด ดังนี้

#### Phase 1 Introduction to STEAM

##### 1. แนะนำเกม

อธิบายเกม/ผู้เล่นศึกษาวิธีการเล่น

##### 2. เตรียมอุปกรณ์

- วางบอร์ดหลักและกระดิ่งไว้ตรงกลาง วางบอร์ดผู้เล่นไว้หน้าผู้เล่นแต่ละคน
- นำการ์ดออกมาวางไว้แยกตามประเภท
- เลือกตัวละครตามรายวิชาที่ต้องการโดยให้มือน้อย 3 ตัวขึ้นไป วางบนเก้าอี้
- แจกลูกบาศก์คะแนนโดยแต่ละคนจะได้สีฟ้า 8 ชิ้น สีแดง 8 ชิ้น สีเหลือง 4 ชิ้น
- เลือกระดับชั้นที่จะทำการบูรณาการ (ป.1-6) แล้วแจกแผ่นตัวชี้วัดระดับชั้นให้ผู้เล่นทุกคน
- แจกแผ่น Infographic ให้ผู้เล่นศึกษา

### 3. การ์ดคำถาม

ผู้เล่นคนแรกเปิดการ์ดคำถามคนละ 1 คำถาม โดยคนเปิดการ์ดให้อ่านคำถามให้ทุกคนฟัง เมื่ออ่านจบให้ผู้เล่นทุกคน ยกเว้นคนเปิดการ์ด แย่งกันกดกระดิ่ง (ผู้เล่นสามารถหาคำตอบจากอินโฟกราฟิกได้) โดยผู้เล่นที่กดกระดิ่งได้เร็วที่สุดจะได้สิทธิในการตอบ ถ้าตอบถูกให้ผู้เล่นที่อ่านคำถามมอบลูกบาศก์คะแนนสีฟ้าให้ 1 ชิ้น ถ้าตอบผิดให้แย่งกันกดกระดิ่งตอบใหม่จนกว่าจะมีคนตอบถูก

### 4. การ์ดสนทนา

ผู้เล่นคนใดก็ได้เปิดการ์ดสนทนา 1 ใบ โดยคนเปิดการ์ดให้อ่านคำถามให้ทุกคนฟัง เมื่ออ่านจบให้ผู้เล่นทุกคนตอบคำถามโดยใช้เวลาคนละไม่เกิน 1 นาที (คำตอบไม่มีถูกผิด เป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น) เมื่อตอบครบให้เปิดการ์ดถัดไปและตอบจนครบ 3 คำถาม ผู้เล่นแต่ละคนจะมีลูกบาศก์สีฟ้าคนละ 7 ชิ้น โดยใช้แบ่งคะแนนให้ผู้เล่นคนอื่นตามการตอบของผู้เล่น โดยจะให้คนละกี่คะแนนหรือไม่ให้เลยก็ได้แล้วแต่ผู้เล่น

## Phase 2 Brainstorming STEAM

### 1. เลือกประเด็น

ผู้เล่นแต่ละคนเลือก 1 ประเด็นตัวชี้วัดจากวิชาที่ตัวเองเลือกเล่น เขียนลงบน Post-it และแปะไว้ที่บอร์ดหลักข้างตัวละครของตัวเองจากนั้นดูว่าผู้เล่นคนอื่นเขียนว่าอะไรบ้าง

### 2. คิดไอเดียให้ได้มากที่สุด

ผู้เล่นมีเวลา 3 นาที ให้เขียนไอเดียในการนำวิชาของตัวเองไปสอนบูรณาการกับเรื่องของผู้เล่นอื่น ๆ ให้ได้มากที่สุด โดยแปะไว้ให้กับผู้เล่นแต่ละคน 1 Post-it = 1 คะแนน แปะเท่าไรก็ได้ แต่ถ้าแปะไม่ครบทุกคนหัก 5 คะแนน (นับคะแนนจากจำนวน Post-it ตามสีท้ายเกม)

### 3. เลือก Theme

นำการ์ดไอเดียมาวางตรงกลางบอร์ดผู้เล่นมีเวลา 5 นาที ให้คิดว่าจากประเด็นต่าง ๆ จะสอนสะเต็มศึกษาใน Theme อะไร บูรณาการวิชาอะไรบ้าง ประเด็นใด โดยผู้เล่นสามารถดูการ์ดไอเดียและประเด็นที่ผู้เล่นอื่นเขียนให้เป็นตัวช่วยหรือคิดขึ้นเองก็ได้ (สามารถใช้ Post-it จด Note ได้ โดยให้แปะแยกไว้ในช่อง Note)

### 4. Pitching

ผู้เล่นมีเวลา 1 นาที ให้อธิบายการบูรณาการสะเต็มศึกษาในแบบของตนเอง



## 5. Vote best idea

ผู้เล่นแต่ละคนจะมีลูกบาศก์คะแนนสีแดงคนละ 8 ชิ้น โดยใช้แบ่งให้คะแนนผู้เล่นคนอื่นตามไอเดียการบูรณาการและการอธิบายที่ดีที่สุดโดยจะให้คนละกี่คะแนนหรือไม่ให้ก็ได้แล้วแต่ผู้เล่น

## Phase 3 Perfect STEAM

## 1. พัฒนาต่อ

ผู้เล่นที่ได้ลูกบาศก์สีแดงมากที่สุด ให้นำไอเดียของตนเองไปแปะบริเวณโต๊ะของบอร์ดหลัก ให้ผู้เล่นคนแรกบอกข้อดี/ข้อเสีย และไอเดียการพัฒนาการบูรณาการสะเต็มศึกษาหัวข้อที่ได้รับเลือกภายใน 1 นาที แล้ววนไปจนครบผู้เล่นทุกคน

## 2. เขียนเป็นแผน

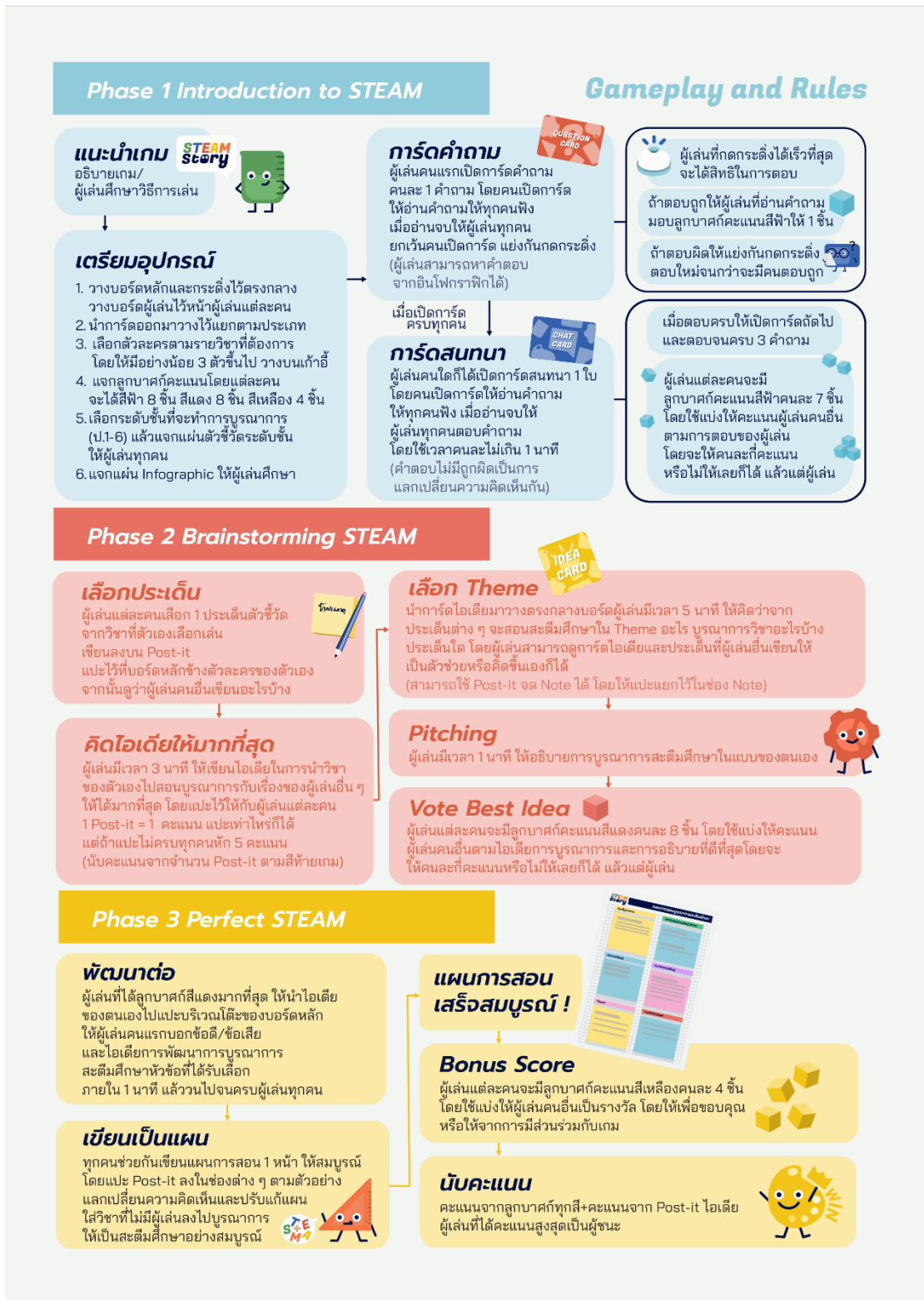
ทุกคนช่วยกันเขียนแผนการสอน 1 หน้า ให้สมบูรณ์ โดยแปะ Post-it ลงในช่องต่าง ๆ ตามตัวอย่าง แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและปรับแก้แผน ใส่วิชาที่ไม่มีผู้เล่นลงไปบูรณาการให้เป็นสะเต็มศึกษาอย่างสมบูรณ์ จนได้แผนการสอนที่เสร็จสมบูรณ์

## 3. Bonus score

ผู้เล่นแต่ละคนจะมีลูกบาศก์คะแนนสีเหลืองคนละ 4 ชิ้น โดยใช้แบ่งให้ผู้เล่นคนอื่นเป็นรางวัล โดยให้เพื่อขอบคุณหรือให้จากการมีส่วนร่วมกับเกม

## 4. นับคะแนน

คะแนนจากลูกบาศก์ทุกสี + คะแนนจาก Post-it ไอเดีย ผู้เล่นที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นผู้ชนะ



ภาพที่ 4.30 กติกาของเกมต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1

## 2) ผลการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

ทำการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญจำนวนทั้งหมด 5 ท่าน โดยสัมภาษณ์เพื่อพัฒนานวัตกรรม และ สอบถามความคิดเห็น ใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) แบ่งเป็น

ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเกม ด้านกลไกของเกม จำนวน 2 ท่าน มีคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่ง ดังนี้

- 1) มีผลงานบอร์ดเกมมากกว่า 3 ผลงานขึ้นไป
- 2) มีผลงานบอร์ดเกมที่ได้รับรางวัล อย่างน้อย 1 ผลงาน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเกม ด้าน Visual design จำนวน 1 ท่าน มีคุณสมบัติ ดังนี้

มีประสบการณ์การออกแบบ Visual design ให้กับบอร์ดเกม

ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จำนวน 2 ท่าน มีคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่ง ดังนี้

- 1) สำเร็จการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิต คณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์
- 2) มีประสบการณ์การออกแบบนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้

### 2.1 ผลการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

จากการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน แบ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้าน กลไกเกม จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้าน Visual design 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา 2 ท่าน ซึ่งมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ดังนี้ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านกลไกของเกม มีผลงานบอร์ดเกมมากกว่า 3 ผลงานขึ้นไปหรือ มีผลงานบอร์ดเกมที่ได้รับรางวัล อย่างน้อย 1 ผลงาน 2) ด้าน Visual design มี ประสบการณ์การออกแบบ Visual design ให้กับบอร์ดเกม 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา สำเร็จ การศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิต คณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ หรือ มีประสบการณ์การออกแบบ นวัตกรรมสื่อการเรียนรู้ โดยมีข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามดังนี้

| ข้อมูลทั่วไป | ความถี่<br>(N=3) | ข้อมูลทั่วไป               | ความถี่<br>(N=3) |
|--------------|------------------|----------------------------|------------------|
| อายุ         |                  | ตำแหน่ง/อาชีพ              |                  |
| 31-40 ปี     | 3 (60%)          | อาจารย์มหาวิทยาลัย         | 1 (20%)          |
| 41-50 ปี     | 2 (40%)          | อาจารย์โรงเรียนประถมศึกษา  | 1 (20%)          |
| วุฒิการศึกษา |                  | นักออกแบบบอร์ดเกม          | 1 (20%)          |
| ปริญญาตรี    | 2 (40%)          | นักออกแบบการเรียนรู้       | 1 (20%)          |
| ปริญญาโท     | 2 (40%)          | อาจารย์พิเศษระดับอุดมศึกษา | 1 (20%)          |
| ปริญญาเอก    | 1 (20%)          |                            |                  |

ตารางที่ 4.15 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมด 5 ท่าน พบว่า มีอายุอยู่ระหว่าง 31-40 ปี จำนวน 3 ท่าน รองลงมาเป็น 41-50 ปี จำนวน 2 ท่าน มีวุฒิการศึกษาในระดับปริญญาตรี จำนวน 2 ท่าน ปริญญาโท จำนวน 2 ท่าน และปริญญาเอก จำนวน 1 ท่าน มีตำแหน่งเป็นอาจารย์มหาวิทยาลัย จำนวน 1 ท่าน อาจารย์โรงเรียนประถมศึกษา จำนวน 1 ท่าน นักออกแบบบอร์ดเกม จำนวน 1 ท่าน นักออกแบบการเรียนรู้ จำนวน 1 ท่าน และอาจารย์พิเศษระดับประถมศึกษา จำนวน 1 ท่าน

| รายการประเมิน   | ค่าเฉลี่ย | S.D. | แปลผล            |
|---|-----------|------|------------------|
| 1. นวัตกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีรูปแบบที่น่าสนใจ   | 4.6       | 0.55 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 2. นวัตกรรม และบรรจุภัณฑ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีการออกแบบที่สวยงาม   | 5         | 0.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 3. วัสดุมีความเหมาะสมกับการใช้งานโดยภาพรวม  | 4.6       | 0.55 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4. เกมมีรูปแบบการเล่นที่เหมาะสมกับการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา | 4.6       | 0.55 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 5. เกมมีรูปแบบการเล่นที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายครูผู้สอนในกลุ่มสาระสะเต็มศึกษา  | 4.4       | 0.55 | เหมาะสมมาก       |
| 6. เกมที่สร้างขึ้นมีกลไกส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือกันจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา  | 4.8       | 0.45 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 7. กติกา วิธีการเล่นเกม และกลไกของเกมมีความยากง่ายในระดับที่เหมาะสม   | 4.6       | 0.55 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 8. คำแนะนำในการเล่น สามารถเข้าใจได้ง่าย ผู้เล่นน่าจะสามารถทำความเข้าใจและปฏิบัติตามได้  | 4.6       | 0.55 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 9. เกมที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นนวัตกรรม  | 4.8       | 0.45 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 10. เกมที่สร้างขึ้นในลักษณะของบอร์ดเกม มีความเหมาะสมสำหรับเป็นเครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษา ให้กับครูผู้สอนในระดับประถมศึกษา                  | 4.8       | 0.45 | เหมาะสมมากที่สุด |
| รวม   | 4.68      | 0.46 | เหมาะสมมากที่สุด |

ตารางที่ 4.16 ผลการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญมีเกณฑ์การประเมินกำหนดมาตรฐานประมาณค่า (Rating scale) 5 ส่วน ในแบบประเมินใช้เกณฑ์ ดังนี้

|           |                            |
|-----------|----------------------------|
| 5 หมายถึง | ระดับความเหมาะสมมากที่สุด  |
| 4 หมายถึง | ระดับความเหมาะสมมาก        |
| 3 หมายถึง | ระดับความเหมาะสมปานกลาง    |
| 2 หมายถึง | ระดับความเหมาะสมน้อย       |
| 1 หมายถึง | ระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด |

มีเกณฑ์การแปลผลมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

|             |                               |
|-------------|-------------------------------|
| 4.50 – 5.00 | อยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด  |
| 3.50 – 4.49 | อยู่ในระดับ เหมาะสมมาก        |
| 2.50 – 3.49 | อยู่ในระดับ เหมาะสมปานกลาง    |
| 1.50 – 2.49 | อยู่ในระดับ เหมาะสมน้อย       |
| 0.00 – 1.49 | อยู่ในระดับ เหมาะสมน้อยที่สุด |

พบว่าโดยรวมผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าคุณภาพของการออกแบบต้นแบบครั้งที่ 1 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.68) โดยรายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ ข้อ 2 นวัตกรรม และบรรจุกิจกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีการออกแบบที่สวยงาม (ค่าเฉลี่ย = 5) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ ข้อ 5 เกมมีรูปแบบการเล่นที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายครูผู้สอนในกลุ่มสาระสังคมศึกษา (ค่าเฉลี่ย = 4.4) โดยทุกรายการมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในเกณฑ์ น้อยกว่า 1.25 แปลผลว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นใกล้เคียงกันหรือเหมือน ๆ กัน โดยผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

- ในขั้นตอนสุดท้าย ควรกำหนดจุดประสงค์และการวัดประเมินผลให้เห็นภาพ STEAM ว่าอยู่ขั้นตอนไหน

- เพิ่ม Version Print & Play เพื่อการขยายผลวงกว้าง
- สรุปลักษณะให้ง่ายกว่านี้ มีตัวช่วยในการออกแบบร่วมกัน ลองดู co-design
- เสนอให้แผน 1 หน้ามีความเป็น Journey มากขึ้น และมีสตอรี่เล่าให้ผู้เล่นออกแบบ

ตัวละครเอง

## 2.2 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

สามารถสรุปผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนานวัตกรรมได้ดังนี้

| 1) ภาพรวมของต้นแบบนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น  |   |
|---|---|
| <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้านกลไกของเกม</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การออกแบบบรรจุภัณฑ์การเอาบอร์ดเกมไปรวมกับ Boxset หนังสือทำได้ดี</li> <li>- ตัวละครที่เป็นตัวแทนของแต่ละวิชาทำได้ดีช่วยให้ผู้เล่นเห็นภาพของการบูรณาการมากขึ้น</li> <li>- วางขอบเขตเนื้อหา เครื่องมือช่วยคิด และภาพต้นแบบได้ชัดเจน</li> </ul> <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้าน Visual design</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- น่าจะเหมาะกับครูระดับประถม เพราะระดับประถม น่าจะเหมาะกับการสอนที่ใช้กิจกรรมนำ โดยเป็นเกมที่พาให้ผู้เล่นคิดกิจกรรมการสอน จากครูหลายวิชา หลายมุมมอง</li> </ul>  | <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ควรเติมรูปการ์ตูนหรือสัญลักษณ์บนอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเกมเพื่อลดความเป็นวิชาการลง</li> <li>- ถ้าเนื้อหาตรงกับวิชาไหนให้ใส่เพื่อแทนถึงวิชานั้น ๆ</li> <li>- มีประโยชน์กับผู้เล่นที่ยังไม่เห็นภาพวิธีการนำ สะเต็มศึกษาไปใช้โดยบอร์ดเกมน่าจะทำได้ทบทวน ความรู้และเห็นภาพที่ชัดเจนของการนำความรู้ที่เรียน มาไปประยุกต์ใช้ได้</li> </ul>  |
| 2) กลไกของเกม กติกา วิธีการเล่นและการนำไปสู่การพัฒนาแผนการเรียนรู้ร่วมกัน   |   |
| <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้านกลไกของเกม</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้การเปิดการ์ดไอเดียก่อนให้ผู้เล่นเลือกประเด็นจะสามารถเพิ่มความท้าทายให้กับเกมได้ และทำให้ผู้เล่น สนทนาแบบร่วมมือไปในทางเดียวกัน และให้คะแนน ผู้เล่นจากการช่วยเหลือกัน โดยอาจเพิ่มเป็นโหมดยากในการเล่น โดยใช้วิธีเปิดหลายใบแล้วให้ผู้เล่นโหวตเลือก Theme ที่จะบูรณาการร่วมกัน</li> <li>- แผน 1 หน้า ควรมีกระบวนการช่วยให้ผู้เล่นสามารถ ออกแบบแผนได้ง่ายขึ้น เช่นมีคำถามเพิ่ม</li> <li>- มีความเป็นเครื่องมือมากกว่าเป็นเกม ควรออกแบบ กลไกโดยเพิ่มกลไกความเป็นเกมเน้นให้แต่ละคน สามารถออกความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่ หรือมีระบบ คะแนนจูงใจเพื่อให้ผู้เล่นโหวตอย่างตรงไปตรงมาเพื่อหาไอเดียที่ดีที่สุด</li> <li>- น่าจะสามารถนำไปสู่การเรียนรู้ร่วมกันได้</li> </ul> | <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- วิธีการเล่นอาจต้องอธิบายที่ละขั้น หรือเล่นไปพร้อมกับการอธิบาย</li> <li>- แผน 1 แผ่น น่าจะทำให้ผู้เล่นรู้สึกว่าจะสามารถทำได้ง่าย ไม่ลำบาก ช่วยให้เห็นภาพรวมการบูรณาการสะเต็ม</li> <li>- เพิ่มตัวย่อ STEAM ในตัวอย่างแผนหัวข้อจุดประสงค์ การเรียนรู้ และ การวัดผล ให้เห็นได้ชัดว่า S,T,E,A,M อยู่ตรงไหนในแต่ละส่วน</li> <li>- หัวข้อในการ์ดไอเดียอาจคิดให้เชื่อมโยงกับวิชาต่าง ๆ ของ STEAM ด้วย</li> <li>- กลไกและกติกาของเกมน่าสนใจ คู่มือการเล่นอาจเพิ่มตัวเลขกำกับในขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เล่นสามารถดูตามได้ง่าย</li> </ul> |

|   |  |
|---|--|
| <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้าน Visual design</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- อาจเพิ่มการ์ดไอเดียเป็นการ์ดเปล่าให้ผู้เล่นสามารถเขียนติ่มที่ตนเองสนใจลงไปได้จากเรื่องรอบตัว และในกระบวนการอบรมอาจเพิ่มเป็นขั้น Ice break ให้ผู้เล่นได้วาดหรือเขียนติ่มของตนเองลงบนการ์ด และอาจให้วาดตัวละครของตนเอง</li> <li>- ออกแบบหน้าแผน 1 หน้า ให้เป็น Journey map เป็นขั้นตอนการคิดแผนการสอน</li> <li>- อาจเพิ่มรูปแบบการเล่นเลือก Theme ก่อน</li> </ul>   |  |
| <b>3) ส่วนประกอบที่ชอบหรือไม่ชอบ</b>  |  |
| <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้านกลไกของเกม</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ชอบความกว้างและความทั่วไปของการ์ดไอเดีย ทำให้ผู้เล่นสามารถเลือกหัวข้อที่ตรงกับชีวิตประจำวันได้</li> <li>- ชอบที่คิดมาครบวงจร ในการแบ่งเกมเป็น 3 ส่วน สามารถเข้ามาเล่นเฟสที่ 2 หรือ 3 ได้เลยหากมีความรู้ด้านสะติ่มแล้ว</li> <li>- มีการ์ดไอเดียจำนวนมากที่นิสิตน่าจะนำไปใช้เชื่อมโยงได้ดี</li> <li>- ไม่แน่ใจว่าการใช้โพสต์อิทจะสิ้นเปลืองมัย อาจจะสามารถใช้กระดาษแผ่นเดียวเขียนได้</li> </ul> <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้าน Visual design</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ชอบแพ้มที่แยกตัวชี้วัดระดับชั้น อ่านง่ายใช้สีแยกเป็นมิตรกว่าตัวหลักสูตรแกนกลางของจริง</li> <li>- ชอบการใช้ผ้าพิมพ์เป็นกระดาน</li> </ul> | <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ชอบภาพรวมทั้งหมด โดยอาจเพิ่มเติมรายละเอียดเล็ก ๆ เช่น เพิ่มตัวละครให้ผู้เล่นได้เลือก</li> <li>- ชอบไอเดีย การจัดวาง layout ความประณีต ความสวยงาม ความคิดสร้างสรรค์ และ Gimmick ต่าง ๆ ในเกม เช่น กระดิ่ง ลูกบาศก์</li> </ul> |
| <b>4) ความเหมาะสมสำหรับส่งเสริมการเรียนรู้สะติ่มศึกษา ให้กับสำหรับนิสิตฯ</b>  |  |
| <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้านกลไกของเกม</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ควรม็เครื่องมือหรือกระบวนการช่วยในการให้นิสิตคิด</li> <li>- รูปร่างหน้าตา มีความเหมาะสม มีรูปแบบที่นิสิตน่าจะคุ้นชิน</li> </ul> <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้าน Visual design</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เหมาะสม</li> </ul>  | <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เหมาะสมกับนิสิตและอาจรวมถึงครูด้วยได้</li> <li>- สวยงาม และน่าจะทนทาน นิสิตน่าจะชอบการออกแบบ และมีความ Unisex</li> </ul>   |

| 5) ความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้ ความเป็นไปได้ในการผลิต และการนำไปใช้จริง  |   |
|--|---|
| <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้านกลไกของเกม</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เหมาะสม</li> <li>- หากจะผลิตเป็นจำนวนมาก อาจสามารถลดจำนวนหรือลดคุณภาพวัสดุของอุปกรณ์บางอย่าง เพื่อให้ต้นทุนถูกลงได้</li> </ul> <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้าน Visual Design</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- น่าจะขายง่าย ด้วยขนาดของเกม และความซับซ้อนน้อย เล่นไม่ยาก น่าจะไวรัลได้ง่าย</li> <li>- เป็นห่วงเรื่องราคา แต่วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสมแล้ว สีที่ใช้มีความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย ดูไม่เด็กเกินไปและดูมีราคา</li> </ul> | <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เหมาะสม</li> <li>- ในการนำไปผลิตจริง อาจสามารถลดต้นทุนได้โดยบางส่วนของประกอบของเกมให้ไปพิมพ์เอง แยกเป็นแพ็คเกจ Full-set กับเซตเล็กเพื่อให้สามารถกระจายได้เป็นวงกว้าง</li> </ul> |
| 6) เนื้อหาองค์ความรู้ด้านสะเต็มศึกษาที่แทรกลงไปในตัวเกม และกลไกที่ใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้  |   |
| <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้านกลไกของเกม</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ออกแบบได้น่ารัก น่าอ่านดี ควรดูระหว่างทดลองเล่นว่านิสัยหยาบมาอ่านมั้ระหว่างเล่น</li> </ul> <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้าน Visual Design</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เพิ่ม QR Code แหล่งความรู้ต่าง ๆ ใน Infographic</li> </ul>  | <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ค่อนข้างละเอียดดี</li> <li>- อาจเพิ่ม QR Code ตัวอย่างแผนการเรียนรู้เพิ่มเติม หรือ แหล่งการเรียนรู้ STEAM เพิ่มเติม</li> </ul>  |
| 7) แนวทางการพัฒนานวัตกรรม  |   |
| <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้านกลไกของเกม</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- อาจเพิ่มแรงจูงใจโดยใช้คะแนนพิเศษเพิ่มให้ผู้เล่นได้สนทนาเพิ่ม</li> <li>- คู่มือการใช้งานอาจเขียนเพิ่มว่า “ผู้ใช้งานจะได้ประโยชน์มากขึ้นถ้ามีหลากหลายกลุ่มสาระมาเล่นด้วยกัน”</li> </ul> <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้าน Visual design</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- อาจมีเกมขยาย ที่มีบอร์ดกลางเป็นหลายฉากให้เลือก เช่น สวน ร้านไอศกรีม ภาพจริงของชุมชนรอบโรงเรียนจาก Google maps</li> </ul>                                       | <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- พยายามลดตัวหนังสือและเพิ่มภาพ เพื่อลดความเครียดของผู้เล่น</li> </ul>  |



| 8) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม   |   |
|--|---|
| <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้านกลไกของเกม</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เน้น Co-design</li> </ul> <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้าน Visual Design</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เพิ่มเว็บสำหรับอัปเดตแผนการสอนที่สำเร็จได้จากการเล่นเกม เพื่อให้มีคลังไอเดียการสอนสะสมติ่มศึกษา</li> </ul> | <p><u>ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สัตว์ละครของวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกันเกินไป สีของตัวละครวิศวกรรมศาสตร์ควรปรับให้เป็นสีเข้ม</li> <li>- อาจเพิ่มกล่องสำหรับเก็บอุปกรณ์ที่ให้ผู้เล่นหามาเติมได้ เช่น โปสต์อิท ปากกา ดินสอ ไวท์บอร์ดเดียวกัน</li> </ul> |

ตารางที่ 4.17 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

- ดังนั้นจากผลการสัมภาษณ์ดังกล่าว สามารถสรุปเป็นแนวทางการพัฒนานวัตกรรมได้ดังนี้
- ภาพลักษณ์ของเกม ปรับเพิ่มตัวการ์ตูนบนอุปกรณ์
  - การ์ดไอเดีย ปรับให้มีจำนวนเพิ่มขึ้น แยกตามหมวดหมู่วิชาโดยแบ่งตามสีรวมถึงมีไอเดียทั่วไปที่ไม่เกี่ยวข้องกับวิชา และเพิ่มการ์ดเปล่าให้ผู้เล่นสามารถเขียนเรื่องที่ตนเองสนใจหรือเรื่องรอบตัวลงไปเพิ่มได้
  - กติกา และกลไกของเกม เพิ่มให้สามารถเล่นได้ 2 แบบ คือ แบบเลือกประเด็นก่อน และแบบเลือก Theme ก่อน
  - แผนการสอน ปรับให้มีความเป็น Journey มากขึ้น เพิ่มคำถามนำในการกรอกข้อมูล และเพิ่ม QR Code คลังไอเดียแผนการสอนสะสมติ่มศึกษา ให้ผู้เล่นสามารถอัปเดตแผนการสอนที่ร่วมกันพัฒนาไว้ในเว็บได้เพื่อเป็นจุดรวมแผนการสอนให้เป็นตัวอย่างแก่ผู้เล่นที่จะมาเล่นเกมต่อ ๆ ไป
  - คู่มือการเล่น เพิ่มตัวเลขกำกับในแต่ละขั้นตอน จัดรูปแบบให้เข้าใจได้ง่ายมากขึ้น ระบุรายละเอียดเพิ่มว่า “ผู้ใช้งานจะได้ประโยชน์มากขึ้นถ้ามีหลากหลายกลุ่มสาระมาเล่นด้วยกัน” และเพิ่ม QR Code แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม และคลังไอเดียแผนการสอนสะสมติ่มศึกษา
  - เพิ่มเกมในรูปแบบ Print and play ผู้ที่สนใจสามารถพิมพ์การ์ดไอเดียฉบับย่อเองได้ และสามารถวาดตัวละครเองได้
  - Infographic เพิ่ม QR code แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม
  - ตัวละคร เพิ่มตัวละครให้ผู้เล่นเลือก โดยให้มีวิชาละ 2 แบบ และปรับแก้สีของตัวละครวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ให้แตกต่างกันมากขึ้น

## 3) หลักเกณฑ์ประกันคุณภาพการฝึกอบรม

เกณฑ์การประกันคุณภาพ แบ่งออกเป็นมาตรฐาน 4 ด้าน ดังนี้

| มาตรฐาน                             | ตัวบ่งชี้  | เครื่องมือที่ใช้/หลักฐานอ้างอิง   |
|-------------------------------------|--|---|
| 1. ด้าน<br>หลักสูตรการ<br>ฝึกอบรม   | 1. มีการศึกษาสภาพปัจจุบัน-สภาพที่พึงประสงค์<br>และความต้องการ เพื่อพัฒนานวัตกรรมการ<br>และกำหนดกระบวนการฝึกอบรม<br>2. มีการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษาเพื่อ<br>เป็นแนวทางการพัฒนานวัตกรรมการ และกำหนด<br>กระบวนการฝึกอบรม<br>3. มีการสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบ<br>บูรณาการ เป็นแนวทางการพัฒนานวัตกรรมการ และ<br>กำหนดกระบวนการฝึกอบรม<br>4. มีการทำ Matrix analysis และ Design analysis<br>ของนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องในตลาดเพื่อวิเคราะห์<br>แนวทางการพัฒนานวัตกรรมการ และกำหนด<br>กระบวนการฝึกอบรม<br>5. มีการสัมภาษณ์ และสอบถามความคิดเห็น จาก<br>ผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบเกม และผู้เชี่ยวชาญ<br>ด้านการศึกษา เพื่อวิเคราะห์แนวทางการพัฒนา<br>นวัตกรรม และกำหนดกระบวนการฝึกอบรม | - แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้าน<br>สะเต็มศึกษา<br>- แบบสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอน<br>ศิลปะแบบบูรณาการ<br>- แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการ<br>นำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ใน<br>การบูรณาการ<br>จัดการเรียนการสอนร่วมกันกับครู<br>ต่างกลุ่มสาระ<br>- Matrix analysis และ<br>Design analysis<br>- แบบสัมภาษณ์เพื่อพัฒนานวัตกรรมการ<br>- แบบสอบถามความคิดเห็นของ<br>ผู้เชี่ยวชาญ<br>- กระบวนการฝึกอบรม<br>- นวัตกรรมสะเต็มศึกษา<br>ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกม<br>เป็นฐาน สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์<br>วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา |
| 2. ด้านผู้เข้า<br>รับการ<br>ฝึกอบรม | 1. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ให้มีทั้งนิสิตฝึกประสบการณ์<br>วิชาชีพครูระดับประถมศึกษาสายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ<br>สะเต็มศึกษา และรายวิชาศิลปะ<br>2. กลุ่มตัวอย่างสามารถปฏิบัติการ สร้าง<br>แผนการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้<br>3. กลุ่มตัวอย่างมีผลการสอบวัดความรู้หลังใช้งาน<br>นวัตกรรมมากกว่าก่อนใช้งานอย่างมีนัยสำคัญทาง<br>สถิติที่ระดับ .05   | - แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม<br>การเล่น<br>- แบบสอบวัดความรู้แนวคิด<br>สะเต็มศึกษา<br>- แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างโดย<br>กลุ่มตัวอย่าง  |

| มาตรฐาน                           | ตัวบ่งชี้  | เครื่องมือที่ใช้/หลักฐานอ้างอิง  |
|-----------------------------------|--|--|
| 3. ด้าน<br>วิทยากร                | 1. การคัดเลือกวิทยากร<br>- มีประสบการณ์การจัดอบรมเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา<br>หรือการสอนแบบสะเต็มศึกษา<br>- มีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้และ<br>ประสบการณ์ด้านการสอน และการสร้าง<br>แผนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา<br>- มีวุฒิการศึกษาในด้านครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์<br>2. บทบาทของวิทยากร<br>- ร่วมบรรยาย แนวทางการจัดการเรียนรู้ตาม<br>แนวคิดสะเต็มศึกษา<br>- ให้คำแนะนำกลุ่มตัวอย่างในการสร้าง<br>แผนการจัดการเรียนรู้<br>- ประเมินแผนฯของกลุ่มตัวอย่างและให้ข้อเสนอแนะ | - ประวัติวิทยากร CV<br>(Curriculum-Vitae)<br>- เอกสารที่ระบุ การชี้แจงเกี่ยวกับ<br>วัตถุประสงค์ บทบาทและรายละเอียด<br>ของการอบรม การติดต่อประสานงาน<br>กับวิทยากรที่คัดเลือกแล้ว |
| 4. ด้านการวัด<br>และ<br>ประเมินผล | 1. แบบสอบก่อนและหลังใช้นวัตกรรม วิเคราะห์<br>ค่าเฉลี่ยระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดย<br>การหาค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน<br>(SD) เปรียบเทียบด้วยสถิติทดสอบที (t-test) กำหนด<br>ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05<br>2. กลุ่มตัวอย่างประเมินความพึงพอใจจากใช้งาน<br>นวัตกรรม<br>3. ประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมโดย<br>ผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบเกม จำนวน 3 ท่าน<br>และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จำนวน 2 ท่าน                                 | - แบบสอบวัดความรู้แนวคิด<br>สะเต็มศึกษา<br>- แบบประเมินความพึงพอใจในการ<br>ทดลองใช้นวัตกรรม<br>- แบบประเมินประสิทธิภาพของ<br>นวัตกรรม  |

ตารางที่ 4.18 หลักเกณฑ์ประกันคุณภาพการฝึกอบรม

โดยมีรายละเอียดกระบวนการอบรมดังนี้

กระบวนการอบรมใช้เวลา 3 ชั่วโมง โดยแบ่งกลุ่มผู้เข้าร่วม กลุ่มละ 4-6 คน

1. แนะนำกิจกรรมและกำหนดการ (10 นาที)
2. ทำแบบสอบถามวัดความรู้ก่อนเล่น (10 นาที)
3. บรรยายเกี่ยวกับ แนวคิดสะเต็มศึกษา โดย วิทยากร (30 นาที)
4. แนะนำนวัตกรรม และวิธีการเล่นบอร์ดเกม (10 นาที)
5. เล่นบอร์ดเกม (60 นาที)
6. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอแผนการเรียนรู้ของกลุ่มตนเอง กลุ่มละไม่เกิน 3 นาที (10 นาที)
7. วิทยากรให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อแผนการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่ม (10 นาที)
8. ถอดบทเรียน 6 คำถาม (20 นาที)
  - รู้สึกอย่างไร? - ได้ความรู้อะไรเพิ่ม? - ได้ทักษะอะไรบ้าง?
  - จุดที่ชอบ? - จุดไหนควรปรับ? - คิดว่าจะนำไปประยุกต์ใช้จริงได้ไหม?
9. ทำแบบสอบถามวัดความรู้หลังเล่นและแบบประเมินความพึงพอใจ (20 นาที)



ภาพที่ 4.31 กระบวนการอบรม

### ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรมและประเมินประสิทธิภาพ

การวิจัยในระยะที่ 3 เป็นการทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรม โดยทำการทดลองใช้ 5 ครั้ง กลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสมัครใจ (Volunteer sampling) โดยเลือกนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา และนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูศิลปะระดับประถมศึกษา นำคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ข้อสังเกต และ Pain point ของผู้ใช้ จากการทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรมในแต่ละครั้งมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ และพิจารณาข้อมูลเพื่อเป็นกรอบในการพัฒนานวัตกรรม และปรับปรุงต้นแบบให้สมบูรณ์ จากนั้นนำผลงานสมบูรณ์ไปให้ ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพ เป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบเกมจำนวน 3 ท่าน และ ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จำนวน 2 ท่าน แบ่งผลการศึกษาตามหัวข้อดังนี้

- 1) ผลจากแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเล่น
- 2) ผลจากแบบประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม
- 3) ผลจากแบบสอบถามความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา
- 4) แนวทางการพัฒนานวัตกรรม
- 5) ผลการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมสมบูรณ์
- 6) ผลการประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม

การทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรมดำเนินการทดลองใช้กับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา จำนวน 5 ครั้ง ดังนี้

| ครั้งที่ | ประเภท                                      | จำนวน (คน) | เครื่องมือที่ใช้  |
|----------|---|------------|---|
| 1        | Quick playtesting                           | 5          | แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเล่น   |
| 2        | Guided playtesting                          | 5          |   |
| 3        | Blind playtesting                           | 5          |   |
| 4        | ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างตามกระบวนการฝึกอบรม | 10         | (1) แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเล่น   |
| 5        |   | 16         | (2) แบบประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม<br>(3) แบบสอบถามความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา |

ตารางที่ 4.19 กระบวนการทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรม

สามารถสรุปผลการทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรมและการประเมินประสิทธิผลได้ดังนี้

## 1) ผลจากแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเล่น

จากการทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรมจำนวน 5 ครั้ง สามารถสังเกตพฤติกรรมการเล่นได้ดังนี้

### 1. พฤติกรรมก่อนเล่น

ผู้เล่นสนใจในรูปลักษณะของตัวบอร์ดเกม ทั้งรูปแบบ สี สัน และภาพประกอบ โดยแสดงออกว่าชอบวัสดุที่ใช้เช่น ผ้า ตัวละครอะคริลิก การ์ดต่าง ๆ สามารถจัดวางบอร์ดเกมและใช้อุปกรณ์ได้ตามคำแนะนำและคู่มือการเล่น โดยมีการหยิบอุปกรณ์ต่าง ๆ มาดู และอ่านรายละเอียดบนสื่อต่าง ๆ

### 2. การทำความเข้าใจในกติกาของเกม

เข้าใจได้ง่ายตามขั้นตอน มีบางส่วนที่อ่านแล้วไม่เข้าใจ เช่นการ์ดคำถาม คู่มือการเล่น วิธีการให้คะแนน โดยเมื่อวางกระบวนการเล่นไปด้วยกันทีละขั้นตอน ผู้เล่นสามารถเล่นไปได้ตามขั้นตอนโดยใช้เวลาน้อยกว่าให้ศึกษาแผ่นคู่มือเอง โดยบางส่วนต้องอธิบายหลายครั้งกว่าผู้เล่นจะเข้าใจครบ เมื่อให้ผู้เล่นศึกษาคู่มือการเล่นเองเพื่อทำความเข้าใจกติกาในการทดลองครั้งที่ 3 Blind playtesting ผู้เล่นอ่านไม่ครบทำให้เข้าใจผิดบ้างในบางหัวข้อ วิธีการเล่นในบางหัวข้อยังระบุไม่ชัดเจนควรเพิ่มตัวอย่างและเขียนอธิบายมากขึ้น ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น และในส่วนของการเล่นร่วมกันผู้เล่นยังมีส่วนร่วมไม่ครบทุกคน มีคนเขียนบางคนเท่านั้นจึงควรปรับกลไกใหม่ให้ร่วมมือกันมากขึ้น

### 3. พฤติกรรมระหว่างเล่น

การได้พูดตามกลไกของเกมที่ใช้การ์ดสนทนาทำให้แต่ละคนได้แสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนความเห็นและประสบการณ์ นำไปสู่การร่วมมือกันได้บนฐานความเข้าใจเดียวกัน มีการคิดอย่างจริงจังว่าจะตอบคำถามอย่างไร มีการแสดงออกว่าเห็นด้วยกับคำตอบของผู้เล่นท่านอื่น และเสริมข้อมูลกัน มีการพยายามอธิบายมุมมองของวิชาตัวเองให้ผู้เล่นคนอื่น ๆ ฟัง ทำให้ผู้เล่นได้รับมุมมองที่หลากหลาย เกิดความเข้าใจในมุมมองของวิชาอื่น แต่ถ้าเป็นผู้เล่นที่สวมบทบาทเป็นวิชาอื่นที่ตนเองไม่ได้สอนจะเกิดความสับสนเล็กน้อย โดยสามารถเล่นได้เป็นอย่างดีแต่ต้องใช้เวลาในการศึกษาแผ่นตัวชี้วัดและคิดนานกว่า แต่ทำให้ได้ศึกษารายละเอียดของวิชานั้น ๆ และเข้าใจมุมมองของวิชานั้น ๆ มากขึ้น กระบวนการการเล่นทำให้คิดแผนสะเต็มศึกษาออกมาได้เร็ว มีการช่วยกันคิด และไม่น่าเบื่อ ผู้เล่นมีการหยิบจับเล่นกับตัวละคร ลูกบาศก์ โปสการ์ด มีการหยิบสื่อต่าง ๆ มาดูและศึกษาแผ่น infographic อยู่ตลอดเพื่อดูว่าตนเองเข้าใจถูกต้องหรือไม่ แสดงความสนใจในอุปกรณ์สื่อต่าง ๆ ของเกม โดยมีการถ่ายภาพไว้ดู

#### 4. ความสนใจในการเรียนรู้เรื่องสะเต็มศึกษา (การพูดคุย ตอบคำถาม ชักถามเกี่ยวกับเนื้อหา)

ตั้งใจอ่านข้อมูลจาก Infographic ตามการ์ดคำถาม และหยิบมาดูอยู่เสมอ สามารถใช้การ์ด ไอเดียคิดชื่อกิจกรรมออกมาได้โดยเลือกอย่างรวดเร็ว ๆ สนใจสื่อต่าง ๆ ในตัวเกม เช่น Infographic รายละเอียดบนกล่อง แผ่นมาตรฐานและตัวชี้วัด รวมถึงในการนำเสนอแผนตามกระบวนการอบรม ผู้เล่นทุกคนสนใจฟังว่ากลุ่มอื่น ๆ คิดแผนออกมาอย่างไร

#### 5. การร่วมมือกันออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

มีการให้ความเห็นและตกลงกันว่าแผนไหนน่าจะเป็นแผนที่ดีที่สุด ตามกระบวนการอบรม ผู้เล่นสามารถนำเสนอแผนได้ครบถ้วนตาม Template แผนการสอน 1 หน้า มีการวาดตัวอย่าง ชิ้นงานที่จะให้ผู้เรียนทำลงในโพสต์อิทเพื่อสื่อสารกัน ผู้เล่นสามารถคิดร่วมกันให้เป็นแผนได้

#### 6. พฤติกรรมที่แสดงออกหลังการเล่น

มีการตรวจสอบภาพรวมแผนที่เสร็จแล้ว เก็บอุปกรณ์เข้าที่ได้เรียบร้อย ตามกระบวนการ อบรมสามารถนำเสนอแผนได้อย่างเป็นขั้นตอนตามแผน 1 หน้า

#### 7. การถอดบทเรียนหลังเล่น

**ความรู้** – ได้ทบทวนความรู้เดิม ได้ความรู้ใหม่ ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น แลกเปลี่ยน เสนอ ไอเดีย และต่อยอดไอเดีย ได้รู้กระบวนการการเขียนแผนร่วมกับคนอื่น เข้าใจทั้ง STEM และ STEAM

**ทักษะ** - ออกแบบแผนสะเต็มศึกษาเองได้ ทักษะการสื่อสาร การทำงานเป็นทีม การทำงาน ร่วมกัน ความเร็ว การคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร ความคิดสร้างสรรค์ การคิดบูรณาการ การออกแบบ แผน กระบวนการ การเชื่อมโยง การเขียน การโน้มน้าว ได้ลองใช้สะเต็มศึกษาจากที่เคยเรียนมาแต่ ไม่เคยลองใช้

**ทัศนคติ** - รู้สึกว่าการวางแผนสะเต็มง่ายขึ้น สนุกกับการคิด รู้สึกอยากต่อยอดจากความคิด ของเพื่อน เห็นความสำคัญของการวางแผนสะเต็มศึกษาร่วมกัน รู้สึกแปลกใหม่ รู้สึกอยากลองไปใช้ จริง รู้สึกสนใจเกม รู้สึกตื่นเต้น รู้สึกอยากเสริมต่อยอดไอเดียของเพื่อน เกิดความเข้าใจว่าศิลปะไม่ใช่ แค่การวาดภาพ

**จุดที่ชอบ** - การเสนอไอเดีย การเลือก Theme การคิดวิชาของตัวเองให้เข้ากับ Theme การแย่งกันกดกระดิ่ง เวลาจำกัดทำให้คิดได้เร็ว ไม่เครียดเหมือนเวลาเรียนในคาบ ภาพประกอบ การ์ดคำถามทำให้เข้าใจ Concept ตรงกัน ได้แลกเปลี่ยนความคิดแล้วนำมาวิเคราะห์อีกที่ กระบวนการทำให้คิดแผนสะเต็มได้เร็วขึ้น มีคนช่วยคิด ไม่น่าเบื่อ การออกแบบเครื่องมือและสีสัน การ ได้ถกเถียงกัน สื่อการเรียนรู้ ความหลากหลายของกลไกเกม ระบบบอร์ดเกม ได้ใช้ความรู้ที่เรียนมา อุปกรณ์สื่อเข้าใจง่าย แผ่นรวมตัวชี้วัดทำให้เห็นภาพรวมของทุกวิชา

**จุดที่ควรปรับ** - อยากให้มีคำถามเพิ่มขึ้นอีก อยากให้แข่งขันกันมากขึ้น อยากให้ตัวละครมี บทบาทมากขึ้น คะแนนแต่ละสีควรมีคะแนนไม่เท่ากัน เพิ่มเวลาการระดมความคิด

**การนำไปประยุกต์ใช้จริง** – คิดว่านำไปบูรณาการเองได้ น่าจะได้นำไปใช้ในการสอน อยากฝึกสะเต็มศึกษาให้ชำนาญแล้วนำไปอบรมให้ครูในโรงเรียนให้ช่วยกันคิดแผน น่าจะนำวิธีคิดแผนไปปรับใช้ในการคิดแผนของตนเองได้โดยเอาวัตถุประสงค์ หรือ Theme เป็นตัวตั้ง

## 7. สรุปผลการสังเกต

สามารถสรุปผลการสังเกตได้ดังนี้

### จุดเด่นของนวัตกรรม

จากการสังเกตนวัตกรรมสามารถตอบโจทย์ได้ตามจุดเน้นของนวัตกรรมที่วางไว้ผ่าน CHILD Model โดยวิเคราะห์ได้จากพฤติกรรมดังนี้

**Collaboration** ส่งเสริมการร่วมมือ – ผู้เล่นสามารถร่วมมือและแลกเปลี่ยนไอเดียกัน เข้าใจมุมมองของหลากหลายกลุ่มสาระ และสามารถพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษาร่วมกันได้ตามกระบวนการอย่างรวดเร็ว

**Harmony** สร้างความเข้าใจร่วมกัน – ผู้เล่นได้ทบทวนความรู้เดิมและสร้างความรู้ใหม่ ผ่านเฟสแรกของเกมด้วยการตั้งคำถามและการตั้งสนทนา ที่ช่วยให้ผู้เล่นแลกเปลี่ยนไอเดียและวิเคราะห์จนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน และเข้าใจกระบวนการพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษาร่วมกัน

**Importance** ทำให้เห็นความสำคัญ – ผู้เล่นเห็นความสำคัญของการพัฒนาแผนการเรียนรู้ร่วมกัน เกิดทัศนคติที่ดีต่อสะเต็มศึกษา สนุกกับการคิดและการสื่อสารกัน มีความสนใจที่จะเรียนรู้สะเต็มศึกษาเพิ่มเติม เข้าใจความสำคัญของแต่ละวิชาและเห็นมุมมองของทุกวิชา รู้สึกว่าการวางแผนสะเต็มศึกษาไม่ใช่เรื่องยาก สามารถทำได้ตามกระบวนการง่าย สนุก และรวดเร็ว

**Learning** ให้ความรู้ – แผ่นรวมมาตรฐานและตัวชี้วัดทำให้เห็นภาพรวมของทุกวิชา แผ่น Infographic ทำให้อเนกของสะเต็มศึกษาเข้าใจได้ง่าย ผู้เล่นสนใจศึกษาองค์ความรู้ แผ่น 1 หน้าทำให้ผู้เล่นเห็นกระบวนการของการพัฒนาแผน

**Doing** ฝึกทักษะปฏิบัติ – ผู้เล่นสามารถพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษาได้เมื่อเล่นจบ และสามารถส่งเสริมทักษะได้ทั้ง 4 ด้าน ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร การร่วมมือ และ ความคิดสร้างสรรค์ รวมถึงสามารถส่งเสริมทักษะอื่น ๆ เช่น การทำงานเป็นทีม ความเร็ว การคิดบูรณาการ กระบวนการ การเชื่อมโยง การเขียน การโน้มน้าว

### แนวทางการปรับปรุง

- ปรับกลไกให้ผู้เล่นทุกคนมีส่วนร่วมกับการคิดแผนร่วมกัน โดยให้เขียนคนละ 1-2 ช่อง
- ปรับเวลาการระดมความคิดให้มากขึ้น
- ปรับคู่มือให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น มีขั้นตอนที่ละเอียด และตัวอย่างที่ชัดเจนมากขึ้น



## 2) ผลจากแบบประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม

จากการสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างผู้ทดลองใช้นวัตกรรมจำนวน 26 คน (n=26)

โดยมีข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามดังนี้

| ข้อมูลทั่วไป | ความถี่     | ข้อมูลทั่วไป                          | ความถี่     |
|--------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| สาขาวิชา     |             | นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในรายวิชา |             |
| ประถมศึกษา   | 16 (61.54%) | ศิลปะ                                 | 10 (38.46%) |
| ศิลปศึกษา    | 10 (38.46%) | คณิตศาสตร์                            | 7 (26.92%)  |
|              |             | วิทยาศาสตร์                           | 4 (15.38%)  |
|              |             | ภาษาไทย                               | 3 (11.54%)  |
|              |             | การงานอาชีพ                           | 2 (7.69%)   |

ตารางที่ 4.20 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน ทั้งหมด 26 คน พบว่า สาขาวิชา เป็นสาขาประถมศึกษา 16 คน และศิลปศึกษา 10 คน โดยเป็นนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูใน รายวิชาศิลปะ 10 คน คณิตศาสตร์ 7 คน วิทยาศาสตร์ 4 คน ภาษาไทย 3 คน และการงานอาชีพ 2 คน

| รายการประเมิน   | ค่าเฉลี่ย | S.D. | แปลผล     |
|---|-----------|------|-----------|
| 1. นวัตกรรมมีรูปแบบที่น่าสนใจและสามารถใช้งานได้จริง   | 4.81      | .491 | มากที่สุด |
| 2. นวัตกรรมมีคู่มือการใช้งานที่สามารถเข้าใจและปฏิบัติตามขั้นตอนได้ง่าย  | 4.65      | .629 | มากที่สุด |
| 3. จากการใช้งานนวัตกรรม ทำให้ท่านมีทัศนคติที่ดีต่อการจัดการเรียน การสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา                                     | 4.77      | .514 | มากที่สุด |
| 4. นวัตกรรมมีความเหมาะสมสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา   | 4.85      | .368 | มากที่สุด |
| 5. ระยะเวลาที่ใช้ใช้นวัตกรรมมีความเหมาะสม   | 4.50      | .648 | มากที่สุด |
| 6. เกมที่สร้างขึ้นมีกลไกส่งเสริมให้ครูต่างกลุ่มสาระเกิดการร่วมมือกัน จัดการเรียนรู้อย่างสะเต็มศึกษา ในระดับใด                   | 4.69      | .471 | มากที่สุด |
| 7. ท่านได้รับองค์ความรู้ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็ม ศึกษาผ่านการใช้งานนวัตกรรม ในระดับใด                              | 4.65      | .485 | มากที่สุด |
| 8. การถอดบทเรียนจากการใช้นวัตกรรมมีความเหมาะสม  | 4.58      | .578 | มากที่สุด |
| 9. ท่านคิดว่าจะสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากการใช้นวัตกรรมไปปฏิบัติ จริงในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาต่อไปได้ | 4.77      | .430 | มากที่สุด |
| 10. ท่านมีความสนุกสนานจากการใช้งานนวัตกรรมประเภทบอร์ดเกม  | 4.77      | .430 | มากที่สุด |
| รวม   | 4.70      | .328 | มากที่สุด |

ตารางที่ 4.21 ผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม

แบบประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรมมีเกณฑ์การประเมินกำหนดมาตรฐาน  
ประมาณค่า (Rating Scale) 5 ส่วน ในแบบประเมินใช้เกณฑ์ ดังนี้

|           |                            |
|-----------|----------------------------|
| 5 หมายถึง | ระดับความพึงพอใจมากที่สุด  |
| 4 หมายถึง | ระดับความพึงพอใจมาก        |
| 3 หมายถึง | ระดับความพึงพอใจปานกลาง    |
| 2 หมายถึง | ระดับความพึงพอใจน้อย       |
| 1 หมายถึง | ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด |

มีเกณฑ์การแปลผลมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

|             |                                   |
|-------------|-----------------------------------|
| 4.50 – 5.00 | อยู่ในระดับ ความพึงพอใจมากที่สุด  |
| 3.50 – 4.49 | อยู่ในระดับ ความพึงพอใจมาก        |
| 2.50 – 3.49 | อยู่ในระดับ ความพึงพอใจปานกลาง    |
| 1.50 – 2.49 | อยู่ในระดับ ความพึงพอใจน้อย       |
| 0.00 – 1.49 | อยู่ในระดับ ความพึงพอใจน้อยที่สุด |

และมีเกณฑ์การแปลความหมายส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ดังนี้

|               |  |
|---------------|--|
| มากกว่า 1.75  | ผู้ตอบแบบทดสอบมีความเห็นแตกต่างกันมาก                |
| 1.25 – 1.75   | ผู้ตอบแบบทดสอบมีความเห็นค่อนข้างแตกต่างกัน           |
| น้อยกว่า 1.25 | ผู้ตอบแบบทดสอบมีความเห็นใกล้เคียงกันหรือเหมือน ๆ กัน |

พบว่าภาพรวม ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจต่อการทดลองใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.70) โดยผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจต่อทุกรายการประเมินในระดับมากที่สุด โดยรายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ข้อ 4 นวัตกรรมมีความเหมาะสมสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา (ค่าเฉลี่ย = 4.85) รองลงมาเป็น ข้อ 1 นวัตกรรมมีรูปแบบที่น่าสนใจและสามารถใช้งานได้จริง (ค่าเฉลี่ย = 4.81) และรายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ข้อ 5 ระยะเวลาที่ใช้นวัตกรรมมีความเหมาะสม (ค่าเฉลี่ย = 4.50) รองลงมาเป็น ข้อ 8 การถอดบทเรียนจากการใช้นวัตกรรมมีความเหมาะสม (ค่าเฉลี่ย = 4.58) โดยทุกรายการมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในเกณฑ์ น้อยกว่า 1.25 แปลผลว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นใกล้เคียงกันหรือเหมือน ๆ กัน

| ข้อ | ข้อคำถาม  | ค่าเฉลี่ย |      | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |      | ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ |       | Sig. (2-tailed) |
|-----|---|-----------|------|----------------------|------|-----------------------------|-------|-----------------|
|     |   | ก่อน      | หลัง | ก่อน                 | หลัง | Correlation                 | Sig.  |                 |
|     |   |           |      |                      |      |                             |       |                 |
| 2   | ท่านมีความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาในระดับใด              | 2.31      | 4.31 | 1.158                | .549 | .600                        | .001  | <.001           |
| 3   | ท่านมีความสามารถในการพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษาในระดับใด | 2.54      | 4.42 | 1.208                | .578 | .692                        | <.001 | <.001           |

ตารางที่ 4.22 ผลการประเมินตนเองหลังทดลองใช้นวัตกรรม

การประเมินตนเองมีเกณฑ์การประเมินกำหนดมาตรฐานประมาณค่า (Rating scale)

5 ส่วน ในแบบประเมินใช้เกณฑ์ ดังนี้

- 5 หมายถึง ระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติมากที่สุด
- 4 หมายถึง ระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติมาก
- 3 หมายถึง ระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติปานกลาง
- 2 หมายถึง ระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติน้อย
- 1 หมายถึง ระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติน้อยที่สุด

มีเกณฑ์การแปลผลมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

- 4.50 – 5.00 อยู่ในระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติมากที่สุด
- 3.50 – 4.49 อยู่ในระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติมาก
- 2.50 – 3.49 อยู่ในระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติปานกลาง
- 1.50 – 2.49 อยู่ในระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติน้อย
- 0.00 – 1.49 อยู่ในระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติน้อยที่สุด

พบว่าผู้ตอบแบบประเมินประเมินว่าตนเองมีทัศนคติต่อสะเต็มศึกษาก่อนทดลองใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับน้อย (ค่าเฉลี่ย = 2.38) และหลังใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.81) โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Correlation = -.407, Sig = .039) และหลังใช้นวัตกรรมมีระดับทัศนคติมากกว่าก่อนใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Sig. = <.001) มีความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาก่อนทดลองใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับน้อย (ค่าเฉลี่ย = 2.31) และหลังใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.31) โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Correlation = .600, Sig = .001) และหลังใช้นวัตกรรมมีระดับทัศนคติมากกว่าก่อนใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Sig. = <.001) มีความสามารถในการพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษาก่อนทดลองใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับปานกลาง

(ค่าเฉลี่ย = 2.54) และหลังใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.41) โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Correlation = .692, Sig = <.001) และหลังใช้นวัตกรรมมีระดับทัศนคติมากกว่าก่อนใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Sig. = <.001)

โดยผู้ตอบแบบประเมินมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังนี้ กลไกของบอร์ดเกมน่าจะมีหลากหลายมากขึ้น เช่นเงื่อนไขในการถามคำถาม ตัวให้คะแนน และตัวการ์ตูนแทนผู้เล่นน่าจะมีบทบาทมากกว่านี้ สร้างแรงจูงใจในบอร์ดเกม ใช้เวลาในการบูรณาการและระดมสมองมากกว่านี้

### 3) ผลจากแบบสอบถามวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา

แบบสอบถามนี้ประกอบด้วยคำถามจำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน เวลาทำแบบทดสอบ 20 นาที ผลการทดสอบจากผู้ตอบแบบทดสอบจำนวน 26 คน (n=26) สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

| Tests of Normality                           |                                 |    |      |              |    |      |
|--|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|  | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|  | Statistic                       | df | Sig. | Statistic    | df | Sig. |
| ความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษาก่อน-หลังใช้นวัตกรรม | .109                            | 26 | .200 | .971         | 26 | .655 |

ตารางที่ 4.23 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นแบบสอบถามวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา

| Descriptive Statistics                  |             |             |           |                      |
|---|-------------|-------------|-----------|----------------------|
|   | คะแนนต่ำสุด | คะแนนสูงสุด | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
| ความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษาก่อนใช้นวัตกรรม | 4           | 17          | 11.15     | 3.977                |
| ความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษาหลังใช้นวัตกรรม | 10          | 18          | 16.00     | 2.546                |

ตารางที่ 4.24 สถิติบรรยาย แบบสอบถามวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา

| Paired sample Correlation                    |               |      |
|--|---------------|------|
|  | ค่าสหสัมพันธ์ | Sig. |
| ความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษาหลัง-ก่อนใช้นวัตกรรม | .605          | .001 |

ตารางที่ 4.25 ค่าสหสัมพันธ์ แบบสอบถามวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา

| Paired samples test                          |                      |    |                |
|--|----------------------|----|----------------|
|  | ค่าสถิติทดสอบ T-test | df | Sig.(2-tailed) |
| ความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษาหลัง-ก่อนใช้นวัตกรรม | 7.400                | 25 | .000           |

ตารางที่ 4.26 ค่าสถิติทดสอบ Paired samples test แบบสอบถามวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา

ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นพบว่า Shapiro-Wilk = 0.971 (Sig.=.655) สรุปผลได้ว่า ตัวแปรมีการแจกแจงใกล้เคียงกับโค้งปกติ พบว่าความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษาก่อนใช้นวัตกรรมของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 11.15 คะแนน และหลังใช้นวัตกรรมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 16.00 โดยที่ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังใช้นวัตกรรมเกินเกณฑ์มากกว่า 1.75 แสดงว่าผู้ตอบแบบทดสอบ มีระดับความรู้แตกต่างกันมาก ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation) = .603, sig = .001 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ตั้งไว้ที่ระดับ 0.05 แปลผลได้ว่าคะแนนความรู้ก่อนและหลังใช้นวัตกรรมมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าสถิติทดสอบ (T-test) = 7.40, df = 25, Sig. = .000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้ที่ระดับ 0.05 แปลผลได้ว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษาหลังใช้นวัตกรรมสูงกว่าก่อนใช้นวัตกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังใช้นวัตกรรมน้อยกว่าก่อนใช้นวัตกรรม แสดงให้เห็นว่า คะแนนหลังใช้นวัตกรรมมีการกระจายของคะแนนน้อยกว่า



#### 4) แนวทางการพัฒนานวัตกรรม

จากผลการสัมภาษณ์ สอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และผลการทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรม ครั้งที่ 1 สามารถวิเคราะห์แนวทางการพัฒนานวัตกรรมผ่านการวิเคราะห์ SWOT ได้ดังนี้

| จุดแข็ง (Strengths)  | จุดอ่อน (Weaknesses)  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- กลไกของเกมช่วยลดกำแพงการสื่อสารได้โดยให้โอกาสการพูดเท่ากันและมีคำถามนำ</li> <li>- สามารถพัฒนาแผนสะเต็มศึกษาออกมาได้อย่างรวดเร็ว</li> <li>- สามารถพัฒนาทัศนคติ ความรู้ และทักษะการพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษาของผู้เล่นได้</li> <li>- กลไกนำไปสู่การเรียนรู้ร่วมกันได้</li> <li>- แผน 1 หน้า สามารถทำได้ง่าย ทำให้เห็นภาพรวม</li> <li>- การออกแบบบรรจุภัณฑ์ในรูปแบบของ Boxset หนังสือ</li> <li>- ผู้เล่นเห็นภาพกระบวนการร่วมมือกันคิดแผนสะเต็มศึกษา</li> <li>- ตัวชี้วัดระดับชั้นแบบสรุป อ่านง่ายใช้สีแยก เป็นมิตรกว่าตัวหลักสูตรแกนกลางของจริง</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- วิธีการเล่นอาจจะต้องอธิบายทีละขั้น</li> <li>- กติกาของเกมยังค่อนข้างเข้าใจยาก</li> <li>- ภาพลักษณ์บางส่วนของเกมยังมีความเป็นวิชาการเกินไป</li> <li>- ต้นทุนยังค่อนข้างสูง</li> <li>- สีตัวละครของวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกันเกินไป สีของตัวละครวิศวกรรมศาสตร์ควรปรับให้เป็นสีเข้มขึ้น</li> </ul> |
| โอกาส (Opportunities)  | อุปสรรค (Threats)   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- เปิดการ์ดไอเดียก่อนให้ผู้เล่นเลือกประเด็นจะสามารถเพิ่มความท้าทายให้กับเกมได้ และทำให้ผู้เล่นสนทนาแบบร่วมมือไปในทางเดียวกัน</li> <li>- แผนการสอน 1 หน้า ยังมีรูปแบบเป็นใบงานเกินไป ควรออกแบบให้เป็น Journey และมีคำถามนำ</li> <li>- อาจเพิ่มการ์ดไอเดียเป็นการ์ดเปล่าให้ผู้เล่นสามารถเขียนเติมที่ตนเองสนใจลงไปได้จากเรื่องรอบตัวของตัวเอง และในกระบวนการอบรมอาจเพิ่มเป็นขั้น Ice break ให้ผู้เล่นได้วาดหรือเขียนเติมของตนเองลงบนการ์ด และอาจให้วาดตัวละครของตนเอง</li> <li>- เพิ่มตัวละครให้ผู้เล่นได้เลือก</li> <li>- สามารถแบ่งเป็นชุดใหญ่สำหรับขายและเซตย่อยในรูปแบบ Print and play เพื่อให้สามารถกระจายได้เป็นวงกว้าง</li> <li>- เพิ่ม QR code เกี่ยวกับแหล่งความรู้สะเต็มศึกษา</li> <li>- เพิ่มเว็บสำหรับอัปโหลดแผนการสอนที่สำเร็จได้จากการเล่นเกม เพื่อให้มีคลังไอเดียการสอนสะเต็มศึกษา</li> <li>- เพิ่ม Motion Graphic อธิบายวิธีการเล่น</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เล่นยังทำความเข้าใจกติกาได้ยาก ต้องอธิบายเพิ่มเติม</li> <li>- ผู้เล่นมีส่วนร่วมกับการเขียนแผนไม่ครบทุกคน</li> <li>- ผู้เล่นรู้สึกอยากแข่งขันกันมากขึ้น</li> <li>- ผู้เล่นต้องการเวลาคิดมากขึ้น</li> <li>- ผู้เล่นรู้สึกว่าตัวละครยังขาดบทบาทในการเล่น</li> </ul>  |

ตารางที่ 4.27 SWOT Analysis

โดยในการพัฒนาจากต้นแบบนวัตกรรม ครั้งที่ 1 ให้เป็นต้นแบบนวัตกรรมสมบูรณ์ มีรายละเอียดการปรับปรุง ดังนี้

| หัวข้อ                | การปรับปรุง   |
|-----------------------|---|
| ตัวละคร               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ออกแบบเพิ่มตัวละครเป็นรายวิชาละ 2 ตัว</li> <li>- ปรับสีของตัวละครวิศวกรรมศาสตร์ให้เข้มขึ้น</li> </ul>  |
| กติกาและคู่มือการเล่น | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ปรับให้เฟส 2 เล่นได้ 2 แบบ คือ หลากไอเดีย (เลือกประเด็นก่อน) และ รวมไอเดีย (เลือก Theme ก่อน)</li> <li>- ออกแบบให้อ่านง่ายยิ่งขึ้น</li> <li>- เพิ่มรายละเอียดและตัวอย่างให้ชัดเจน เข้าใจง่ายขึ้น</li> <li>- เพิ่มตัวเลขกำกับแต่ละขั้นตอน</li> <li>- เพิ่มเวลาการระดมความคิด</li> <li>- เพิ่ม QR code คลังไอเดียการสอน แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม และ Motion graphic</li> <li>- ระบุรายละเอียดเพิ่มว่า “ผู้ใช้งานจะได้ประโยชน์มากขึ้นถ้ามีหลากหลายกลุ่มสาระมาเล่นด้วยกัน”</li> </ul> |
| การ์ดไอเดีย           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เพิ่มตัวการ์ตูนลงในการ์ด</li> <li>- เพิ่มจำนวนเป็นทั้งหมด 65 ใบ โดยแบ่งเป็น 6 หมวดหมู่ ตามสาขาวิชาสะเต็ม 5 สาขา และ หมวดทั่วไป หมวดละ 10 ใบ และการ์ดเปล่าสำหรับผู้เล่นสามารถเขียนเรื่องที่ตนเองสนใจหรือเรื่องรอบตัวลงไปเพิ่มได้</li> </ul>   |
| แผนการสอน             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ปรับให้เป็น Journey มากขึ้น</li> <li>- เพิ่มตัวการ์ตูนลงในกราฟฟิก</li> <li>- เพิ่มกติกาให้ผู้เล่นเขียนคนละ 1-2 ช่อง</li> <li>- เพิ่มคำถามนำในการกรอกข้อมูล</li> <li>- เพิ่ม QR code คลังไอเดียแผนการสอนสะเต็มศึกษา</li> <li>- เพิ่ม QR code ตัวอย่างแผน</li> <li>- พิมพ์หน้าหลัง ด้านหน้าเป็น Template แผน และด้านหลังเป็นตัวอย่าง</li> <li>- เพิ่มการระบุ STEAM ลงในจุดประสงค์การเรียนรู้ของตัวอย่างแผน</li> </ul>  |
| Infographic           | เพิ่ม QR code แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม   |
| Website (พัฒนาเพิ่ม)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- คลังไอเดียแผนการสอนสะเต็มศึกษา ให้ผู้เล่นสามารถอัปโหลดแผนการสอนที่ร่วมกันพัฒนาไว้ในเว็บได้เพื่อเป็นจุดรวมตัวอย่างแผนให้กับผู้เล่นที่จะมาเล่นเกมต่อ ๆ ไป</li> <li>- ข้อมูลเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา รวมแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติมถ้าผู้เล่นสนใจศึกษาเพิ่ม</li> <li>- Print and play เกมแบบย่อที่สามารถพิมพ์เล่นได้ โดยมีกติกาแบบย่อ การ์ดไอเดีย แผนการสอน และ Template การออกแบบตัวละคร ให้สามารถไปพิมพ์เองได้</li> </ul>   |

ตารางที่ 4.28 รายละเอียดการปรับปรุงต้นแบบนวัตกรรม

### 5) ผลการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมสมบูรณ์

ต้นแบบนวัตกรรมสมบูรณ์ที่พัฒนาด้วยการปรับปรุงจากผลการวิจัยในระยะที่ 2 มีรายละเอียดดังนี้

**คำอธิบาย :** บอร์ดเกมสำหรับเรียนรู้และฝึกทักษะการวางแผนการสอนแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้ชื่อบอร์ดเกมว่า STEAM Story เป็นบอร์ดเกมสำหรับเรียนรู้และฝึกทักษะการวางแผนการสอนแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผ่านการเล่นแบบร่วมมือกัน ผู้เล่นจะได้ช่วยกันคิด นำเสนอและแลกเปลี่ยนไอเดีย ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือกันระหว่างกลุ่มสาระสร้างความเข้าใจสะเต็มศึกษาอย่างถูกต้อง รวมถึงเห็นความสำคัญและเกิดทัศนคติที่ดีต่อสะเต็มศึกษา

**เวลาที่ใช้ในการเล่น :** 60 นาทีขึ้นไป

**จำนวนผู้เล่น :** 4-6 คน

**รูปแบบของบอร์ดเกม :** Semi-cooperative boardgame (บอร์ดเกมกึ่งร่วมมือกัน) : ผู้เล่นมีการร่วมมือกันเพื่อพัฒนาแผนการสอนร่วมกันและมีการเก็บคะแนนแยกของแต่ละผู้เล่นตามการมีส่วนร่วมกับเกม โดยผู้เล่นที่ได้คะแนนสูงสุดจะเป็นผู้ชนะ

**ผลลัพธ์จากการเล่น :** แผนการสอน 1 หน้า ประกอบด้วย 1.วิชาที่บูรณาการ 2.สาระการเรียนรู้ 3.Theme 4.จุดประสงค์การเรียนรู้ (KPA) 5.กิจกรรมการเรียนรู้ 6.การวัดประเมินผล

**ส่วนประกอบของบอร์ดเกม**

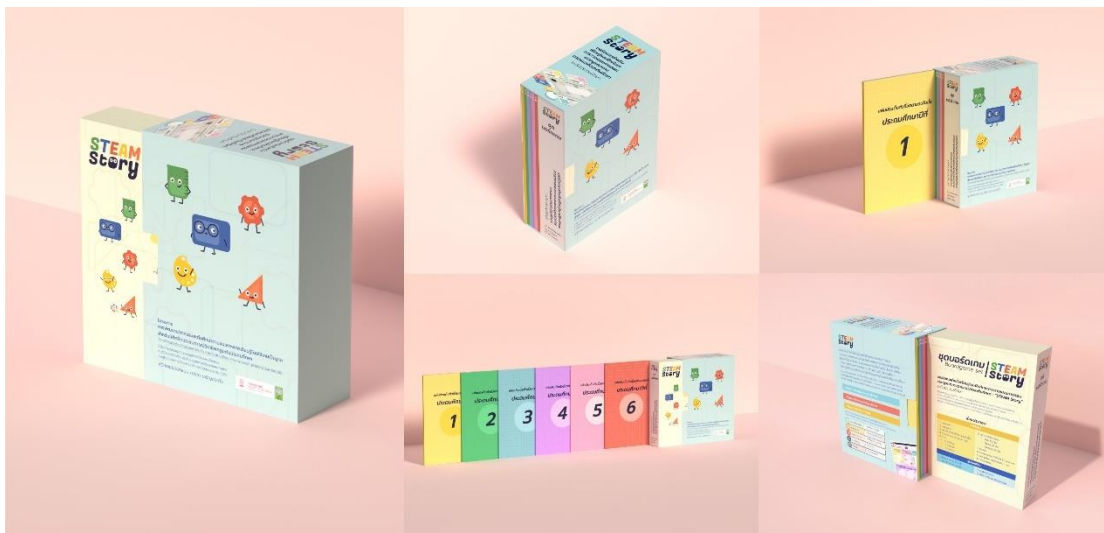
| ภายในชุด                                      |                                |
|---|--------------------------------|
| 1. บอร์ดหลัก                                  | 6. ลูกบาศก์นับคะแนน            |
| 2. บอร์ดผู้เล่น                               | ▪ สีฟ้า 50 ชิ้น                |
| 3. แผ่นประเด็นตัวชีวิตตามระดับชั้น            | ▪ สีแดง 50 ชิ้น                |
| 4. ตัวละคร 4 แบบ แบบละ 2 ตัว                  | ▪ สีเหลือง 30 ชิ้น             |
| 5. การ์ด                                      | 7. กระดิ่ง                     |
| • การ์ดคำถาม                                  | 8. Infographic STEAM Education |
| • การ์ดไอเดีย                                 | 9. Template แผนการสอน 1 หน้า   |
| • การ์ดสนทนา                                  | 10. คู่มือการเล่น              |
| ผู้เล่นเตรียม                                 |                                |
| 1. Post-it ขนาด 3x3 นิ้ว แยกสีตามจำนวนผู้เล่น | 2. นาฬิกาจับเวลา               |
|   | 3. ปากกา/ดินสอ สำหรับเขียน     |

ภาพที่ 4.32 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : ส่วนประกอบของบอร์ดเกม



ภายในชุดประกอบด้วย

1) กล่อง



ภาพที่ 4.33 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : กล่อง

กล่องด้านนอกสุด ขนาด 9x18.4x24.8 เซนติเมตร บรรจุกล่องใส่ชุดบอร์ดเกม ขนาด 5x18x24.5 เซนติเมตร และ แฟ้มใส่แผ่นประเด็นตัวชี้วัดตามระดับชั้น จำนวน 6 แฟ้ม ออกแบบในรูปแบบของ Boxset หนังสือเพื่อสะดวกต่อการหยิบแยกกันแต่ละแฟ้มออกมาอ่านได้ง่าย มีข้อมูลเกี่ยวกับบอร์ดเกมระบุบนกล่อง ได้แก่ ชื่อบอร์ดเกม คำอธิบาย จุดเน้นของนวัตกรรม ชื่อโครงการวิจัย และแหล่งทุน ชื่อผู้ออกแบบ ส่วนประกอบของบอร์ดเกม และ คำอธิบายแนวคิดสะเต็มศึกษา

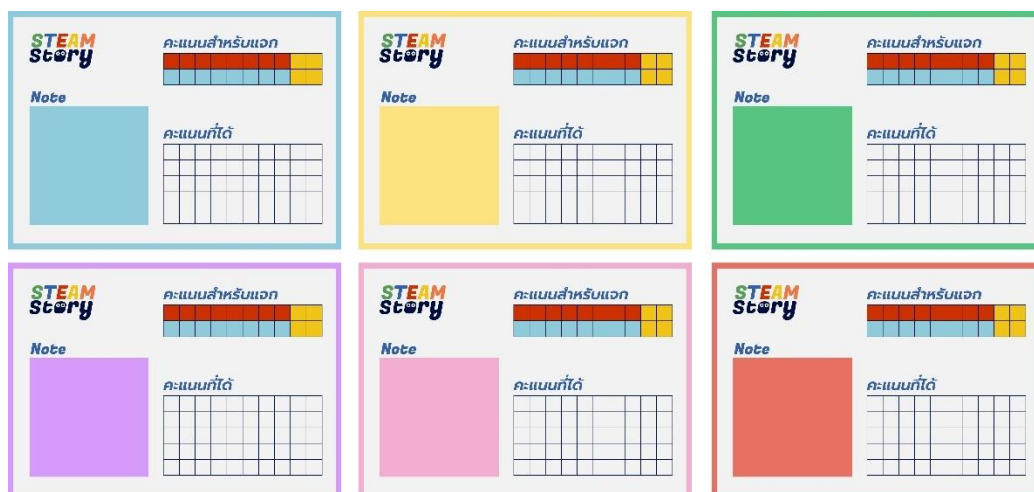
2) บอร์ดหลัก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.34 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : บอร์ดหลัก

ขนาด 63x30 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น พิมพ์บนผ้าไมโคร สำหรับเป็นบอร์ดกลางให้ผู้เล่นวางตัวละคร และแปะ Post-it ออกแบบในรูปแบบของห้องประชุมที่ครูสามารถมาประชุมร่วมกันเพื่อวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาด้วยกัน

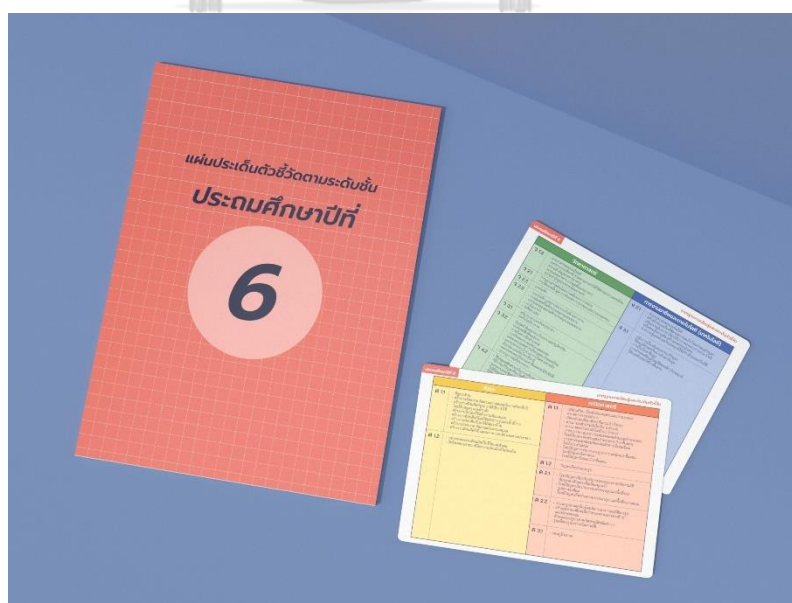
### 3) บอร์ดผู้เล่น



ภาพที่ 4.35 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : บอร์ดผู้เล่น

ขนาด 21x15 เซนติเมตร จำนวน 6 แผ่น พิมพ์บนกระดาษอาร์ตด้าน 300 แกรม เคลือบ PVC ด้าน แบ่งเป็น 6 สีตามผู้เล่นแต่ละคน สำหรับวางลูกบาศก์คะแนน นับคะแนนที่ได้ และ วางโน้ตที่เขียนบน Post-it ลงบนบอร์ด

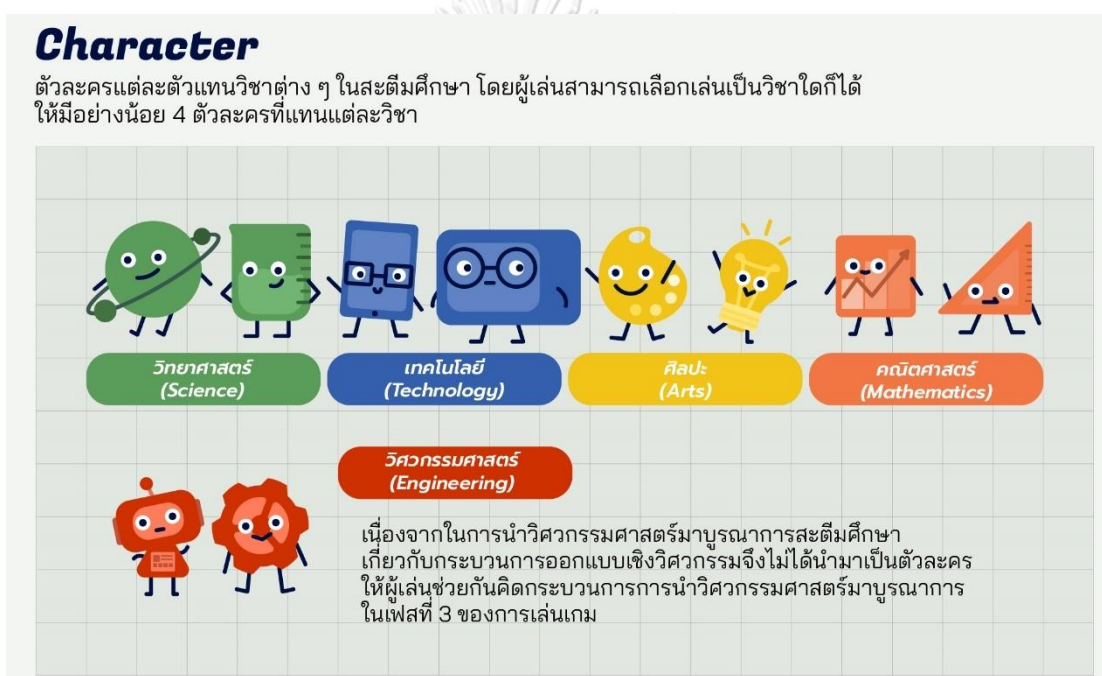
### 4) แผ่นประเด็นตัวชีวิตตามระดับชั้น



ภาพที่ 4.36 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : แผ่นประเด็นตัวชีวิตตามระดับชั้น

ขนาด 20x14 เซนติเมตร จำนวนทั้งหมด 36 แผ่น พิมพ์สองด้านบนกระดาษอาร์ตด้าน 300 แกรม ตัดมุมมน เคลือบ PVC ด้าน แบ่งเป็น 6 ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 1-6 ระดับชั้นละ 6 แผ่นตามจำนวนผู้เล่นสูงสุด โดยระบุรายละเอียดของมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดซึ่งสรุปมาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) 4 รายวิชา ได้แก่ ศิลปะ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และ การงานอาชีพและเทคโนโลยี (เทคโนโลยี) บรรจุในแฟ้มขนาด 16x22x0.5 เซนติเมตร แยกเป็น 6 แฟ้มตามระดับชั้น

5) ตัวละคร 4 แบบ แบบละ 2 ตัว



ภาพที่ 4.37 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : ตัวละคร

ตัวละครออกแบบตาม 5 สาระสะเต็มศึกษา ได้แก่ วิทยาศาสตร์แทนด้วยสีเขียว เทคโนโลยีแทนด้วยสีน้ำเงิน ศิลปะแทนด้วยสีเหลือง คณิตศาสตร์แทนด้วยสีส้ม และวิศวกรรมศาสตร์แทนด้วยสีแดง โดยในการเล่นบอร์ดเกมผู้เล่นสามารถเลือกตัวละคร ซึ่งจัดทำเป็นสแตนด์อะคริลิค ขนาด 3x3 เซนติเมตร 4 แบบ แบบละ 2 ตัว ได้แก่ วิทยาศาสตร์เป็นรูปปีกเกอร์และดาวเคราะห์ เทคโนโลยีเป็นรูปหน้าจอคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ ศิลปะเป็นรูปจานสีและหลอดไฟ และคณิตศาสตร์เป็นรูปไม้ฉากสามเหลี่ยมและกราฟ (วิศวกรรมศาสตร์เป็นรูปฟันเฟืองและหุ่นยนต์ไม่ได้นำมาจัดทำเป็นหนึ่งในตัวละครเนื่องจากในการบูรณาการสะเต็มศึกษาใช้รูปแบบของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไม่เป็นหนึ่งในรายวิชาตามหลักสูตร)

6) การ์ด  
- การ์ดคำถาม



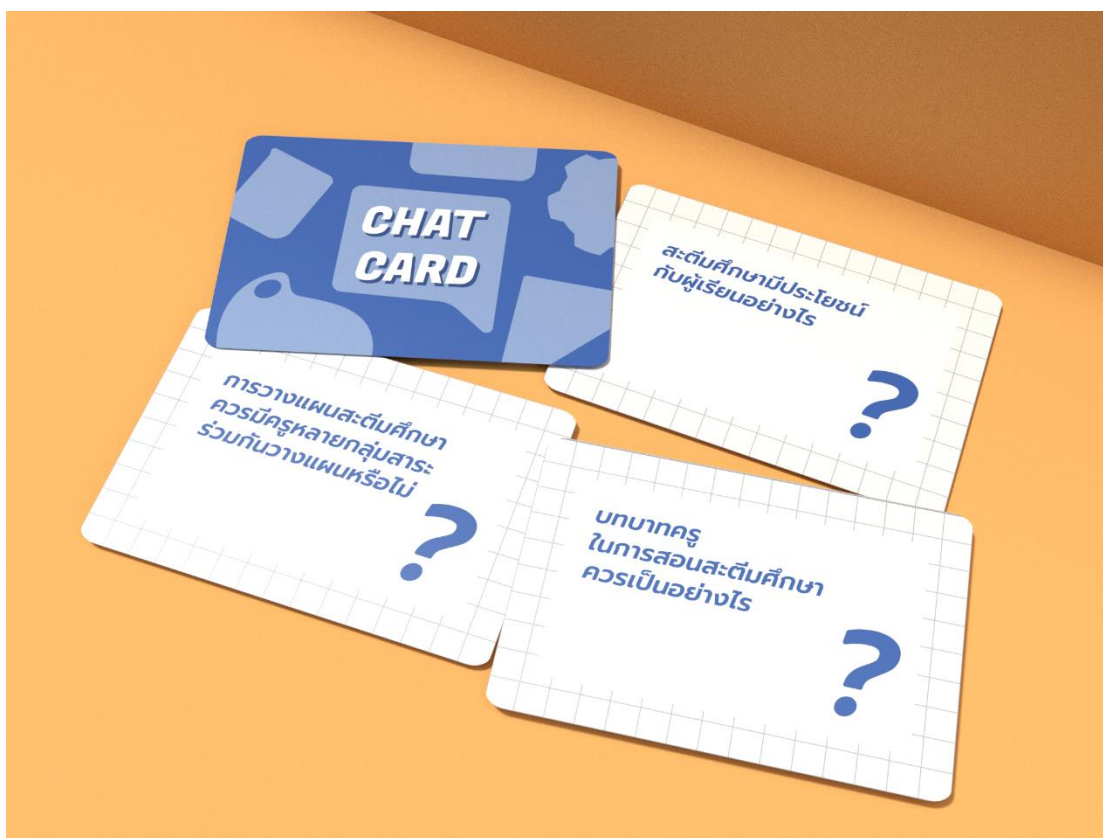
ภาพที่ 4.38 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : การ์ดคำถาม

ขนาด 10×15 เซนติเมตร จำนวนทั้งหมด 6 ใบ พิมพ์สองด้านบนกระดาษอาร์ตด้าน 300 แกรม ตัดมุมมน เคลือบ PVC ด้าน สำหรับเล่นในเฟสที่หนึ่งของเกม ให้ผู้เล่นถามคำถามและแย่งกันกดกระดิ่งตอบ โดยหาคำตอบจากแผ่น Infographic เพื่อให้ผู้เล่นเข้าใจองค์ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดสะเต็มศึกษาตรงกัน โดยประกอบด้วย 6 คำถาม ดังนี้

| ลำดับที่ | คำถาม   | คำตอบ   |
|----------|---|---|
| 1        | สะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการสาขาวิชาอะไรบ้าง  | วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ คณิตศาสตร์   |
| 2        | องค์ประกอบในการบรรลุเป้าหมายการสอนแบบสะเต็มศึกษา 3 ข้อ มีอะไรบ้าง                           | 1) การนำเสนอบริบท (Context presentation)<br>2) การออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative design)<br>3) การรับรู้ทางอารมณ์ (Emotion touch)  |
| 3        | การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 3 ชั้นหลัก มีอะไรบ้าง<br>ตอบเรียงตามขั้นตอน | 1) การนำเสนอสภาพปัญหาบริบทเชื่อมโยงกับชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือที่เกิดขึ้นบนโลก<br>2) การออกแบบสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหตามสถานการณ์<br>3) การสร้างความรู้สึกจับใจ |
| 4        | ตอบการสอนรูปแบบที่เหมาะสมจะนำมาสอนกับสะเต็มศึกษา 1 คำตอบ                                    | - Project-based learning<br>- Problem-based learning<br>- Phenomenon-based learning   |
| 5        | แนวคิดสะเต็มศึกษาถูกพัฒนาโดยนักการศึกษาคือใคร   | Georgette Yakman  |
| 6        | สะเต็มศึกษาสัมพันธ์กับการเรียนในระดับใด ตามปริมิต STEAM ของ Yakman                          | ประถมศึกษาถึงมัธยมศึกษา   |

ตารางที่ 4.29 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : การ์ดคำถาม

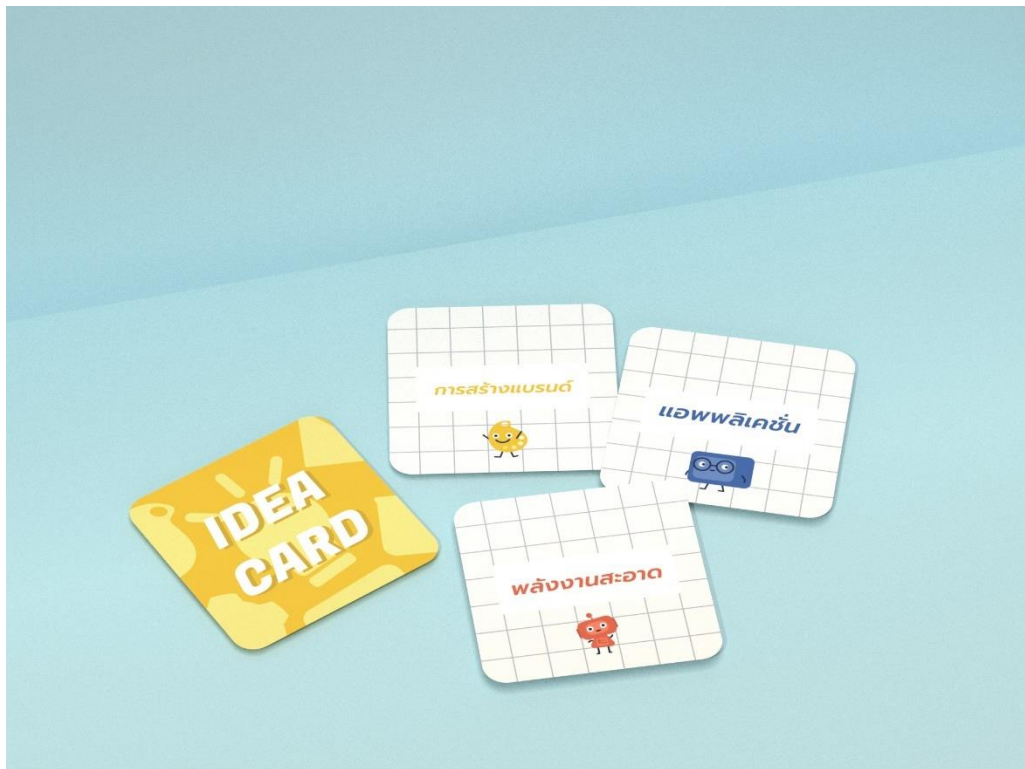
## - การ์ดสนทนา



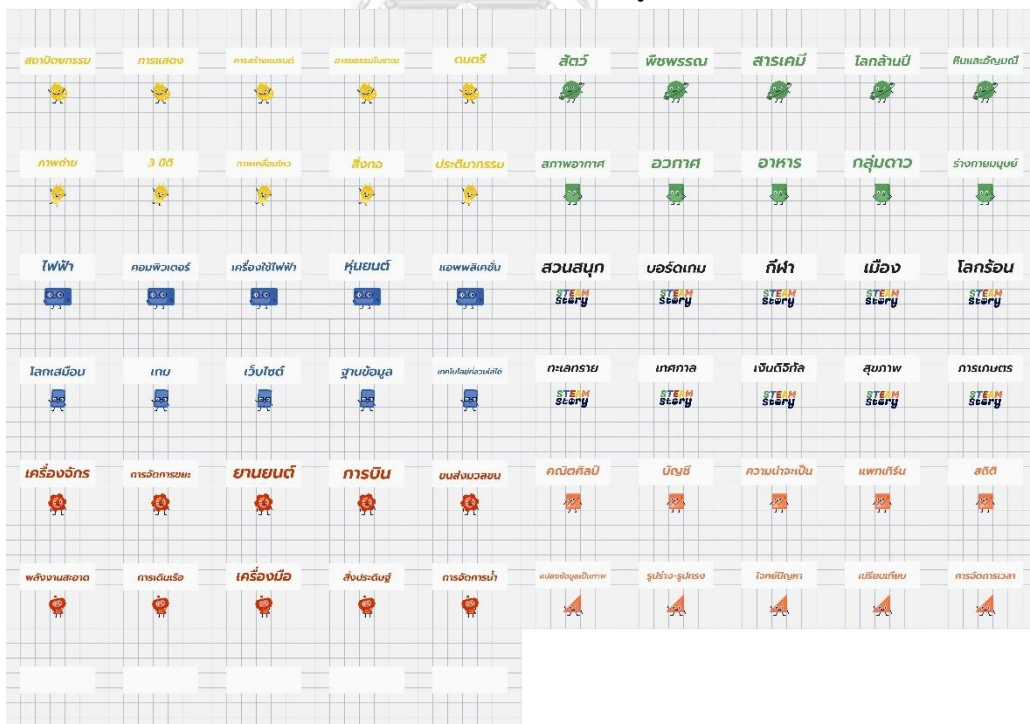
ภาพที่ 4.39 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : การ์ดสนทนา

ขนาด 10x15 เซนติเมตร จำนวนทั้งหมด 3 ใบ พิมพ์สองด้านบนกระดาษอาร์ตด้าน 300 แกรม ตัดมุมมน เคลือบ PVC ด้าน สำหรับเล่นในเฟสที่หนึ่งของเกม ให้ผู้เล่นถามคำถามและสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและมุมมองกัน เพื่อนำไปสู่การร่วมมือกันได้บนฐานความเข้าใจเดียวกัน โดยประกอบด้วย 3 คำถาม ดังนี้ 1. บทบาทครูในการสอนสะเต็มศึกษาควรเป็นอย่างไร 2. การวางแผนสะเต็มศึกษาควรมีครูหลายกลุ่มสาระร่วมกันวางแผนหรือไม่ 3. สะเต็มศึกษามีประโยชน์กับผู้เรียนอย่างไร

- การ์ดไอเดีย



ภาพที่ 4.40 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : การ์ดไอเดีย



ภาพที่ 4.41 65 Theme ของการ์ดไอเดีย

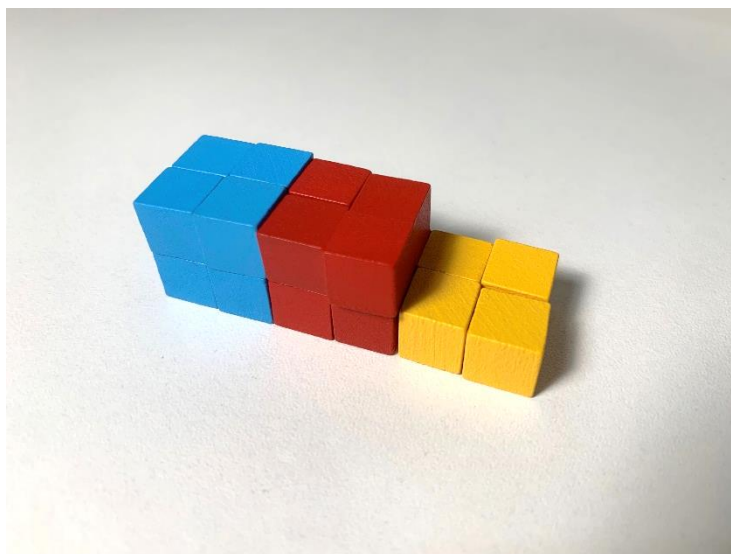
ขนาด 7.5x7.5 เซนติเมตร จำนวนทั้งหมด 65 ใบ พิมพ์สองด้านบนกระดาษอาร์ตด้าน 300 แกรม ตัดมุมมน เคลือบ PVC ด้าน สำหรับเล่นในเพลที่สองของเกม เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยคิด Theme การสอนสะเต็มศึกษา สำหรับให้ผู้เล่นเลือกนำไปประยุกต์กับประเด็นการสอนต่าง ๆ ที่ได้ ระดมความคิดออกมา โดยแบ่งเป็นทั้งหมด 6 หมวด แยกได้เป็น 5 หมวดตามสาขาวิชาสะเต็มศึกษา และ 1 หมวดทั่วไป ได้แก่ 1.หมวดวิทยาศาสตร์ (สีเขียว) 2.หมวดเทคโนโลยี (สีน้ำเงิน) 3.หมวด วิศวกรรมศาสตร์ (สีแดง) 4.หมวดศิลปะ (สีเหลือง) 5.หมวดคณิตศาสตร์ (สีส้ม) และ 6.หมวดทั่วไป (สีดำ) มีรายละเอียด 65 Theme ดังนี้

| หมวด           | Theme             |                |                 |               |                       |
|----------------|-------------------|----------------|-----------------|---------------|-----------------------|
| วิทยาศาสตร์    | สัตว์             | พืชพรรณ        | สารเคมี         | โลกล้านปี     | หินและอัญมณี          |
|                | สภาพอากาศ         | อวกาศ          | อาหาร           | กลุ่มดาว      | ร่างกายมนุษย์         |
| เทคโนโลยี      | ไฟฟ้า             | คอมพิวเตอร์    | เครื่องใช้ไฟฟ้า | หุ่นยนต์      | แอปพลิเคชัน           |
|                | โลกเสมือน         | เกม            | เว็บไซต์        | ฐานข้อมูล     | เทคโนโลยีที่สวมใส่ได้ |
| วิศวกรรมศาสตร์ | เครื่องจักร       | การจัดการขยะ   | ยานยนต์         | การบิน        | ขนส่งมวลชน            |
|                | พลังงานสะอาด      | การเดินทาง     | เครื่องมือ      | สิ่งประดิษฐ์  | การจัดการน้ำ          |
| ศิลปะ          | สถาปัตยกรรม       | การแสดง        | การสร้างแบรนด์  | อารยธรรมโบราณ | ดนตรี                 |
|                | ภาพถ่าย           | 3 มิติ         | ภาพเคลื่อนไหว   | สิ่งทอ        | ประติมากรรม           |
| คณิตศาสตร์     | คณิตศิลป์         | บัญชี          | ความน่าจะเป็น   | แพทเทิร์น     | สถิติ                 |
|                | แปลงข้อมูลเป็นภาพ | รูปร่าง-รูปทรง | โจทย์ปัญหา      | เปรียบเทียบ   | การจัดการเวลา         |

ตารางที่ 4.30 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : การ์ดไอเดีย



## 7) ลูกบาศก์นับคะแนน



ภาพที่ 4.42 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : ลูกบาศก์นับคะแนน

ลูกบาศก์ไม้ขนาด 1x1 เซนติเมตร แบ่งเป็น 3 สี สีฟ้า 50 ชิ้น สีแดง 50 ชิ้น และสีเหลือง 30 ชิ้น ใช้สำหรับแจกให้ผู้เล่นตอนเริ่มเกมโดยผู้เล่นทุกคนจะได้รับลูกบาศก์สีฟ้า 8 ชิ้น สีแดง 8 ชิ้น และสีเหลือง 4 ชิ้น ต่อคน วางไว้บนบอร์ดผู้เล่น ไว้สำหรับให้ผู้เล่นแบ่งแจกให้ผู้เล่นเป็นคะแนนในแต่ละเฟสการเล่นของเกม

## 8) กระดิ่ง



ภาพที่ 4.43 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : กระดิ่ง

ขนาด 7x7x4.5 เซนติเมตร สำหรับแย่งกันกดตอบคำถามในเฟสที่หนึ่งของเกม

9) Infographic

**STEAM Education (สะเต็มศึกษา)**



### แนวความคิดของสะเต็มศึกษา

แนวคิดที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการบูรณาการใน 5 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่

- S Science - วิทยาศาสตร์
- T Technology - เทคโนโลยี
- E Engineering - วิศวกรรมศาสตร์
- A Arts - ศิลปะ
- M Mathematics - คณิตศาสตร์

ส่งเสริมให้ผู้เรียน

- ลงมือกระทำ พัฒนาทักษะต่าง ๆ
- มีความสนใจใคร่รู้
- เกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อหาวิธีการหรือกระบวนการใหม่ด้วยตนเองเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา (สุภัท โอฟ้าพิริยกุล, 2019)

### วิธีการออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

Baek et al. (2011 อ้างถึงใน วิสูตร โพธิ์เงิน, 2017) ได้กล่าวถึง การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 3 ชั้นหลักดังนี้

- 1 การนำเสนอสภาพปัญหาบริบทเชื่อมโยงกับชีวิตจริงหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือที่เกิดขึ้นบนโลก
- 2 การออกแบบสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์
- 3 การสร้างความรู้สึกจับใจ

รูปแบบการสอนที่เหมาะสมกับสะเต็มศึกษา เช่น Project-based learning, Problem-based learning, Phenomenon-based learning

### กรอบแนวคิดสะเต็มศึกษา (ระดับขั้นของเนื้อหาและรูปแบบการใช้)

ปีรามิด STEAM ของ Yakman (2010) การบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (ขั้นที่ 2) จะสัมพันธ์กับการเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปถึงระดับมัธยมศึกษา



### บทบาทครู

- 1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือประเด็นปัญหา
- 2 กระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของสาระการเรียนรู้
- 3 ครูต้องเป็นผู้กระตุ้นและค้นหาทักษะการเรียนรู้ที่อิสระ
- 4 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น
- 5 เตรียมสภาพแวดล้อม บรรยากาศ สถานที่ของโรงเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ให้เป็นโรงเรียนแห่ง STEAM EDUCATION
- 6 เตรียมแหล่งความรู้และฐานข้อมูลความรู้ทางอินเทอร์เน็ตหนังสือ
- 7 เตรียมห้องเรียน STEAM EDUCATION เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการค้นคว้าหาข้อมูล
- 8 ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และประยุกต์ในชีวิตจริง (สุภัท โอฟ้าพิริยกุล, 2019)

### องค์ประกอบในการบรรลุเป้าหมายการสอนแบบสะเต็มศึกษา

- 1 การนำเสนอบริบท (Context Presentation)
- 2 การออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative Design)
- 3 การรับรู้ทางอารมณ์ (Emotion Touch) (Yakman, 2015 อ้างถึงใน บุญยง ลิขิตราชารย์, 2017)

### ประโยชน์ของสะเต็มศึกษา

-  ผู้เรียนได้ปฏิบัติ ผิดคิด และสร้างสรรค์ผ่านศิลปะ ทำให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้
-  กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน สร้างให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อรายวิชา
-  เป็นสื่อกลางให้ผู้เรียนได้แสดงออกทางด้านความคิด และการสร้างสรรค์
-  เกิดการเชื่อมโยงการเรียนรู้ระหว่างสหสาขาวิชา นำไปสู่การเชื่อมโยงกับการประยุกต์ใช้จริง
-  ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการวิเคราะห์ และการประเมินค่าเพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์
-  พัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวม ทำให้ผู้เรียนเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์รอบด้านทั้งศาสตร์และศิลป์
-  มีทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การคิดนอกกรอบและการสื่อสาร

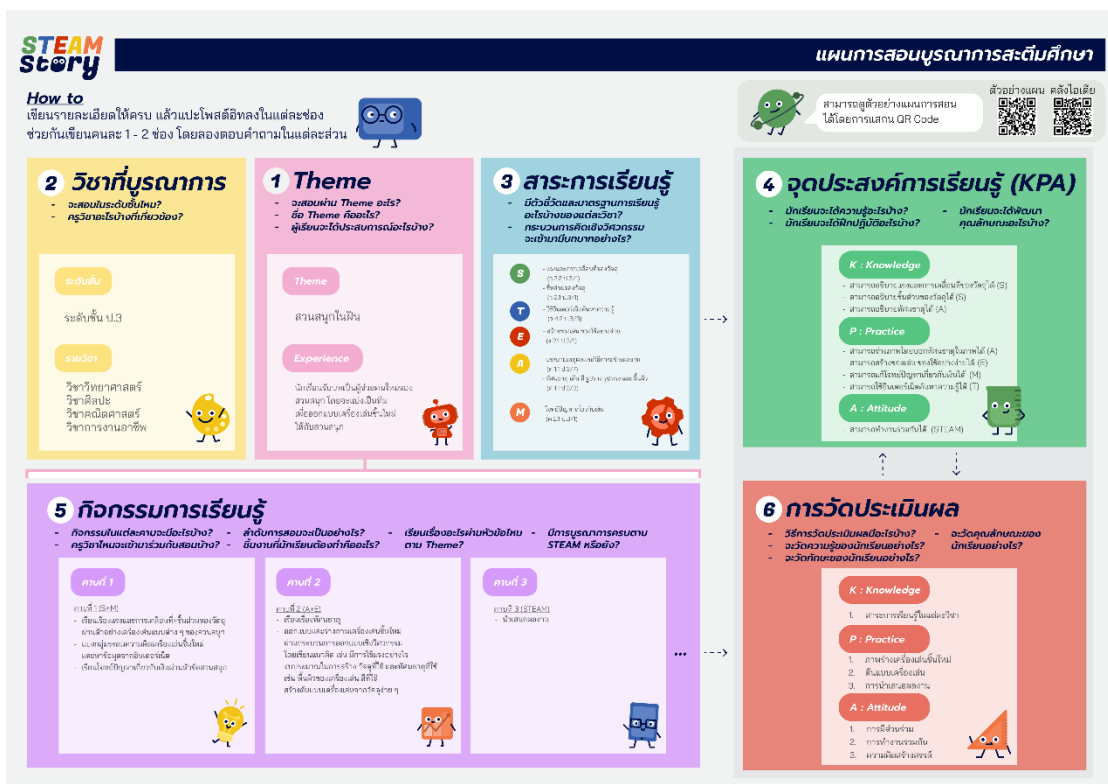
**แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม**



ภาพที่ 4.44 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : Infographic

ขนาด 21x29.7 เซนติเมตร จำนวน 6 แผ่น พิมพ์บนกระดาษอาร์ตด้าน 160 แกรม สำหรับให้ผู้เล่นศึกษาข้อมูลและองค์ความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้ 1. แนวความคิดของสะเต็มศึกษา 2. กรอบแนวคิดสะเต็มศึกษา 3. องค์ประกอบในการบรรลุเป้าหมายการสอนแบบสะเต็มศึกษา 4. วิธีการออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 5. บทบาทครู 6. ประโยชน์ของสะเต็มศึกษา และมี QR code เชื่อมไปสู่แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติมเพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้

10) Template แผนการสอน 1 หน้า



ภาพที่ 4.45 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : Template แผนการสอน 1 หน้า

ขนาด 21x29.7 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น พิมพ์สองด้านบนกระดาษอาร์ตด้าน 160 แกรม สำหรับให้ผู้เล่นวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาร่วมกันในเฟสที่สามของเกมและมี QR code เชื่อมไปยังตัวอย่างแผน และ คลังไอเดียแผนการสอน โดยด้านหน้าเป็น Template แผนการสอน 1 หน้า และด้านหลังเป็นตัวอย่างการเขียน ประกอบด้วยหัวข้อและคำถามนำสำหรับคิดแผนการเรียนรู้ร่วมกัน ดังนี้

## 1. Theme

- จะสอบผ่าน Theme อะไร ?
- ชื่อ Theme คืออะไร ?
- ผู้เรียนจะได้ประสบการณ์อะไรบ้าง ?

## 2. วิชาที่บูรณาการ

- จะสอนในระดับชั้นไหน ?
- ครูวิชาอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง ?

## 3. สารการเรียนรู้

- มีตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้อะไรบ้างของแต่ละวิชา ?
- กระบวนการคิดเชิงวิศวกรรมจะเข้ามามีบทบาทอย่างไร ?

## 4. จุดประสงค์การเรียนรู้ (KPA)

- นักเรียนจะได้อะไรบ้าง ?
- นักเรียนจะได้ฝึกปฏิบัติอะไรบ้าง ?
- นักเรียนจะได้พัฒนาคุณลักษณะอะไรบ้าง ?

## 5. กิจกรรมการเรียนรู้

- กิจกรรมในแต่ละคาบจะมีอะไรบ้าง ?
- ครูวิชาไหนจะเข้ามาร่วมกันสอนบ้าง ?
- ลำดับการสอนจะเป็นอย่างไร ?
- ชิ้นงานที่นักเรียนต้องทำคืออะไร ?
- เรียนเรื่องอะไรผ่านหัวข้อไหนตาม Theme ?
- มีการบูรณาการครบตาม STEAM หรือยัง ?

## 6. การวัดประเมินผล

- วิธีการวัดประเมินผลมีอะไรบ้าง ?
- จะวัดความรู้ของนักเรียนอย่างไร ?
- จะวัดทักษะของนักเรียนอย่างไร ?
- จะวัดคุณลักษณะของนักเรียนอย่างไร ?

โดยในแต่ละหัวข้อมีตัวอย่างการเขียนเป็นแผนการบูรณาการสะเต็มศึกษาให้ผู้เรียนมีรายละเอียดดังนี้

## 1. วิชาที่บูรณาการ

ระดับชั้น ป.3 วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาศิลปะ วิชาคณิตศาสตร์ วิชาการงานอาชีพ

## 2. สารการเรียนรู้

### S (วิทยาศาสตร์)

แรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ (ว 2.2 ป.3/1) และ ชั้นส่วนของวัตถุ (ว 2.1 ป.3/1)

### T (เทคโนโลยี)

ใช้อินเตอร์เน็ตค้นหาความรู้ (ว 4.2 ป.3/3)

### E (วิศวกรรมศาสตร์)

สร้างของเล่น ของใช้อย่างง่าย (ง 2.1 ป.3/1)

### A (ศิลปะ)

บรรยายเหตุผลและวิธีการสร้างผลงาน (ศ 1.1 ป.3/7) และ ทศนธาตุ เส้น สี รูปทรง รูปทรง และพื้นผิว (ศ 1.1 ป.3/3)

### M (คณิตศาสตร์)

โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน (ค 2.1 ป.3/1)

## 3. Theme

สวนสนุกในฝัน - นักเรียนรับบทเป็นผู้ช่วยคนใหม่ของสวนสนุก โดยจะแบ่งเป็นทีมเพื่อออกแบบเครื่องเล่นชิ้นใหม่ให้กับสวนสนุก

## 4. จุดประสงค์การเรียนรู้ (KPA)

### K (Knowledge)

- สามารถอธิบายแรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุได้
- สามารถอธิบายชั้นส่วนของวัตถุได้
- สามารถอธิบายทศนธาตุได้

### P (Practice)

- สามารถร่างภาพโดยบอกทศนธาตุในภาพได้
- สามารถสร้างของเล่น ของใช้อย่างง่ายได้
- สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงินได้
- สามารถใช้อินเตอร์เน็ตค้นหาความรู้ได้

### A (Attitude)

- สามารถทำงานร่วมกันได้

## 5. กิจกรรมการเรียนรู้

## คาบที่ 1 (S+M)

- เรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่+ชิ้นส่วนของวัตถุผ่านตัวอย่างเครื่องเล่นแบบต่าง ๆ ของสวนสนุก
- แบ่งกลุ่มระดมความคิดเครื่องเล่นชิ้นใหม่และหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต
- เรียนโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงินผ่านหัวข้อสวนสนุก

## คาบที่ 2 (A+E)

- เรียนเรื่องทัศนธาตุ
- ออกแบบและร่างภาพเครื่องเล่นชิ้นใหม่ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเขียนแนวคิด เช่นมีการใช้แรงอย่างไร งบประมาณในการสร้าง วัสดุที่ใช้ และทัศนธาตุที่ใช้ เช่น พื้นผิวของเครื่องเล่น สีที่ใช้
- สร้างต้นแบบเครื่องเล่นจากวัสดุง่าย ๆ

## คาบที่ 3 (STEAM)

- นำเสนอผลงาน

## 6. การวัดประเมินผล

## K (Knowledge)

1. สารระการเรียนรู้ในแต่ละวิชา

## P (Practice)

1. ภาพร่างเครื่องเล่นชิ้นใหม่
2. ต้นแบบเครื่องเล่น
3. การนำเสนอผลงาน

## A (Attitude)

1. การมีส่วนร่วม
2. การทำงานร่วมกัน
3. ความคิดสร้างสรรค์

# 11) คู่มือการเล่น

## คู่มือการเล่น Game Manual

**Overview**

STEAM Story เป็นบอร์ดเกมสำหรับนักเรียนและฝึกทักษะการวางแผนการออกแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผ่านการเล่นแบบร่วมมือกัน ผู้เล่นจะใช้การ์ดที่คิด นำเสนอ และแลกเปลี่ยนไอเดีย ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือกันระหว่างกลุ่มสาระ สร้างความเข้าใจต่อสะเต็มศึกษาอย่างถูกต้อง รวมถึงเห็นความสำคัญและเกิดทัศนคติที่ดีต่อสะเต็มศึกษา

**Semi-Cooperative Boardgame**

**4-6 players**

**60+ minutes**

**Components**

| การ์ดต่างๆ                             |                                    |
|--|------------------------------------|
| 1. แอร์โฮสต์                           | 6. อุปกรณ์คอมพิวเตอร์              |
| 2. แอร์โฮสต์                           | • มีราคา 50 ชิ้น • มีเสียง 30 ชิ้น |
| 3. เมฆทอร์นาโดที่ก่อตัวจากเมฆดำ        | 7. กระดาษ                          |
| 4. สีสัน 4 แบบ ขนาด 2 นิ้ว             | 8. ทรัพยากร STEAM Education        |
| 5. การ์ด                               | 9. ทรัพยากร เกมการแข่ง "หน้า"      |
| • การ์ดเมฆดำ • การ์ดเมฆดำ • การ์ดเมฆดำ | 10. ผู้เข้าร่วม                    |

**ผู้เล่นแต่ละฝ่าย**

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1. Post-it ขนาด 3x3 นิ้ว, เมฆสีตามจำนวนผู้เล่น | 2. นาฬิกาจับเวลา              |
|  | 3. นาฬิกาจับเวลาสำหรับผู้เล่น |

**Outcome**

แผนผัง "หน้า"

1. วิชาที่บูรณาการ 2. สาขาการเรียนรู้อื่นๆ 3. Theme


4. จุดประสงค์การเรียนรู้ (KHA) 5. กิจกรรมการเรียนรู้ มีการใช้ประโยชน์

**Victory Conditions**

ผู้เล่นที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นผู้ชนะ

**Gameplay and Rules**

วิธีการเล่นบอร์ดเกม STEAM Story แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลักในส่วนนี้ เพื่อให้ผู้เล่นได้เรียนรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา และความคิด และเขียนไอเดีย แล้วจึงนำไปสู่การพัฒนาแผนการบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกัน




**Setup**

ก่อนเริ่มเกมให้วางอุปกรณ์ต่างๆ เรายังมีไว้ ดังนี้

- วางแอร์โฮสต์และกระสุนสีไว้ตรงกลาง
- วางการ์ดต่างๆตามจำนวนผู้เล่น
- นำการ์ดและกระดาษเขียนที่ติดกระดาษไว้ที่โต๊ะ
- นำการ์ดและกระสุนสีที่วางไว้ตรงกลาง
- นำการ์ดและกระสุนสีที่วางไว้ตรงกลาง
- นำการ์ดและกระสุนสีที่วางไว้ตรงกลาง

**Character**

ตัวละครในเกมมีลักษณะคล้ายหุ่นยนต์ โดยผู้เล่นจะนำการ์ดเลือกมาเป็นวิชา/ไอเดีย แล้วใช้การ์ดนั้น 4 ตัวประกอบกันเป็นโครง



เมื่อครบในการนำ วิชา/กิจกรรม มาใช้บูรณาการกันเป็นโครงแล้ว ก็ให้นำการ์ดนั้นมาประกอบกันเป็นโครงแล้วใช้การ์ดนั้น 4 ตัวประกอบกันเป็นโครง

**Phase 1 Introduction to STEAM**

- แนะนำเกม**  
อธิบายถึงวัตถุประสงค์ของเกม และวิธีการเล่น
- เตรียมอุปกรณ์**  
แจกการ์ดและกระสุนสีให้ผู้เล่นทุกคน
- ทบทวนเกม**  
ผู้เล่นทุกคนจะได้การ์ดที่วางไว้ตรงกลาง
- การ์ดเกม**  
ผู้เล่นทุกคนจะได้การ์ดที่วางไว้ตรงกลาง

**Phase 2 Brainstorming STEAM**

ผู้เล่นเลือกการ์ดเกมเป็นจุดเริ่มต้น จาก 2 กลุ่ม เกม คือ เกมการ์ด หรือ เกมไอเดีย

- เลือกประเด็น**  
ผู้เล่นเลือกการ์ดเกม 1 ใบ และเขียนประเด็นที่สนใจลงในกระดาษ
- คิดไอเดียที่หนักที่สุด**  
ผู้เล่นทุกคนได้การ์ดที่เลือกแล้ว
- เลือก Theme**  
ผู้เล่นทุกคนเลือกการ์ดที่เลือกแล้ว
- Pitching**  
ผู้เล่นทุกคนเลือกการ์ดที่เลือกแล้ว
- Vote Best Idea**  
ผู้เล่นทุกคนเลือกการ์ดที่เลือกแล้ว

**Phase 3 Perfect STEAM**

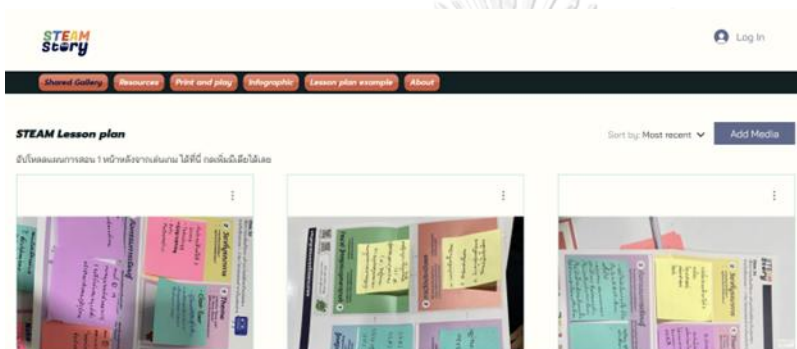
- พัฒนาต่อ**  
ผู้เล่นทุกคนเลือกการ์ดที่เลือกแล้ว
- เขียนเป็นแผน**  
ผู้เล่นทุกคนเลือกการ์ดที่เลือกแล้ว
- Bonus Score**  
ผู้เล่นทุกคนเลือกการ์ดที่เลือกแล้ว
- นับคะแนน**  
ผู้เล่นทุกคนเลือกการ์ดที่เลือกแล้ว

ภาพที่ 4.46 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : คู่มือการเล่น

ขนาด 42x29.7 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น พิมพ์สองด้านบนกระดาษอาร์ตด้าน 160 แกรม สำหรับทำความเข้าใจวิธีการเล่น ประกอบด้วย รายละเอียดของบอร์ดเกม คำอธิบาย ส่วนประกอบ ของบอร์ดเกม ผลลัพธ์ของบอร์ดเกม เกณฑ์การชนะ กติกาและวิธีการเล่น วิธีการจัดอุปกรณ์เริ่มเล่น ตัวละคร และมี QR code เชื่อมไปยัง 1. คลังไอเดียแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่ให้ผู้เรียนสามารถ อัปโหลดแผนที่ได้จากการร่วมกันคิดผ่านการเล่นบอร์ดเกมขึ้นไปบนเว็บไซต์ได้ 2. แหล่งการเรียนรู้ เพิ่มเติม

## 12) เว็บไซต์

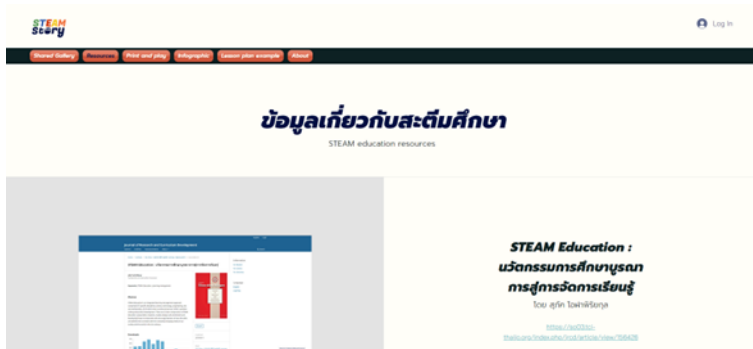
เว็บไซต์มีส่วนประกอบดังนี้



ภาพที่ 4.47 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : เว็บไซต์คลังไอเดียแผนการสอนสะเต็มศึกษา

### 1. คลังไอเดียแผนการสอนสะเต็มศึกษา (Shared gallery)

สำหรับผู้เรียนอัปโหลดแผนที่ได้จากการร่วมกันคิดผ่านการเล่นบอร์ดเกมขึ้นไปบนเว็บไซต์ สร้างเป็นคลังไอเดีย ตัวอย่างการวางแผนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

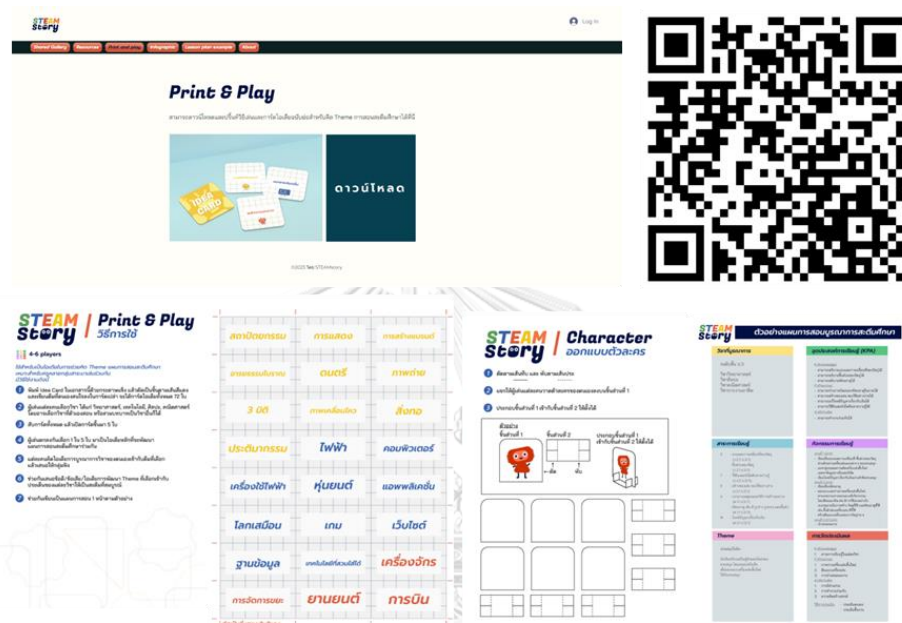


ภาพที่ 4.48 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : เว็บไซต์แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม



## 2. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม (Resources)

สำหรับรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาให้ผู้เล่นที่สนใจสามารถเข้ามาศึกษาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาต่อได้ เช่น บทความวิจัย ตัวอย่างแผนการสอน Infographic หลักสูตร องค์ความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา วิดีโอที่เกี่ยวข้อง



ภาพที่ 4.49 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : เว็บไซต์ Print and play

## 3. บอร์ดเกมรูปแบบ Print and play

เป็นเว็บไซต์ให้สามารถดาวน์โหลดบอร์ดเกมรูปแบบ Print and play ซึ่งสามารถนำไปพิมพ์และเล่นเองได้โดยมีกติกาบอร์ดเกมแบบย่อ การ์ดไอเดียแบบย่อ Template สำหรับออกแบบตัวละครเอง และ Template แผนการสอนให้ โดยกติกาแบบย่อของเกมรูปแบบ Print and play มีรายละเอียด ดังนี้ 1. พิมพ์ Idea card ในเอกสารนี้ด้วยกระดาษแข็ง แล้วตัดเป็นชิ้นตามเส้นสีแดงและเขียนเติมที่ตนเองสนใจลงในการ์ดเปล่า จะได้การ์ดไอเดียทั้งหมด 72 ใบ 2. ผู้เล่นแต่ละคนเลือกวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ คณิตศาสตร์ โดยอาจเลือกวิชาที่ตัวเองสอน หรือสุมบทบาทเป็นวิชาอื่นก็ได้ 3. สับการ์ดทั้งหมด แล้วเปิดการ์ดขึ้นมา 5 ใบ 4. ผู้เล่นตกลงกันเลือก 1 ใน 5 ใบ มาเป็นไอเดียหลักที่จะพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษาร่วมกัน 5. แต่ละคนคิดไอเดียการบูรณาการวิชาของตนเองเข้ากับธีมที่เลือกแล้วเสนอให้กลุ่มฟัง 6. ช่วยกันเสนอข้อดี/ข้อเสีย/ไอเดียการพัฒนา Theme ที่เลือกเข้ากับประเด็นของแต่ละวิชาให้เป็นสะเต็มที่สมบูรณ์ 7. ช่วยกันเขียนเป็นแผนการสอน 1 หน้าตามตัวอย่าง



ภาพที่ 4.50 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : เว็บไซต์ Infographic

#### 4. Infographic

สำหรับเข้ามาศึกษาแนวคิดเบื้องต้นของสะเต็มศึกษาได้ ผ่าน Infographic 1 หน้า



ภาพที่ 4.51 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : เว็บไซต์ตัวอย่างแผนการสอนสะเต็มศึกษา

#### 5. ตัวอย่างแผนการสอนสะเต็มศึกษา 1 หน้า (Lesson plan example)

เป็นตัวอย่างการกรอกข้อมูลตามแผนการสอน 1 หน้า เชื่อมกับ QR Code ใน Template แผนการสอนในชุดบอร์ดเกมให้ผู้เล่นสามารถเข้ามาดูตัวอย่างการเขียนแผนการสอน 1 หน้าได้

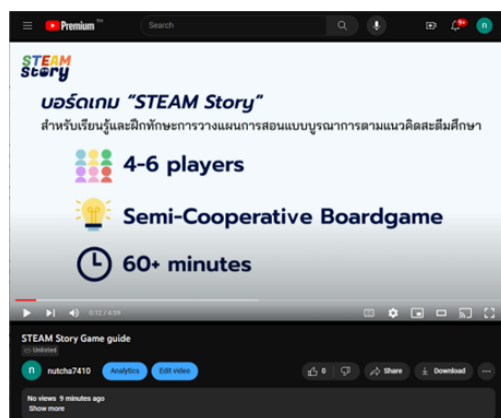


ภาพที่ 4.52 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : เว็บไซต์ข้อมูลทั่วไป

## 6. ข้อมูลทั่วไป (About)

เป็นข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบอร์ดเกม ประกอบด้วย คำอธิบาย ชื่อโครงการ จุดเน้นของนวัตกรรม วิธีการเล่น ภาพส่วนประกอบต่าง ๆ ของบอร์ดเกม

### 13) Motion graphic



ภาพที่ 4.53 Motion Graphic

วิดีโอ 5 นาที แนะนำภาพรวมของบอร์ดเกมและวิธีการเล่นสำหรับเปิดระหว่างการอบรมหรือเปิดก่อนเล่นด้วยตนเองเพื่อทำความเข้าใจวิธีการเล่น

และในการเล่นให้ผู้เล่นเตรียมอุปกรณ์เพิ่มเติม ได้แก่ 1) Post-it ขนาด 3x3 นิ้ว แยกสีตามจำนวนผู้เล่น 2) นาฬิกาจับเวลา และ 3) ปากกา/ดินสอสำหรับเขียน



ภาพที่ 4.54 ต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ : อุปกรณ์เพิ่มเติม

## กติกาของเกม

วิธีการเล่นบอร์ดเกม STEAM Story แบ่งเป็น 3 เฟสการเล่นที่แตกต่างกัน เพื่อให้ผู้เล่นได้เรียนรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ระดมความคิด แลกเปลี่ยนไอเดีย แล้วจึงนำไปสู่การพัฒนาแผนการสอน บูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกัน มีรายละเอียด ดังนี้

### Phase 1 Introduction to STEAM

#### 1. แนะนำเกม

อธิบายเกม/ผู้เล่นศึกษาวิธีการเล่น ในการเล่นด้วยตนเองโดยไม่มีวิทยากรอบรมให้ มีผู้เล่นอ่านวิธีการเล่นในคู่มือนี้ให้เข้าใจก่อนเริ่มเล่น

#### 2. เตรียมอุปกรณ์

- วางบอร์ดหลักและกระดิ่งไว้ตรงกลาง วางบอร์ดผู้เล่นไว้หน้าผู้เล่นแต่ละคน
- นำการ์ดออกมาวางไว้แยกตามประเภท
- เลือกตัวละครตามรายวิชาที่ต้องการโดยให้มือน้อย 4 รายวิชาวางบนบอร์ดหลัก
- แจกลูกบาศก์คะแนนโดยแต่ละคนจะได้สีฟ้า 8 ชิ้น สีแดง 8 ชิ้น สีเหลือง 4 ชิ้น วางบนบอร์ดผู้เล่นของตนเอง
- เลือกระดับชั้นที่จะทำการบูรณาการ (ป.1-6) แล้วแจกแผ่นตัวชี้วัดระดับชั้นให้ผู้เล่นทุกคน
- แจกแผ่น Infographic ให้ผู้เล่นศึกษา
- ผู้เล่นคนแรกคือคนที่อายุน้อยที่สุด

#### 3. การ์ดคำถาม

ผู้เล่นคนแรกเปิดการ์ดคำถามคนละ 1 ใบ โดยผู้เล่นคนแรกเปิดการ์ดคำถาม โดยคนเปิดการ์ดให้อ่านคำถามให้ทุกคนฟัง เมื่ออ่านจบให้ผู้เล่นทุกคน ยกเว้นคนเปิดการ์ด แย่งกันกดกระดิ่ง (ผู้เล่นสามารถหาคำตอบจากอินโฟกราฟิกได้) โดยผู้เล่นที่กดกระดิ่งได้เร็วที่สุดจะได้สิทธิในการตอบ ถ้าตอบถูกให้ผู้เล่นที่อ่านคำถามมอบลูกบาศก์คะแนนสีฟ้าให้ 1 ชิ้น ถ้าตอบผิดให้แย่งกันกดกระดิ่งตอบใหม่จนกว่าจะมีคนตอบถูก

#### 4. การ์ดสนทนา

ผู้เล่นคนแรกเปิดการ์ดสนทนา 1 ใบ โดยให้อ่านคำถามให้ทุกคนฟัง เมื่ออ่านจบให้ผู้เล่นทุกคนตอบคำถามโดยใช้เวลาคนละไม่เกิน 1 นาที เมื่อตอบครบให้เปิดการ์ดถัดไปและตอบจนครบ 3 คำถาม(คำตอบไม่มีถูกผิดเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน) ผู้เล่นแต่ละคนจะมีลูกบาศก์สีฟ้าคนละ 7 ชิ้น โดยใช้แบ่งคะแนนให้ผู้เล่นคนอื่นตามการตอบของผู้เล่น โดยจะให้คนละกี่คะแนนหรือไม่ให้เลยก็ได้แล้วแต่ผู้เล่น

### Phase 2 Brainstorming STEAM

ผู้เล่นเลือกเล่นรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง จาก 2 รูปแบบ คือ หลากไอเดีย หรือ รวมไอเดีย

## หลากหลายไอเดีย

### 1. เลือกประเด็น

ผู้เล่นแต่ละคนเลือก 1 ประเด็นเช่น ดาราศาสตร์ ทัศนธาตุ จากวิชาที่ตัวเองเลือกเล่น เขียนลงบน Post-it แปะไว้ที่บอร์ดหลักข้างตัวละครของตัวเองจากนั้นดูว่าผู้เล่นคนอื่นเขียนว่าอะไรบ้าง

### 2. คิดไอเดียให้ได้มากที่สุด

ผู้เล่นมีเวลา 6 นาที ให้เขียนไอเดียในการนำวิชาของตัวเองไปสอนบูรณาการกับเรื่องของผู้เล่นอื่น ๆ ให้ได้มากที่สุด โดยแปะไว้ให้กับผู้เล่นแต่ละคน 1 Post-it = 1 คะแนน แปะเท่าไรก็ได้ แต่ถ้าแปะไม่ครบทุกคนหัก 5 คะแนน (นับคะแนนจากจำนวน Post-it ตามสีท้ายเกม)

### 3. เลือก Theme

นำการ์ดไอเดียมาวางตรงกลางบอร์ดเปิดกระจายให้ทุกคนดู ผู้เล่นมีเวลา 7 นาที ให้คิดว่าจากประเด็นต่าง ๆ ในมือจะสอนสะเต็มศึกษาใน Theme อะไร บูรณาการวิชาอะไรบ้าง ประเด็นใด โดยผู้เล่นสามารถดูการ์ดไอเดียและประเด็นที่ผู้เล่นอื่นเขียนให้เป็นตัวช่วยหรือคิดขึ้นเองก็ได้ (สามารถใช้ Post-it จด Note ได้ โดยให้แปะแยกไว้ในช่อง Note)

### 4. Pitching

ผู้เล่นมีเวลา 1 นาที ให้อธิบายการบูรณาการสะเต็มศึกษาในแบบของตนเอง

### 5. Vote best idea

ผู้เล่นแต่ละคนจะมีลูกบาศก์คะแนนสีแดงคนละ 8 ชิ้น โดยใช้แบ่งให้คะแนนผู้เล่นคนอื่นตามไอเดียการบูรณาการและการอธิบายที่ดีที่สุดโดยจะให้คนละกี่คะแนนหรือไม่ให้ก็เลยก็ได้ แล้วแต่ผู้เล่น

## รวมไอเดีย

### 1. เลือก Theme

ให้ผู้เล่นสับการ์ดไอเดียแล้วสุ่มเปิดการ์ดไอเดียวางบนโต๊ะ จำนวน 5 ใบ จากนั้นให้ทุกคน Vote เลือกการ์ดไอเดีย 1 ใบ เพื่อใช้เป็น Theme ในการบูรณาการสะเต็มร่วมกัน

### 2. คิดไอเดียให้ได้มากที่สุด

ผู้เล่นมีเวลา 6 นาที ให้เขียนไอเดียในการนำวิชาของตัวเองไปบูรณาการกับ Theme ที่เลือกให้ได้มากที่สุด โดยแปะไว้บนบอร์ดหลัก 1 Post-it = 1 คะแนน (นับคะแนนจากจำนวน Post-it ตามสีท้ายเกม)

### 3. เลือกประเด็น

ให้ผู้เล่นคนแรกอ่านไอเดียที่เขียนทั้งหมดในโพสต์อิทให้ผู้เล่นทุกคนฟังคร่าว ๆ แล้วเลือก 1 ไอเดียที่ตนเองคิดว่าเหมาะสมที่สุดในการบูรณาการกับ Theme ที่เลือกแล้วเสนอไอเดียว่าวิชาของตนเองน่าจะนำไปประเด็นอะไร หรือจัดกิจกรรมอะไร เพื่อสร้างการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่าน Theme ดังกล่าว จากนั้นผู้เล่นคนต่อไปอ่านและเสนอไอเดียจนครบทุกคน

### 4. Pitching

ผู้เล่นแต่ละคนมีเวลา 1 นาที โดยเริ่มจากผู้เล่นคนแรกให้เสนอว่าจาก Theme ที่เลือกและประเด็นที่แต่ละคนเสนอน่าจะออกแบบให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์อะไรบ้าง ผ่านกระบวนการอย่างไร เช่น “จาก Theme สวนสนุก เราน่าจะให้นักเรียนรับบทเป็นผู้ช่วยคนใหม่ของสวนสนุก โดยจะแบ่งเป็นทีมเพื่อออกแบบเครื่องเล่นชิ้นใหม่ให้กับสวนสนุก โดยมีกระบวนการสอน คือ 1...”

### 5. Vote Best Idea

ผู้เล่นแต่ละคนจะมีลูกบาศก์คะแนนสีแดงคนละ 8 ชิ้น โดยใช้แบ่งให้คะแนนผู้เล่นคนอื่นตามไอเดียการบูรณาการและการอธิบายที่ดีที่สุดโดยจะให้คนละกี่คะแนนหรือไม่ให้ก็ได้ก็ได้ แล้วแต่ผู้เล่น

### Phase 3 Perfect STEAM

#### 1. พัฒนาต่อ

แบบหลากหลายไอเดีย – ผู้เล่นที่ได้ลูกบาศก์สีแดงมากที่สุดให้นำไอเดียของตนเองไปปะบริเวณโต๊ะของบอร์ดหลัก แบบรวมไอเดีย - ให้นำไอเดียที่ได้จากการคิดร่วมกันมาพัฒนาต่อให้ผู้เล่นคนแรกบอกข้อดี/ข้อเสีย และไอเดียการพัฒนาการบูรณาการสะเต็มศึกษาหัวข้อที่ได้รับเลือกภายใน 1 นาที แล้ววนไปจนครบผู้เล่นทุกคน

#### 2. เขียนเป็นแผน

ทุกคนช่วยกันเขียนแผนการสอน 1 หน้า ให้สมบูรณ์ โดยปะ Post-it ลงในช่องต่าง ๆ ตามตัวอย่าง ให้ช่วยกันเขียนคนละ 1 – 2 ช่อง แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและปรับแก้แผน ใส่วิชาที่ไม่มีผู้เล่นลงไปบูรณาการให้เป็นสะเต็มศึกษาอย่างสมบูรณ์ จนได้แผนการสอนที่เสร็จสมบูรณ์

#### 3. Bonus score

ผู้เล่นแต่ละคนจะมีลูกบาศก์คะแนนสีเหลืองคนละ 4 ชิ้น โดยใช้แบ่งให้ผู้เล่นคนอื่นเป็นรางวัล โดยให้เพื่อขอบคุณหรือให้จากการมีส่วนร่วมกับการเล่นเกม

#### 4. นับคะแนน

คะแนนจากลูกบาศก์ทุกสี + คะแนนจาก Post-it ไอเดีย ผู้เล่นที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นผู้ชนะ

### Phase 1 Introduction to STEAM

#### 1 แนะนำเกม

อธิบายเกม/ ผู้เล่นเกม/ วิธีการเล่น ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

#### 2 เตรียมอุปกรณ์

1. วางเครื่องคิดเลขและกระดาษ (1.1) ไว้บนโต๊ะ
2. นำกระดาษที่เตรียมไว้มาวางบนโต๊ะ
3. เลือกกระดาษที่เตรียมไว้มาวางบนโต๊ะ
4. วางเครื่องคิดเลขไว้บนโต๊ะ

#### 3 คำจำกัดความ

ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

#### 4 การลงสนทนา

ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

### Phase 2 Brainstorming STEAM

#### ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

#### 1 เลือกประเด็น

ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

#### 1 เลือก Theme

ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

### Phase 3 Perfect STEAM

#### 1 พาดงดา

ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

#### 2 ยืนยันเป็นแผน

ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

#### 3 Bonus Score

ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

#### 4 ปีกระแบน

ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

### Gameplay and Rules

#### 3 คำจำกัดความ

ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

#### 4 การลงสนทนา

ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

#### 3 เลือก Theme

ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

#### 4 Pitching

ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

#### 5 Vote Best Idea

ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

#### 3 เลือกประเด็น

ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

#### 4 Pitching

ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

#### 5 Vote Best Idea

ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

#### 2 ยืนยันเป็นแผน

ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

#### 3 Bonus Score

ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

#### 4 ปีกระแบน

ผู้เล่นเกมจะได้รู้เกี่ยวกับ STEAM และเรียนรู้เกี่ยวกับ STEAM ผ่านการเล่นเกม

ภาพที่ 4.55 กติกาของเกมต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์

### 6) ผลการประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม

จากการประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน แบ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านกลไกเกม จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้าน Visual design 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา 2 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดียวกับการวิจัยในระยะที่ 2

| รายการประเมิน   | ค่าเฉลี่ย | S.D. | แปลผล            |
|---|-----------|------|------------------|
| 1. นวัตกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีรูปแบบที่น่าสนใจ   | 5         | 0.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 2. นวัตกรรม และบรรจุภัณฑ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีการออกแบบที่สวยงาม   | 5         | 0.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 3. วัสดุมีความเหมาะสมกับการใช้งานโดยภาพรวม  | 4.8       | 0.45 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4. เกมมีรูปแบบการเล่นที่เหมาะสมกับการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา | 5         | 0.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 5. เกมมีรูปแบบการเล่นที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายครูผู้สอนในกลุ่มสาระสะเต็มศึกษา  | 5         | 0.00 | เหมาะสมมาก       |
| 6. เกมที่สร้างขึ้นมีกลไกส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือกันจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา  | 4.8       | 0.45 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 7. กติกา วิธีการเล่นเกม และกลไกของเกมมีความยากง่ายในระดับที่เหมาะสม   | 4.8       | 0.45 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 8. คำแนะนำในการเล่น สามารถเข้าใจได้ง่าย ผู้เล่นน่าจะสามารถทำความเข้าใจและปฏิบัติตามได้  | 5         | 0.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 9. เกมที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นนวัตกรรม  | 5         | 0.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 10. เกมที่สร้างขึ้นในลักษณะของบอร์ดเกม มีความเหมาะสมสำหรับเป็นเครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษา ให้กับครูผู้สอนในระดับประถมศึกษา                  | 5         | 0.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| <b>รวม</b>  | 4.94      | 0.13 | เหมาะสมมากที่สุด |

ตารางที่ 4.31 ผลการประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม




แบบประเมินกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญมีเกณฑ์การประเมินกำหนดมาตรฐานประมาณค่า (Rating scale) 5 ส่วน ในแบบประเมินใช้เกณฑ์ ดังนี้


- |           |                            |
|-----------|----------------------------|
| 5 หมายถึง | ระดับความเหมาะสมมากที่สุด  |
| 4 หมายถึง | ระดับความเหมาะสมมาก        |
| 3 หมายถึง | ระดับความเหมาะสมปานกลาง    |
| 2 หมายถึง | ระดับความเหมาะสมน้อย       |
| 1 หมายถึง | ระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด |


มีเกณฑ์การแปลผลมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้


- |             |                               |
|-------------|-------------------------------|
| 4.50 – 5.00 | อยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด  |
| 3.50 – 4.49 | อยู่ในระดับ เหมาะสมมาก        |
| 2.50 – 3.49 | อยู่ในระดับ เหมาะสมปานกลาง    |
| 1.50 – 2.49 | อยู่ในระดับ เหมาะสมน้อย       |
| 0.00 – 1.49 | อยู่ในระดับ เหมาะสมน้อยที่สุด |


พบว่าโดยรวมผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินประสิทธิภาพว่าคุณภาพของการออกแบบต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.94) โดยทุกรายการมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในเกณฑ์ น้อยกว่า 1.25 แปลผลว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นใกล้เคียงกันหรือเหมือน ๆ กัน โดยผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ เป็นเครื่องมือ ช่วยแลกเปลี่ยนไอเดียการสอนได้ดี ใช้งานได้ง่าย สร้างความสนุกในการบูรณาการไอเดียการสอน สำหรับส่วนการแชร์ไอเดียลงในเว็บ ควรทำงานร่วมกับ partner ที่เป็นเครือข่าย community นิสิตหรือครู เช่น inskru Steam4Innovation (NIA) หรือคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยต่าง ๆ เพราะ Community ต้องการเครื่องมือ-template ในการช่วยหาไอเดียการสอนอยู่แล้ว และการสร้าง Community ใหม่เอง ไม่ใช่เรื่องง่าย


- 


**ความต้องการจำเป็น**  
มีความต้องการจำเป็นในการพัฒนานวัตกรรมวัดจากแบบสอบถามความคิดเห็นและแบบสัมภาษณ์ (PNIองค์ความรู้ = 0.213, PNIการนำไปปฏิบัติ = 0.197)
- 

**บอร์ดเกมเพื่อการศึกษา**  
ใช้เกมประเภทบอร์ดเกมที่เหมาะสมกับการจัดอบรม และออกแบบโดยเน้นการร่วมมือกันและการสร้างทักษะ ส่งเสริมทักษะ 4 ด้าน ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร การร่วมมือ และ ความคิดสร้างสรรค์
- 

**พฤติกรรมการเล่น**  
แสดงให้เห็นว่านวัตกรรมตอบจุดเน้นในการออกแบบนวัตกรรม (CHILD Model) ผู้เล่นสามารถพัฒนาแผนสะเต็มศึกษาร่วมกันได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง สนุกผ่านการเล่น
- 

**ความพึงพอใจ**  
พึงพอใจมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.70) เหมาะสมกับนิสิตฯ รูปแบบน่าสนใจใช้ได้จริง
- 

**ประเมินตนเอง**  
ทัศนคติ ความรู้ และความสามารถในการพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษาเพิ่มขึ้นกว่าก่อนใช้อย่างมีนัยสำคัญ
- 

**แบบสอบวัดความรู้**  
ความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษาเพิ่มขึ้นกว่าก่อนใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- 

**ประเมินประสิทธิภาพ**  
ผู้เชี่ยวชาญประเมินว่าต้นแบบมีคุณภาพในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.94)

ภาพที่ 4.56 สรุปผลแนวทางการพัฒนา ผลการพัฒนานวัตกรรม และผลการทดลองใช้

จากข้อมูลผลการวิจัยทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่านวัตกรรมสะเต็มศึกษามีความต้องการจำเป็นในการพัฒนานวัตกรรมจากผลการสอบถามความคิดเห็นและผลการสัมภาษณ์ โดยมี PNIองค์ความรู้ = 0.213 และ PNIการนำไปปฏิบัติ = 0.197 และจากผลการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการวิเคราะห์เอกสารพบว่าแนวทางการออกแบบนวัตกรรม ควรใช้เกมประเภทบอร์ดเกมที่เหมาะสมกับการจัดอบรม และออกแบบบอร์ดเกมให้เน้นการร่วมมือกัน และการส่งเสริมทักษะ 4 ด้าน ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร การร่วมมือ และความคิดสร้างสรรค์ โดยทำการออกแบบเป็นต้นแบบนวัตกรรมบอร์ดเกมสำหรับเรียนรู้และฝึกทักษะการวางแผนการสอนแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้ชื่อบอร์ดเกมว่า STEAM Story และเมื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง พบว่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.70) โดยมีความเหมาะสมกับนิสิตฯ และมีรูปแบบที่น่าสนใจใช้ได้จริง โดยนิสิตฯ ประเมินตนเองว่ามีทัศนคติ ความรู้ และความสามารถในการพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษาเพิ่มขึ้นกว่าก่อนใช้งานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการสอบวัดความรู้ นิสิตฯ มีความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษาเพิ่มขึ้นกว่าก่อนใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของต้นแบบว่ามีคุณภาพในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.94)

### บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาวัตกรรมการสะเต็มศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา” เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development) มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบและวิเคราะห์แนวทางในการพัฒนาและออกแบบนวัตกรรมตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับเป็นเครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา 2) เพื่อพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับเป็นเครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา 3) เพื่อศึกษาผลการนำนวัตกรรมไปใช้ ผลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง และประสิทธิผลของนวัตกรรมสะเต็มศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา โดยดำเนินการวิจัย แบ่งเป็น 3 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

แบ่งการศึกษาเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูล จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ใน 2 ประเด็นหลักคือ แนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยบอร์ดเกม และการพัฒนาครูสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 2) ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เอกสาร โดยทำการวิเคราะห์ Matrix analysis และ Design analysis ของผลงานบอร์ดเกมที่มีอยู่ในปัจจุบัน จำนวน 15 ตัวอย่าง แล้ววิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวอย่างด้วย Image scale : Product positioning พร้อมทั้งทำการระบุตำแหน่งของผลงานนวัตกรรมต้นแบบที่จะพัฒนาขึ้น และพัฒนาเครื่องมือวางแผนการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษา จากการศึกษาวิธีการออกแบบบอร์ดเกมจาก 4 ตัวอย่าง 3) ศึกษาสภาพปัจจุบัน-สภาพที่พึงประสงค์ ความต้องการ ปัญหาและอุปสรรคจากการสอบถามและสัมภาษณ์ครู-ผู้เชี่ยวชาญ โดยมีกลุ่มตัวอย่างได้แก่ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา 3 ท่าน 2) ครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ 3 ท่าน 3) ครูสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ปฏิบัติหน้าที่การสอนในโรงเรียนที่ตั้งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่จัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ศิลปะ และสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จำนวน 400 คน จากนั้นนำผลการศึกษามาสรุปเป็นการประเมินความต้องการจำเป็นแบบสมบูรณ์ (Comprehensive needs assessment) เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนานวัตกรรม ดังนี้ 1) การระบุความต้องการจำเป็น (Needs identification) 2) การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็น (Needs analysis) 3) การกำหนดแนวทางการแก้ไข (Needs solution)

ระยะที่ 2 พัฒนาต้นแบบนวัตกรรมและสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

มีการดำเนินการ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) พัฒนาต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 2) การปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ โดยมีกลุ่มตัวอย่างได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญจำนวนทั้งหมด 5 ท่าน แบ่งเป็น ผู้เชี่ยวชาญด้านกลไกของเกม 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้าน Visual design 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา 2 ท่าน และ 3) พัฒนาหลักเกณฑ์ประกันคุณภาพการฝึกอบรม

ระยะที่ 3 ทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรม และประเมินประสิทธิภาพ

มีการดำเนินการ 3 ขั้นตอนได้แก่ 1) การทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรม 5 ครั้ง โดยมีกลุ่มตัวอย่างได้แก่ นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษาสายวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา และนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูศิลประดับประถมศึกษา แบ่งเป็น ครั้งที่ 1 Quick playtesting จำนวน 5 คน ครั้งที่ 2 Guided playtesting จำนวน 5 คน ครั้งที่ 3 Blind playtesting จำนวน 5 คน ครั้งที่ 4 ทดลองผ่านกระบวนการอบรม จำนวน 10 คน ครั้งที่ 5 ทดลองผ่านกระบวนการอบรม จำนวน 16 คน โดยครั้งที่ 1-3 ทำการบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเล่น และครั้งที่ 4-5 ทำการบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเล่น ประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม และสอบวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา นำผลการสัมภาษณ์ สอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และผลการทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรมมาสรุปเป็นแนวทางการพัฒนานวัตกรรม 2) พัฒนาต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ และ 3) การประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดียวกับระยะที่ 2

## สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ตามระยะการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

(ตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 1)

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

(ตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 2)

ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรมและประเมินประสิทธิภาพ

(ตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 3)

### ตอนที่ 1 ผลการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัยตอนที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบและวิเคราะห์แนวทาง ในการพัฒนาและออกแบบนวัตกรรม โดยผลการวิจัยแบ่งได้เป็น 3 ประเด็นหลัก ดังนี้

#### 1) ผลการศึกษาและรวบรวมข้อมูล จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

##### 1.1 แนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยบอร์ดเกม

การวิจัยใช้แนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานโดยเลือกใช้เกมประเภทบอร์ดเกม เนื่องจาก ผลการศึกษาพบว่าบอร์ดเกมมีประโยชน์ที่โดดเด่นต่างจากเกมประเภทอื่น ๆ โดยจากความสนุกสนาน และกลไกของเกมสามารถสร้างการร่วมมือกัน ลดกำแพงการสื่อสาร สร้างการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ได้ดีกว่าเกมรูปแบบอื่นในการใช้อบรม และสามารถใช้พัฒนาทั้งทัศนคติ องค์กรความรู้และทักษะการ ปฏิบัติได้ผ่านการแทรกเนื้อหาลงในเกม

##### 1.2 การพัฒนาครูสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

องค์ความรู้ในนวัตกรรมสามารถสรุปได้ดังนี้ ประเด็นองค์ความรู้ของสะเต็มศึกษาที่ควรอยู่ใน นวัตกรรม มี 5 ประเด็น ดังนี้ 1) แนวความคิดของสะเต็มศึกษา 2) กรอบแนวคิดของสะเต็มศึกษา 3) วิธีการออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 4) บทบาทครู และ 5) องค์ประกอบในการ บรรลุเป้าหมายการสอนแบบสะเต็มศึกษา และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดระดับประถมศึกษาใน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษและเทคโนโลยี (เทคโนโลยี) ศิลปะ และใช้รูปแบบ ของโปรแกรมการอบรมร่วมกับการใช้นวัตกรรมบอร์ดเกมเพื่อพัฒนาครู

จากการศึกษากรณีศึกษาประเทศสหรัฐอเมริกาและเกาหลีใต้ ผู้วิจัยสังเคราะห์เป็น ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับโมเดลแนวทางการผลักดันสะเต็มศึกษาในประเทศไทยสรุปได้ดังนี้ ก่อนการนำสะเต็มศึกษาไปใช้ ภาครัฐต้องเห็นความสำคัญของสะเต็มศึกษา และดำเนินการร่วมกับ ภาคีเครือข่าย เช่นองค์กรเอกชน สถาบันการศึกษา ชุมชน เพื่อผลักดันการพัฒนาครูสะเต็มศึกษา ทั้งด้านความรู้ ทักษะ และแรงจูงใจ ระหว่างนำไปใช้ ครูต้องทำงานร่วมกันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ระหว่างครูแต่ละสาระวิชา เพื่อออกแบบแผนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกันและผลักดันสู่การปฏิบัติ

จริง รวมไปถึงมีการศึกษาผลกระทบเพื่อนำไปปรับปรุงการพัฒนาครูและแผนการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะนำไปสู่ผลกระทบเชิงบวกต่อผู้เรียนหลังนำไปใช้ โดยตลอดการผลักต้นจะต้องมีการสนับสนุนต่อเนื่องในด้านทุน ทรัพยากร และมีผู้เชี่ยวชาญให้คำปรึกษาครู

## 2) ผลการวิเคราะห์เอกสาร

### 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Matrix analysis และ Design analysis

ผลการวิเคราะห์แนวทางการพัฒนานวัตกรรม พบว่า 1) แนวทางการออกแบบบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ควรส่งเสริมทักษะ 4 ด้าน ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร การร่วมมือ และ ความคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะการคิดวิเคราะห์ และ ความคิดสร้างสรรค์ ระยะเวลาที่เหมาะสมคือ 60-90 นาที จำนวนผู้เล่นสูงสุดควรมากกว่า 4 คนขึ้นไป ตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ควรระบุในตำแหน่งระหว่าง กลุ่มที่ 2 สร้างทักษะ และ กลุ่มที่ 4 ร่วมมือกัน แก้ไขปัญหา

### 2.2 ผลการพัฒนาเครื่องมือวางแผนบอร์ดเกมการศึกษา

เป็นเครื่องมือสำหรับวางแผนการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษา มีหัวข้อดังนี้ 1) การค้นคว้า แบ่งเป็น 1.1) เนื้อหา 1.2) แนวคิด 1.3) ผู้เล่น 1.4) การศึกษาตลาด 1.5) ประสบการณ์ที่ได้ 2) การออกแบบ แบ่งเป็น 2.1) แนวเรื่อง 2.2) กลไกวิธีเล่น 2.3) องค์ประกอบ 2.4) รูปลักษณ์และความรู้สึก 2.5) ผังสรุปการเล่น และ 3) การพัฒนา แบ่งเป็น 3.1) การทดลองเล่น

## 3) ผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน และความต้องการ

### 3.1 ผลการสอบถามความคิดเห็น

มีความต้องการจำเป็นในการพัฒนานวัตกรรมสำหรับส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องสะเต็มศึกษา โดยด้านองค์ความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษามีดัชนีลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.213 ด้านการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปปฏิบัติมีดัชนีลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.197 ด้านระดับปัญหาและอุปสรรคมีค่าเฉลี่ยรวมในระดับปานกลาง ( $\bar{X} = 3.38$ ) โดยความต้องการจำเป็นสูงสุดของแต่ละหมวด ได้แก่ หมวดองค์ความรู้ ครูต้องการถ่ายทอดองค์ความรู้สะเต็มศึกษาให้กับครูท่านอื่นได้ หมวดการนำไปปฏิบัติ ครูต้องการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสะเต็มศึกษา ด้านปัญหาและอุปสรรค ครูต้องการการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ และ นวัตกรรมควรมีทักษะการคิดวิเคราะห์ สามารถนำไปใช้ได้จริง และควรมีการจัดอบรม

### 3.2 ผลการสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนแบบบูรณาการ

ปัจจุบันปัญหาสำคัญคือ ความเข้าใจในการบูรณาการและสะเต็มศึกษาของครูที่ยังไม่ถูกต้องทำให้เกิดการปฏิบัติที่ไม่ถูกต้อง โดยครูวิทย์-คณิตมีบทบาทหลัก ครูศิลปะจึงควรเข้ามามีบทบาทหลักในการพัฒนาการบูรณาการสะเต็มศึกษาด้วย และนวัตกรรมน่าจะช่วยให้เกิดแนวทางการวางแผนการสอนระหว่างกลุ่มสาระ และความเข้าใจที่ถูกต้องร่วมกัน

### 3.3 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา

ปัจจุบันภาครัฐสนับสนุนสะเต็มศึกษามากกว่าสะเต็มศึกษา ควรปรับเป็นสะเต็มศึกษาเนื่องจากมีประโยชน์ในการทำให้ผู้เรียนเห็นภาพองค์รวม โดยในการสอนสะเต็มศึกษาจำเป็นต้องมีครูหลายกลุ่มสาระมาช่วยกันวางแผนและร่วมกันสอน แต่ครูยังขาดความเข้าใจควรมีการจัดอบรมก่อน โดยในการพัฒนานวัตกรรมควรเน้นสร้างความเข้าใจในสะเต็มศึกษา ทำให้เห็นความสำคัญของการร่วมมือกันและทำงานร่วมกัน

จุดเน้นในการพัฒนานวัตกรรมสามารถสรุปเป็น “CHILD Model” มีรายละเอียดดังนี้

- 1) C: Collaboration ส่งเสริมการร่วมมือ ทำให้เกิดการทำงานร่วมกันระหว่างกลุ่มสาระ
- 2) H: Harmony สร้างความเข้าใจร่วมกัน วางรากฐานให้เกิดความเข้าใจการบูรณาการและสะเต็มศึกษาอย่างถูกต้อง
- 3) I: Importance ทำให้เห็นความสำคัญ พัฒนาทัศนคติต่อสะเต็มศึกษา
- 4) L: Learning ให้ความรู้ รวมความรู้ที่ต้องใช้ในการวางแผนการจัดการสอนแบบสะเต็มศึกษาให้เข้าถึงง่าย เช่น หลักการ ตัวอย่างสื่อและแผนการเรียนรู้ การวัดประเมินผล
- 5) D: Doing ฝึกทักษะปฏิบัติ ออกแบบให้เครื่องมือมีกลไกให้ผู้ใช้ได้ฝึกทำจริง โดยพัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการวางแผนการสอน การนำไปใช้ในชั้นเรียน

เป้าหมายการเรียนรู้ในการออกแบบนวัตกรรมสามารถสรุปได้ดังนี้ 1) ด้านองค์ความรู้ (K : Knowledge) สร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในแนวคิดสะเต็มศึกษา และการวางแผนการสอนแบบบูรณาการร่วมกันระหว่างกลุ่มสาระ และสรุปรวมตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ของสาระที่เกี่ยวข้อง 2) ด้านทักษะ (P : Practice) ฝึกทักษะการสร้างแผนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยร่วมมือกันระหว่างกลุ่มสาระ และสร้างทักษะ 4 ด้าน ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร การร่วมมือ และ ความคิดสร้างสรรค์ 3) ด้านคุณลักษณะ (A : Attitude) ทำให้เห็นความสำคัญ มีทัศนคติที่ดีต่อแนวคิดสะเต็มศึกษา ส่งเสริมการร่วมมือกันระหว่างกลุ่มสาระ และสร้างบรรยากาศการเล่นที่ทำให้เกิดการพูดคุยและการสร้างสรรค์

#### ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ผลการวิจัยตอนที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบนวัตกรรม ผลการวิจัยแบ่งได้เป็น 3 ประเด็นหลัก ดังนี้

##### 1) ผลการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1

การพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 โดยใช้ข้อมูลจากการวิจัยในระยยะที่ 1 ได้พัฒนาขึ้นเป็นบอร์ดเกม “STEAM Story” เป็นบอร์ดเกมสำหรับเรียนรู้และฝึกทักษะการวางแผนการสอนแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผ่านการเล่นแบบร่วมมือกันศึกษาองค์ความรู้ ระดมความคิด แลกเปลี่ยนไอเดีย นำเสนอไอเดีย และสร้างแผนการสอนสะเต็มศึกษา สามารถเล่นได้ 4-6 คน เป็นบอร์ดเกมแบบ Semi-cooperative boardgame (บอร์ดเกมกึ่งร่วมมือกัน) ใช้เวลา 60 นาทีขึ้นไปใน

การเล่น โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการเล่น เป็นแผนการสอน 1 หน้า ประกอบด้วย 1.วิชาที่บูรณาการ 2.สาระการเรียนรู้ 3.Theme 4.จุดประสงค์การเรียนรู้ (KPA) 5.กิจกรรมการเรียนรู้ 6.การวัดประเมินผล โดยวิธีการเล่นแบ่งเป็น 3 เฟสการเล่น ได้แก่ 1) Phase 1 Introduction to STEAM ศึกษาองค์ความรู้และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านการคำถามและการ์ดสนทนา 2) Phase 2 Brainstorming STEAM ช่วยกันคิดประเด็นการบูรณาการสะเต็มศึกษาให้ได้มากที่สุด และเลือก Theme ที่เหมาะสมในการสอน แล้วนำมา Pitching 3) Phase 3 Perfect STEAM ช่วยกันเขียนแผนสะเต็มศึกษาให้สมบูรณ์

## 2) ผลการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

### 2.1 ผลการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

พบว่า คุณภาพของการออกแบบต้นแบบครั้งที่ 1 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.68) โดยรายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ ข้อ 2 นวัตกรรม และบรรจุกฎบัตรที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีการออกแบบที่สวยงาม (ค่าเฉลี่ย = 5) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ ข้อ 5 เกมมีรูปแบบการเล่นที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายครูผู้สอนในกลุ่มสาระสะเต็มศึกษา (ค่าเฉลี่ย = 4.4) โดยทุกรายการมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในเกณฑ์ น้อยกว่า 1.25 แปลผลว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นใกล้เคียงกันหรือเหมือน ๆ กัน

### 2.2 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

ผลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ พบว่าบอร์ดเกมที่ออกแบบขึ้นสามารถออกแบบบรรจุกฎบัตรและตัวละครได้ดี มีขอบเขตเนื้อหา เครื่องมือช่วยคิด ชัดเจน วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสม น่าจะนำไปสู่การเรียนรู้ร่วมกันของนิสิตฯได้ สำหรับแนวทางการพัฒนานวัตกรรมควรปรับภาพลักษณ์ของเกมให้มีความเป็นวิชาการน้อยลง เพิ่มการ์ดไอเดียมากขึ้นและจัดหมวดหมู่ เพิ่มกติกาให้เล่นได้สองแบบ ปรับแผนการสอนให้เป็น Journey มากขึ้นและมีคำถามนำ เพิ่ม QR code เพิ่มตัวละครให้หลากหลาย และเพิ่มเกมในรูปแบบ Print and play

## 3) หลักเกณฑ์ประกันคุณภาพการฝึกอบรม

แบ่งออกเป็นมาตรฐาน 4 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านหลักสูตรการฝึกอบรม มีการศึกษาความต้องการจำเป็น มีการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา ครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเกม และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา มีการทำ Matrix analysis และ Design analysis 2) ด้านผู้เข้ารับการฝึกอบรม คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ให้มีทั้งนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา และรายวิชาศิลปะ โดยกลุ่มตัวอย่างต้องสามารถพัฒนาแผนการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้ และกลุ่มตัวอย่างต้องมีผลสอบวัดความรู้หลังใช้งานนวัตกรรมมากกว่าก่อนใช้งานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ด้านวิทยากร คัดเลือกวิทยากรที่มีประสบการณ์การจ้ดอบรมเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาหรือการสอน



แบบสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ด้านการสอน และการสร้างแผนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และมีวุฒิการศึกษาในด้านครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ โดยวิทยากรมีบทบาทในการร่วมบรรยาย แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ให้คำแนะนำกลุ่มตัวอย่างในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และประเมินแผนให้ข้อเสนอแนะกับกลุ่มตัวอย่าง

4) ด้านการวัดและประเมินผล ทำการประเมินจากแบบสอบวัดความรู้ การประเมินความพึงพอใจ และการประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยกระบวนการอบรมใช้เวลา 3 ชั่วโมง แบ่งกลุ่มผู้เข้าร่วมกลุ่มละ 4-6 คน มีรายละเอียดดังนี้ 1) แนะนำกิจกรรม 2) ทำแบบสอบก่อนเล่น 3) บรรยายเกี่ยวกับแนวคิดสะเต็มศึกษา 4) แนะนำนวัตกรรม 5) เล่นบอร์ดเกม 6) นำเสนอแผนการเรียนรู้ 7) วิทยากรให้ข้อเสนอแนะ 8) ถอดบทเรียน 9) ทำแบบสอบหลังเล่น และแบบประเมินความพึงพอใจ

### ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรมและประเมินประสิทธิภาพ

ผลการวิจัยตอนที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการนำนวัตกรรมไปใช้ ผลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง และประสิทธิภาพของนวัตกรรมสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยแบ่งได้เป็น 6 ประเด็นหลัก ดังนี้

#### 1) ผลจากแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเล่น

นวัตกรรมสามารถตอบโจทย์ได้ตามจุดเน้นของนวัตกรรมที่วางไว้ผ่าน CHILD Model โดยวิเคราะห์ได้ดังนี้ Collaboration – ผู้เล่นร่วมมือกันแลกเปลี่ยนไอเดีย และพัฒนาแผนการสอนได้อย่างรวดเร็ว Harmony – ผู้เล่นเกิดความเข้าใจตรงกันผ่านการตั้งคำถามและการตั้งสนทนา Importance – ผู้เล่นเห็นความสำคัญของการพัฒนาแผนการเรียนรู้ร่วมกัน รู้สึว่าการพัฒนาแผนสะเต็มศึกษาไม่ใช่เรื่องยาก Learning – ผู้เล่นได้เรียนรู้ผ่าน แผนรวมมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด Infographic แผน 1 หน้า Doing - พัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษาได้ และพัฒนาทักษะ 4 ด้าน ได้ตามเป้าหมาย ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร การร่วมมือ และ ความคิดสร้างสรรค์

#### 2) ผลจากแบบประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม

พบว่าภาพรวม ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจต่อการทดลองใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.70) โดยผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจต่อทุกรายการประเมินในระดับมากที่สุด โดยรายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ข้อ 4 นวัตกรรมมีความเหมาะสมสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา (ค่าเฉลี่ย = 4.85) และรายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ข้อ 5 ระยะเวลาที่ใช้ใช้นวัตกรรมมีความเหมาะสม (ค่าเฉลี่ย = 4.50) โดยทุกรายการมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในเกณฑ์ น้อยกว่า 1.25 แปลผลว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นใกล้เคียงกันหรือเหมือน ๆ กัน และในการประเมินตนเอง พบว่าผู้ตอบแบบประเมินประเมินว่าตนเองมีทัศนคติต่อสะเต็มศึกษาก่อนทดลองใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับน้อย (ค่าเฉลี่ย = 2.38) และหลังใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.81) โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Correlation =  $-.407$ , Sig =  $.039$ ) และหลังใช้นวัตกรรมมีระดับทัศนคติมากกว่าก่อนใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Sig. =  $<.001$ ) มีความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาก่อนทดลองใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับน้อย (ค่าเฉลี่ย =  $2.31$ ) และหลังใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย =  $4.31$ ) โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Correlation =  $.600$ , Sig =  $.001$ ) และหลังใช้นวัตกรรมมีระดับทัศนคติมากกว่าก่อนใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Sig. =  $<.001$ ) มีความสามารถในการพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษาก่อนทดลองใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย =  $2.54$ ) และหลังใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย =  $4.41$ ) โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Correlation =  $.692$ , Sig =  $<.001$ ) และหลังใช้นวัตกรรมมีระดับทัศนคติมากกว่าก่อนใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Sig. =  $<.001$ )

### 3) ผลจากแบบสอบถามวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา

พบว่าความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษาก่อนใช้นวัตกรรมของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่  $11.15$  คะแนน และหลังใช้นวัตกรรมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่  $16.00$  ค่าสถิติทดสอบ (T-test) =  $7.40$ ,  $df = 25$ , Sig. =  $.000$  ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้ที่ระดับ  $0.05$  แปลผลได้ว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษาหลังใช้นวัตกรรมสูงกว่าก่อนใช้นวัตกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังใช้นวัตกรรมน้อยกว่าก่อนใช้นวัตกรรม แสดงให้เห็นว่า คะแนนหลังใช้นวัตกรรมมีการกระจายของคะแนนน้อยกว่า

### 4) แนวทางการพัฒนานวัตกรรม

วิเคราะห์แนวทางการพัฒนานวัตกรรมผ่าน SWOT ได้ดังนี้ Strengths – กลไกของเกมช่วยลดกำแพงการสื่อสาร นำไปสู่การเรียนรู้ร่วมกันได้ สามารถช่วยให้พัฒนาแผนสะเต็มศึกษาออกมาได้อย่างรวดเร็ว พัฒนาทัศนคติ ความรู้ และทักษะการพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษาของผู้เล่นได้ มีสรุปตัวชี้วัดอ่านง่าย Weaknesses – วิธีการเล่นค่อนข้างเข้าใจยาก ต้องอธิบายทีละขั้น ภาพลักษณ์ยังมีความเป็นวิชาการเกินไป และต้นทุนยังค่อนข้างสูง Opportunities – ปรับวิธีการเล่นให้เลือก Theme ก่อน ปรับแผนให้เป็น Journey ปรับการ์ดไอเดียแบบการ์ดเปล่าให้สามารถเขียน Theme รอบตัวได้ เพิ่มตัวละครให้ผู้เล่นได้เลือก เพิ่ม QR code เพิ่มเว็บสำหรับอัปเดตแพลนที่สำเร็จ Threats – ผู้เล่นยังทำความเข้าใจกติกาได้ยาก มีส่วนร่วมกับการเขียนแผนไม่ครบทุกคน รู้สึกอยากเล่นเกมแข่งขันมากขึ้น ต้องการเวลาระดมความคิดมากขึ้น และรู้สึกว่าตัวละครยังขาดบทบาทในการเล่น

ในการพัฒนาจากต้นแบบนวัตกรรม ครั้งที่ 1 ให้เป็นต้นแบบนวัตกรรมสมบูรณ์ มีรายละเอียดการปรับปรุง ดังนี้ 1) ตัวละคร ออกแบบเพิ่มเป็นรายวิชาละ 2 ตัวละคร ปรับสีของตัวละคร 2) กติกาและคู่มือการเล่น ปรับให้เฟส 2 สามารถเล่นได้ 2 แบบ ออกแบบให้อ่านง่ายยิ่งขึ้น เพิ่มเวลาการระดมความคิด เพิ่ม QR Code 3) การ์ดไอเดีย เพิ่มตัวการ์ดทุน เพิ่มจำนวนการ์ดและจัดหมวดหมู่

4) แผนการสอน ปรับให้เป็น Journey มากขึ้น เพิ่มตัวการ์ตูน เพิ่มกติกาให้เขียนคนละ 1-2 ช่อง เพิ่มคำถามนำ เพิ่ม QR Code เพิ่มการระบุ STEAM ในตัวอย่าง 5) Infographic เพิ่ม QR code 6) Website พัฒนาเพิ่มมีหน้าคลังไอเดียแผนการสอนสะเต็มศึกษา ข้อมูลเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา และเกมแบบ Print and play

### 5) ผลการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมสมบูรณ์

ต้นแบบนวัตกรรมสมบูรณ์ที่พัฒนาด้วยการปรับปรุงจากผลการวิจัยในระยะที่ 2 โดยบอร์ดเกมที่พัฒนาขึ้นมีแนวคิดหลักเหมือนกับต้นแบบนวัตกรรมครั้งที่ 1 โดยมีการปรับปรุงในเฟสที่ 2 ให้เล่นได้ 2 รูปแบบ วิธีการเล่นจึงแบ่งเป็น 3 เฟสการเล่น ได้แก่ 1) Phase 1 Introduction to STEAM ศึกษาองค์ความรู้และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านการคำถามและการ์ดสนทนา 2) Phase 2 Brainstorming STEAM รูปแบบการเล่นแบบหลากหลายไอเดีย เลือกประเด็นก่อนและช่วยกันระดมความคิดเพื่อให้ได้แผนสะเต็มศึกษาที่หลากหลายแล้ว Pitching แข่งกันเลือกแผนที่ดีที่สุด รูปแบบการเล่นแบบรวมไอเดีย เลือก Theme ก่อน แล้วช่วยกันระดมความคิดไปแนวทางเดียวกัน เพื่อพัฒนาแผนสะเต็มศึกษาร่วมกัน 3) Phase 3 Perfect STEAM ช่วยกันเขียนแผนสะเต็มศึกษาให้สมบูรณ์ สำหรับรายละเอียดสำคัญในการปรับปรุงส่วนประกอบของนวัตกรรม มีดังนี้ แผนการสอน 1 หน้า ปรับให้มีความเป็น journey มากขึ้น และมีคำถามนำเพื่อให้ผู้เล่นได้อภิปรายและเขียนแผนด้วยกัน รวมถึงเพิ่ม QR Code เชื่อมไปยังเว็บไซต์ให้ผู้เล่นสามารถอัปเดตแผนการสอนที่สำเร็จแล้วได้เพื่อสร้างเป็นคลังไอเดียสะเต็มศึกษา การ์ดไอเดียมีการออกแบบเพิ่มเป็นทั้งหมด 65 ใบ โดยแบ่งเป็นทั้งหมด 6 หมวด แยกได้เป็น 5 หมวดตามสาขาวิชาสะเต็มศึกษา และ 1 หมวดทั่วไป ได้แก่ 1. หมวดวิทยาศาสตร์ 2. หมวดเทคโนโลยี 3. หมวดวิศวกรรมศาสตร์ 4. หมวดศิลปะ 5. หมวดคณิตศาสตร์ 6. หมวดทั่วไป หมวดละ 10 ใบ และ การ์ดเปล่าจำนวน 5 ใบ

### 6) ผลการประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม

พบว่าโดยรวมผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินประสิทธิภาพว่าคุณภาพของการออกแบบต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.94) โดยทุกรายการมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในเกณฑ์ น้อยกว่า 1.25 แปลผลว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นใกล้เคียงกันหรือเหมือน ๆ กัน โดยผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ เป็นเครื่องมือ ช่วยแลกเปลี่ยนไอเดียการสอนได้ดี ใช้งานได้ง่าย สร้างความสนุกในการบูรณาการไอเดียการสอน สำหรับส่วนการแชร์ไอเดียลงในเว็บ ควรทำงานร่วมกับ Partner ที่เป็นเครือข่าย Community นิสิตหรือครู

## อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาวัตกรรมการสะเต็มศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา” มีประเด็นในการอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

### 1. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย : โมเดลแนวทางการผลักดันสะเต็มศึกษาในประเทศไทย

จากผลการศึกษาสภาพปัจจุบันของสะเต็มศึกษาในประเทศไทยพบว่านโยบายหลักของการผลักดันการเรียนรู้แบบบูรณาการยังเน้นการผลักดันไปที่สะเต็มศึกษา ผู้วิจัยจึงต้องการเสนอให้ปรับเป็นการผลักดันสะเต็มศึกษา ซึ่งมีประโยชน์กับผู้เรียนในการสร้างการบูรณาการทั้งศาสตร์และศิลป์ สร้างการเรียนรู้ที่มีความเป็นองค์รวมสอดคล้องกับผลการศึกษาระดับมัธยมศึกษาการผลักดันครูสะเต็มศึกษาในต่างประเทศที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา กรณีศึกษาของเกาหลีใต้ และสหรัฐอเมริกาซึ่งพบว่าสะเต็มศึกษา ถูกนำมาใช้ในการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจในการประกอบอาชีพด้านวิทยาศาสตร์ การศึกษาปริญญาชั้นสูง และสร้างทักษะต่าง ๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การร่วมมือกัน การคิดแบบบูรณาการ ฯลฯ โดยในการผลักดันสะเต็มศึกษาไปสู่การปฏิบัติในประเทศไทย ผู้วิจัยพบว่าสภาพปัจจุบัน ปัจจัยที่เป็นปัญหาและอุปสรรคในการนำสะเต็มศึกษาไปใช้มากที่สุด ได้แก่ ด้านการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ ด้านความพร้อมของอุปกรณ์การเรียนการสอน และด้านความพร้อมของสื่อการเรียนการสอน สอดคล้องกับในเกาหลีใต้ ซึ่ง Park et al. (2016) ระบุว่าอุปสรรคสำคัญในการนำสะเต็มศึกษาไปใช้คือข้อจำกัดในด้านเวลา และภาระงานที่เพิ่มขึ้น และครูส่วนหนึ่งระบุปัญหาขาดการสนับสนุนจากฝ่ายบริหารและการสนับสนุนทางการเงินเพื่อนำบทเรียนสะเต็มศึกษาไปปฏิบัติ และถึงแม้จะมีความพยายามในการผลักดันสะเต็มศึกษามากขึ้น แต่นักวิจัยจำนวนมากรายงานว่าครูหลายคนยังพบความยากลำบากในการนำสะเต็มศึกษาไปปฏิบัติ โดยเป็นผลมาจากเวลาและทรัพยากรทางการศึกษาที่ไม่เพียงพอสำหรับนำสะเต็มศึกษาไปปฏิบัติในโรงเรียน และรู้สึกว่าย่างไม่มีโปรแกรมการอบรมเพียงพอสำหรับครูประจำการ ครูหลายคนยังมีความยากลำบากในการเลือกหัวข้อการสอนที่เหมาะสมเพื่อบูรณาการ การพัฒนาสื่อการสอนและการวัดประเมินผลชั้นเรียน (Hong, 2017; Jho et al., 2016) นอกจากนี้�อาจยังเทียบได้กับสะเต็มศึกษาในยุโรปที่ Tasiopoulou et al. (2022) ได้ทำการสรุปสถานการณ์ปัจจุบันของการสอนสะเต็มศึกษาในยุโรปโดยระบุว่าครู อุปสรรคที่ครูต้องพบ และการสนับสนุนที่ครูได้รับ เป็นตัวแปรสำคัญที่สุดที่จะส่งผลกระทบต่อความสำเร็จหรือความล้มเหลวในการนำสะเต็มศึกษาไปใช้ในชั้นเรียนของยุโรป ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สรุปโมเดลแนวทางการผลักดันสะเต็มศึกษาในประเทศไทย เอาไว้โดยการผลักดันสะเต็มศึกษาควรเริ่มจากภาครัฐต้องเห็นความสำคัญและประโยชน์ของสะเต็มศึกษาและจะต้องดำเนินการร่วมกับภาคีเครือข่ายสนับสนุนต่อเนื่องตลอดช่วงเวลา เริ่มจากการพัฒนาครูให้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา พัฒนาทั้งด้านความรู้ ทักษะ และแรงจูงใจของครู กระบวนการในการพัฒนาแผนการสอนแบบบูรณาการและ

การนำไปใช้จริงในชั้นเรียนต้องเกิดจากการทำงานร่วมกันของครู รวมถึงควรมีการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยรูปแบบการผลักดันสะเต็มศึกษาน่าจะสามารถนำไปสู่ผลกระทบเชิงบวกต่อผู้เรียนได้ การผลักดันอาจเริ่มจากระดับประถมศึกษาตามที่ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือเพื่อส่งเสริมให้กับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา ซึ่ง Herro, Quigley, and Cian (2019) กล่าวว่า สามารถลดอุปสรรคในการผลักดันการเรียนรู้สะเต็มศึกษาได้ผ่านการใส่สะเต็มศึกษาลงในหลักสูตรทั้งในระดับครูฝึกสอนและครูประจำการ โดยเน้นการสร้าง ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหา มาตรฐาน และการวัดประเมินผล โดยการเริ่มผลักดันในระดับประถมศึกษา ก่อน สอดคล้องกับ Park et al. (2016) ที่ได้ทำการศึกษา มุมมองของครูและการนำสะเต็มศึกษาไปปฏิบัติในเกาหลีใต้พบว่าครูในระดับประถมศึกษา มีมุมมองเชิงบวกต่อสะเต็มศึกษามากกว่า และมีการนำบทเรียนสะเต็มศึกษาไปใช้ในชั้นเรียนมากกว่าเมื่อเทียบกับครูในระดับมัธยมศึกษา แสดงให้เห็นว่าสะเต็มศึกษาน่าจะสามารถประยุกต์ใช้กับหลักสูตรระดับประถมศึกษาได้ง่ายกว่า

## 2. เครื่องมือวางแผนการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษา

เครื่องมือวางแผนออกแบบบอร์ดเกมการศึกษา ถูกพัฒนาขึ้นจากการสังเคราะห์รูปแบบการออกแบบบอร์ดเกมของ Stegmaier (2020); Wirtz (2022); พีรัช ชรานูรักษ์ (2565); รัชกร เวชวรนนท์ (2563) และประสบการณ์ของผู้วิจัย มีหัวข้อดังนี้ 1) การค้นคว้า แบ่งเป็น 1.1) เนื้อหา 1.2) แนวคิด 1.3) ผู้เล่น 1.4) การศึกษาตลาด 1.5) ประสบการณ์ที่ได้ 2) การออกแบบ แบ่งเป็น 2.1) แนวเรื่อง 2.2) กลไกการเล่น 2.3) องค์ประกอบ 2.4) รูปลักษณะและความรู้สึก 2.5) ผังสรุปการเล่น 3) การพัฒนา แบ่งเป็น 3.1) การทดลองเล่น โดยเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการสร้างบอร์ดเกมการศึกษาในประเทศไทย ของ รัชนิวรรณ ตั้งภักดี (2022) ซึ่งสรุปไว้ว่า องค์ประกอบในการสร้างบอร์ดเกมการศึกษา 6 องค์ประกอบได้แก่ 1. วัตถุประสงค์ในการสร้างบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา 2. ผู้เล่นบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา 3. เนื้อหาที่นำมาสร้างบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา 4. ระยะเวลาในการใช้บอร์ดเกมการศึกษา 5. สถานที่ใช้บอร์ดเกมการศึกษา 6. งบประมาณในการสร้างบอร์ดเกมการศึกษา และขั้นตอนในการสร้างบอร์ดเกมเพื่อการศึกษาในประเทศไทย ประกอบด้วย 12 ขั้นตอน ได้แก่ 1. กำหนดคอนเซ็ปต์และประเภทของบอร์ดเกม 2. กำหนดธีมบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา 3. กำหนดวิธีจับเกมในบอร์ดเกม 4. กำหนดกลไกที่ใช้ในบอร์ดเกม 5. กำหนดวิธีการสื่อสารในบอร์ดเกม 6. กำหนดกฎกติกาในบอร์ดเกม 7. สร้างต้นแบบบอร์ดเกม 8. ทดสอบบอร์ดเกมโดยผู้เชี่ยวชาญ 9. ทดสอบบอร์ดเกมโดยผู้เล่น 10. จัดทำวัสดุอุปกรณ์ในบอร์ดเกม 11. ผลิตคู่มือบอร์ดเกม 12. จัดทำแพ็คเกจบอร์ดเกม พบว่าเครื่องมือการวางแผนการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีทั้งจุดที่สอดคล้องและแตกต่างกับรูปแบบดังกล่าว โดยเครื่องมือของผู้วิจัยมีจุดเด่นในการค้นคว้าข้อมูล เช่น การศึกษาตลาดและวางแผนประสบการณ์ที่ผู้เล่นจะได้ ก่อนเพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าในการออกแบบ จึงมีการออกแบบที่เน้นผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง และมีการ

วางแผนรูปลักษณ์และความรู้สึกของบอร์ดเกม เพื่อให้ทุกองค์ประกอบของบอร์ดเกมมีความสอดคล้องกัน สามารถนำไปใช้ในการวางแผนการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษาในหัวข้อต่าง ๆ ได้ โดยเครื่องมือดังกล่าวน่าจะช่วยให้ผู้ใช้ได้เห็นข้อมูลพื้นฐานที่ครบถ้วนในการออกแบบและนำไปสู่การพิจารณาออกแบบบอร์ดเกมขึ้นได้อย่างเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และช่วยให้ผู้ใช้ที่ไม่ใช่นักออกแบบสามารถเข้าใจถึงกระบวนการในการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษาได้

### 3. ผลการประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนานวัตกรรม

การประเมินความต้องการจำเป็นพบว่ามีความจำเป็นในการพัฒนานวัตกรรมสำหรับส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องสะเต็มศึกษา ด้านองค์ความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษามีดัชนีลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.213 ด้านการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปปฏิบัติมีดัชนีลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.197 ด้านระดับปัญหาและอุปสรรคมีค่าเฉลี่ยรวมในระดับปานกลาง ( $\bar{X} = 3.38$ ) โดยมีความคิดเห็นสอดคล้องกับผลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษาและครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ สอดคล้องกับ Park et al. (2016) ที่ระบุว่าจากหลายการศึกษาพบว่าครูส่วนใหญ่ในเกาหลีใต้มีความคิดเห็นว่าสะเต็มศึกษามีความจำเป็นและจะมีผลกระทบเชิงบวกกับแรงจูงใจและการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งนี้จากการสอบถามครูพบว่าปัจจุบันมีครูที่เคยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่บ้างแล้ว (52.25%) และถึงแม้ว่าครูส่วนใหญ่จะมีประสบการณ์การสอนแบบบูรณาการอยู่แล้วจากผลที่พบว่าครูส่วนใหญ่มีประสบการณ์การสอนแบบบูรณาการมากกว่า 10 ปีขึ้นไป จำนวน 84 คน (21%) แต่จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษาและครูที่สอนศิลปะแบบบูรณาการพบว่าปัจจุบันครูขาดการอบรมสะเต็มศึกษาให้มีความเข้าใจที่ถูกต้อง จึงทำให้ความเข้าใจในการบูรณาการของครูยังมีบางส่วนที่ไม่ถูกต้อง และทำให้เกิดความต้องการจำเป็นในการพัฒนาองค์ความรู้ และทักษะการปฏิบัติ รวมถึงเกิดปัญหาและอุปสรรคในการนำสะเต็มศึกษาไปประยุกต์ใช้จริงในชั้นเรียน ซึ่งสอดคล้องกับที่ Jamil et al. (2018) ได้กล่าวว่าผู้นำสะเต็มศึกษาไปใช้พบความท้าทายในการตีความและการใช้สะเต็มในชั้นเรียน ซึ่งอาจส่งผลให้เข้าใจสะเต็มศึกษาไม่ลึกพอโดยตีความสะเต็มศึกษาเป็นแค่ชุดของกิจกรรมมากกว่าที่จะเป็นการจัดการเรียนรู้แบบองค์รวม และ Portz (2015) ที่ระบุว่าปัจจุบันสะเต็มศึกษายังไม่ถูกเข้าใจมากนัก โดยความยากในการผลักดันการเรียนรู้สะเต็มศึกษาคือ ครูหลายคนยังสงสัยว่าอะไรคือสะเต็มศึกษาและอะไรไม่ใช่สะเต็มศึกษา และพบกับความท้าทายเมื่อต้องปรับกระบวนการให้ตรงกับความต้องการเฉพาะสาขาและหลักสูตรบูรณาการ โดยบทบาทของศิลปะในสะเต็มศึกษาถูกเข้าใจผิดเป็นอย่างมาก โดยจากการสัมภาษณ์ ศิลปะถูกมองว่าการบูรณาการศิลปะแค่นำกิจกรรมระบายสีเข้าไปร่วมก็ได้ เมื่อครูกลุ่มสาระอื่นนำไปบูรณาการโดยไม่วางแผนร่วมกับครูศิลปะ ซึ่งสอดคล้องกับ Guyotte, Sochacka, Costantino, Walther, and Kellam (2014) ที่พบว่าบ่อยครั้งที่ศิลปะในสะเต็มศึกษาถูกบูรณาการเพียงแค่วิธีเพื่อให้ให้นักเรียนสนใจสะเต็มศึกษามากขึ้นแทนที่จะเป็นการมองศิลปะเป็น

องค์ประกอบที่เท่าเทียมกันในการบูรณาการ ดังนั้นจึงมีความสำคัญที่จะต้องให้ครูศิลปะเข้ามามีส่วนร่วมในการวางแผนและการสอนสะเต็มศึกษาด้วย โดยจากผลการศึกษาในส่วนองค์ความรู้ ข้อคำถามเดียวที่มีสภาพปัจจุบันในระดับมาก คือ ครูมีความเข้าใจเกี่ยวกับประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ( $\bar{X} = 3.56$ ) แสดงให้เห็นว่าถึงแม้ครูจะค่อนข้างมีทัศนคติที่ดีต่อสะเต็มศึกษา และเห็นประโยชน์ของสะเต็มศึกษา และมองว่ามีความเป็นไปได้ในการนำสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการสอนให้กับนักเรียนของตนเอง ( $\bar{X} = 3.53$ ) แต่ยังมีปัญหาและอุปสรรคหลายประการในการนำสะเต็มศึกษาไปใช้ โดยความต้องการจำเป็น และลำดับการพัฒนาองค์ความรู้ของครู ลำดับแรก คือ ถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับแนวคิดสะเต็มศึกษาให้กับครูท่านอื่นได้ ( $PNI_{\text{modified}}=0.241$ ) แสดงให้เห็นถึงประเด็นหลักสำคัญของการนำสะเต็มศึกษาไปใช้คือ ครูมองว่านอกจากตนเอง ครูท่านอื่นในโรงเรียนต้องมีความรู้ด้านสะเต็มศึกษาด้วยเช่นกันเพื่อให้สามารถผลักดันสะเต็มศึกษาให้เกิดขึ้นจริงได้ และในด้านความต้องการจำเป็นและลำดับการพัฒนาการนำไปปฏิบัติ ลำดับแรก คือ สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสะเต็มศึกษา ( $PNI_{\text{modified}}=0.230$ ) แสดงให้เห็นว่าควรมีเครื่องมือที่ช่วยให้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาด้วย ซึ่งการออกแบบดังกล่าวต้องเกิดขึ้นแบบออกแบบร่วมกันระหว่างกลุ่มสาระ สอดคล้องกับ Martinez (2017) ที่ระบุว่า โปรเจกต์สะเต็มศึกษาที่ประสบความสำเร็จ จะเกิดจากการมีกลุ่มคนจากหลายความเชี่ยวชาญ ตกลงที่จะร่วมมือกันสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ หรือสร้างโปรเจกต์ไปด้วยกัน ครูสะเต็มศึกษาจะไม่ทำงาน สร้าง เล่น และปฏิบัติการคนเดียว

#### 4. แนวทางการออกแบบ-ผลการออกแบบนวัตกรรม

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Matrix analysis Design analysis และ Image scale ผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางการออกแบบไว้ว่าควรมีลักษณะส่งเสริมการพัฒนาการทักษะทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร การร่วมมือ และ ความคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะทักษะด้านการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเล่นเกมคือ 60-90 นาที โดยจำนวนผู้เล่นสูงสุดควรให้เล่นได้มากกว่า 4 คนขึ้นไป และระบุตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ของผู้วิจัยไว้ในตำแหน่งระหว่างกลุ่มที่ 2 สร้างทักษะ และ กลุ่มที่ 4 ร่วมมือกันแก้ไขปัญหาซึ่งเป็นจุดที่อยู่ระหว่างการจำลองทั้งสถานการณ์ที่ไม่เกิดขึ้นเป็นปกติและสถานการณ์ที่เกิดขึ้นทั่วไป โดยเน้นการร่วมมือกัน

จากผลประเมินความต้องการจำเป็นโดยสอบถามความคิดเห็นของครู สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนแบบบูรณาการ สามารถสรุปจุดเน้นในการพัฒนานวัตกรรมเป็น “CHILD Model” ดังนี้ 1) Collaboration 2) Harmony 3) Importance 4) Learning 5) Doing และผู้วิจัยพบว่าจากผลการทดลองใช้นวัตกรรม ผ่านการสังเกตพฤติกรรม การสอบวัดความรู้ การประเมินความพึงพอใจ นวัตกรรมที่สร้างขึ้นสามารถตอบโจทย์แนวทางการออกแบบดังกล่าวที่วางไว้ได้ โดยสามารถสร้างให้เกิดการร่วมมือกันระหว่างผู้เล่นในการพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษา

ร่วมกัน โดยลักษณะของเกมเน้นไปที่การร่วมมือกันและไม่แข่งขันกันจนเกินไป และสามารถเสริมสร้างทักษะได้ทั้ง 4 ด้าน ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร การร่วมมือ และ ความคิดสร้างสรรค์ รวมถึงสามารถส่งเสริมทักษะอื่น ๆ เช่น การทำงานเป็นทีม ความเร็ว การคิดบูรณาการ กระบวนการ การเชื่อมโยง การเขียน การโน้มน้าว ฯลฯ เป็นไปตามตามตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ที่วางไว้ และสามารถสร้างการร่วมมือกัน สร้างความเข้าใจร่วมกัน สร้างให้เห็นความสำคัญให้ความรู้ และฝึกทักษะปฏิบัติได้ตาม CHILD Model ที่วางไว้ โดยพบว่าแนวทางการออกแบบนวัตกรรมสำหรับส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สอดคล้องกับที่ Tasiopoulou et al. (2022) ระบุว่า ข้อกำหนดสำคัญที่จะพัฒนาการสอนสะเต็มศึกษาของครูในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาได้นั้น คือการทำงานร่วมกันในการออกแบบการสอน แบ่งปันความรู้และความเชี่ยวชาญในสาขาของตัวเอง และรวมตัวกันให้เกิดความร่วมมือดังกล่าว โดยมีความท้าทายสำคัญ 2 ประการ คือ 1) ขาดความรู้ และทักษะที่เกี่ยวข้อง 2) ขาดพื้นที่และเวลาในการทำงานร่วมกัน และ Liao (2019) ที่ระบุว่าสำหรับครูสอนศิลปะและการออกแบบ สะเต็มศึกษาไม่ได้เป็นเพียงแค่การสอนทักษะการออกแบบเพื่อผลักดันสะเต็ม แต่ควรเป็นการพยายามร่วมกันระหว่างครูจากหลายกลุ่มสาระ ดังนั้น ครูศิลปะและการออกแบบควรสื่อสารกับครูสาระอื่น ๆ ว่าศิลปะจะเข้าไปบูรณาการในหลักสูตร สะเต็มศึกษา/สะเต็มศึกษาได้อย่างไร โดยครูศิลปะและครูสาระอื่น ๆ ควรแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ดังนั้นนวัตกรรมที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาขึ้นน่าจะสามารถเป็นเครื่องมือเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันของครูต่างกลุ่มสาระเพื่อร่วมมือกันพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษาได้ โดยสอดคล้องกับ Salas-Pilco (2021) ที่ได้สรุปความท้าทายและความยากของสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้ 1) การวัดและประเมินผล 2) การเสริมศักยภาพครู 3) ข้อจำกัดด้านเวลา 4) หลักสูตรที่เหมาะสมและเกี่ยวข้อง โดยนวัตกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเสริมศักยภาพของครูได้ และลดข้อจำกัดด้านเวลาที่อาจเกิดขึ้น เช่นครูไม่มีเวลาพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษาร่วมกัน โดยนวัตกรรมถูกออกแบบให้ครูหรือนิสิตฯสามารถพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษาร่วมกันได้ โดยมีรายละเอียดตั้งแต่ Theme วิชาที่บูรณาการ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล ผ่านการเล่นบอร์ดเกมโดยใช้เวลาประมาณ 60-90 นาที โดยที่มีการสรุปหลักสูตรที่เกี่ยวข้องไว้ให้ทำให้ผู้เล่นสามารถเข้าถึงได้ง่ายและน่าจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยกำจัดความท้าทายและความยากของสะเต็มศึกษาดังกล่าวได้ และจากการทดลองใช้สามารถทำให้ ผู้เล่นมองว่าการออกแบบแผนการสอนสะเต็มศึกษา ไม่ซับซ้อนและเป็นเรื่องง่ายได้ผ่านการร่วมมือกันระหว่างครูพัฒนาแผนด้วยกัน

จากผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรมพบว่าภาพรวม ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจต่อการทดลองใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.70) โดยผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจต่อทุกรายการประเมินในระดับมากที่สุด โดยรายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ย



สูงสุดคือ ข้อ 4 นวัตกรรมมีความเหมาะสมสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา (ค่าเฉลี่ย = 4.85) รองลงมาเป็น ข้อ 1 นวัตกรรมมีรูปแบบที่น่าสนใจและสามารถใช้งานได้จริง (ค่าเฉลี่ย = 4.81) และรายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ข้อ 5 ระยะเวลาที่ใช้ในนวัตกรรมมีความเหมาะสม (ค่าเฉลี่ย = 4.50) รองลงมาเป็น ข้อ 8 การถอดบทเรียนจากการใช้นวัตกรรมมีความเหมาะสม (ค่าเฉลี่ย = 4.58) แสดงให้เห็นว่านวัตกรรมสามารถออกแบบได้ตรงกับกลุ่มเป้าหมาย รูปแบบของนวัตกรรมแบบบอร์ดเกมน่าจะเป็นส่วนหนึ่งในการทำให้เกิดความพึงพอใจดังกล่าว เนื่องจากบอร์ดเกมมีกลไกที่สนุก สร้างการมีส่วนร่วมและแรงจูงใจได้

จากผลการประเมินตนเอง พบว่า

กลุ่มตัวอย่างมีทัศนคติต่อสะเต็มศึกษาก่อนทดลองใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับน้อย (ค่าเฉลี่ย = 2.38) และหลังใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.81) โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Correlation = -.407, Sig = .039) และหลังใช้นวัตกรรมมีระดับทัศนคติมากกว่าก่อนในข้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Sig. = <.001) ซึ่งการมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกันแสดงให้เห็นว่านวัตกรรมสามารถปรับผู้ที่มีทัศนคติต่อสะเต็มศึกษาในเชิงลบให้เปลี่ยนเป็นเกิดทัศนคติเชิงบวกได้หลังใช้งานนวัตกรรม ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากกระบวนการร่วมมือกันเล่น เรียนรู้ ทำงานร่วมกัน และส่งเสริมให้เกิดการพูดคุยกันของบอร์ดเกม และการให้คะแนนผ่านกลไกของเกมเมื่อผู้เล่นมี Action ที่สอดคล้องเช่นการมีส่วนร่วมกันเกม การให้ความคิดเห็น การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

กลุ่มตัวอย่างมีความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาก่อนทดลองใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับน้อย (ค่าเฉลี่ย = 2.31) และหลังใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.31) โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Correlation = .600, Sig = .001) และหลังใช้นวัตกรรมมีระดับทัศนคติมากกว่าก่อนในข้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Sig. = <.001) แสดงให้เห็นว่านวัตกรรมสามารถพัฒนาความรู้สะเต็มศึกษาของผู้เล่นได้ โดยองค์ประกอบในการให้ความรู้ในตัวบอร์ดเกม ได้แก่ Infographic แผ่นรวมตัวชีวิต ตัวอย่างแผนการสอน และการ์ดไอเดีย สามารถทำให้ผู้เล่นเห็นภาพรวมขององค์ความรู้สะเต็มศึกษาทั้งหมดอย่างตรงกัน และนำไปใช้ในการพัฒนาแผนการสอนร่วมกันได้ด้วยความเข้าใจเหมือนกัน

กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษาก่อนทดลองใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 2.54) และหลังใช้นวัตกรรมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.41) โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Correlation = .692, Sig = <.001) และหลังใช้นวัตกรรมมีระดับทัศนคติมากกว่าก่อนในข้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Sig. = <.001) แสดงให้เห็นว่านวัตกรรมสามารถพัฒนาทักษะการพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษา ของผู้เล่นได้ผ่านกระบวนการฝึกสร้างสรรค์ผ่านการเล่น การสื่อสารและการแลกเปลี่ยน

ไอเดีย โดยออกแบบเกมให้สามารถเล่นได้ 2 รูปแบบ ทั้งแบบหลากหลายไอเดีย ที่ทำให้ผู้เล่นได้คิดแผน แยกกันเพื่อเลือกแผนที่ดีที่สุดมาพัฒนาร่วมกัน และแบบรวมไอเดีย ที่ทำให้ผู้เล่นได้พัฒนาแผนร่วมกัน และร่วมมือกันคิดไปในทิศทางเดียวกัน โดยแผนการสอน 1 หน้าที่เป็นผลลัพธ์จากการเล่น ประกอบด้วย 1. วิชาที่บูรณาการ 2. สารการเรียนรู้ 3. Theme 4. จุดประสงค์การเรียนรู้ (KPA) 5. กิจกรรมการเรียนรู้ 6. การวัดประเมินผล ซึ่งครอบคลุมประเด็นการนำไปพัฒนาต่อหลังเล่น

ความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษาก่อนใช้นวัตกรรมของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 11.15 คะแนน และหลังใช้นวัตกรรมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 16.00 ค่าสถิติทดสอบ (T-test) = 7.40, df = 25, Sig. = .000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้ที่ระดับ 0.05 แปลผลได้ว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษาหลังใช้นวัตกรรมสูงกว่าก่อนใช้นวัตกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังใช้นวัตกรรมน้อยกว่าก่อนใช้นวัตกรรม แสดงให้เห็นว่า คะแนนหลังใช้นวัตกรรมมีการกระจายของคะแนนน้อยกว่า ซึ่งแสดงว่าคะแนนความรู้ก่อนใช้นวัตกรรมของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันมากกว่าหลังใช้นวัตกรรม แสดงว่าพินความรู้ด้านสะเต็มศึกษาของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกัน อาจเป็นผลมาจากการได้เรียนสะเต็มศึกษามาบ้างจากการเรียนในรายวิชา แต่การไม่ได้นำไปใช้ทำให้มีระดับความรู้ไม่เท่ากัน และเมื่อใช้นวัตกรรมแล้วการกระจายของคะแนนน้อยลงแสดงให้เห็นว่านวัตกรรมสามารถทำให้ผู้ใช้เกิดองค์ความรู้มากขึ้นในระดับใกล้เคียงกันมากขึ้น จึงน่าจะสามารถทำให้ผู้เล่นเกิดความเข้าใจร่วมกันที่จะนำไปสู่การพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษาร่วมกันได้

จุดเด่นของนวัตกรรมสามารถสรุปได้ดังนี้ กลไกของเกมช่วยลดกำแพงการสื่อสาร นำไปสู่การเรียนรู้ร่วมกันได้ สร้างความเข้าใจในสะเต็มศึกษาที่ตรงกันระหว่างผู้เล่น ทำให้เห็นความสำคัญในการพัฒนาแผนการสอนร่วมกันระหว่างกลุ่มสาระ สามารถช่วยให้พัฒนาแผนสะเต็มศึกษาออกมาได้อย่างรวดเร็ว ผลการวิจัยพบว่าสามารถพัฒนาทัศนคติ ความรู้ และทักษะการพัฒนาแผนการสอนสะเต็มศึกษาของผู้เล่นได้ มีสรุปตัวชี้วัดอ่านง่าย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินประสิทธิภาพไว้ว่าคุณภาพของการออกแบบต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.94)

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. เครื่องมือวางแผนการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษา สามารถนำไปใช้ในการวางแผน บอร์ดเกมการศึกษาในหัวข้อต่าง ๆ ได้ และสามารถนำไปต่อยอดในการวิจัยในอนาคตที่เกี่ยวข้องกับ ประเด็นการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษาต่อไป

2. จากข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่ผู้วิจัยได้อภิปรายและโมเดลแนวทางการผลักดัน สะเต็มศึกษาในประเทศไทย หน่วยงานรัฐบาล หน่วยงานเอกชน สถานศึกษา และมหาวิทยาลัยที่มี คณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ ที่มีภารกิจด้านการผลักดันการเรียนรู้แบบบูรณาการสามารถนำโมเดล และข้อเสนอดังกล่าวไปใช้ในการส่งเสริมให้สะเต็มศึกษาเป็นรูปแบบหนึ่งของการบูรณาการการเรียน การสอนหลัก เนื่องจากเป็นรูปแบบการบูรณาการที่สามารถพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเป็นองค์รวม โดย ควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาครู เป็นสิ่งแรกและให้ความสำคัญมากที่สุด และในระดับการพัฒนา นิสิตที่จะไปเป็นครู ควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาแรงจูงใจ องค์กรความรู้ และทักษะให้นิสิตสามารถ จัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการได้ โดยเน้นไปที่การบูรณาการร่วมกันระหว่างกลุ่มสาระ

3. CHILD Model ซึ่งเป็นจุดเน้นในการพัฒนานวัตกรรมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่ ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น สามารถต่อยอดนำไปใช้ในการพัฒนานวัตกรรมในรูปแบบอื่นที่เกี่ยวข้องกับการ ส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาได้ เช่น ชุดการเรียนรู้ เกม หนังสือ เว็บไซต์ ฯลฯ โดยควรให้ ความสำคัญกับการออกแบบให้ครอบคลุม 5 องค์ประกอบตามที่ผู้วิจัยได้นำเสนอ เพื่อให้นวัตกรรม สร้างการเรียนรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาให้กับผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

4. ผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน-สภาพที่พึงประสงค์ และความต้องการจำเป็นสามารถนำไปใช้ ต่อยอดในการวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ โดยข้อมูลดังกล่าวสะท้อนองค์ความรู้สะเต็มศึกษา การนำสะเต็มศึกษา ไปปฏิบัติ และปัจจัยที่เป็นปัญหาและอุปสรรคในปัจจุบัน รวมไปถึงความต้องการของครู โดยเมื่อ พิจารณาร่วมกับผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญสะเต็มศึกษา และครูศิลปะที่มีการสอนแบบบูรณาการ สามารถวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน และแนวทางการพัฒนา แก้ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นเพื่อผลักดัน ให้สะเต็มศึกษานำไปใช้จริงในชั้นเรียนได้ โดยพบว่าในการนำสะเต็มศึกษาไปใช้ในชั้นเรียนปัจจุบันมี ประเด็นปัญหาสำคัญคือการขาดความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับแนวคิดสะเต็มศึกษา การร่วมมือระหว่าง กลุ่มสาระ และความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องในการนำศิลปะไปบูรณาการกับสะเต็ม ดังนั้นในการบูรณาการ สะเต็มศึกษาควรมีครูศิลปะเข้ามามีส่วนร่วมในการออกแบบการเรียนรู้ด้วยเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว และควรมี การจัดการอบรมให้ครูมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับแนวคิดสะเต็มศึกษาก่อนนำไปใช้จริง

5. ต้นแบบนวัตกรรม บอร์ดเกม “STEAM Story” สำหรับเรียนรู้และฝึกทักษะการวางแผนการสอนแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ได้ทั้งแบบเล่นด้วยตนเอง และจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นหากเล่นผ่านกระบวนการอบรมตามที่ผู้วิจัยได้นำเสนอ คือ มีวิทยากรบรรยายเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา มีการนำเสนอแผนการเรียนรู้และให้วิทยากรข้อเสนอแนะแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้น มีการวัดประเมินผลผ่านแบบสอบถามความรู้ก่อน-หลัง และแบบประเมินความพึงพอใจร่วมด้วย มีการถอดบทเรียนหลังเล่น และถ้ามีครูทุกกลุ่มสาระสะเต็มศึกษา มาเล่นด้วยกันจะทำให้มีความหลากหลายของความคิดเห็นในการบูรณาการ ทำให้การบูรณาการมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่ถ้าผู้เล่นไม่ครบสาระกลไกของเกมมีการให้ผู้เล่นสามารถสวมบทบาทเป็นกลุ่มสาระอื่นได้ โดยมีเครื่องมือช่วย เช่น สรุปรหัสชีวิต และ Infographic จากผลการทดลองและสังเกตพฤติกรรม พบว่าหากสวมบทบาทเป็นสาระอื่น ๆ จะทำให้เห็นมุมมองของวิชาอื่นมากขึ้น และถ้าหากเล่นเป็นสาระของตนเองจะสามารถช่วยให้การบูรณาการมีความลึกซึ้งยิ่งขึ้น

#### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งถัดไป

1. ศึกษาสภาพปัจจุบันเพิ่มเติม เช่น ครูที่เปอร์เซ็นต์ที่เคยได้รับการอบรมเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาในรูปแบบใดบ้าง มีกระบวนการอบรมอย่างไร ครูชอบ/ไม่ชอบการอบรมรูปแบบใด เพื่อนำมาปรับปรุงกระบวนการอบรมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และพัฒนาขึ้นเป็นโปรแกรมการพัฒนาที่ครอบคลุมไปถึงการสนับสนุนการนำแผนสะเต็มศึกษาที่ได้ไปใช้ รวมถึงการพิจารณาบริบทที่แตกต่างกันในการนำไปใช้ในแต่ละโรงเรียน
2. ศึกษาความต้องการจำเป็นแบบแยกกลุ่มเป้าหมายเปรียบเทียบกัน เช่น ความต้องการนวัตกรรมในการส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของครูระดับประถมศึกษาและครูประถมศึกษาที่มีความแตกต่างกันหรือไม่ ความต้องการนวัตกรรมในการส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของครูโรงเรียนเอกชนและครูโรงเรียนรัฐบาลมีความแตกต่างกันหรือไม่ เพื่อนำไปพัฒนานวัตกรรมที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายที่แตกต่างกัน
3. ศึกษาผลการนำเครื่องมือวางแผนการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษาไปใช้ และทำการศึกษาให้กว้างขึ้น ผ่านการสัมภาษณ์ หรือสอบถามนักออกแบบบอร์ดเกมเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับวิธีการออกแบบเพื่อนำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือวางแผนการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษาที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
4. ศึกษาผลกระทบต่อเนื้อหลังจากเล่นเสร็จ ผลการนำแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่ได้จากการใช้งานนวัตกรรมไปใช้ในชั้นเรียน เพื่อนำมาปรับปรุงนวัตกรรม และวางแผนโปรแกรมการพัฒนา

5. ทดลองใช้นวัตกรรมกับกลุ่มเป้าหมายนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเพิ่มเติม โดยทดลองในกลุ่มที่มีความหลากหลาย เช่น นิสิตหลากหลายสาขา นิสิตต่างมหาวิทยาลัย และขยายกลุ่มเป้าหมายผู้ใช้งานนวัตกรรมไปยังครูในโรงเรียน เพื่อนำผลมาปรับปรุงนวัตกรรม และพัฒนาการศึกษาของเกมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

6. พัฒนานวัตกรรมในรูปแบบสำหรับครูระดับมัธยมศึกษา โดยการสรุปตัวชี้วัดระดับมัธยมศึกษา และปรับปรุงกติกาบอร์ดเกมให้มีความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย และศึกษาผลการทดลองใช้เปรียบเทียบกัน

7. พัฒนาแพลตฟอร์มคลังไอเดียการสอนสะเต็มศึกษา จากแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่ได้หลังเล่น โดยประสานงานให้เชื่อมโยงกับหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีภารกิจที่เกี่ยวกับการพัฒนาครูเพื่อส่งเสริมการสอนแบบบูรณาการ

8. จากผลการทดลองใช้กับนิสิต นิสิตก่อนฝึกสอนจะมีลักษณะการวางแผนบูรณาการที่สร้างสรรค์มากกว่า เนื่องจากยังไม่มีประสบการณ์การสอนจริง และถ้าเป็นนิสิตหลังฝึกสอน ที่มีประสบการณ์สอนแล้วจะมีลักษณะการบูรณาการที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น โดยนิสิตจะคิดไปถึงการนำไปใช้จริงในชั้นเรียนมากกว่าจากประสบการณ์ของตนเอง และทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์กันผ่านการสื่อสารตามกลไกของบอร์ดเกม โดยสามารถนำข้อสังเกตดังกล่าว ไปทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยแยกกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเปรียบเทียบกันได้ หรือใช้ในการเลือกกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์

9. ศึกษาสมรรถนะที่จำเป็นเพื่อกำหนดคุณสมบัติของผู้นำบอร์ดเกม (Mentor) เพื่อสร้างหลักสูตรสำหรับเป็นผู้นำในการนำบอร์ดเกมไปใช้ในวงกว้าง

## บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2017). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 40(2), 41-51. Retrieved from <http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.63E9B38F&site=eds-live>
- กมลพร อ่วมเพ็ง และ ชญาพิมพ์ อูสาโท. (2019). แนวทางการพัฒนาครูโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก กลุ่มจังหวัดภาคกลางปริมณฑล ตามแนวความคิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติและการจัดการเรียนรู้ แบบบูรณาการ. *วารสารการบริหารและนวัตกรรมการศึกษา*, 2(2), 1-19. Retrieved from <http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.E44AE82D&site=eds-live>
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2008). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- จันทร์ทิพย์ มีแสงพันธ์. (2020). การพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยการจัดการเรียนรู้ แบบบูรณาการสเต็มผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสุพรรณภูมิ จังหวัดสุพรรณบุรี. *วารสาร มจร สังคมศาสตร์ปริทรรศน์*, 9(2), 209-222. Retrieved from <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/jssr/article/view/242919/165169>
- จิระพรรณ ชาญช่าง. (2020). การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง: การเรียนรู้สู่การปฏิบัติจริง. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 48(3), 78-89.
- จตุพร อัสวโสวรรณ, วัฒนา มัคคสมัน, ปรีชา เนาว์เย็นผล, และ สุมาลี กาญจนชาติรี. (2013). การ พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการโดยการจัดประสบการณ์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 5(3), 81-95. Retrieved from <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pnujr/article/view/53775>
- เจนจิรา สันติไพบูลย์ และ วิสูตร โพธิ์เงิน. (2018). การจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการ และความสามารถในการ สร้างสรรค์ผลงาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์*

- มหาวิทยาลัย, 46(3), 69-85. Retrieved from  
<http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.78D04E81&site=eds-live>
- ฉัตรชัย หวังมีจมี และ งามอาจ นัยพัฒน์. (2017). สมรรถนะของครูไทยในศตวรรษที่ 21 : ปรับการเรียนรู้ เปลี่ยนสมรรถนะ. *Journal of HR intelligence*, 12(2), 47-63. Retrieved from  
<http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.2E3E1BE8&site=eds-live>
- ฐปนันท สุวรรณกนิษฐ์. (2017). การออกแบบเกมการ์ด เพื่อสร้างความเข้าใจในการเรียนหลักสูตร ออกแบบสื่อสาร. Paper presented at the นครศวรวิจัย ครั้งที่ 13: วิจัยและนวัตกรรม ขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคม, พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนครศวร.
- ณัชชา เจริญชนะกิจ และ โสมฉาย บุญญานันต์. (2022). แนวทางการออกแบบบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ที่มีประสิทธิภาพ และเครื่องมือวางแผนการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษา. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 50(4).
- ณัชชา เจริญชนะกิจ และ โสมฉาย บุญญานันต์. (2023a). การผลักดันและพัฒนาครูสะเต็มศึกษาในต่างประเทศ : การทบทวนวรรณกรรม. *วารสารบัณฑิตศึกษามหาจุฬาลงกรณ์*, 10(1), 84-95.
- ณัชชา เจริญชนะกิจ และ โสมฉาย บุญญานันต์. (2023b). การวิจัยประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนานวัตกรรมเพื่อส่งเสริม การเรียนรู้สะเต็มศึกษาให้กับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา. *วารสารวิจัยวิชาการ*, 6(4), 97-114.
- ณัฐญา นาคะสันต์ และ ชวณัฐ นาคะสันต์. (2016). เกม : นวัตกรรมเพื่อการศึกษาเชิงสร้างสรรค์. *วารสารร่มพญักษ์*, 34(3), 159-182. Retrieved from  
<http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.22D95023&site=eds-live>
- เดชรัตน์ สุขกำเนิด. (2023). Thai Board Game Policy นโยบายเพื่อการพัฒนาบอร์ดเกมไทย. Retrieved from <https://think.moveforwardparty.org/article/education/3648/>
- ทองม้วน โยธชัย. (2018). โปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สำหรับสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21. (การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, Retrieved from  
<http://202.28.34.124/dspace/bitstream/123456789/345/1/58030580005.pdf>
- ทิตนา แหมมณี. (2008). รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย (พิมพ์ครั้งที่ 5. ed.): สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรภาพ แซ่เซี่ย. (2017). การใช้บอร์ดเกมประเภทวางแผนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

- ในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตการศึกษาชั้น  
พื้นฐาน จังหวัดปทุมธานี. (ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิทยาการเรียนรู้และนวัตกรรมการ  
การศึกษา). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, Retrieved from  
<http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsair&AN=edsair.datacite.....4f7c1dd600cb1909072559a039ef282a&site=eds-live> Available from EBSCOhost OpenAIRE database.
- นนทวัฒน์ ตรีนันทวัน และ ปิยะนาถ บุญมีพิพิธ. (2016). กลยุทธ์การพัฒนาครูเพื่อการสอนแบบบูรณา  
การการพัฒนาผู้เรียนอย่างรอบด้าน โรงเรียนโสตศึกษาเทพรัตน สำนักบริหารงานการศึกษา  
พิเศษ. *Veridian e-Journal ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ*,  
9(3), 1593-1603. Retrieved from  
<http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.6E2F228D&site=eds-live>
- นัท กุลวานิช และ อัครินทร์ ไพบูลย์พานิช. (2018). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของการ  
ใช้เกมกระดาน “Sue-hirokarı Sukoroko” ในการสอนการแจกแจงแบบทวินาม. *วารสาร  
วิทยาศาสตร์ มช.*, 46(3), 572-584. Retrieved from  
[http://scijournal.kku.ac.th/files/Vol\\_46\\_No\\_3\\_P\\_572-584.pdf](http://scijournal.kku.ac.th/files/Vol_46_No_3_P_572-584.pdf)
- นันทกาญจน์ จันสุตะ. (2013). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาศักยภาพครูกลุ่มสาระการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการโรงเรียนแนวพิชยาคมสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่  
การศึกษามัธยมศึกษาเขต 23. *วารสารบัณฑิตศึกษา*, 10(48), 53-60. Retrieved from  
<https://so02.tci-thaijo.org/index.php/SNGSJ/article/view/14983/13744>
- บัณฑิต ทิพากรม, ขนิษฐา จิรวีริยวงศ์, ศัทธิยา แจ้งเตชา และ อีรดา เทพมณฑา. (2016).  
*รายงานการวิจัยเพื่อจัดทำข้อเสนอนโยบายการส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาของ  
ประเทศไทย* (พิมพ์ครั้งที่ 1. ed.): สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- บุญยง ลีธธาจารย์. (2017). การพัฒนาชุดการสอนศิลปะตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริม  
กระบวนการสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต).  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์. Retrieved from  
<http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/59856>
- ปัทมา ยืนยาว. (2006). *การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเรื่องคลองอู่ตะเภาโดยใช้หลักวิธีดำเนินการของ  
GLOBE เรื่องน้ำ : กรณีศึกษาโรงเรียนพะตงประธานศิริวัฒน์ ตำบลพะตง อำเภอหาดใหญ่  
จังหวัดสงขลา.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, Retrieved  
from <https://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2553/2355>



- พิชญ์วดี กิตติปัญญางาม. (2019, 10 กรกฎาคม 2019) /Interviewer: N. Kamolvadhin.
- พีรัช ชรานุรักษ์. (2565) สร้างทักษะสำคัญผ่านบอร์ดเกม “Board Game Play to Learn”/Interviewer: อักษร เอ็ดดูเคชั่น ร่วมกับ สถาบันอุทยานการเรียนรู้ TK Park.
- ภิญโญ วงษ์ทอง. (2019). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 10(1), 94-112. Retrieved from <http://ejournals.swu.ac.th/index.php/JSTEL/article/download/10763/8928>
- มินตรา กระเป่าทอง. (2018). การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, Retrieved from <http://ns.nsr.u.ac.th/bitstream/nsru/305/1/Mintra%20Krapaothong.pdf>
- ยนต์ ชุ่มจิต. (2007). *ความเป็นครู* (พิมพ์ครั้งที่ 4 ed.). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ยุวธิดา คำปวน. (2017). การบูรณาการ: เส้นทางแห่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *Journal of Educational Administration and Supervisor, Mahasarakham University*, 8(1), 25-38.
- รัชกร เวชวรนนท์. (2020). กระดุม 5 เม็ดของการออกแบบบอร์ดเกมการเรียนรู้. Retrieved from <https://www.bosslabboardgame.com/post/กระดุม-5-เม-ดของการออกแบบบอร์ดเกมการเรียนรู้>
- รัชกร เวชวรนนท์. (2563). กระดุม 5 เม็ดของการออกแบบบอร์ดเกมการเรียนรู้. Retrieved from <https://www.bosslabboardgame.com/post/กระดุม-5-เม-ดของการออกแบบบอร์ดเกมการเรียนรู้>
- รัชนิวรรณ ตั้งภักดี. (2022). การพัฒนารูปแบบการสร้างบอร์ดเกมเพื่อการศึกษาในประเทศไทย. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 15(2), 117 - 132.
- ลดาวลัย แยมครวณ. (2559). *การออกแบบและพัฒนาเกมเพื่อการเรียนรู้สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม. Retrieved from <http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/handle/123456789/7514>
- วรรณุช สายทอง. (2019). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมครูเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน โรงเรียนเอกชน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี เขต 1. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 16(72), 155-165. Retrieved

- from <http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.E9B7D364&site=eds-live>
- วรรตต์ อินทสร. (2019). Game Based Learning The Latest Trend Education ๒๐๑๙ เปลี่ยนห้องเรียนเป็นห้องเล่น. Retrieved from [https://wbsc.dusit.ac.th/pluginfile.php/534/mod\\_forum/attachment/4320/GBL%20DOC.pdf](https://wbsc.dusit.ac.th/pluginfile.php/534/mod_forum/attachment/4320/GBL%20DOC.pdf)
- วารภรณ์ ลีเมปรวัฒนา และ กันตภณ ธรรมวัฒนา. (2019). พฤติกรรมในการเล่นเกมนกระดาน และ องค์ประกอบของปัจจัยทางด้านผลกระทบ จากการเล่นเกมของวัยรุ่นในเขตกรุงเทพมหานคร. *วารสารวิจัยสังคม*, 40(2), 107-132. Retrieved from <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/socialresearchjournal/article/view/90922/91676>
- วิสูตร โพธิ์เงิน. (2017). STEAM ศิลปะเพื่อเสริมศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 45(1), 320-334. Retrieved from <http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.C01F0264&site=eds-live>
- ศิริรัตน์ เกิดแก้ว, ชลทิตย์ เอี่ยมสำอางค์, กาญจนา บุญส่ง, และ ยุทธ ไกยวรรณ. (2560). การพัฒนานวัตกรรม “เกมการประสมคำภาษาไทย” เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านออกเขียนได้. *วารสารมนุษยสังคมปริทัศน์*, 19(2), 49-62. Retrieved from <http://huso.psu.ac.th/2017/Journal61/วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.pdf>
- สมรัก อินทวิมลศรี, สกกรซ์ต์ แก้วดี, และ สิทธิพร ภัทรดิกรัตน์. (2019). ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครุศาสตร์*, 47(2), 410-429. Retrieved from <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDUCU/article/view/196409>
- สฤณี อาชวานันทกุล. (2016). *BOARD | GAME | UNIVERSE จักรวาลกระดานเดียว*. กรุงเทพฯ: แชลมอน.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2017a). คู่มือการประเมินสมรรถนะครู สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2553. Retrieved from <http://www.tmk.ac.th/teacher/capacity.pdf>
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2017b). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2007). การจัดการเรียนรู้บูรณาการสู่พหุปัญญา. Retrieved from

- <http://backoffice.onec.go.th/uploads/Book/367-file.pdf>
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2013). *พัฒนาการหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานของไทย. In การประชุมสัมมนาทางวิชาการระหว่างประเทศ ประจำปี 2556*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2015). *สถานภาพการผลิตและพัฒนาครูในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: บริษัท พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2017). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579* (พิมพ์ครั้งที่ 1. ed.). กรุงเทพฯ: บริษัท พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.
- สำนักมาตรฐานและคุณภาพอุดมศึกษา. (2014). *คู่มือการประกันคุณภาพการศึกษาภายในระดับอุดมศึกษา ฉบับปีการศึกษา 2557*. Retrieved from <http://www.mua.go.th/users/bhes/DATA%20BHE52558/upload%20file%20IQ/iqa%20manual2557.pdf>
- สิทธิพล อาจอินทร์, อังคณา ดุงคะสมิต, จตุภูมิ เขตจัตุรัส, และ ดาวรุ่งวรรณ ถวิลการ. (2019). การพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ของนักเรียนในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 42(2), 109-124. Retrieved from <http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.12CBEB5B&site=eds-live>
- สิรินทร์ ลัดดาภิรมย์ บุญเชิดชู. (2015). STEM TO STEAM PLUS STREAM AND STEMM ในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อการพัฒนาเด็กปฐมวัย. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 13(1), 6-16. Retrieved from <http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.D03C06E0&site=eds-live>
- สิริพัทธ์ เจริญโรจน์. (2003). *การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ*. กรุงเทพฯ: บุ๊คพอยท์.
- สิริพัทธ์ เจริญโรจน์. (2016). *การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุภักดิ์ โอฬารพิริยกุล. (2019). STEAM EDUCATION: Innovative Education Integrated into Learning Management ; STEAM Education : นวัตกรรมการศึกษาบูรณาการสู่การจัดการเรียนรู้. *วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร*, 9(1), 1-16. Retrieved from <http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.AF7BB814&site=eds-live>
- สุวิมล ว่องวานิช. (2019). *การวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น* (พิมพ์ครั้งที่ 4. ed.): สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรรถเศรษฐ์ ปรีดาภรณ์. (2014). *การออกแบบบอร์ดเกมการศึกษา เรื่อง วงศ์ธรรมชาติ สำหรับนักเรียน*

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต).

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, คณะศึกษาศาสตร์, สาขาวิชาศิลปศึกษา. Retrieved from [http://ir.swu.ac.th/xmlui/bitstream/handle/123456789/4450/Auttasead\\_P.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://ir.swu.ac.th/xmlui/bitstream/handle/123456789/4450/Auttasead_P.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

TK Board Game Club (Producer). (2017a). ข้อแตกต่างของบอร์ดเกมยุคเก่ากับยุคใหม่. Retrieved from <https://www.tkpark.or.th/download?file=0037f7.pdf&name=BoardGame-02.pdf>

TK Board Game Club (Producer). (2017b). มารู้จักบอร์ดเกมกันเถอะ. Retrieved from <https://www.tkpark.or.th/download?file=0037f6.pdf&name=BoardGame-01.pdf>

#### ภาษาอังกฤษ

Allina, B. (2018). The development of STEAM educational policy to promote student creativity and social empowerment. *Arts Education Policy Review*, 119(2), 77-87. doi:10.1080/10632913.2017.1296392

Anne, K. (2016). A Teaching Philosophy: A Prerequisite for Effective Pedagogical Practices in Teacher Education. In K. Jared, G. M. Justus, & O. Grace (Eds.), *Handbook of Research on Global Issues in Next-Generation Teacher Education* (pp. 123-135). Hershey, PA, USA: IGI Global.

Apostolos, G., Dimitris, K., & Vasileios, T. (2014). Scientific Workflows for Game Analytics. In W. John (Ed.), *Encyclopedia of Business Analytics and Optimization* (pp. 2115-2125). Hershey, PA, USA: IGI Global.

Bartolucci, M., Mattioli, F., & Batini, F. (2019). Do Board Games Make People Smarter? Two Initial Exploratory Studies. *International Journal of Game-Based Learning*, 9, 1-14. doi:10.4018/IJGBL.2019100101

Beltrami, D. (2020a). A board game design process: A game is a system. Retrieved from <https://uxdesign.cc/a-board-game-design-process-a-game-is-a-system-5469dfa4536>

Beltrami, D. (2020b). A board game design process: Defining the game and its scope. Retrieved from <https://uxdesign.cc/a-board-game-design-process-8c2313493ab1>

Beltrami, D. (2020c). A board game design process: Test early, test a lot. Retrieved from

<https://uxdesign.cc/a-board-game-design-process-test-early-test-a-lot-a1bcdb0680eb>

- Boice, L., Jackson, R., Alemdar, M., Rao, E., Grossman, S., & Usselman, M. (2021). Supporting Teachers on Their STEAM Journey: A Collaborative STEAM Teacher Training Program. *Education Sciences*, 11(3). doi:10.3390/educsci11030105
- Boss, S. (2011). Integrated Studies: A Short History. Retrieved from <https://www.edutopia.org/integrated-studies-history>
- Brian, M., & Christopher, H. (2010). *Libraries Got Game : Aligned Learning Through Modern Board Games*. Chicago: ALA Editions.
- Brydges, S., & Dembinski, E. (2019). Catalyze! Lowering the activation barriers to undergraduate students' success in chemistry: a board game for teaching assistants. *Journal of Chemical Education*, 96(3), 511-517.
- Carmichael, C. (2017). A State-by-State Policy Analysis of STEM Education for K-12 Public Schools. *Seton Hall University Dissertations and Theses (ETDs)*, 2297.
- Cheng, H. (2022). An Overview of STEM Education in Asia. In M. M. H. Cheng, C. Buntting, & A. Jones (Eds.), *Concepts and Practices of STEM Education in Asia* (pp. 1-15). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Chu, E. (2021). Editorial: STEAM Education in the Asia Pacific Region. *Asia-Pacific Science Education*, 7(1), 1-5. doi:<https://doi.org/10.1163/23641177-bja10026>
- Cook, K., Bush, S., Cox Jr, R., & Edelen, D. (2020). Development of elementary teachers' science, technology, engineering, arts, and mathematics planning practices. *School Science and Mathematics*, 120(4), 197-208. doi:<https://doi.org/10.1111/ssm.12400>
- Dell'Erba, M. (2019). Policy Considerations for STEAM Education. Policy Brief. *Education Commission of the States*.
- Dimitra, K., Konstantinos, K., Christina, Z., & Katerina, T. (2020). Types of Game-Based Learning in Education: A Brief State of the Art and the Implementation in Greece. *European Educational Researcher*, 3(2), 87-100. Retrieved from <https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ1265904&site=eds-live>
- Eisenack, K. (2013). A climate change board game for interdisciplinary communication

- and education. *Simulation & Gaming*, 44(2-3), 328-348.
- Foley, E. (2020). *Covid-19 is making way for a tabletop game renaissance*. Retrieved from <https://qz.com/1861475/covid-19-is-making-way-for-a-tabletop-game-renaissance/>
- Guyotte, K., Sochacka, N., Costantino, T., Walther, J., & Kellam, N. (2014). STEAM as Social Practice: Cultivating Creativity in Transdisciplinary Spaces. *Art Education*, 67, 12-19. doi:10.1080/00043125.2014.11519293
- Haesan, & Van de Put. (2018). *STEAM Education in Europe: A Comparative Analysis Report*. Retrieved from <https://www.stemnetwork.eu/wp-content/uploads/sites/14/2020/09/STEM-Education-in-Europe-a-Comparative-Analysis-Report-Erasmus.pdf>
- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers : maximizing impact on learning*: Routledge.
- Herro, D., Quigley, C., & Cian, H. (2019). The Challenges of STEAM Instruction: Lessons from the Field. *Action in Teacher Education*, 41(2), 172-190. doi:10.1080/01626620.2018.1551159
- Hinebaugh, P. (2009). *A Board Game Education*: R&L Education.
- Hong, O. (2017). STEAM Education in Korea: Current Policies and Future Directions. . Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/328202165\\_STEAM\\_Education\\_in\\_Korea\\_Current\\_Policies\\_and\\_Future\\_Directions](https://www.researchgate.net/publication/328202165_STEAM_Education_in_Korea_Current_Policies_and_Future_Directions)
- Hunsucker, A. (2016). *Board Games as a Platform For Collaborative Learning*. Paper presented at the Meaningful Play 2016, East Lansing, MI, USA.
- Huser, J. (2020). *STEAM and the Role of the Arts in STEM*. Retrieved from <https://www.nationalartsstandards.org/sites/default/files/SEADAE-STEAM-WHITEPAPER-2020.pdf>
- Hyun, S., & Park, J. (2020). Research Analysis on STEAM Education with Digital Technology in Korea to Prepare for Post-Corona Era Education. *International Journal of Contents*, 16(3), 101-110. doi:10.5392/IJoC.2020.16.3.101
- Jamie, P., Maranda, O. A., Amanda, V., & David, W. (2019). Positive Energy: Investigating Alternative Energy Use in Middle Schools. In T. Chih-Che, M. R. M. Renee, R.

- Laura, K. Karin, & H. Huili (Eds.), *Handbook of Research on Science Literacy Integration in Classroom Environments* (pp. 203-219). Hershey, PA, USA: IGI Global.
- Jamil, M., Linder, M., & Stegelin, A. (2018). Early Childhood Teacher Beliefs About STEAM Education After a Professional Development Conference. *Early Childhood Education Journal*, 46(4), 409-417. doi:10.1007/s10643-017-0875-5
- Jho, H., Hong, O., & Song, J. (2016). An Analysis of STEM/STEAM Teacher Education in Korea with a Case Study of Two Schools from a Community of Practice Perspective. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1843-1862. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.12973/eurasia.2016.1538a>
- Kalonde, G. (2020). Inclusive Education in Science Education: Are Science Teachers Using Inclusive Technologies in Science Classrooms? In.
- Kang, H. (2019). A review of the effect of integrated STEM or STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics) education in South Korea. *Asia-Pacific Science Education*, 5(1), N.PAG-N.PAG. doi:10.1186/s41029-019-0034-y
- Kim, B., & Bastani, R. (2017). Students as Game Designers: Transdisciplinary Approach to STEAM Education. *ATA Journal*, 45, 45-52.
- Kim, S., Kim, H., & Park, H. (2015). *Development of STEAM Educational Games Focused on Aesthetic and Bodily Expression in K-12 Science Class*, Cham.
- Kim, W., & Lee, Y. (2018). An investigation of teachers' perception on STEAM education teachers' training program according to school level. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, 9, 664.
- Kumar, & Misra. (2019). Introducing Performance-Based Assessment in Pre-Service Teacher Education in India: Why and How? In K. W. Kim, H. P. Holly, & K. W. Myra (Eds.), *Performance-Based Assessment in 21st Century Teacher Education* (pp. 205-230). Hershey, PA, USA: IGI Global.
- Liao, C. (2019). Creating a STEAM Map: A Content Analysis of Visual Art Practices in STEAM Education. In M. S. Khine & S. Areepattamannil (Eds.), *STEAM Education: Theory and Practice* (pp. 37-55). Cham: Springer International Publishing.
- Martinez, E. (2017). The Search for Method in STEAM Education.
- Munkvold, R., Curda, G., & Sigurdardottir, D. (2015). *The Predator Game: A web Based*

- Resource and a Digital Board Game for Lower Grade School, Focusing on the Four Biggest Predators in Norway.* Paper presented at the 9th European Conference on Games Based Learning, Steinkjer, Norway.
- Nicholson, S. (2008). *Modern board games: It's not a Monopoly any more.* Retrieved from <http://scottnicholson.com/pubs/modernboardgames.pdf>
- Park, H., Byun, Y., Sim, J., Han, S., & Baek, S. (2016). Teachers' Perceptions and Practices of STEAM Education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1739-1753.  
doi:<https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1531a>
- Plass, L., Homer, D., & Kinzer, K. (2015). Foundations of Game-Based Learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258-283. doi:10.1080/00461520.2015.1122533
- Portz, S. (2015). *The challenges of STEM education.* Paper presented at the the 2015 (43rd) space congress: A showcase of space, aviation, technology, logistics and manufacturing, Daytona Beach, Florida: Embry-RiddleAeronautical University-Digital Commons.
- Salas-Pilco, Z. (2021, 5-8 Dec. 2021). *Asia-Pacific STEAM Education in K-12 Schools: Systematic Literature Review.* Paper presented at the 2021 IEEE International Conference on Engineering, Technology & Education (TALE).
- Shatunova, V., Anisimova, I., Sabirova, M., & Kalimullina, O. (2019). STEAM as an Innovative Educational Technology. *Journal of Social Studies Education Research*, 10, 131-144.
- Silverman, D. (2017). How to learn board game design and development. Retrieved from <https://gamedevelopment.tutsplus.com/articles/how-to-learn-board-game-design-and-development--gamedev-11607>
- Sousa, M., & Bernardo, E. (2019). *Back in the Game: Modern Board Games.* Paper presented at the Videogame Sciences and Arts, 11th International Conference, VJ 2019, Aveiro, Portugal.
- Stegmaier, J. (2020). 10 Steps to Design a Tabletop Game (2020 version). Retrieved from <https://youtu.be/VgEt7PysQgc>
- Tad, G. (2018). Board Games AI. In D. B. A. Mehdi Khosrow-Pour (Ed.), *Encyclopedia of Information Science and Technology, Fourth Edition* (pp. 144-155). Hershey, PA,



USA: IGI Global.

- Tasiopoulou et al. (2022). *European Integrated STEM Teaching Framework*. Retrieved from <https://steamit.eun.org/about-the-project/the-framework/>
- Treher, N. E. (2011). *Learning with Board Games*. Retrieved from [https://www.thelearningkey.com/pdf/Board\\_Games\\_TLKWhitePaper\\_May16\\_2011.pdf](https://www.thelearningkey.com/pdf/Board_Games_TLKWhitePaper_May16_2011.pdf) .
- Ulvinen, V., Vaara, H., & Kaleva, S. (2021). *Report on the best STE(A)M practices in Finland and in Oulu region*. Retrieved from <http://jultika.oulu.fi/files/isbn9789526229928.pdf>
- Wang, S., Liu, L., & Wang, S. (2018, 28-30 June 2018). *The Design and Evaluate of Virtual Reality Immersive Learning - the Case of Serious Game "Calcium Looping for Carbon Capture"*. Paper presented at the 2018 International Conference on System Science and Engineering (ICSSE).
- Watson, D. (2016). Revving Up the STEAM Engine. *Art Education*, 69(4), 8-9. doi:10.1080/00043125.2016.1178032
- Weyer, M., & Dell'Erba, M. (2022). Research and Policy Implications of STEAM Education for Young Students. Policy Brief. *Education Commission of the States*. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=ED620439>
- Wilson, E., Song, H., Johnson, J., Presley, L., & Olson, K. (2021). Effects of transdisciplinary STEAM lessons on student critical and creative thinking. *The Journal of Educational Research*, 114(5), 445-457. doi:10.1080/00220671.2021.1975090
- Wirtz, B. (2022). How to Create a Board Game, The Smart Way. Retrieved from <https://www.gamedesigning.org/learn/board-games/>
- Woods, S. (2012). *Eurogames: The Design, Culture and Play of Modern European Board Games*. Australia, Australia/Oceania: McFarland and Company, Inc.
- Wu, C., Xin, T., & Ting, M. (2019). Course design and teaching practice in STEAM education at distance via an interactive e-learning platform : A case study. *Asian Association of Open Universities Journal*, 14(2), 122-133. doi:10.1108/AAOUJ-07-2019-0027
- Xiaoming, L., & Qing, L. (2015). Digital Mobile Games in Education. In Y. Zheng (Ed.),

*Encyclopedia of Mobile Phone Behavior* (pp. 454-465). Hershey, PA, USA: IGI Global.

Yakman, G. (2008). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/327351326\\_STEAM\\_Education\\_an\\_overview\\_of\\_creating\\_a\\_model\\_of\\_integrative\\_education](https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education)

Yakman, G. (2014). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative Education. Retrieved from <http://www.iteaconnect.org/Conference/PATT/PATT19/Yakmanfinal19.pdf>

Yamane, T. (1973). *Statistics : an introductory analysis* (3rd ed. ed.): Harper & Row.



## ภาคผนวก

- ก. รายงานผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย
- ข. รายงานผู้เชี่ยวชาญ
- ค. เครื่องมือการวิจัย จำนวน 11 รายการ ได้แก่
  - 1) เครื่องมือการเก็บข้อมูลระยะที่ 1 รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล
    - 1.1 แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา
    - 1.2 แบบสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ
    - 1.3 แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการบูรณาการจัดการเรียนการสอนร่วมกับครูต่างกลุ่มสาระ
    - 1.4 Matrix analysis
    - 1.5 เครื่องมือวางแผนบอร์ดเกมการศึกษา
  - 2) เครื่องมือการเก็บข้อมูลระยะที่ 2  
พัฒนาต้นแบบนวัตกรรมและสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
    - 2.1 แบบสัมภาษณ์เพื่อพัฒนานวัตกรรม
    - 2.2 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
  - 3) เครื่องมือการเก็บข้อมูลระยะที่ 3  
ทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรม และประเมินประสิทธิภาพ
    - 3.1 แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเล่น
    - 3.2 แบบประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม
    - 3.3 แบบสอบวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา
    - 3.4 แบบประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม
- ง. ใบรับรองโครงการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน  
ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์
- จ. ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา
- ฉ. ผลการสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ
- ช. ตัวอย่างกำหนดการฝึกอบรม
- ซ. ภาพต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์
- ฌ. ภาพการทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรม
- ฎ. แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจากการทดลองใช้นวัตกรรม
- ฏ. ผล SPSS

ภาคผนวก ก  
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรเทพ เลิศเทวศิริ  
อาจารย์ประจำ สาขาวิชาศิลปศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อินทิรา พรหมพันธุ์  
อาจารย์ประจำ สาขาวิชาศิลปศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. อาจารย์ ดร. ปทุมมา บำเพ็ญทาน  
อาจารย์ประจำ คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ





รายนามผู้เชี่ยวชาญ มี 4 กลุ่ม ดังนี้

1) ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิสูตร โพธิ์เงิน  
ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร และ  
อาจารย์ประจำสาขาวิชาศิลปศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
2. ดร. เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ  
อาจารย์ประจำโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร
3. ดร.ภิญโญ วงษ์ทอง  
ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิจัย นิเทศและฝึกประสบการณ์  
สถาบันวิจัย พัฒนา และสาธิตการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2) ครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ

1. นายณชนก หล่อสมบูรณ์  
ครูศิลปะโรงเรียนศศิภา
2. นายมรุต มากขาว  
ครูสอนวิชาศิลปะ โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา
3. นางสาวบุญยงุช สิทธาจารย์  
ครูสอนศิลปะ Plern-D art

3) ผู้เชี่ยวชาญให้ความคิดเห็นในการพัฒนานวัตกรรม

- ผู้เชี่ยวชาญด้านกลไกของเกม**
1. นายพีรัช ษรานุรักษ์  
นักออกแบบพัฒนาบอร์ดเกม  
ผู้ก่อตั้ง Wizards of Learning และ Deschooling Game  
และ กรรมการสมาคมบอร์ดเกม
  2. นายธนวัฒน์ ปิ่นนราทิพย์  
นักพัฒนาบอร์ดเกม  
และอาจารย์พิเศษ รายวิชาการเล่นเรื่องด้วยภาพสำหรับอินเทอร์แอคทีฟและเกม  
คณะดิจิทัลมีเดีย มหาวิทยาลัยศรีปทุม

### ผู้เชี่ยวชาญด้าน Visual Design

#### 1. นายศุภวิชช์ สวงนคัมภรณ์

นักออกแบบการเรียนรู้ (Learning Designer)

ผู้ก่อตั้งสำนักงานส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ (Black Box)

ผู้ร่วมก่อตั้งก่อการครู และผู้เชี่ยวชาญด้าน Visual Thinking

### ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา

#### 1. ศาสตราจารย์ ดร. จินตวิร์ คล้ายสังข์

อาจารย์ประจำ ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

#### 2. อ.จีระศักดิ์ จิตรโรจนรักษ์

อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาฯ ฝ่ายประถม

และประธานศูนย์นวัตกรรมแห่งโรงเรียนสาธิตจุฬาฯ ฝ่ายประถม

### 4) วิทยากรการอบรม

#### 1. อาจารย์อนิวัฒน์ ทองสีดา

อาจารย์ประจำสาขาวิชาศิลปศึกษา คณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา



**ภาคผนวก ค**  
**เครื่องมือการวิจัย**

เครื่องมือการวิจัย จำนวน 11 รายการ ได้แก่

- 1) เครื่องมือการเก็บข้อมูลระยะที่ 1 รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล
  - 1.1 แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา
  - 1.2 แบบสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ
  - 1.3 แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการบูรณาการจัดการเรียนการสอนร่วมกับครูต่างกลุ่มสาระ
  - 1.4 Matrix analysis
  - 1.5 เครื่องมือวางแผนบอร์ดเกมการศึกษา
- 2) เครื่องมือการเก็บข้อมูลระยะที่ 2
 

พัฒนาต้นแบบนวัตกรรมและสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

  - 2.1 แบบสัมภาษณ์เพื่อพัฒนานวัตกรรม
  - 2.2 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
- 3) เครื่องมือการเก็บข้อมูลระยะที่ 3
 

ทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรม และประเมินประสิทธิภาพ

  - 3.1 แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเล่น
  - 3.2 แบบประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม
  - 3.3 แบบสอบวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา
  - 3.4 แบบประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม

แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา  
 การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาวัตกรรมการสะเต็มศึกษา  
 ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา”  
 สาขาวิชาศิลปศึกษา ภาควิชาศิลปะ ดนตรี และนาฏศิลป์ศึกษา  
 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

**คำชี้แจง**

แบบสัมภาษณ์ชุดนี้ใช้เพื่อสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา โดยข้อมูลที่ได้รับจากแบบสัมภาษณ์จะนำแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา ปัญหาและประเด็นแนวโน้ม ไปใช้พัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา

โดยแบ่งการสัมภาษณ์เป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา

ณัชชา เจริญชนะกิจ

ผู้วิจัย

วันที่สัมภาษณ์ : .....เดือน.....พ.ศ..... เวลา : ..... สถานที่สัมภาษณ์ : .....

### ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ชื่อ-สกุล : ..... เพศ..... อายุ..... ปี

โทรศัพท์ : ..... E-mail : ..... LINE ID : .....

วุฒิการศึกษา :

.....  
 .....  
 .....

ตำแหน่ง/อาชีพ : .....

สถานที่ทำงาน : .....

ประสบการณ์การทำงาน : ..... ปี

มีประสบการณ์การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาเป็นเวลา ..... ปี

มีผลงานตีพิมพ์/งานวิจัยในด้านวิธีการสอนแบบสะเต็มศึกษาจำนวน ..... ผลงาน

### ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา

- 1) ท่านคิดว่าแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความแตกต่างจากรูปแบบการบูรณาการการเรียนรู้รูปแบบอื่นอย่างไร
- 2) ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรกับการปรับเปลี่ยนจากสะเต็มศึกษา มาเป็นสะเต็มศึกษา  
มีความจำเป็นมากน้อยเพียงใด อย่างไร
- 3) ท่านคิดว่าปัจจุบันในประเทศไทย มีประเด็นแนวโน้มในการบริหาร การจัดการเรียนการสอน  
และการวางนโยบายต่าง ๆ ต่อแนวคิดสะเต็มศึกษาอย่างไร  
ในระดับภาครัฐ ระดับโรงเรียน และระดับครูผู้สอน
- 4) ท่านคิดว่าปัจจุบัน ในการนำการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาไปประยุกต์ใช้จริง  
ในประเทศไทยมีปัญหาหรือไม่อย่างไร และมีควรแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างไร
- 5) ท่านคิดว่าเครื่องมือ (สื่อการเรียนรู้) เพื่อให้บัณฑิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู มีความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง  
เหมาะสมในการจัดการสอนสะเต็มศึกษา มีความจำเป็นหรือไม่ เพราะเหตุใด
- 6) ถ้าจะสร้างนวัตกรรมที่มีเป้าหมายเพื่อช่วยนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา  
ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ท่านคิดว่าควรมีองค์ประกอบอะไรบ้าง องค์ประกอบใดที่ควรเน้นมากที่สุด  
และควรมีกระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างไร
- 7) ท่านคิดว่าในการจัดการเรียนรู้ผ่านแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความสำคัญหรือไม่ อย่างไร  
ที่ครูจากกลุ่มสาระต่าง ๆ จะต้องทำงานร่วมกัน เพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้
- 8) ท่านคิดว่า ครูที่จะจัดการเรียนรู้ผ่านแนวคิดสะเต็มศึกษา ควรมีความรู้ ทักษะ ความเข้าใจในเรื่องใดบ้าง
- 9) ท่านคิดว่าในการพัฒนาแผนการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำเป็นต้องมียุทธศาสตร์ประกอบอย่างไรบ้าง  
สามารถวัดประเมินผลแผนการเรียนรู้ได้โดยใช้เกณฑ์ใด อย่างไร
- 10) ท่านมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอย่างไร ในการทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนานวัตกรรมสะเต็มศึกษา  
ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา”

แบบสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ  
 การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาวัตกรรมการสอนร่วมกับครูกลุ่มสาระอื่น ๆ ปัญหาและประเด็น  
 ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา”  
 สาขาวิชาศิลปศึกษา ภาควิชาศิลปะ ดนตรี และนาฏศิลป์ศึกษา  
 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

**คำชี้แจง**

แบบสัมภาษณ์ชุดนี้ใช้เพื่อสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ โดยข้อมูลที่ได้รับจากแบบสัมภาษณ์จะนำความคิดเห็นที่มีต่อการบูรณาการการสอนร่วมกับครูกลุ่มสาระอื่น ๆ ปัญหาและประเด็นแนวนโยบายไปใช้พัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา

โดยแบ่งการสัมภาษณ์เป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ

ณัชชา เจริญชนะกิจ

ผู้วิจัย

วันที่สัมภาษณ์ : .....เดือน.....พ.ศ.....

เวลา : .....

สถานที่สัมภาษณ์ : .....

**ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์**

ชื่อ-สกุล : ..... เพศ..... อายุ..... ปี

โทรศัพท์ : ..... E-mail : ..... LINE ID : .....

วุฒิการศึกษา : .....

.....

.....

ตำแหน่ง : .....

สถานที่ทำงาน : .....

ระดับชั้นที่สอน : .....

ประสบการณ์ในการสอนในรายวิชาศิลปะระดับประถมศึกษา เป็นระยะเวลา ..... ปี

ประสบการณ์สอนศิลปะแบบบูรณาการกับรายวิชาในสาระสังคมศึกษา เป็นระยะเวลา ..... ปี

**ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของครูศิลปะที่มีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ**

- 1) ท่านมีการสอนศิลปะแบบบูรณาการ ร่วมกับครูกลุ่มสาระใดบ้าง มีรูปแบบการสอนอย่างไร
- 2) ในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการที่ท่านจัดขึ้น  
ท่านได้ร่วมมือในการจัดการเรียนรู้กับครูสาระอื่นในแต่ละชั้นตอนอย่างไรบ้าง
- 3) ในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการท่านมีปัญหาในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับสาระอื่น ๆ  
หรือไม่อย่างไร แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างไร
- 4) ท่านคิดว่าการสอนแบบบูรณาการมีประโยชน์ต่อผู้เรียนอย่างไร มีจุดเด่น หรือ จุดอ่อนอย่างไร  
เหตุใดถึงเลือกใช้การสอนดังกล่าว
- 5) ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสังคมศึกษา และการเรียนการสอนตาม  
แนวคิดสังคมศึกษาตามความเข้าใจของท่านต้องมีรูปแบบอย่างไร
- 6) ท่านมีแนวโน้มจะจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการต่อไปหรือไม่ จะมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอน  
ให้บูรณาการในรูปแบบอื่น ๆ หรือไม่
- 7) ท่านจะให้คำแนะนำครูศิลปะท่านอื่น ที่ยังไม่มีจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการให้นำ  
การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการไปใช้หรือไม่ เพราะเหตุใด
- 8) ท่านคิดว่าการบูรณาการการเรียนการสอนสาระอื่น ๆ เข้ากับศิลปะ มีความยากง่ายอย่างไร เพราะเหตุใด
- 9) ท่านคิดว่าเครื่องมือ (สื่อการเรียนรู้) เพื่อให้ครู มีความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง เหมาะสมในการจัดการสอน  
สังคมศึกษา มีความจำเป็นหรือไม่ เพราะเหตุใด เครื่องมือดังกล่าวควรมีองค์ประกอบอะไรบ้าง
- 10) ท่านมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอย่างไร ในการทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาวัตกรรมการสอนสังคมศึกษา  
ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับบัณฑิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา”

แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการบูรณาการ  
จัดการเรียนการสอนร่วมกันกับครูต่างกลุ่มสาระ  
การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้อิงสะเต็มศึกษา  
ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา”  
สาขาวิชาศิลปศึกษา ภาควิชาศิลปะ ดนตรี และนาฏศิลป์ศึกษา  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

**คำชี้แจง**

แบบสอบถามความคิดเห็นชุดนี้ใช้เพื่อสอบถามความคิดเห็นครูที่จัดการเรียนการสอนในรายวิชา วิทยาศาสตร์, คณิตศาสตร์, การงานอาชีพและเทคโนโลยี, ศิลปะ และสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น สอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการบูรณาการจัดการเรียนการสอนร่วมกันกับครูต่างกลุ่มสาระ สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ ประเด็นปัญหา และความต้องการ โดยข้อมูลที่ได้รับจากแบบสอบถามความคิดเห็นจะนำไปใช้พัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้อิงสะเต็มศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา

โดยแบบสอบถามความคิดเห็นแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นที่มีต่อการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการบูรณาการจัดการเรียนการสอน  
ร่วมกันกับครูต่างกลุ่มสาระ

ตอนที่ 3 ความต้องการที่มีต่อวัตกรรมการส่งเสริมเรียนรู้สะเต็มศึกษา  
สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา

ณัชชา เจริญชนะกิจ

ผู้วิจัย

## ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

อาชีพ/ตำแหน่ง .....

.....

### วุฒิการศึกษาระดับ

- ปริญญาตรี
- ปริญญาโท
- ปริญญาเอก

### ขนาดโรงเรียนที่ท่านกำลังสอน (จำแนกตามจำนวนนักเรียน)

- ขนาดเล็ก (น้อยกว่า 119 คน)
- ขนาดกลาง (120 - 719 คน)
- ขนาดใหญ่ (720 - 1,679 คน)
- ขนาดใหญ่พิเศษ (มากกว่า 1,680 คน)

### วิชาที่สอน

- วิทยาศาสตร์
- คณิตศาสตร์
- การงานอาชีพและเทคโนโลยี
- ศิลปะ
- อื่น ๆ โปรดระบุ .....

### สอนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ (อาจตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกได้)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

ประสบการณ์ ..... ปี

ประสบการณ์การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ..... ปี

ท่านเคยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

- เคย
- ไม่เคย

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นที่มีต่อการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการบูรณาการจัดการเรียนการสอน

ร่วมกับกับครูต่างกลุ่มสาระ

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตัวเลขให้ตรงกับสภาพที่เป็นอยู่จริงในปัจจุบัน และสภาพที่พึงประสงค์ ตามระดับความคิดเห็นหรือ ระดับการปฏิบัติของท่านต่อข้อความในรายการประเมิน

เกณฑ์การประเมิน

**สภาพปัจจุบัน**

- 5 หมายถึง ระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติมากที่สุด  
 4 หมายถึง ระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติมาก  
 3 หมายถึง ระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติปานกลาง  
 2 หมายถึง ระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติน้อย  
 1 หมายถึง ระดับ มีคุณลักษณะหรือปฏิบัติน้อยที่สุด

**สภาพที่พึงประสงค์**

- 5 หมายถึง ระดับ พึงประสงค์หรือมุ่งหวังให้ปฏิบัติมากที่สุด  
 4 หมายถึง ระดับ พึงประสงค์หรือมุ่งหวังให้ปฏิบัติมาก  
 3 หมายถึง ระดับ พึงประสงค์หรือมุ่งหวังให้ปฏิบัติปานกลาง  
 2 หมายถึง ระดับ พึงประสงค์หรือมุ่งหวังให้ปฏิบัติน้อย  
 1 หมายถึง ระดับ พึงประสงค์หรือมุ่งหวังให้ปฏิบัติน้อยที่สุด

จากเกณฑ์การประเมินข้างต้น

ขอให้ท่านพิจารณารายการประเมินแต่ละข้อ แล้วกรณการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ทั้ง 2 ช่อง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

| ข้อ | รายการประเมิน                                      | สภาพปัจจุบัน |   |   |   |   | สภาพที่พึงประสงค์ |   |   |   |   |
|-----|--|--------------|---|---|---|---|-------------------|---|---|---|---|
|     |  | 5            | 4 | 3 | 2 | 1 | 5                 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 0   | ท่านเข้าใจการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา |              |   | ✓ |   |   | ✓                 |   |   |   |   |

จากตัวอย่างตารางด้านบนเมื่อท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหมายเลข 3 ของสภาพปัจจุบัน หมายความว่า ท่านเข้าใจการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในระดับปานกลาง และสภาพที่พึงประสงค์ ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหมายเลข 5 หมายความว่า ท่านต้องการเข้าใจการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ในระดับมากที่สุด







## หมวด ค. ปัญหาและอุปสรรค

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินระดับความคิดเห็น ตามความคิดเห็นของท่าน

## เกณฑ์การประเมิน

- 5 หมายถึง ระดับมีปัญหาหรืออุปสรรคมากที่สุด  
 4 หมายถึง ระดับปัญหาหรืออุปสรรคมาก  
 3 หมายถึง ระดับปัญหาหรืออุปสรรคปานกลาง  
 2 หมายถึง ระดับปัญหาหรืออุปสรรคน้อย  
 1 หมายถึง ระดับปัญหาหรืออุปสรรคน้อยที่สุด

| ข้อ | รายการประเมิน  | ระดับปัญหา |   |   |   |   |
|-----|--|------------|---|---|---|---|
|     |  | 5          | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1   | ด้านความรู้ ความเข้าใจแนวคิดสะเต็มศึกษา                        |            |   |   |   |   |
| 2   | ด้านทักษะการปฏิบัติการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา                  |            |   |   |   |   |
| 3   | ด้านทัศนคติที่มีต่อแนวคิดสะเต็มศึกษา                           |            |   |   |   |   |
| 4   | ด้านความพร้อมของผู้เรียน                                       |            |   |   |   |   |
| 5   | ด้านความพร้อมของผู้สอน   |            |   |   |   |   |
| 6   | ด้านความพร้อมของสื่อการเรียนการสอน                             |            |   |   |   |   |
| 7   | ด้านความพร้อมของอุปกรณ์การเรียนการสอน                          |            |   |   |   |   |
| 8   | ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เมื่อสอนด้วยแนวคิดสะเต็มศึกษา |            |   |   |   |   |
| 9   | ด้านการร่วมมือกันระหว่างกลุ่มสาระ                              |            |   |   |   |   |
| 10  | ด้านการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ                               |            |   |   |   |   |

ปัญหาอื่น ๆ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

### ตอนที่ 3 ความต้องการที่มีต่อนวัตกรรมเครื่องมือการส่งเสริมเรียนรู้สะเต็มศึกษา

#### สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา

คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับความต้องการ ที่มีต่อนวัตกรรม เครื่องมือการส่งเสริมเรียนรู้สะเต็มศึกษา สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา

1) ท่านต้องการให้นวัตกรรมเครื่องมือการส่งเสริมเรียนรู้สะเต็มศึกษา สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ระดับประถมศึกษา มีการเสนอองค์ความรู้ด้านใด หรือฝึกทักษะด้านใดบ้าง

.....

.....

.....

2) ท่านต้องการให้นวัตกรรมเครื่องมือการส่งเสริมเรียนรู้สะเต็มศึกษา สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ระดับประถมศึกษา มีจุดเน้นในด้านใด

.....

.....

.....

3) ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

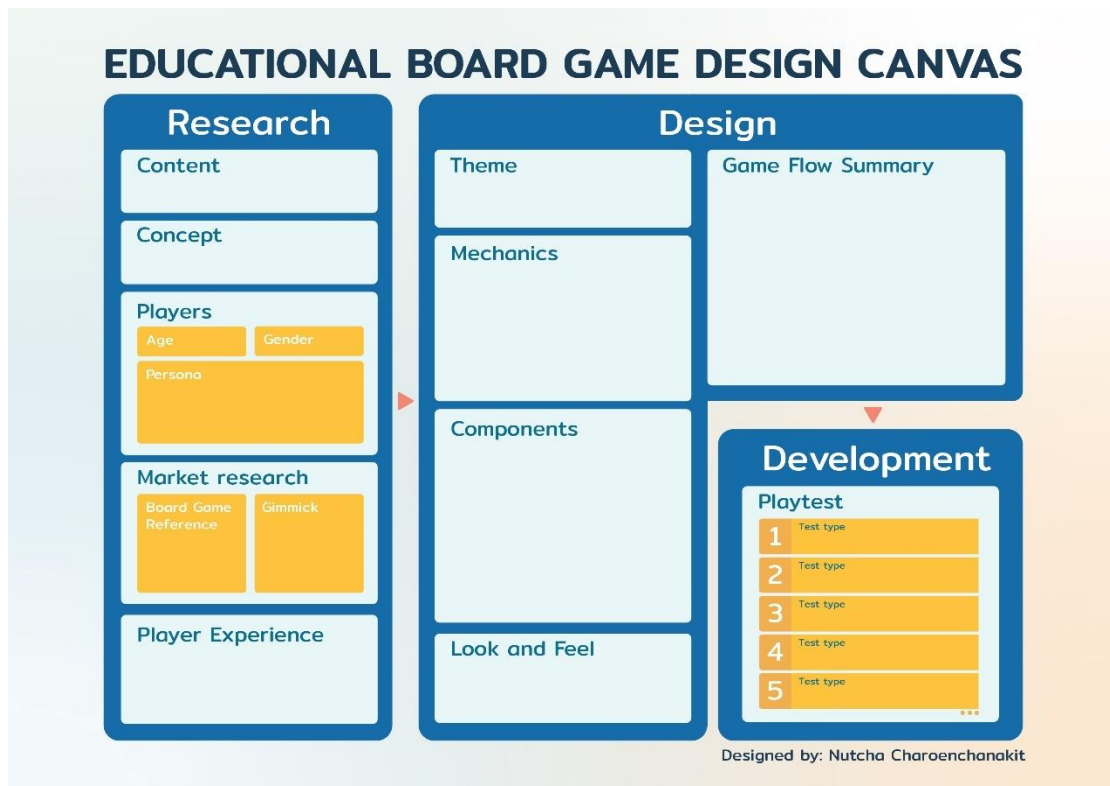
.....

.....

- ขอขอบคุณในการร่วมมือตอบแบบสอบถาม -



เครื่องมือวางแผนการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษา



แบบสัมภาษณ์เพื่อพัฒนานวัตกรรม  
 การวิจัยเรื่อง “การพัฒนานวัตกรรมสะเต็มศึกษา  
 ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา”  
 สาขาวิชาศิลปศึกษา ภาควิชาศิลปะ ดนตรี และนาฏศิลป์ศึกษา  
 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

**คำชี้แจง**

แบบสัมภาษณ์ชุดนี้ใช้เพื่อสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบเกม และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา โดยข้อมูลที่ได้รับจากแบบสัมภาษณ์จะนำความคิดเห็นที่มีต่อต้นแบบนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นไปใช้พัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา

โดยแบ่งการสัมภาษณ์เป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาเกม

ณัชชา เจริญชนะกิจ

ผู้วิจัย

วันที่สัมภาษณ์ : .....เดือน.....พ.ศ.....

เวลา : .....

สถานที่สัมภาษณ์ : .....

**ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์**

ชื่อ-สกุล : ..... เพศ..... อายุ..... ปี

โทรศัพท์ : ..... E-mail : ..... LINE ID : .....

วุฒิการศึกษา :

.....

.....

.....

ตำแหน่ง : .....

สถานที่ทำงาน : ..... ประสบการณ์การทำงาน : ..... ปี

ผู้เชี่ยวชาญ

 ด้านการออกแบบเกม กลไกของเกม มีผลงานบอร์ดเกมจำนวน ..... ผลงาน

ได้แก่.....

 มีผลงานบอร์ดเกมที่ได้รับรางวัลจำนวน ..... ผลงาน

ได้แก่.....

 Visual Design

มีประสบการณ์การออกแบบ Visual Design ให้กับบอร์ดเกม

ได้แก่.....

 ด้านการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับดุขฎิบัณฑิต คณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ มีประสบการณ์การออกแบบนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้

ได้แก่.....

.....



## ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาเกม

- 1) ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับภาพรวมของต้นแบบนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น
- 2) ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ กลไกของเกม กติกา วิธีการเล่นและการนำไปสู่การพัฒนาแผนการเรียนรู้ร่วมกัน ของต้นแบบนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น
- 3) ท่านชอบหรือไม่ชอบส่วนประกอบใดในต้นแบบนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น เพราะเหตุใด
- 4) ท่านเห็นว่า องค์ประกอบต่าง ๆ ของเกม มีความเหมาะสมกับการส่งเสริมการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา ให้กับสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษาหรือไม่
- 5) ท่านเห็นว่าวัสดุที่ใช้ ในการทำต้นแบบมีความเหมาะสมหรือไม่ มีความเป็นไปได้ในการผลิต และนำไปใช้จริงมากน้อยเพียงใด
- 6) ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับเนื้อหาองค์ความรู้ด้านสะเต็มศึกษาที่แทรกลงไปในตัวเกม กลไกที่ใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมหรือไม่
- 7) ท่านมีความคิดเห็นว่าคุณมีการพัฒนาในด้านใดเพิ่มเติมหรือไม่
- 8) ท่านมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมหรือไม่ ในการพัฒนานวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  
 การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาวัตกรรมการสะเต็มศึกษา  
 ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา”  
 สาขาวิชาศิลปศึกษา ภาควิชาศิลปะ ดนตรี และนาฏศิลป์ศึกษา  
 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

**คำชี้แจง**

แบบสอบถามความคิดเห็นชุดนี้ใช้เพื่อสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบเกม และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา โดยข้อมูลที่ได้รับจากแบบสอบถามจะนำความคิดเห็นที่มีต่อต้นแบบนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น ไปใช้พัฒนานวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา

โดยแบบสอบถามความคิดเห็นแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาเกม

ณัชชา เจริญชนะกิจ

ผู้วิจัย



## ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาเกม

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินระดับความเหมาะสม ตามความคิดเห็นของท่าน

เกณฑ์การประเมิน

- |           |                            |           |                      |
|-----------|----------------------------|-----------|----------------------|
| 5 หมายถึง | ระดับความเหมาะสมมากที่สุด  | 4 หมายถึง | ระดับความเหมาะสมมาก  |
| 3 หมายถึง | ระดับความเหมาะสมปานกลาง    | 2 หมายถึง | ระดับความเหมาะสมน้อย |
| 1 หมายถึง | ระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด |           |                      |

| รายการประเมิน   | ระดับความเหมาะสม |   |   |   |   |
|---|------------------|---|---|---|---|
|   | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1. นวัตกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีรูปแบบที่น่าสนใจ   |                  |   |   |   |   |
| 2. นวัตกรรม และบรรจุภัณฑ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีการออกแบบที่สวยงาม   |                  |   |   |   |   |
| 3. วัสดุมีความเหมาะสมกับการใช้งานโดยภาพรวม  |                  |   |   |   |   |
| 4. เกมมีรูปแบบการเล่นที่เหมาะสมกับการเรียนรู้สะเต็มศึกษา<br>ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน<br>สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา |                  |   |   |   |   |
| 5. เกมมีรูปแบบการเล่นที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย<br>ครูผู้สอนในกลุ่มสาระสะเต็มศึกษา  |                  |   |   |   |   |
| 6. เกมที่สร้างขึ้นมีกลไกส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือกัน<br>จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา  |                  |   |   |   |   |
| 7. กติกา วิธีการเล่นเกม และกลไกของเกม<br>มีความยากง่ายในระดับที่เหมาะสม   |                  |   |   |   |   |
| 8. คำแนะนำในการเล่น สามารถเข้าใจได้ง่าย<br>ผู้เล่นน่าจะสามารถทำความเข้าใจและปฏิบัติตามได้   |                  |   |   |   |   |
| 9. เกมที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นนวัตกรรม  |                  |   |   |   |   |
| 10. เกมที่สร้างขึ้นในลักษณะของบอร์ดเกม มีความเหมาะสม สำหรับเป็น<br>เครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษา ให้กับครูผู้สอนในระดับประถมศึกษา                     |                  |   |   |   |   |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

**แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเล่น**  
**การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาวัตกรรมการสะเต็มศึกษา**  
**ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา”**  
**(สำหรับผู้วิจัย)**

---

**คำชี้แจง** เพื่อสังเกตพฤติกรรมการเล่น ในการทดลองใช้นวัตกรรมการสะเต็มศึกษา ประเภทบอร์ดเกม ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา โดยผู้วิจัยหรือผู้ช่วยวิจัยเป็นผู้บันทึกและสังเกต

**ตอนที่ 1** ข้อมูลทั่วไป

ผู้สังเกต ..... วันที่ .....

สถานที่ดำเนินการ .....

จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ..... คน เริ่มเวลา ..... น. สิ้นสุดเวลา ..... น.

**ตอนที่ 2** แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเล่น

1. พฤติกรรมก่อนเล่น
2. การทำความเข้าใจในกติกาของเกม
3. พฤติกรรมระหว่างเล่น
4. ความสนใจในการเรียนรู้เรื่องสะเต็มศึกษา (การพูดคุย, ตอบคำถาม, ซักถามเกี่ยวกับเนื้อหา)
5. การร่วมมือกันออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
6. พฤติกรรมที่แสดงออกหลังการเล่น
7. การถอดบทเรียนหลังเล่น
8. สรุปผลการสังเกต

แบบประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม  
 การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาวัตกรรมการสะเต็มศึกษา  
 ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา”  
 สาขาวิชาศิลปศึกษา ภาควิชาศิลปะ ดนตรี และนาฏศิลป์ศึกษา  
 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

**คำชี้แจง**

แบบสอบถามความคิดเห็นชุดนี้ใช้เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ต้นแบบ นวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา โดยข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อต้นแบบนวัตกรรมพัฒนาขึ้นจะนำไปใช้พัฒนาวัตกรรมการ

โดยแบบสอบถามความคิดเห็นแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรม

ตอนที่ 3 ประเมินตนเอง

ณัชชา เจริญชนะกิจ

ผู้วิจัย

### ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

สาขาวิชา ..... วิชาเอก .....

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในรายวิชา .....

### ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรม

**คำชี้แจง** กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินระดับความพึงพอใจ ตามความคิดเห็นของท่านจากการทดลองใช้นวัตกรรม มีเกณฑ์การประเมินดังนี้

5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด      4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก  
3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง      2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย  
1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

| รายการประเมิน  | ระดับความพึงพอใจ |   |   |   |   |
|--|------------------|---|---|---|---|
|  | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1. นวัตกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีรูปแบบที่น่าสนใจและสามารถใช้งานได้จริง  |                  |   |   |   |   |
| 2. นวัตกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีคู่มือการใช้งานที่สามารถเข้าใจและปฏิบัติตามขั้นตอนได้ง่าย                                    |                  |   |   |   |   |
| 3. จากการใช้งานนวัตกรรม ทำให้ท่านมีทัศนคติที่ดีต่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา                                     |                  |   |   |   |   |
| 4. นวัตกรรมมีความเหมาะสมสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา  |                  |   |   |   |   |
| 5. ระยะเวลาที่ใช้ใช้นวัตกรรมมีความเหมาะสม  |                  |   |   |   |   |
| 6. เกมที่สร้างขึ้นมีกลไกส่งเสริมให้ครูต่างกลุ่มสาระเกิดการร่วมมือกันจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ในระดับใด                     |                  |   |   |   |   |
| 7. ท่านได้รับองค์ความรู้ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านการใช้งานนวัตกรรม ในระดับใด                              |                  |   |   |   |   |
| 8. การถอดบทเรียนจากการใช้นวัตกรรมมีความเหมาะสม   |                  |   |   |   |   |
| 9. ท่านคิดว่าจะสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากการใช้นวัตกรรมไปปฏิบัติจริงในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาต่อไปได้ |                  |   |   |   |   |
| 10. ท่านมีความสนุกสนานจากการใช้งานนวัตกรรมประเภทบอร์ดเกม   |                  |   |   |   |   |

### ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....





แบบสอบวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา  
 การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาวัตกรรมการสะเต็มศึกษา  
 ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา”  
 สาขาวิชาศิลปศึกษา ภาควิชาศิลปะ ดนตรี และนาฏศิลป์ศึกษา  
 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

**คำชี้แจง**

แบบสอบวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา ชุดนี้ใช้เพื่อวัดความรู้ก่อน และหลังเรียนของผู้ทดลองใช้  
 ต้นแบบนวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพ  
 ครูระดับประถมศึกษา

แบบสอบฉบับนี้ประกอบด้วยคำถามจำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน เวลาทำแบบทดสอบ 20 นาที  
 มีการตอบ 2 ตอน ดังนี้

**ตอนที่ 1** แบบปรนัย 4 ตัวเลือก : เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 คำตอบ

จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

**ตอนที่ 2** แบบเขียนตอบ : อ่านคำถามและเขียนคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่างที่กำหนด

จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

ชื่อ-สกุล .....

ตอนที่ 1 : คำชี้แจง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 คำตอบ แล้วกากบาทลงในกระดาษคำตอบ

1. แนวความคิดของสะเต็มศึกษาส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะต่อไปนี้ ยกเว้นข้อใด
 

|                      |   |
|----------------------|---|
| ก. การลงมือกระทำ     | <input checked="" type="radio"/> ข. การบริหารเวลา |
| ค. ความคิดสร้างสรรค์ | ง. ความสนใจใคร่รู้                                |
2. แนวคิดสะเต็มศึกษา ถูกพัฒนามาจากแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยนักการศึกษาในข้อใด
 

|  |                    |
|--|--------------------|
| <input checked="" type="radio"/> ก. Georgette Yakman | ข. Benjamin Bloom  |
| ค. Sigmund Freud                                     | ง. Robert M. Gagné |
3. ข้อใด ไม่ใช่ ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสะเต็มศึกษา
 

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| <input checked="" type="radio"/> ก. ผู้เรียนมีทักษะการควบคุมอารมณ์ | ข. ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อรายวิชา |
| ค. ผู้เรียนได้แสดงออกทางความคิดสร้างสรรค์                          | ง. ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง      |
4. จากปิรามิด STEAM ของ Yakman ในขั้นที่ 2 บูรณาการ (Integrative) - STEAM สัมพันธ์กับการเรียนในระดับใด
 

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| ก. ประถมวัย ถึง ประถมศึกษา  | <input checked="" type="radio"/> ข. ประถมศึกษา ถึง มัธยมศึกษา |
| ค. มัธยมศึกษา ถึง อุดมศึกษา | ง. ประถมศึกษา ถึง อุดมศึกษา                                   |
5. ข้อใด ไม่ใช่ ลักษณะการสอนของครูจากกรอบแนวคิดของสะเต็มศึกษา
  - ก. เน้นการสอนไปที่สาระใดสาระหนึ่ง และนำสาระอื่น ๆ มาเชื่อมโยง
  - ข. สอนให้ครอบคลุมขอบเขตกว้าง ๆ ของสาระทั้งหมด
  - ค. เสนอเนื้อหาเชิงลึกในสาระของตนเอง และเสริมสร้างการเรียนรู้ในสาระอื่น ๆ ไปพร้อมกัน
  - ง. สอนสาระใดสาระหนึ่ง แล้วนำกิจกรรมศิลปะมาเป็นกิจกรรมการเรียนรู้
6. จากขั้นตอน วิธีการออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่กำหนด ข้อใดเรียงลำดับขั้นได้ถูกต้อง
  - A : การสร้างความรู้สึกจับใจ
  - B : การนำเสนอสภาพ หรือสถานการณ์ปัญหา ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงหรือเกิดขึ้นบนโลก
  - C : การออกแบบสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์

|   |                |
|---|----------------|
| ก. A -> B -> C                                  | ข. C -> B -> A |
| <input checked="" type="radio"/> ค. B -> C -> A | ง. B -> A -> C |
7. การสอนแบบใดที่ ไม่เหมาะสม ในการนำมาเชื่อมโยงกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสะเต็มศึกษา
 

|  |                              |
|--|------------------------------|
| ก. Project-Based learning                            | ข. Problem-Based learning    |
| <input checked="" type="radio"/> ค. Passive learning | ง. Phenomenon-Based learning |

ชื่อ-สกุล .....

8. จากข้อความต่อไปนี้ ครูท่านใดบ้างปฏิบัติได้ **ถูกต้อง** ตามบทบาทครูในการสอนสะเต็มศึกษา

ครู A : เมื่อทำกิจกรรมเสร็จแล้ว เปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายผลร่วมกัน

ครู B : อธิบายว่าศิลปะมีความสำคัญต่อชีวิตอย่างไร

ครู C : สาธิตการใช้สูตรการหาพื้นที่สี่เหลี่ยม

ครู D : ให้ผู้เรียนได้วาดรูประบายสี

ก. ครู A และ B

ข. ครู B และ C

ค. ครู C และ D

ง. ครู A และ D

9. ครูท่านใดต่อไปนี้ สามารถจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสะเต็มศึกษาได้อย่างเหมาะสม

ก. ครู A ให้นักเรียนแก้ไขโครงงานตามความคิดเห็นของตนเอง

ข. ครู B ให้นักเรียนตกแต่งปรายงานให้สวยงาม

ค. ครู C ให้นักเรียนไปสืบค้นเนื้อหาตามที่ครูบอก

ง. ครู D ให้นักเรียนสร้างนวัตกรรมจากประเด็นปัญหา

10. ข้อใด **ไม่ใช่** องค์ประกอบที่ควรมีในการบรรลุเป้าหมายในการสอนแบบสะเต็มศึกษา

ก. การนำเสนอบริบท (Context Presentation)

ข. การจัดการทรัพยากร (Resource Management)

ค. การรับรู้ทางอารมณ์ (Emotion Touch)

ง. การออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative Design)

ชื่อ-สกุล .....

**กระดาษคำตอบ**

**ตอนที่ 1 : คำชี้แจง** เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 คำตอบ แล้วกากบาทลงในกระดาษคำตอบ

|        |   |   |   |   |        |   |   |   |   |
|--------|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|
| ข้อที่ | ก | ข | ค | ง | ข้อที่ | ก | ข | ค | ง |
| 1      |   | X |   |   | 6      |   |   | X |   |
| 2      | X |   |   |   | 7      |   |   | X |   |
| 3      | X |   |   |   | 8      | X |   |   |   |
| 4      |   | X |   |   | 9      |   |   |   | X |
| 5      |   |   |   | X | 10     |   | X |   |   |

**ตอนที่ 2 : คำชี้แจง** อ่านคำถามและเขียนคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่างที่กำหนด

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการกรอบความรู้ในรายวิชาใดเข้าด้วยกันบ้าง  
ให้เขียนคำตอบลงในช่องว่าง ให้สอดคล้องกับตัวอย่างที่กำหนด

| ชื่อสาขาวิชา | ภาษาอังกฤษ  | ภาษาไทย        |
|--------------|-------------|----------------|
| 1) S :       | Science     | วิทยาศาสตร์    |
| 2) T :       | Technology  | เทคโนโลยี      |
| 3) E :       | Engineering | วิศวกรรมศาสตร์ |
| 4) A :       | Arts        | ศิลปะ          |
| 5) M :       | Mathematics | คณิตศาสตร์     |

**แบบประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม**  
**การวิจัยเรื่อง “การพัฒนานวัตกรรมการสะเต็มศึกษา**  
**ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา”**

---

**วัตถุประสงค์ของงานวิจัย**

- 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบและวิเคราะห์แนวทาง ในการพัฒนาและออกแบบนวัตกรรม ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับเป็นเครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษา สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา
- 2) เพื่อพัฒนาต้นแบบนวัตกรรม ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับเป็นเครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา

**ขอบเขตของงานวิจัย**

การวิจัย “การพัฒนานวัตกรรมการสะเต็มศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา” เป็นการศึกษาเพื่อนำไปสู่การพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา เท่านั้น โดยมุ่งเน้นไปที่นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษาเป็นการเริ่มต้น โดยมีความจำเป็นที่ระบบการพัฒนานิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเพื่อผลิตครูรุ่นใหม่ ต้องสร้างให้นิสิตฯมีทักษะ ความเชี่ยวชาญ พัฒนาความรู้ ความเข้าใจในแนวคิดสะเต็มศึกษา เนื่องจากการจัดการศึกษาในระดับประถมศึกษาต้องจัดให้ ผู้เรียน มีทักษะพื้นฐาน โดยเน้นจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ดังนั้นการศึกษา และเก็บข้อมูลต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเน้นการเก็บข้อมูลทั้งในด้านเนื้อหา และกลุ่มตัวอย่างนิสิต-ครู-ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปวิเคราะห์ พัฒนาออกแบบต้นแบบเป็นสำคัญ

ผลการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า ในการพัฒนาครูควรมีการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการของครูเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนพัฒนากิจกรรมต่าง ๆ ให้มีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง ดังนั้นการออกแบบต้นแบบนวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา จะใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research & Development) โดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึง สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และความต้องการจากการสอบถามครูที่จัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์, คณิตศาสตร์, การงานอาชีพและเทคโนโลยี, ศิลปะ และสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ-ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา เพื่อนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมโดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ร่วมกับการศึกษาข้อมูลในการออกแบบผ่านการทำ Matrix analysis และ Design analysis ข้อมูลที่ได้นำมาสู่การออกแบบต้นแบบนวัตกรรมฯ สำหรับการวิจัยนี้เน้นการออกแบบ ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน โดยใช้เกมประเภทบอร์ดเกม เนื่องจากมีความเหมาะสมในการนำไปจัดการอบรมนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูมากกว่า สามารถสร้างการร่วมมือกัน และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันได้มีประสิทธิภาพกว่าเกมรูปแบบอื่น ๆ นำมาใช้ในการเป็นสื่อการเรียนรู้ มีประโยชน์หลายด้านในการช่วย

ให้ผู้เล่นสื่อสารกันได้อย่างไม่มีกำแพง กระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วม และสามารถสอดแทรกสาระความรู้ พร้อมกับการทำให้ผู้เล่นมีทัศนคติที่ดีจากความสนุกของตัวเกมได้ โดยในส่วนในการออกแบบนวัตกรรมบอร์ดเกมของการวิจัยในครั้งนี้ ถ้าหากมีนิติตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูศิลปะร่วมในการเล่น เป็นคนกลาง ในการพูดคุยรวบรวม และจัดระบบการประสานงานระหว่างกัน ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ จะสามารถทำให้นิติตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษาสามารถใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาได้ตามกระบวนการอย่างสร้างสรรค์ ผ่านการเรียนรู้โดยใช้เกมอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า แต่ถ้าหากว่าไม่มีผู้เล่นที่เป็นนิติตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสามารถดำเนินไปได้ โดยใช้กลไกของเกมเข้ามาช่วยในการให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับรายวิชาศิลปะ โดยอาจมีประสิทธิภาพลดลงบ้าง แต่ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการเรียนรู้กระบวนการสะเต็มศึกษา

การศึกษาข้อมูลในเชิงปริมาณ ในส่วนของแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการบูรณาการ จัดการเรียนการสอนร่วมกับครูต่างกลุ่มสาระ ผู้วิจัยกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ Yamane (1973) สุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากครู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ที่ปฏิบัติหน้าที่การสอนในโรงเรียนที่ตั้งในกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล เนื่องจากหากมีการพัฒนาครูเพื่อนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในโรงเรียนครูกลุ่มดังกล่าวจะเป็นกลุ่มโรงเรียนที่นำร่องในการนำไปทดลองใช้ และจากนโยบายของแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560 – 2579 ได้สนับสนุนให้มีการจัดการเรียนการสอนรูปแบบบูรณาการในสถานศึกษาทั้งหมดไม่แตกต่างกัน ดังนั้นการสอบถามความคิดเห็นดังกล่าว ผู้วิจัยจึงศึกษากับครูในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่จัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์, คณิตศาสตร์, การงานอาชีพและเทคโนโลยี, ศิลปะ และสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ให้สอดคล้องกับหัวข้อการวิจัยแนวคิดสะเต็มศึกษา

เนื่องจากข้อจำกัดด้านระยะเวลาในการดำเนินการ ด้วยเหตุนี้ การตรวจสอบความเหมาะสมของต้นแบบฯ ที่พัฒนาขึ้น จะใช้การวิเคราะห์ และอภิปรายผลจากการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนิติตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 5 ครั้ง ใช้วิธีการเลือกแบบโควตา (Quota Sampling) โดยเลือกนิติตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา และนิติตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูศิลปะระดับประถมศึกษา แบ่งเป็น ครั้งที่ 1 Quick Playtesting จำนวน 5 ท่าน, ครั้งที่ 2 Guided Playtesting จำนวน 5 ท่าน, ครั้งที่ 3 Blind Playtesting จำนวน 5 ท่าน, ครั้งที่ 4 ทดลองผ่านกระบวนการอบรม จำนวน 10 ท่าน, ครั้งที่ 5 ทดลองผ่านกระบวนการอบรม จำนวน 20 ท่าน ร่วมกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเกม จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จำนวน 2 ท่าน, การสังเกตพฤติกรรมของผู้ใช้, ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน, การวิเคราะห์ผลแบบสอบถามวัดความรู้ และการประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม

### จุดประสงค์ของแบบประเมินประสิทธิภาพ

แบบประเมินประสิทธิภาพฉบับนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงาน “นวัตกรรมสะเต็มศึกษา ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา” ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเป็นต้นแบบ ในด้านความเหมาะสมของการออกแบบ องค์ประกอบของการเล่น และวิธีการเล่น เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ในนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา อีกทั้งเป็นการเสนอแนะแนวทางปฏิบัติเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนานวัตกรรมให้มีประสิทธิภาพ นำไปสู่การพัฒนาที่สมบูรณ์ สามารถนำไปใช้ได้จริง อย่างมีคุณภาพ

โดยแบบประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นต่อประสิทธิภาพของผลงานนวัตกรรมต้นแบบที่พัฒนาขึ้น

ขอแสดงความนับถือ

ณัชชา เจริญชนะกิจ

## ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ชื่อ ..... นามสกุล .....

## ตอนที่ 2 ความคิดเห็นต่อประสิทธิภาพของผลงานนวัตกรรมต้นแบบที่พัฒนาขึ้น

นวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นเป็นต้นแบบ มีรายละเอียดดังนี้

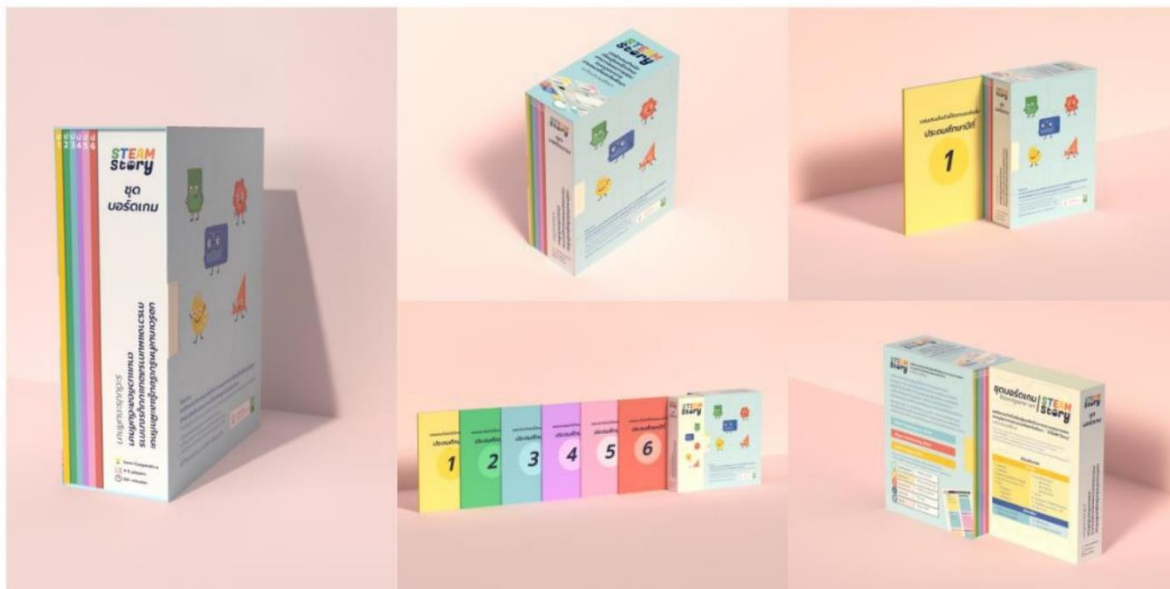
บอร์ดเกมสำหรับเรียนรู้และฝึกทักษะการวางแผนการสอนแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้ชื่อบอร์ดเกมว่า STEAM Story เป็นบอร์ดเกมสำหรับเรียนรู้และฝึกทักษะการวางแผนการสอนแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผ่านการเล่นแบบร่วมมือกัน ผู้เล่นจะได้ช่วยกันคิด นำเสนอและแลกเปลี่ยนไอเดีย ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือกันระหว่างกลุ่มสาระสร้างความเข้าใจสะเต็มศึกษาอย่างถูกต้อง รวมถึงเห็นความสำคัญและเกิดทัศนคติที่ดีต่อสะเต็มศึกษา

เวลาที่ใช้ในการเล่น : 60 นาทีขึ้นไป

จำนวนผู้เล่น : 4-6 คน

รูปแบบของบอร์ดเกม : Semi-Cooperative Boardgame (บอร์ดเกมกึ่งร่วมมือกัน) : ผู้เล่นมีการร่วมมือกันเพื่อพัฒนาแผนการสอนร่วมกันและมีการเก็บคะแนนแยกของแต่ละผู้เล่นตามการมีส่วนร่วมกับเกม โดยผู้เล่นที่ได้คะแนนสูงสุดจะเป็นผู้ชนะ

ผลลัพธ์จากการเล่น : แผนการสอน 1 หน้า ประกอบด้วย 1.วิชาที่บูรณาการ 2.สาระการเรียนรู้ 3.Theme 4.จุดประสงค์การเรียนรู้ (KPA) 5.กิจกรรมการเรียนรู้ 6.การวัดประเมินผล





## ส่วนประกอบของบอร์ดเกม

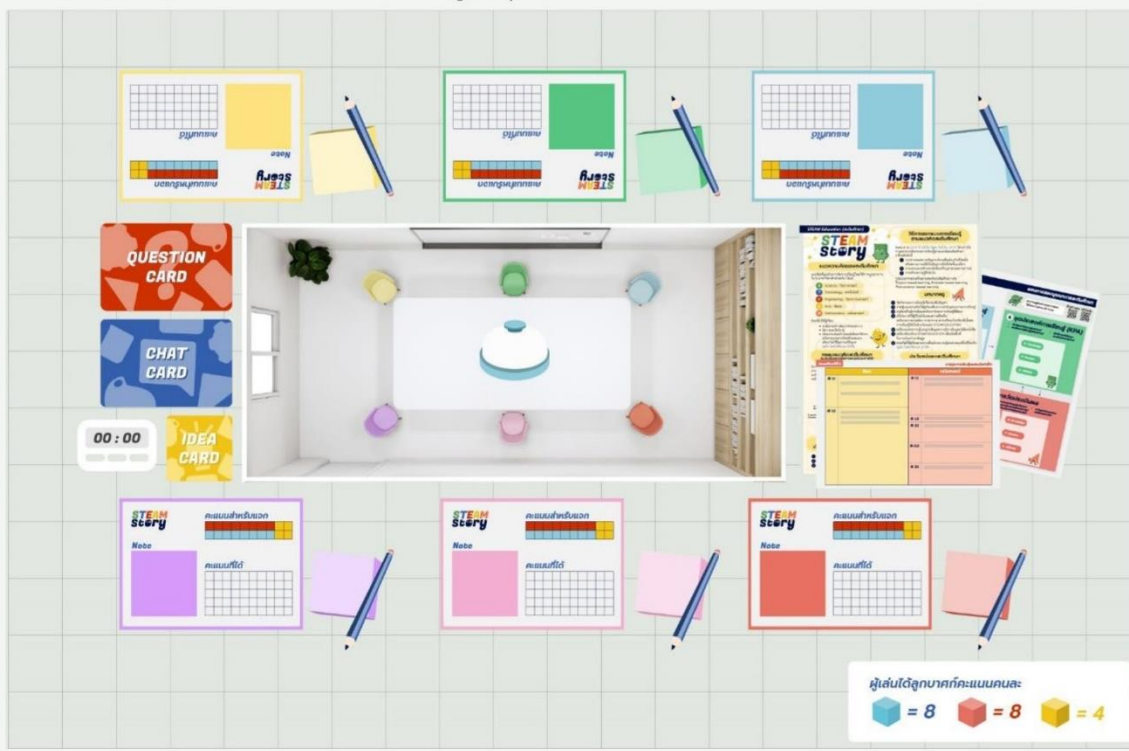
**Components**

| ภายในชุด  |   |
|---|---|
| 1. บอร์ดหลัก  | 6. ลูกบาศก์นับคะแนน<br>▪ สีฟ้า 50 ชิ้น ▪ สีแดง 50 ชิ้น ▪ สีเหลือง 30 ชิ้น |
| 2. บอร์ดผู้เล่น                                     | 7. กระดิ่ง  |
| 3. แผ่นประเด็นตัวชีวิตตามระดับชั้น                  | 8. Infographic STEAM Education  |
| 4. ตัวละคร 8 แบบ แบบละ 1 ตัว                        | 9. Template แผนการสอน 1 หน้า  |
| 5. การ์ด<br>• การ์ดคำถาม • การ์ดไอเดีย • การ์ดสนทนา | 10. คู่มือการเล่น   |
| ผู้เล่นเตรียม                                       |   |
| 1. Post-it ขนาด 3x3 นิ้ว<br>แยกสีตามจำนวนผู้เล่น    | 2. นาฬิกาจับเวลา  |
|   | 3. ปากกา/ดินสอ สำหรับเขียน  |

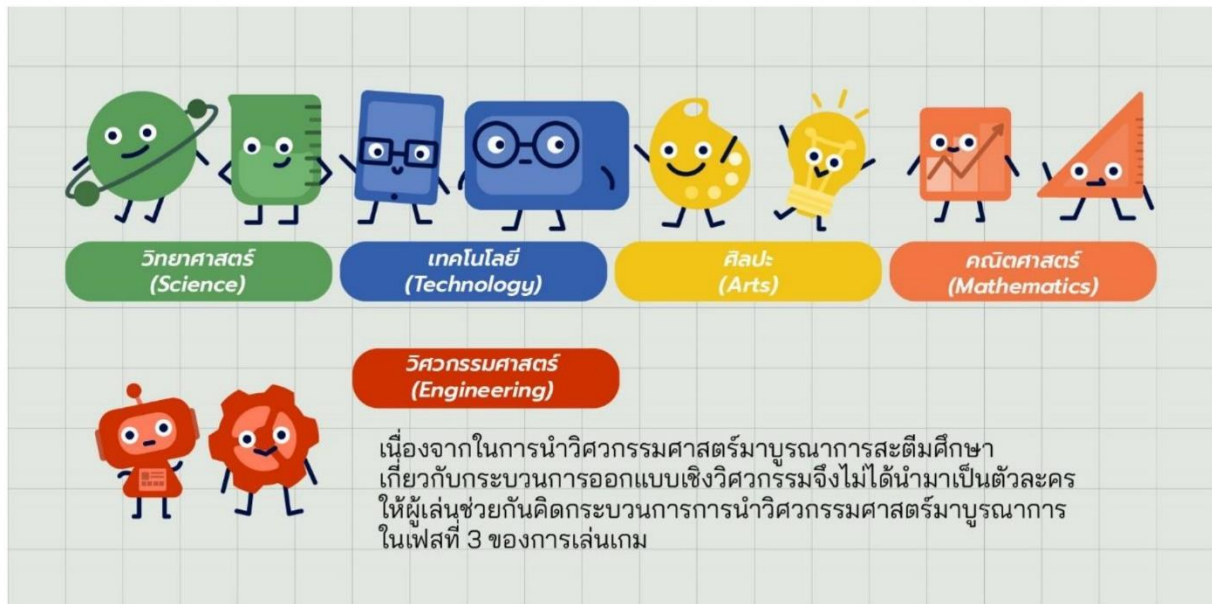
**Setup**

ก่อนเริ่มเกมให้วางอุปกรณ์ต่าง ๆ เตรียมไว้ ดังนี้

- วางบอร์ดหลักและกระดิ่งไว้ตรงกลาง  
วางบอร์ดผู้เล่นไว้หน้าผู้เล่นแต่ละคน
- นำการ์ดออกมาวางแยกไว้ตามประเภท
- เลือกตัวละครตามรายวิชาที่ต้องการ  
โดยให้มือน้อย 4 รายวิชา  
วางบนบอร์ดหลัก
- แจกลูกบาศก์คะแนนโดยแต่ละคน  
จะได้สีฟ้า 8 ชิ้น สีแดง 8 ชิ้น  
สีเหลือง 4 ชิ้น วางบนบอร์ดผู้เล่นของตนเอง
- เลือกระดับชั้นที่จะทำการบูรณาการ  
(ป.1-6) แล้วแจกแผ่นตัวชีวิตระดับชั้น  
ให้ผู้เล่นทุกคน
- แจกแผ่น Infographic ให้ทุกคนศึกษา



ตัวละครแต่ละตัวแทนวิชาต่าง ๆ ในสะเต็มศึกษา โดยผู้เล่นสามารถเลือกเล่นเป็นวิชาใดก็ได้ให้มีอย่างน้อย 4 ตัวละครที่แทนแต่ละวิชา



บอร์ดหลัก - สำหรับวางตัวละครและแปะโพสต์อิท ออกแบบให้เป็นฉากห้องประชุมบรรยากาศครุมา นั่งประชุมกันเพื่อวางแผนการสอนร่วมกัน



บอร์ดผู้เล่น - สำหรับวางลูกบาศก์คะแนนและนับคะแนน แบ่งตามสี



คู่มือการเล่น

## คู่มือการเล่น Game Manual

**STEAM  
Story**

**Overview**

STEAM Story เป็นบอร์ดเกมสำหรับเรียนรู้และฝึกทักษะการวางแผนการสอบแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผ่านการเล่นแบบร่วมมือกัน ผู้เล่นจะได้ช่วยกันคิด นำเสนอ และแลกเปลี่ยนไอเดีย โดยส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือกันระหว่างกลุ่มสาระ สร้างความเข้าใจและสัมพันธ์อย่างถูกต้อง รวมถึงเห็นความสำคัญและเกื้อหนุนค่านิยมสะเต็มศึกษา

**Semi-Cooperative Boardgame**

**4-6 players**

**60+ minutes**

**Components**

| ภายในชุด                              |  |
|---------------------------------------|--|
| 1. บอร์ดหลัก                          | 6. ลูกบาศก์นับคะแนน                                |
| 2. บอร์ดผู้เล่น                       | • สีฟ้า 50 ชิ้น • สีแดง 50 ชิ้น • สีเหลือง 30 ชิ้น |
| 3. แผ่นประเมินตัวชี้วัดตามระดับชั้น   | 7. ทรายสี  |
| 4. คู่มือทศ 4 แบบ แบบละ 2 ตัว         | 8. Infographic STEAM Education                     |
| 5. การ์ด                              | 9. Template แผนการเรียน 1 หน้า                     |
| - การ์ดคำถาม - การ์ดไอเดีย - การ์ดสอน | 10. คู่มือการเล่น                                  |

| ผู้เล่นเตรียม                                 |                            |
|---|----------------------------|
| 1. Post-it ขนาด 3x3 นิ้ว แยกสีตามจำนวนผู้เล่น | 2. นาฬิกาจับเวลา           |
|   | 3. บัตรนำพิมพ์ สักวันเรียน |

**Outcome**

แผนการสอน 1 หน้า  
 1.วิชาที่บูรณาการ 2.สาระการเรียนรู้ 3.Theme  
 4.จุดประสงค์การเรียนรู้ (KPA) 5.กิจกรรมการเรียนรู้ 6.การวัดประเมินผล

**Victory Conditions**

ผู้เล่นที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นผู้ชนะ

**Gameplay and Rules**

วิธีการเล่นบอร์ดเกม STEAM Story แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลักและแตกต่างกัน เพื่อให้ผู้เล่นได้เรียนรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ระดมความคิด แลกเปลี่ยนไอเดีย แล้วจึงนำไปสู่การพัฒนางานการบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

**Setup**

ก่อนเริ่มเกมใช้วางลูกบาศก์ต่าง ๆ เหมือนไว้ ดังนี้

- วางบอร์ดหลักและเตรียมโต๊ะวาง
- นำการ์ดออกมาวางตามโต๊ะวาง
- เตรียมคะแนนตามอายุที่ผู้จัดการ
- แบ่งลูกบาศก์ตามอายุ 4 ขวบถึง 7 ขวบ
- เตรียมตัวชี้วัด
- เตรียม Infographic ใช้จุดสนใจ

**Character**

ตัวละครแต่ละสีเป็นทศวรรษต่างๆ ในสะเต็มศึกษา โดยผู้เล่นสามารถเลือกเล่นเป็นวิชาใดก็ได้

ให้เล่นอย่างละ 4 ตัวหรือหัดเล่นคนเดียว

**Science (Science)**   **Technology (Technology)**   **Arts (Arts)**   **Mathematics (Mathematics)**

**Science (Science)**

เนื่องจากในการนำวิทยาศาสตร์มาบูรณาการกับสะเต็มศึกษา ผู้ใช้สามารถนำวิทยาศาสตร์มาบูรณาการกับวิชาอื่นได้ จึงจำเป็นต้องใช้ผู้ช่วยวิชาศิลปะบูรณาการทางวิศวกรรมศาสตร์บูรณาการในผลที่ 3 ของการประเมิน

วิธีการเล่นบอร์ดเกม STEAM Story แบ่งเป็น 3 เฟสการเล่นที่แตกต่างกัน เพื่อให้ผู้เล่นได้เรียนรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาระดมความคิด แลกเปลี่ยนไอเดีย แล้วจึงนำไปสู่การพัฒนาแผนการสอนบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกัน โดยในเฟสที่ 2 สามารถเลือกเล่นได้ 2 รูปแบบ คือ Easy Mode และ Hard mode

### Phase 1 Introduction to STEAM

**1 แนะนำเกม**

อธิบายเกมให้ผู้เล่นเข้าใจก่อนเล่น

ทำความเข้าใจก่อนเล่น โดยไม่มีการชกชน ไม่ให้ผู้เล่นรู้สึกว่าเกมนี้ยากเกินไป

**2 เตรียมอุปกรณ์**

1. วางบนโต๊ะตามแบบฉบับที่โรงเรียน
2. นำการ์ดคำถามมาวางเรียงตามแบบฉบับ
3. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเปิดเกม
4. แจกการ์ดคำถามให้ผู้เล่นทุกคน
5. แจกการ์ดคำถามให้ผู้เล่นทุกคน
6. แจกการ์ดคำถามให้ผู้เล่นทุกคน
7. แจกการ์ดคำถามให้ผู้เล่นทุกคน

**3 การ์ดคำถาม**

ผู้เล่นทุกคนจะได้การ์ดคำถาม 1 ใบ ไม่ให้ผู้เล่นมองการ์ดคำถามก่อนเปิดการ์ดคำถาม

ผู้เล่นทุกคนจะได้การ์ดคำถาม 1 ใบ ไม่ให้ผู้เล่นมองการ์ดคำถามก่อนเปิดการ์ดคำถาม

**4 การ์ดตอบ**

ผู้เล่นทุกคนจะได้การ์ดคำถาม 1 ใบ ไม่ให้ผู้เล่นมองการ์ดคำถามก่อนเปิดการ์ดคำถาม

ผู้เล่นทุกคนจะได้การ์ดคำถาม 1 ใบ ไม่ให้ผู้เล่นมองการ์ดคำถามก่อนเปิดการ์ดคำถาม

### Gameplay and Rules

ผู้เล่นทุกคนจะได้การ์ดคำถาม 1 ใบ ไม่ให้ผู้เล่นมองการ์ดคำถามก่อนเปิดการ์ดคำถาม

ผู้เล่นทุกคนจะได้การ์ดคำถาม 1 ใบ ไม่ให้ผู้เล่นมองการ์ดคำถามก่อนเปิดการ์ดคำถาม

### Phase 2 Brainstorming STEAM

ผู้เล่นเลือกการ์ดคำถามในรูปแบบของ จาก 2 รูปแบบ คือ หากท้อใจ หรือ รวมไอเดีย

**1 เลือกประเด็น**

ผู้เล่นเลือกการ์ดคำถาม 1 ใบ และเขียนคำตอบสั้นๆ ลงบนการ์ดคำถาม

**2 คิดไอเดียที่หนักที่สุด**

ผู้เล่นเลือกการ์ดคำถาม 1 ใบ และเขียนคำตอบสั้นๆ ลงบนการ์ดคำถาม

**3 เลือก Theme**

ผู้เล่นเลือกการ์ดคำถาม 1 ใบ และเขียนคำตอบสั้นๆ ลงบนการ์ดคำถาม

**4 Pitching**

ผู้เล่นเลือกการ์ดคำถาม 1 ใบ และเขียนคำตอบสั้นๆ ลงบนการ์ดคำถาม

**5 Vote Best Idea**

ผู้เล่นเลือกการ์ดคำถาม 1 ใบ และเขียนคำตอบสั้นๆ ลงบนการ์ดคำถาม

**1 เลือก Theme**

ผู้เล่นเลือกการ์ดคำถาม 1 ใบ และเขียนคำตอบสั้นๆ ลงบนการ์ดคำถาม

**2 คิดไอเดียที่หนักที่สุด**

ผู้เล่นเลือกการ์ดคำถาม 1 ใบ และเขียนคำตอบสั้นๆ ลงบนการ์ดคำถาม

**3 เลือกประเด็น**

ผู้เล่นเลือกการ์ดคำถาม 1 ใบ และเขียนคำตอบสั้นๆ ลงบนการ์ดคำถาม

**4 Pitching**

ผู้เล่นเลือกการ์ดคำถาม 1 ใบ และเขียนคำตอบสั้นๆ ลงบนการ์ดคำถาม

**5 Vote Best Idea**

ผู้เล่นเลือกการ์ดคำถาม 1 ใบ และเขียนคำตอบสั้นๆ ลงบนการ์ดคำถาม

### Phase 3 Perfect STEAM

**1 พัฒนาต่อ**

ผู้เล่นเลือกการ์ดคำถาม 1 ใบ และเขียนคำตอบสั้นๆ ลงบนการ์ดคำถาม

**2 เขียนเป็นแผน**

ผู้เล่นเลือกการ์ดคำถาม 1 ใบ และเขียนคำตอบสั้นๆ ลงบนการ์ดคำถาม

**3 Bonus Score**

ผู้เล่นเลือกการ์ดคำถาม 1 ใบ และเขียนคำตอบสั้นๆ ลงบนการ์ดคำถาม

**4 นับคะแนน**

ผู้เล่นเลือกการ์ดคำถาม 1 ใบ และเขียนคำตอบสั้นๆ ลงบนการ์ดคำถาม

**คลังไอเดียการสอนระดับต้นศึกษา**

ผู้เล่นเลือกการ์ดคำถาม 1 ใบ และเขียนคำตอบสั้นๆ ลงบนการ์ดคำถาม

**แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม**

ผู้เล่นเลือกการ์ดคำถาม 1 ใบ และเขียนคำตอบสั้นๆ ลงบนการ์ดคำถาม

การ์ดคำถาม - ใช้สำหรับสร้างองค์ความรู้สะเต็มศึกษาในเฟสที่ 1 โดยผู้เล่นหาความรู้ประกอบกับแผ่น Infographic มีทั้งหมด 6 คำถาม



|   |   |  |
|---|---|--|
| <p><b>ระดับศึกษาเป็น การบูรณาการสาขาวิชาอะไรบ้าง</b></p> <p><b>คำตอบ</b> (ตอบถูกและครบทุกอัน)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>วิทยาศาสตร์ (science)</li> <li>เทคโนโลยี (technology)</li> <li>วิศวกรรมศาสตร์ (engineering)</li> <li>ศิลปะ (arts)</li> <li>คณิตศาสตร์ (mathematics)</li> </ul>   | <p><b>องค์ประกอบในการ บรรลุเป้าหมายการสอนแบบ ระดับศึกษา 3 ข้อ มีอะไรบ้าง</b></p> <p><b>คำตอบ</b> (ตอบถูกและครบทุกอัน)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) การนำเสนอบริบท (Context Presentation)</li> <li>2) การออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative Design)</li> <li>3) การรับรู้อารมณ์ (Emotion Touch)</li> </ol> | <p><b>แนวคิดระดับศึกษาถูกพัฒนาโดย นักการศึกษาใคร</b></p> <p><b>คำตอบ</b></p> <p>Georgette Yakman</p>                                 |
| <p><b>การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดระดับศึกษา 3 ชั้นหลัก มีอะไรบ้าง ตอนเรียงตามขั้นตอน</b></p> <p><b>คำตอบ</b> (ตอบถูกและเรียงครบทุกอัน)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) การนำเสนอสภาพปัญหาบริบทเชื่อมโยงกับชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือที่ใกล้ชั้นบนโลก</li> <li>2) การออกแบบสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์</li> <li>3) การสร้างความรู้สึกจับใจ</li> </ol> | <p><b>ตอนการสอนรูปแบบที่เหมาะสม จะนำเสนอกับระดับศึกษา 1 คำตอบ</b></p> <p><b>คำตอบ</b> (ตอบข้อใดข้อหนึ่ง)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Project-based learning</li> <li>• Problem-based learning</li> <li>• Phenomenon-based learning</li> </ul>  | <p><b>ระดับศึกษาสัมพันธ์กับการเรียน ในระดับใด ตามประเด็น STEAM ของ Yakman</b></p> <p><b>คำตอบ</b></p> <p>ประถมศึกษาถึงมัธยมศึกษา</p> |

Infographic – รวบรวมองค์ความรู้ของสะเต็มศึกษาให้เข้าใจง่าย

## STEAM Education (ระดับศึกษา)

# STEAM Story

### แนวความคิดของสะเต็มศึกษา

แนวคิดที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการบูรณาการ ใน 5 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่

- S** Science - วิทยาศาสตร์
- T** Technology - เทคโนโลยี
- E** Engineering - วิศวกรรมศาสตร์
- A** Arts - ศิลปะ
- M** Mathematics - คณิตศาสตร์

ส่งเสริมให้ผู้เรียน

- ลงมือกระทำ พัฒนาทักษะต่าง ๆ
- มีความสนใจใฝ่รู้
- เกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อหาวิธีการ หรือกระบวนการใหม่ด้วยตนเอง เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา (สุภัค โอฟ้าพิริยกุล, 2019)

### วิธีการออกแบบการเรียนรู้ ตามแนวคิดระดับศึกษา

Baek et al. (2011 อ้างถึงใน วิสูตร โพธิ์เงิน, 2017) ได้กล่าวถึง การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดระดับศึกษา 3 ชั้นหลักดังนี้

- 1 การนำเสนอสภาพปัญหาบริบทเชื่อมโยงกับชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือที่เกิดขึ้นบนโลก
- 2 การออกแบบสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์
- 3 การสร้างความรู้สึกจับใจ

รูปแบบการสอนที่เหมาะสมกับสะเต็มศึกษา เช่น Project-based learning, Problem-based learning, Phenomenon-based learning

### กรอบแนวคิดระดับศึกษา (ระดับชั้นของเนื้อหาและรูปแบบการใช้)

ปิรามิด STEAM ของ Yakman (2010) การบูรณาการตามแนวคิดระดับศึกษา (ชั้นที่ 2) จะสัมพันธ์กับการเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปจนถึงระดับมัธยมศึกษา

### ประโยชน์ของสะเต็มศึกษา

- ผู้เรียนได้ปฏิบัติ คิดคิด และสร้างสรรค์ผ่านศิลปะ ทำให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้
- กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน สร้างให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อรายวิชา
- เป็นสื่อกลางให้ผู้เรียนได้ แสดงออกทางด้านการคิด และการสร้างสรรค์
- เกิดการเรียนรู้แบบองค์รวม ระหว่างสาขาวิชา นำไปสู่การเชื่อมโยงกับการประยุกต์ใช้จริง
- ส่งเสริมให้ผู้เรียน มีทักษะการวิเคราะห์ และการประเมินค่า เพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์
- พัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวม ทำให้ผู้เรียนเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ รอบด้านทั้งศาสตร์และศิลป์

### องค์ประกอบในการบรรลุ เป้าหมายการสอนแบบระดับศึกษา

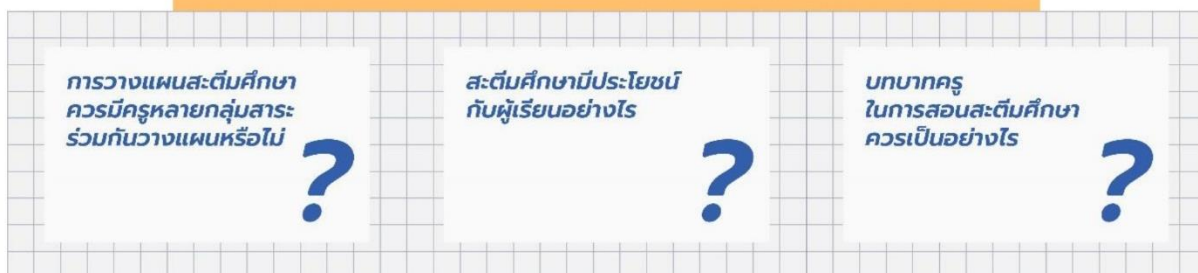
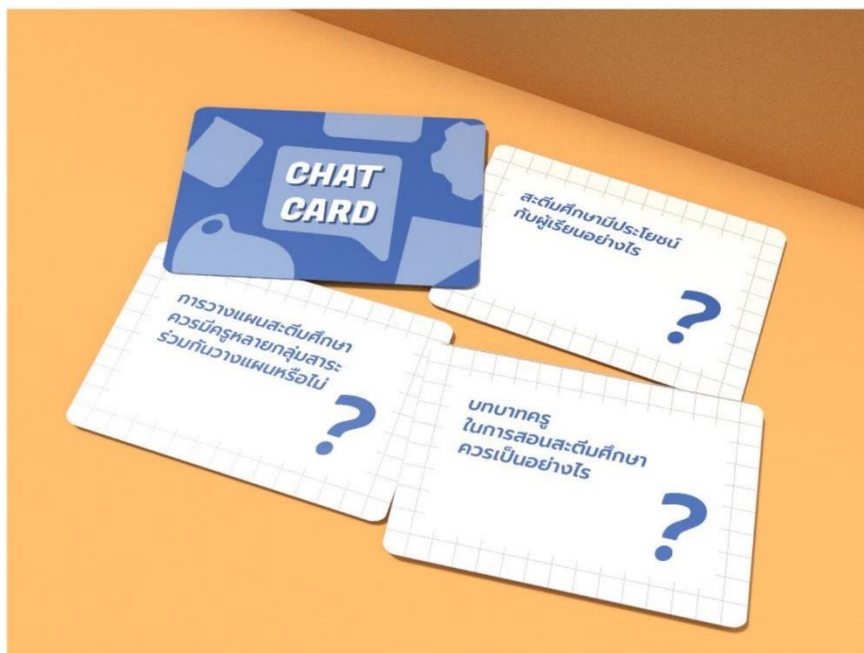
- 1 การนำเสนอบริบท (Context Presentation)
- 2 การออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative Design)
- 3 การรับรู้อารมณ์ (Emotion Touch)

(Yakman, 2015 อ้างถึงใน บุญนุช สิทธาจารย์, 2017)

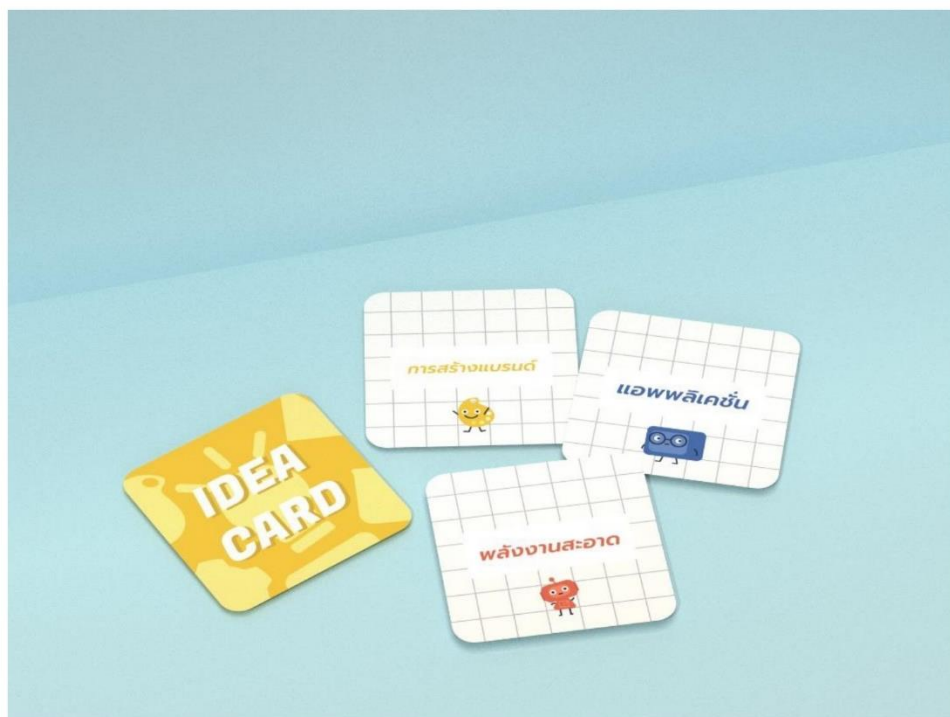
### แหล่งการเรียนรู้ เพื่อบegin

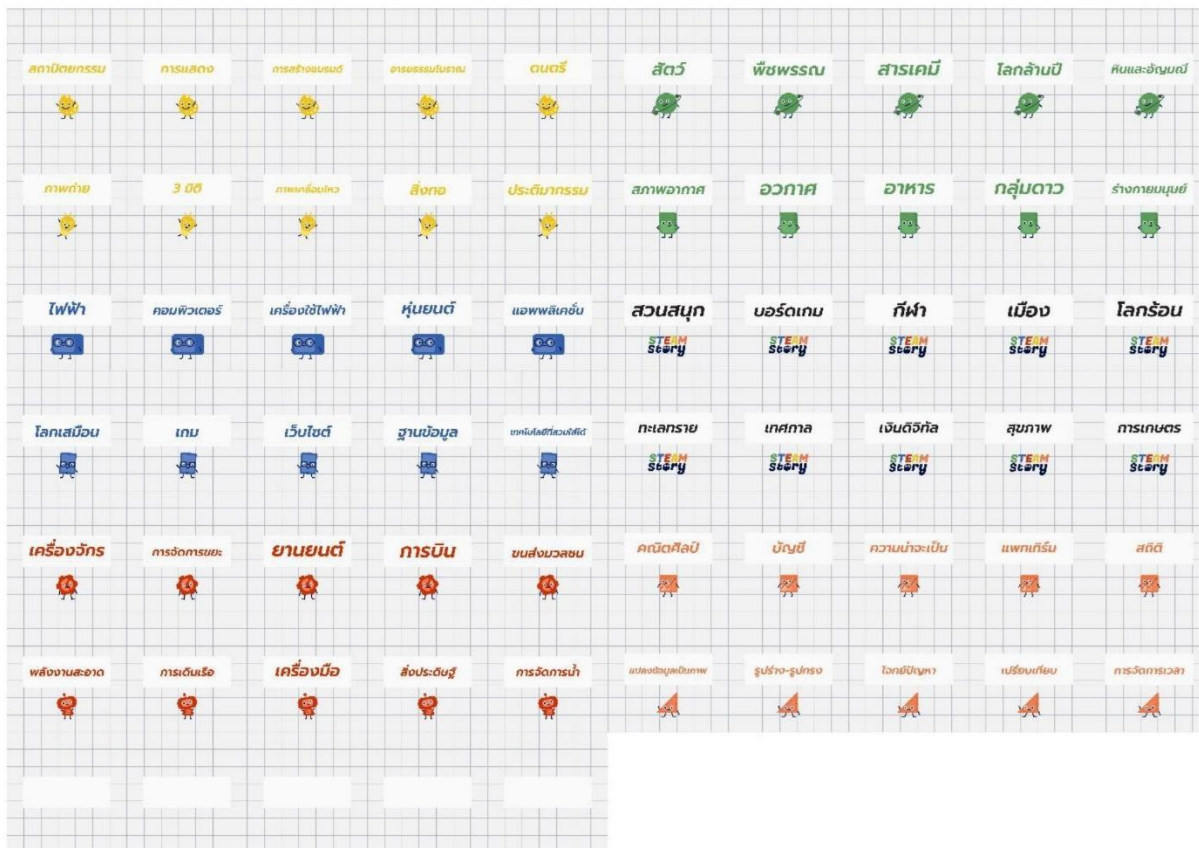
มีทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การคิดนอกกรอบและการสื่อสาร

การ์ดสนทนา - ใช้สำหรับให้ผู้เล่นแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในเกมเพลสที่ 1 เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน มีทั้งหมด 3 คำถาม

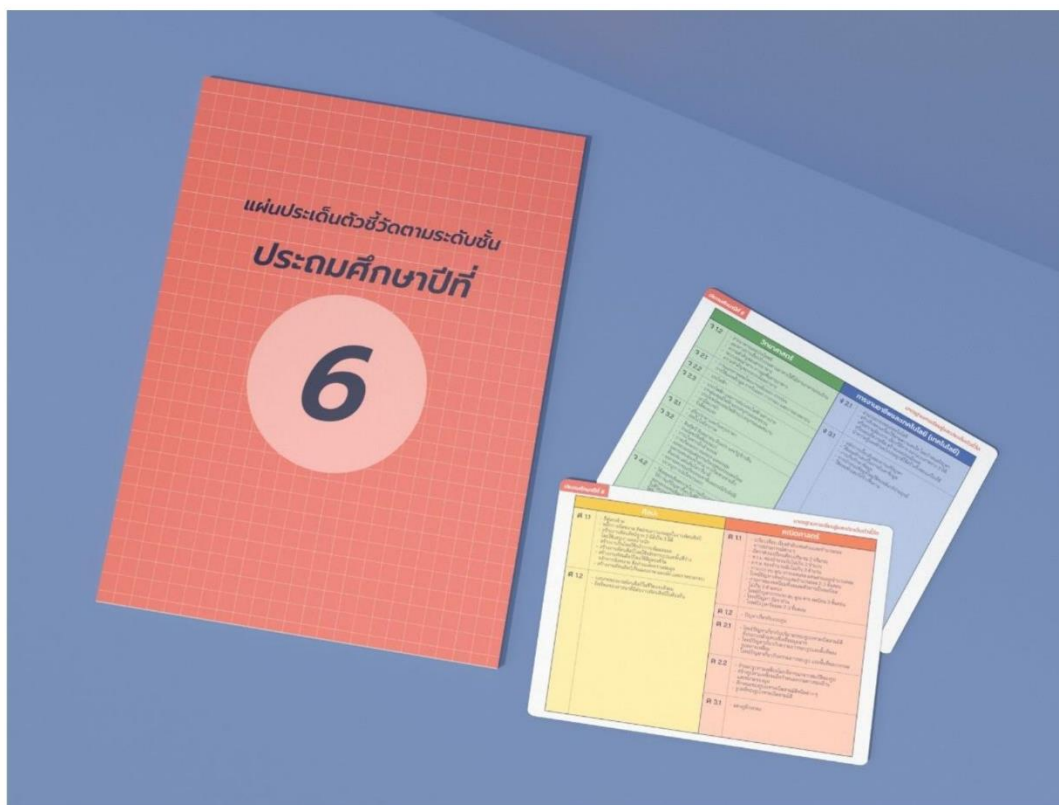


การ์ดไอเดีย - สำหรับเป็นตัวช่วยคิดให้ผู้เล่นเลือก Theme ของแผนการสอนสะตัมศึกษาในเกมเพลสที่ 2 มีทั้งหมด 65 ใบ





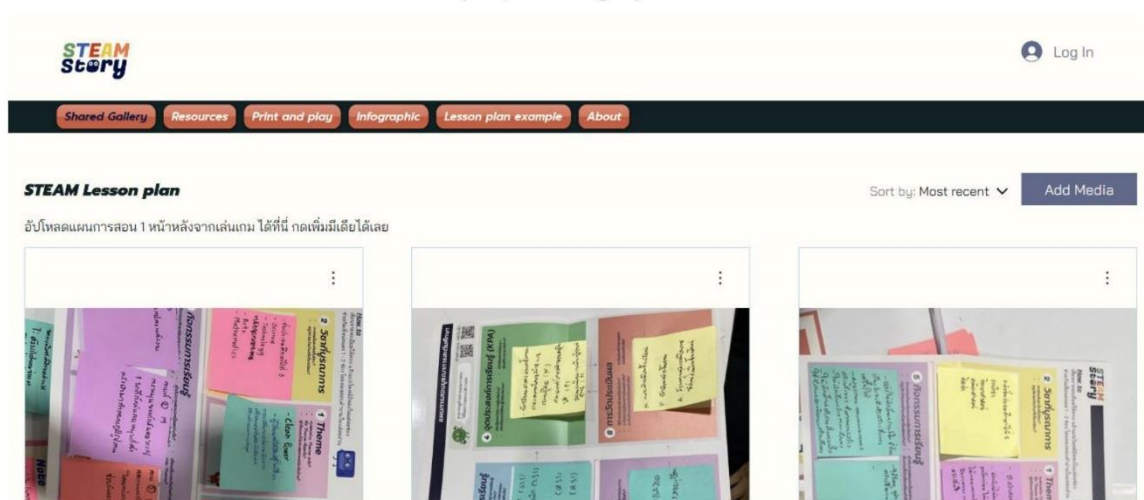
แผนประเด็นตัวชี้วัดตามระดับชั้น - เป็นแผนสรุปตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ตรงกับหลักสูตร 4 รายวิชา ได้แก่ ศิลปะ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี แบ่งเป็น 6 ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 1 – 6



แผนการสอน 1 หน้า – สำหรับให้ผู้เล่นวางแผ่นสติ๊กเกอร์ร่วมกันจากไอเดียที่ได้รับชมความคิดผ่านการเล่น



Website - ประกอบด้วย 1.คลังไอเดียสำหรับอัปโหลดแผนการสอนที่เสร็จแล้ว 2.แหล่งการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเพิ่มเติม 3.เกมเวอร์ชัน Print and play 4.Infographic 5.ตัวอย่างแผน





คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินระดับความเหมาะสม ตามความคิดเห็นของท่าน

เกณฑ์การประเมิน

- 5 หมายถึง ระดับความเหมาะสมมากที่สุด  
 4 หมายถึง ระดับความเหมาะสมมาก  
 3 หมายถึง ระดับความเหมาะสมปานกลาง  
 2 หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อย  
 1 หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

| รายการประเมิน   | ระดับความเหมาะสม |   |   |   |   |
|---|------------------|---|---|---|---|
|   | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1. นวัตกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีรูปแบบที่น่าสนใจ   |                  |   |   |   |   |
| 2. นวัตกรรม และบรรจุภัณฑ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีการออกแบบที่สวยงาม   |                  |   |   |   |   |
| 3. วัสดุมีความเหมาะสมกับการใช้งานโดยภาพรวม  |                  |   |   |   |   |
| 4. เกมมีรูปแบบการเล่นที่เหมาะสมกับการเรียนรู้สะเต็มศึกษา<br>ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน<br>สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพระดับประถมศึกษา  |                  |   |   |   |   |
| 5. เกมมีรูปแบบการเล่นที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย<br>ครูผู้สอนในกลุ่มสาระสะเต็มศึกษา  |                  |   |   |   |   |
| 6. เกมที่สร้างขึ้นมีกลไกส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือกัน<br>จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา  |                  |   |   |   |   |
| 7. กติกา วิธีการเล่นเกม และกลไกของเกม<br>มีความยากง่ายในระดับที่เหมาะสม   |                  |   |   |   |   |
| 8. คำแนะนำในการเล่น สามารถเข้าใจได้ง่าย<br>ผู้เล่นน่าจะสามารถทำความเข้าใจและปฏิบัติตามได้   |                  |   |   |   |   |
| 9. เกมที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นนวัตกรรม  |                  |   |   |   |   |
| 10. เกมที่สร้างขึ้นในลักษณะของบอร์ดเกม มีความเหมาะสม สำหรับเป็น<br>เครื่องมือเรียนรู้สะเต็มศึกษา ให้กับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพระดับ<br>ประถมศึกษา |                  |   |   |   |   |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....



ภาคผนวก ง

ใบรับรองโครงการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน  
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY



คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสถาบัน ชุดที่ 2

สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาคารจามจุรี 1 ชั้น 1 ห้อง 114 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

โทรศัพท์ : 0 2218 3210-11 E-mail: curec2.ch1@chula.ac.th

COA No. 293/2564

### ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 242/64 การพัฒนานวัตกรรมการสะเต็มศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา

ผู้วิจัยหลัก นางสาวณัชชา เจริญชนะกิจ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิจารณาจริยธรรมการวิจัยโดยยึดหลัก ของ Declaration of Helsinki, the Belmont report, CIOMS guidelines และ The international conference on harmonization – Good clinical practice (ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม

*ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ*

(ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ)  
ประธานคณะกรรมการ

ลงนาม

*หนึ่งหทัย แรงผลสัมฤทธิ์*

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หนึ่งหทัย แรงผลสัมฤทธิ์)  
กรรมการและเลขานุการ

รูปแบบการพิจารณาทบทวน: แบบลดขั้นตอน

วันที่รับรอง: 2 ธันวาคม 2564

วันหมดอายุ: 1 ธันวาคม 2565

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1. ข้อเสนอโครงการวิจัย
2. ประวัติและผลงานของผู้วิจัย
3. เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่าง/ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
4. หนังสือยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย
5. แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม และใบประท้วงสัมพันธ์



|               |               |
|---------------|---------------|
| เลขที่โครงการ | 242 / 64      |
| วันที่รับรอง  | - 2 ธ.ค. 2564 |
| วันหมดอายุ    | - 1 ธ.ค. 2565 |

เงื่อนไข

1. ผู้วิจัยรับทราบว่าเป็นการผิดจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่าง/ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณารับรองก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-13) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นหลักฐานในการปิดโครงการ
8. โครงการวิจัยที่ได้รับการอนุมัติโครงการโดยการพิจารณาทบทวนแบบกรณียกเว้น (Exemption review) ปฏิบัติตามเงื่อนไข ข้อ 1, 6 และ 7 เท่านั้น



คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสถาบัน ชุดที่ 2

สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาคารจามจุรี 1 ชั้น 1 ห้อง 114 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

โทรศัพท์ : 0 2218 3210-11 E-mail: curec2.ch1@chula.ac.th

COA No. 066/2565

## ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 242/64 การพัฒนานวัตกรรมการศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา

ผู้วิจัยหลัก นางสาวณัชชา เจริญชนะกิจ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิจารณาจริยธรรมการวิจัยโดยยึดหลัก ของ Declaration of Helsinki, the Belmont report, CIOMS guidelines และ The international conference on harmonization – Good clinical practice (ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม

(รองศาสตราจารย์ ดร.นวลน้อย ตรีรัตน์)  
ประธานคณะกรรมการ

ลงนาม

(อาจารย์ ดร.ศยามล เจริญรัตน์)  
กรรมการและเลขานุการ

รูปแบบการพิจารณาทบทวน: แบบลดขั้นตอน

วันที่รับรอง: 17 มีนาคม 2565

วันหมดอายุ: 16 มีนาคม 2566

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1. ข้อเสนอโครงการวิจัย ระยะ 2-3
2. เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่าง/ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ระยะ 2-3
3. หนังสือยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย ระยะ 2-3
4. แบบสัมภาษณ์, แบบสอบถาม, แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม,แบบประเมินความพึงพอใจ, แบบประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม, แบบสอบวัดความรู้ ระยะ 2-3



|               |               |
|---------------|---------------|
| เลขที่โครงการ | 242/64        |
| วันที่รับรอง  | 17 มี.ค. 2565 |
| วันหมดอายุ    | 16 มี.ค. 2566 |

เงื่อนไข

1. ผู้วิจัยรับทราบว่าเป็นการผิดจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่าง/ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ยินยอมของกลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณารับรองก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-13) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นหลักฐานในการปิดโครงการ
8. โครงการวิจัยที่ได้รับการอนุมัติโครงการโดยการพิจารณาทบทวนแบบกรณียกเว้น (Exemption review) ปฏิบัติตามเงื่อนไข ข้อ 1,6 และ 7 เท่านั้น



ภาคผนวก จ  
ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## 1. ความต้องการจำเป็นของแนวคิดสะเต็มศึกษา (1+2)

### ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1

สะเต็มศึกษาไม่แตกต่างกับการบูรณาการรูปแบบอื่น ๆ เป็นการบูรณาการในเนื้อหา แตกต่างที่วิธีการ ซึ่งความแตกต่างกับSTEM ในSTEMก็มีAอยู่แต่ไม่ได้ดึงสาระเนื้อหาออกมาอย่างชัดเจน ไม่ได้ยึดโยงไปให้เห็นภาพ ส่วนสะเต็มศึกษาจะเน้นการนำองค์ความรู้ของมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปกรรมมาเกี่ยวข้องเป็นอีกหนึ่งหลักที่เด็กจะไปสร้างนวัตกรรมหรือผลิตชิ้นงาน เมื่อนำการออกแบบทางทัศนศิลป์ หรือประยุกต์ศิลป์มาร่วมในการแก้ปัญหา หรือสร้างชิ้นงาน ก็จะสามารถแยกสาระสำคัญมาได้เลยว่าในปัญหาหนึ่ง ๆ มีสาระสำคัญอะไรเข้ามาเกี่ยวข้องบ้าง (STEAM) โดยแนวคิดสะเต็มศึกษาตามความเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์เองจะเน้นไปที่ศาสตร์ และองค์ความรู้ที่ได้จะต้องไปใช้ในการทำงาน

การปรับเปลี่ยนจากสะเต็มศึกษามาเป็นสะเต็มศึกษา ผู้ให้สัมภาษณ์มีความเห็นสอดคล้อง โดยให้เหตุผลว่า ชีวิตเรามีความเป็นองค์รวม รอบตัวเรามีวิทยาศาสตร์และศิลปะมาคู่กันและผสมผสานกัน ภายในเทคโนโลยีรอบตัวเราก็มีศิลปะรวมอยู่ด้วย ประโยชน์ต่อผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเห็นภาพเป็นองค์รวม ไม่ได้แยกสมองสองซีกชัดเจน แต่ในการจัดการเรียนรู้จะเน้นด้านไหนก็แล้วแต่ตัวกิจกรรม เช่น Project-based Problem-based Productivity-based เอาหลักการของสะเต็มศึกษาไปใช้ สะเต็มศึกษาไม่มีรูปแบบการสอนเป็นหลักในการบูรณาการ สำหรับสะเต็มที่สวท.นำมาใช้มีการกำหนดรูปแบบการสอนเพื่อให้ครูเข้าใจง่าย แต่จริง ๆ แล้วสะเต็มก็คือการบูรณาการ เมื่อศึกษาจะพบประเด็นว่าไม่มีผู้พูดถึงรูปแบบการสอนสะเต็มอย่างชัดเจน เพราะหลักการจริง ๆ ของสะเต็มและสะเต็มคือหลักการการบูรณาการการนำศาสตร์ความรู้ด้านต่าง ๆ มาใช้

“ถ้ามี A เข้ามามันจะเต็มเต็มในเรื่องขององค์ความรู้ที่มันสอดประสานได้อย่างชัดเจน ตรงประเด็น คนเรียนก็เห็นภาพว่าวิทยาศาสตร์ก็ได้แยกไปจากชีวิตของเรา และชีวิตของเราก็มีมนุษย์สังคมด้วย” (ก)

### ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 2

บางรูปแบบของการบูรณาการไม่ใช่สะเต็ม สะเต็มเป็น inter-disciplinary สะเต็มเป็นส่วนหนึ่งแต่ไม่ใช่ทั้งหมดของการบูรณาการ จากประสบการณ์ตรงในการใช้สะเต็มในการจัดการสอน บางเรื่องสะเต็มดีกว่าแต่บางเรื่องใช้การบูรณาการเล็ก ๆ กับรายวิชา 2 รายวิชาดีกว่า ขึ้นอยู่กับสถานการณ์

การปรับเปลี่ยนจากสะเต็มศึกษามาเป็นสะเต็มศึกษา ขึ้นอยู่กับความเชี่ยวชาญของผู้จัดการเรียนการสอน ทั้งสะเต็มและสะเต็มทำคนเดียวไม่สามารถทำให้เกิดผลสำเร็จได้ มีความจำเป็นเนื่องจาก จากประสบการณ์การใช้สะเต็ม ที่ต้องสอนเด็กมัธยมให้คิด ทำให้เป็นและอธิบายให้ได้ การ

ใช้สะเต็ม เด็กทำชิ้นงานได้แต่อธิบายไม่ได้ เมื่อนำสะเต็มมาใช้เด็กจะอธิบายด้วยภาพก็ได้ด้วยคำพูดก็ได้ เป็นศาสตร์และศิลป์ ซึ่งต้องมีครูในสาขานั้น ๆ เข้ามาช่วยดูแลและประเมินผ่านวิชานั้น ๆ ด้วย

“ถ้าถามว่ามีความจำเป็นมากน้อยเพียงใด (ที่จะเปลี่ยนสะเต็มเป็นสะเต็ม) สำหรับครูบอกได้เลยว่าจำเป็น เพราะเหตุผลคือครูก็ลองทำสะเต็มมาแล้ว ปัญหาของสะเต็มคือมันแข็ง เด็กคิดได้ เด็กทำได้ แต่เด็กอธิบายไม่เป็น” (ข)

“สะเต็มศึกษาไม่สามารถทำได้คนเดียวแน่ ๆ เพราะว่าเอาความรู้ความสามารถจากหลาย ๆ ศาสตร์มารวมกันเป็นศาสตร์เดียว” (ข)

### ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 3

การบูรณาการมีหลายแบบ เช่น บูรณาการเนื้อหา บูรณาการองค์ความรู้ สะเต็มเป็นกระบวนการบูรณาการอีกแบบหนึ่งที่เน้นการคิดและแก้ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ และสามารถใช้แก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันได้โดยใช้ความรู้ STEAM ซึ่งมีศิลปะเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย จึงช่วยพัฒนาการคิดของผู้เรียนทั้งสมองซีกซ้ายและซีกขวาไปด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนพัฒนาแบบองค์รวมได้ดีกว่าสะเต็มศึกษา การที่สะเต็มเน้นกระบวนการคิดและแก้ปัญหาของผู้เรียนทำให้สะเต็มต่างจากการบูรณาการรูปแบบอื่น ๆ ที่นำเนื้อหาเข้ามาบูรณาการเพียงอย่างเดียว ปัจจุบันมีการจัดการเรียนรู้หลายรูปแบบ ไม่มีอันไหนดีที่สุด ขึ้นกับบริบทและหน่วยการเรียนรู้

“สะเต็มพัฒนาสมองแค่ซีกเดียว เน้นการคิดคำนวณต่าง ๆ ถ้าเราเพิ่มอาร์ตเข้าไปก็เป็นการพัฒนาสมองทั้งสองซีก ไม่ว่าจะเป็นการคิดคำนวณบวกลบคูณหาร” (ค)

“สะเต็มหรือสะเต็มไม่ใช่การบูรณาการความรู้เฉย ๆ เป็นการเน้นกระบวนการแก้ปัญหา หรือการสร้างบางสิ่งบางอย่างเพื่อตอบโจทย์การใช้ชีวิตของคนปัจจุบัน” (ค)

## 2. สภาพปัจจุบันในการนำสะเต็มศึกษาไปใช้ (3+4)

### ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1

สะเต็มศึกษาไม่ได้เป็นนโยบายของภาครัฐ โดยภาครัฐสนับสนุนสะเต็มศึกษาจาก สสวท. ดังนั้นจึงไม่ได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ และมีบางโรงเรียนเท่านั้นที่ทำเป็นสะเต็มศึกษา ในการนำไปใช้จริงสะเต็มศึกษาจึงไม่ได้รับความนิยม และความสนใจมากนักเนื่องจากสะเต็มศึกษาเป็นนโยบายของภาครัฐ โดยผู้ให้สัมภาษณ์เชื่อว่าถ้าสามารถนำสะเต็มไปใช้ได้น่าจะดีกว่าสะเต็ม เนื่องจากสะเต็มเป็นภาพองค์รวมของการมีชีวิตของคนหนึ่งคน ซึ่งแยกขาดกันไม่ได้ ในระดับประถมศึกษาควรเป็นสะเต็มศึกษา และควรมีครูที่มีความเชี่ยวชาญในการสอนประถมศึกษา แต่ในระดับมัธยมศึกษาที่พอเข้าใจได้นำสะเต็มมาใช้ในการเจาะลงไปเฉพาะศาสตร์

ลักษณะของครูไทยมีทัศนคติและ Mindset ที่มีความเป็น Individual สูง ซึ่งต่างกับต่างประเทศที่ครูจะต้องมีการประชุมกัน ซึ่งเป็นปัญหาตั้งแต่ระบบโครงสร้างที่แยกกลุ่มสาระ ทำให้การบูรณาการระหว่างกลุ่มสาระทำได้ยาก ครูไม่ค่อยคุยกัน เลยต้องเกิดการบูรณาการภายในตัวครูเองเช่นถ้าเป็นครูประถมที่ต้องสอนได้ทุกรายวิชา ซึ่งปัญหามาจากโครงสร้างหลักสูตรและระบบการบริหารราชการด้วย ซึ่งถ้าปรับหลักสูตรเป็นฐานสมรรถนะอาจจะทำให้ดีขึ้น

“ลักษณะครูไทยที่เราเจอคือต่างคนต่างสอน ต่างคนต่างคิดกิจกรรม ต่างคนต่างประเมิน ปัญหาคือตรงนี้ถ้าทำลายตรงนี้ได้ ซึ่งอาจต้องรอดูหลักสูตรฐานสมรรถนะ ที่ทำลายเรื่องของกลุ่มสาระออก กลุ่มสาระเนี่ยเป็นตัวจับเราแยกโดยโครงสร้าง” (ก)

### ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 2

แนวโน้มของภาครัฐสนับสนุนสะเต็ม อยากติดตามโรงเรียนและพยายามผลักดัน แต่ในระดับภาครัฐดันได้ไม่ไกลเพราะติดอุปสรรคหลายอย่าง เช่น ครูมีภาระการสอนเยอะ ครูยังไม่เข้าใจ และครูคิดว่าวิชาแยกกัน เลยทำให้เกิดคำว่า “สะเต็มคนเดียว” ขึ้นมา ระดับโรงเรียน หลาย ๆ โรงเรียนก็พยายามผลักดันและกลายเป็นวิชา “สะเต็มโรงเรียน” เพื่อแก้ปัญหาให้ครูในแต่ละสาระมีเวลาเข้ามาสอนในรายวิชานี้ร่วมกัน และในระดับครูผู้สอน ครูผู้สอนก็มองว่าต้องการพัฒนาสะเต็มศึกษา แต่ก็ยังติดปัญหาเรื่องตารางเวลา จึงใช้การแก้โดยครูผู้สอนก็จะเข้ามาสอนเป็นบางครั้งร่วมกับการเชิญวิทยากรเป็นบางครั้ง เช่นครูต่างระดับชั้นที่เชี่ยวชาญเรื่องที่จะสอน ปัญหาเรื่องเวลาดังกล่าว ครูแต่ละคนมีภาระคาบสอนในการจะมาบูรณาการร่วมกันจึงมีอุปสรรค แต่เป็นเรื่องที่จำเป็นต้องทำ

ปัญหาที่เกิดขึ้นในการนำสะเต็มศึกษาไปใช้ในปัจจุบัน มีทั้งปัญหาเรื่องตารางสอนครูเยอะ 18-20 คาบ ให้แต่ละสาระวางตรงกันยาก และที่สำคัญคือครูไม่รู้ว่าสะเต็มจริง ๆ คืออะไร และยังพยายามที่จะยึดรายวิชาตนเองเป็นหลัก รวมถึงตามหลักของสะเต็มต้องมีการประเมินงานแต่ครูยังไม่รู้ว่าประเมินอย่างไรจากตรงไหน ดังนั้นในการแก้ปัญหา ควรยึดผู้เรียนเป็นหลักและค่อย ๆ ปรับการเรียนการสอนให้เหมาะสม



ปัญหาในการสอนสะเต็ม ถ้าครูรายวิชานั้น ๆ ไม่มาสอนร่วมกันในคาบที่จัดไว้ เด็กจะมองไม่ออก ซึ่งการมีครูรายวิชานั้น ๆ เข้ามาช่วยอธิบายว่าความรู้นั้นเชื่อมโยงกับรายวิชาของตนอย่างไร จะง่ายกับการเข้าใจของผู้เรียนกว่ามาก และเป็นสิ่งที่สร้างความแตกต่างมาก

### ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 3

ก่อนหน้านี้เป็นเชิงนโยบายว่าต้องมีการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และมีการปรับปรุงในปัจจุบันว่าต้องมีการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบสะเต็มหรือสะเต็มบวกกับอื่น ๆ ปัจจุบันมีแนวโน้มเกี่ยวกับหลักสูตรฐานสมรรถนะ ครูต้องเข้าใจกระบวนการสะเต็มให้ชัดเจนก่อนถึงจะนำไปใช้ได้ ควรมีการอบรมครูก่อนนำไปใช้ หากศึกษาด้วยตนเองอาจไม่เกิดแนวคิดที่ชัดเจนและอาจเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน ถ้าครูเข้าใจแนวคิดของสะเต็มศึกษาเป็นอย่างดีแล้วครูก็จะสามารถออกแบบหน่วยการเรียนรู้ได้ โดยอาจเป็นเนื้อหาหน่วยใดหน่วยหนึ่งหรือภาระงานรวบยอดจากสิ่งที่สอนเนื้อหาทั้งหมด เพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงองค์ความรู้ และนำไปใช้แก้ปัญหา ด้วยข้อจำกัดของเวลา เนื้อหาซึ่งครูหลายคนมองว่ามาตรฐานและตัวชี้วัดมีค่อนข้างเยอะจะบูรณาการให้ครบไม่สามารถทำได้ จึงควรเน้นทำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้และนำความรู้นั้นมาแก้ปัญหาได้อย่างไรเป็นสิ่งสำคัญที่จะมีการเรียนรู้แบบสะเต็ม

### 3. สื่อการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู (5+6)

#### ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1

ต้องให้นิสิตฯ เข้าใจคอนเซ็ปต์หลักกว่าสะเต็มศึกษาเป็นแนวการจัดการศึกษาเชิงบูรณาการ ไม่ใช่รูปแบบการสอน เช่นสื่อการสอนอาจนำโครงงานวิทยาศาสตร์มาบูรณาการร่วมกันว่าศิลปะอยู่ตรงไหน และโครงงานศิลปะวิทยาศาสตร์อยู่ตรงไหน ซึ่งจะทำให้เห็นภาพว่าถ้ามีโครงงานของศิลปะจะไปบูรณาการเข้ากับวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร และถ้ามีโครงงานของวิทยาศาสตร์จะบูรณาการเข้ากับศิลปะได้อย่างไร โดยในการบูรณาการศิลปะ

องค์ประกอบที่ต้องรู้ในการจะสอนสะเต็มคือต้องบูรณาการให้เป็น เอาหลักบูรณาการมาใช้ให้ได้ และสัดส่วนในการคิดโครงงานว่าในแต่ละวิชาควรมีสัดส่วนอย่างน้อยแค่ไหน โดยต้องวิเคราะห์หลักสูตรว่าในชิ้นงานหนึ่ง ๆ ควรมีสัดส่วนอย่างไร

“หัวใจที่ต้องรู้เลยคือการบูรณาการ และการเลือกสัดส่วนของสาระที่เหมาะสม กับสิ่งที่จะเรียนจะสอน” (ก)

#### ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 2

จำเป็นที่ต้องมีสื่อการเรียนรู้ที่ให้นิสิตฯ มองให้ออกว่าสาระต่าง ๆ ไม่แยกกัน ผู้เรียนสำคัญและต้อง มองความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ รวมถึงมองครูด้วยกันซึ่งเป็นผู้ร่วมงาน เป้าหมายที่จะให้นิสิตฯ ประสบความสำเร็จในการสอนสะเต็มศึกษาที่ควรเน้นที่สุดคือ วัตถุประสงค์ว่าทำไมควรสอนสะเต็ม ผลงานออกมาจะเป็นอย่างไร และกระบวนการ ซึ่งองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น หลักการพื้นฐาน กระบวนการ ตามมาหลังจากวัตถุประสงค์

#### ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 3

การจัดการเรียนการสอนปัจจุบันที่เน้นการบูรณาการ ไม่ว่าจะในระดับปฐมวัย ประถมศึกษา มัธยมศึกษา หรืออุดมศึกษา การที่นิสิตฯ ได้เรียนรู้กระบวนการสะเต็มหรือสะเต็มจะให้นิสิตได้เรียนรู้กระบวนการเชื่อมโยงความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ ในการทำสื่อการเรียนรู้สำหรับนิสิตฯ ควรมีการกำหนดเงื่อนไขที่จำเป็นให้นิสิตได้แก้ไขปัญหาภายใต้สถานการณ์ที่กำหนด เช่น ชนิดของวัสดุ เวลา เพื่อให้ นิสิตสร้างสรรค์และแก้ปัญหาขณะทำกิจกรรม ควรมอบโจทย์ให้นิสิตได้ฝึกการทำงานร่วมกัน

การจัดการเรียนการสอนไม่ว่าในรูปแบบไหน เราควรมีเครื่องมือในการวัด ไม่อย่างนั้นไม่สามารถวัดและประเมินผลกระบวนการเรียนรู้ได้ สะเต็มศึกษาก็เช่นเดียวกัน วิธีการวัดอาจใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน แบบสังเกตพฤติกรรมว่านิสิตฯมีกระบวนการคิด-แก้ปัญหาระหว่างจัดกิจกรรมหรือไม่

#### 4. ลักษณะของครูที่จะจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (7+8+9)

(เป็นการวิเคราะห์เพื่อวางแนวทางว่าควรจะพัฒนานิสิตอย่างไรให้เป็นครูสะเต็มศึกษาได้ในอนาคต)

##### ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1

ในการจัดการเรียนรู้ผ่านแนวคิดสะเต็มศึกษา ถ้าสามารถให้ครูต่างกลุ่มสาระมาทำงานร่วมกัน เพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้ มีความสำคัญ แต่ทำได้ยาก จะเหนื่อยตอนแรก แต่สบายตอนหลัง ในการที่จะคิดโปรเจกต์ขึ้นให้ตอบสนองสาระต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้มีความยาก ถ้าครูสามารถคุยกันได้ ก็ควรมาคุยว่าหัวเรื่องที่จะสะท้อนถึงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ สังคมศึกษา ภาษาและศิลปะ จะทำอะไรเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และองค์ความรู้ที่เด็ก สืบค้นและสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองแล้วตรงตามเป้าประสงค์ของหลักสูตรและการสอนร่วมกัน ซึ่งเป็นสิ่งที่คิดยากแต่เมื่อคิดแล้วครูก็จะรู้ว่าเนื้อหาควรจะมีสัดส่วนอย่างไร จะประเมินอย่างไรจากตรงไหนได้บ้าง ในขั้นตอนนี้

ลักษณะของครูที่จะจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา พื้นฐานสำคัญควรเป็นคนยืดหยุ่นสูง คิดบวก สร้างสรรค์ (คิด-ทำ-พูดอย่างสร้างสรรค์) ต้องเปิดใจยอมรับ หรือจะเรียกว่าเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลงก็ได้ พร้อมทั้งจะเปลี่ยนแปลงทุกสถานการณ์ทั้งในภาวะที่เป็นผู้นำและผู้ตามในการทำงานร่วมกับผู้อื่น และสิ่งที่ต้องรู้คือการเชื่อมโยง

“สิ่งที่ต้องรู้คือจะเชื่อมโยงอย่างไร คิดไปถึงว่าปลายทางจะเกิดอะไร และสิ่งที่จะทำให้เกิดปลายทางคืออะไร คือการคิดเชื่อมโยงและบูรณาการและกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ร่วมกัน ว่าต้องการให้เด็กเกิดอะไร ถึงจะเกิดการรวมตัวกันของครู” (ก)

ในการประเมินการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีทั้ง Summative และ Formative ต่างสาระสามารถแยกกันประเมินระหว่างทำ และมาประเมิน Summative ร่วมกันซึ่งต้องย้อนไปตั้งแต่ขั้นตอน การออกแบบว่าโปรเจกต์สะเต็มที่สร้างขึ้นว่ามีสาระการเรียนรู้หลักที่ต้องการให้เด็กเรียนรู้ได้อย่างไร

ในการประเมินแผนการเรียนรู้สะเต็ม ต้องดูองค์ประกอบว่า STEAM เอาไปใช้อย่างไรตรงไหน ของกิจกรรมที่ครูนำไปใช้สอดคล้องกับสิ่งที่ออกแบบการเรียนการสอนหรือไม่ แต่จะไม่ดูขั้นตอนหรือรูปแบบการสอน แผนสะเต็มที่ดีควรให้เห็นครบว่าทุกสาระนำไปใช้อย่างไร สัดส่วนมากน้อยแล้วแต่ตัว หัวข้อ และต้องเห็นการเชื่อมโยงสาระออกมาได้อย่างสอดประสานกันเพื่อนำพาซึ่งผลิตภัณฑ์หรือผลที่จะเกิดขึ้น

##### ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 2

ต้องวางแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกันเยอะ ๆ ให้ครูเรียนรู้ร่วมกันให้ได้ ให้ครูศิลปะเป็นตัวเชื่อม ครูทุกคนต้องประเมินผลร่วมกัน ในแผนการเรียนรู้ต้องมีค่าน้ำหนัก เวลา เนื้อเรื่อง ซึ่งแผนก็ จะมีการยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ โดยครูที่จะริเริ่มการสอนสะเต็มศึกษาต้องทำให้เห็น ใจกว้าง เปิดใจกันในการขอความช่วยเหลือ

ครูต้องมีความรู้และเข้าใจในวิชาของตนเองก่อน และต้องเข้าใจในศาสตร์ที่สนใจจะพัฒนาเด็ก (STEAM) และต้องมี Mindset ที่อยากจะพัฒนาเด็กจึงจะบูรณาการการสอนสะเต็มได้สำเร็จ ต้องรู้ตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ของวิชาต่าง ๆ เพื่อมาคิดว่าอะไรจะเชื่อมโยงกันได้ ครูต้องเก่ง และมีความรู้เพียงพอที่จะให้แนวทางเด็กในการทำชิ้นงานหรือแก้ปัญหาตามสาระการเรียนรู้ของตนได้ นอกจากนี้โรงเรียนควรต้องจัดตารางสอนเพื่อเอาไว้ให้ครูมีเวลามาร่วมกันสอนสะเต็ม และควรจัดห้องหรือโครงสร้างของการเรียนให้ไม่ไกลกันเกินไป เช่นไม่ใช้วิทยาศาสตร์เรียนวันจันทร์ ศิลปะเรียนวันศุกร์ ซึ่งอาจทำให้เด็กสับสนเนื้อหาที่เรียนไปก่อนจะได้มาเชื่อมโยงกัน และควรมี course outline เพื่อดูว่าวิชาต่าง ๆ กำลังสอนเรื่องอะไร

การวัดและประเมินผลต้องประเมินองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ ผลงานโดยประเมินผ่านแบบประเมินนวัตกรรมหรือประเมินผลงาน วัดผลความรู้วัดโดยเจ้าของวิชานั้น ๆ อาจใช้แบบสอบหรือช่องทางอื่น ๆ และวัดผลกระบวนการ เช่น ทักษะ ซึ่งจะมีบางทักษะของแต่ละรายวิชาที่ซ้ำกัน ครูต้องคุยกันว่าในแต่ละวิชาวัดเหมือนกันหรือไม่ อะไรที่สอดคล้องกันและมาวัดผลร่วมกันได้และต้องมีครูสาระใดบ้างมาวัดร่วมกัน อันไหนต้องแยกกันวัด ครูต้องตกลงกัน

“สะเต็มที่ดีต้องเกิดจากผู้เชี่ยวชาญหรือครูมาร่วมกันสร้าง มาร่วมกันประเมิน ทุกคนต้องแสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย ต้องผสมกลมกลืนกันอย่างต่อเนื่อง” (ข)

### ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 3

การบูรณาการสะเต็มศึกษาสามารถทำได้หลายแบบ แบบแรก อาจารย์หลายกลุ่มสาระมาคุยกันร่วมกันวางแผนออกแบบหน่วยการเรียนรู้ร่วมกัน และจัดกิจกรรมร่วมกัน ซึ่งจะเกิด Theme ใหญ่ที่น่าสนใจ แต่มีปัจจัยหลายอย่างที่ต้องคำนึงถึง เช่น นโยบายการบริหาร การจัดตารางสอน การประเมินผล หรืออาจใช้อีกวิธีคือ อาจารย์สอนวิชาใดวิชาหนึ่ง ยึดวิชาตนเองเป็นแกนแล้วบูรณาการวิชาอื่นก็สามารถทำได้ ขึ้นอยู่กับบริบทของสถานศึกษา

ครูที่จะจัดการเรียนรู้เรื่องสะเต็มศึกษาต้องรู้เรื่อง กระบวนการสะเต็ม จัดการเรียนรู้รูปแบบไหน จัดกิจกรรมอย่างไร มีการวัดและประเมินผลอย่างไร ต้องมีการจัดการอบรมให้ครูเข้าใจแนวคิดและมีทักษะในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

“ดังนั้นครูจึงต้องผ่านการอบรมให้มีแนวคิด สามารถออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ออกแบบการวัดและการประเมินผลให้สอดคล้องกับผู้เรียนในแต่ละช่วงวัย” (ค)

องค์ประกอบของแผน ต้องออกแบบว่าจะสอนอะไร สอนอย่างไร วัดประเมินผลอย่างไร จะเตรียมสื่ออะไรบ้างให้ผู้เรียน ในรูปแบบของสะเต็มศึกษาที่มีการบูรณาการและเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ โดยการประเมินผลควรต้องประเมินตามสภาพจริง เน้นกระบวนการพัฒนาคุณลักษณะ สมรรถนะ หรือทักษะของผู้เรียน เป็น Formative assessment ที่ไม่ได้เน้นแค่ความรู้ ผู้เรียนต้องมีทักษะด้วย และเน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียน

ปกติในการวัดประเมินผลการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาจะไม่ค่อยวัดความรู้ (Knowledge) จะเน้นไปที่วัดทักษะและกระบวนการที่จะเกิดขึ้นกับผู้เรียน เช่น กระบวนการคิดและแก้ปัญหา กระบวนการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ความร่วมมือในการทำงานเป็นทีม

## 5. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ต่อการพัฒนานวัตกรรมในการวิจัย (10)

### ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1

- แนะนำหนังสือเรื่อง Educational Game Design Fundamental, From STEM to STEAM

- ควรแบ่งเลเวลเกม ให้ครูละลายพฤติกรรม เน้นcontentให้สะท้อนว่าไม่ได้ลิงก์กับเพื่อนที่รู้ศาสตร์นั้นจริง ๆ จะเกิดปัญหาอะไรบ้าง อาจให้มีโปรเจกต์นี้ และบอกว่าถ้าจะต้องอาศัยคนในศาสตร์ไหนบ้างมาช่วยเพื่อสร้าง

### ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 2

-

### ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 3

ต้องเข้าใจแนวคิดของสะเต็ม และดูว่าจะวัดอย่างไรว่านิสิตฯ มีองค์ความรู้สะเต็ม สามารถออกแบบการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองหลังใช้นวัตกรรม

### สรุปผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา

สรุปผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา 3 ท่าน พบว่า แนวคิดสะเต็มศึกษามีความ ต้องการจำเป็นในการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เนื่องจากมีความแตกต่างกับการบูรณาการรูปแบบ อื่น ๆ โดยมีวิธีการและกระบวนการที่เน้นการคิดและแก้ปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้แก้ปัญหา ซึ่ง แตกต่างจากการบูรณาการรูปแบบอื่น ๆ ที่นำเนื้อหาเข้ามาบูรณาการเพียงอย่างเดียว โดยสะเต็มศึกษา มีประโยชน์ในการทำให้ผู้เรียนเห็นภาพองค์รวม พัฒนาสมองทั้งสองซีกทั้งด้านศาสตร์และศิลป์ มี ทักษะการคิดคำนวณร่วมกับสุนทรียภาพ มีทักษะการคิดแก้ปัญหา ในสถานการณ์ปัจจุบันซึ่งสะเต็ม ได้รับการสนับสนุนมากกว่าสะเต็ม ควรมีการปรับเปลี่ยนจากสะเต็มเป็นสะเต็มศึกษา เนื่องจาก รอบตัว ของผู้เรียนมีทั้งวิทยาศาสตร์และศิลปะผสมผสานกัน แยกกันไม่ขาด นอกจากนั้นจากประสบการณ์ ตรงของผู้เชี่ยวชาญๆ การใช้สะเต็มศึกษา ผู้เรียนสามารถทำชิ้นงานได้แต่จะขาดทักษะในการอธิบาย ผลงาน เมื่อนำสะเต็มเข้ามาใช้ผู้เรียนสามารถอธิบายผลงานได้จากทั้งองค์ความรู้เรื่องภาษาและศิลปะ เข้ามาช่วยบูรณาการ ทำให้ผู้เรียนพัฒนาแบบองค์รวมได้ดีกว่าสะเต็มศึกษา โดยสภาพปัจจุบันในการ นำสะเต็มศึกษาไปใช้นั้นในส่วนของภาครัฐ ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อมูลที่สอดคล้องกันว่า ภาครัฐสนับสนุนสะ เต็มศึกษา โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สะเต็มศึกษาจึงไม่ได้รับ ความนิยม และความสนใจมากนัก ทั้งสะเต็มและสะเต็มยังมีอุปสรรคหลายประการด้วยกันในการ นำไปใช้จริงในโรงเรียน ปัจจุบันมีแนวโน้มเกี่ยวกับหลักสูตรฐานสมรรถนะที่อาจเข้ามาช่วยแก้ปัญหา บางประการได้ โดยในส่วนของครูผู้สอน มีปัญหาในด้านระบบโครงสร้างและลักษณะของครู โดย ระบบโครงสร้างที่แยกกลุ่มสาระ ทำให้การบูรณาการระหว่างกลุ่มสาระทำได้ยาก ครูไม่ค่อยคุยกัน และการจัดตารางสอนมีอุปสรรคที่ครูมีภาระการสอนเยอะทำให้แต่ละสาระวางตรงกันยาก ไม่ สามารถประชุมวางแผนร่วมกัน หรือเข้ามาร่วมสอนร่วมกันได้ ซึ่งจากประสบการณ์ของผู้ให้สัมภาษณ์ การมีครูรายวิชานั้น ๆ เข้ามาช่วยอธิบายว่าความรู้นั้นเชื่อมโยงกับรายวิชาของตนอย่างไร จะง่ายกับ การเข้าใจของผู้เรียนกว่ามาก ปัญหาดังกล่าวยังสะท้อนไปถึงลักษณะของครูไทยที่ต่างคนต่างสอน นอกจากนั้นครูยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา การประเมิน วิธีการสอน ดังนั้นครูต้องเข้าใจ กระบวนการสะเต็มให้ชัดเจนก่อน ควรมีการอบรมครูก่อนนำไปใช้ หากครูศึกษาด้วยตนเองอาจไม่เกิด แนวคิดที่ชัดเจนและมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน สื่อการเรียนรู้สะเต็มศึกษา สำหรับนิสิตฝึก ประสบการณ์วิชาชีพครูนั้น มีความจำเป็นที่ต้องมีสื่อการเรียนรู้ที่ให้นิสิตฯ เข้าใจคอนเซ็ปต์หลักว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวการจัดการศึกษาเชิงบูรณาการ มองเห็นว่าสาระต่าง ๆ ไม่แยกกัน ผู้เรียนมี ความสำคัญ และต้องเห็นความสำคัญในการร่วมมือกับครูด้วยกัน การที่นิสิตฯ ได้เรียนรู้กระบวนการ สะเต็มหรือสะเต็มจะทำให้นิสิตได้เรียนรู้การเชื่อมโยงความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ และ ควรมีการกำหนด เงื่อนไขที่จำเป็นให้นิสิตได้แก้ไขปัญหากลางใต้สถานการณ์ที่กำหนด ได้ฝึกการทำงานร่วมกัน องค์ประกอบที่ควรเน้นในการจัดทำสื่อการเรียนรู้ คือ วัตถุประสงค์ว่าทำไมควรสอนสะเต็ม ผลงาน

ออกมาจะเป็นอย่างไร และกระบวนการ ต้องเน้นให้บัณฑิตมีทักษะในการนำการบูรณาการไปใช้ มีการกำหนดสัดส่วนของแต่ละรายวิชาในโครงการหนึ่ง ๆ และควรต้องมีวิธีการวัดความรู้ของนิสิตฯ ในการใช้สื่อดังกล่าว อาจใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน หรือแบบสังเกตพฤติกรรม ซึ่งการพัฒนา นิสิตฯ ให้เป็นครูสะเต็มศึกษาได้ในอนาคตนั้น ผู้เชี่ยวชาญได้ระบุความสำคัญในการร่วมมือกับครูต่าง กลุ่มสาระไว้ว่า มีความสำคัญ แต่ทำได้ยาก โดยถ้าครูหลายกลุ่มสาระมาคุยกันร่วมกันวางแผน ออกแบบหน่วยการเรียนรู้ร่วมกัน และจัดกิจกรรมร่วมกัน จะเกิด Theme ใหญ่ที่น่าสนใจ อย่างไรก็ตามมีปัจจัยหลายอย่างที่ต้อคำนึงถึง เช่น นโยบายการบริหาร การจัดตารางสอน การประเมินผล โดยโรงเรียนควรต้องจัดตารางสอนเพื่อเอาไว้มให้มีเวลาร่วมกันสอนสะเต็ม และควรจัดห้องหรือ โครงสร้างของการเรียนให้ไม่ไกลกันเกินไป และควรมี Course outline เพื่อดูว่าวิชาต่าง ๆ กำลังสอน เรื่องอะไร ลักษณะของครูที่จะจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษานั้นควรใจกว้าง เปิดใจกันในการขอ ความช่วยเหลือ ยืดหยุ่นสูง คิดบวก สร้างสรรค์ (คิด-ทำ-พูดอย่างสร้างสรรค์) ต้องมีความรู้และเข้าใจ ในวิชาของตนเอง ต้องมี Mindset ที่อยากพัฒนาผู้เรียน ต้องรู้ตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ของ วิชาต่าง ๆ เพื่อมาดูว่าอะไรจะเชื่อมโยงกันได้ ครูต้องเก่งและมีความรู้เพียงพอที่จะให้แนวทางเด็กใน การทำชิ้นงานหรือแก้ปัญหาตามสาระการเรียนรู้ของตนได้ ต้องรู้กระบวนการสะเต็ม สำหรับแผนการ เรียนรู้สะเต็มศึกษาควรมีองค์ประกอบว่าต้องการสอนอะไร สอนอย่างไร วัดประเมินผลอย่างไร จะ เตรียมสื่ออะไรบ้างให้ผู้เรียน ต้องมีค่าน้ำหนัก เวลา เนื้อเรื่อง แผนสะเต็มที่ดีควรให้เห็นครบว่าทุกสาระ นำไปใช้อย่างไร สัดส่วนมากน้อยแล้วแต่ตัวหัวข้อ และต้องเห็นการเชื่อมโยงสาระออกมาได้อย่างสอด ประสานกันเพื่อนำพาซึ่งผลิตภัณฑ์หรือผลที่จะเกิดขึ้น การประเมินผลการเรียนรู้สะเต็มศึกษานั้นควร ต้องประเมินตามสภาพจริง ต่างสาระสามารถแยกกันประเมินระหว่างทำ (Formative assessment) และมาประเมินผลรวม (Summative assessment) ร่วมกัน โดยควรมีการประเมินองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ 1) ประเมินผลงานโดยประเมินผ่านแบบประเมินนวัตกรรมหรือผลงาน 2) ประเมินความรู้ โดยเจ้าของวิชานั้น ๆ อาจใช้แบบสอบหรือช่องทางอื่น ๆ 3) ประเมินกระบวนการ เช่น ทักษะ กระบวนการคิดและแก้ปัญหา กระบวนการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ความร่วมมือในการทำงานเป็นทีม





## 1. รูปแบบการสอนศิลปะแบบบูรณาการ (1+8)

### ครูท่านที่ 1

บูรณาการศิลปะเข้ากับวิทยาศาสตร์และการทำงานอาชีพในรายวิชา Botany โดยให้ผู้เรียนสังเกตรูปภาพและจดบันทึกลักษณะของต้นไม้

บูรณาการศิลปะเข้ากับประวัติศาสตร์ให้ผู้เรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายที่เป็นนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษเรียนรู้จากภาพ และวาดภาพเป็นเรื่องราว จัดลำดับเป็น Storyboard โดยมีภาษาเข้ามาบูรณาการร่วมด้วยให้ผู้เรียนเรียนรู้วิธีการเขียนคำ

ใช้รูปแบบการสอนแบบ Choice-based learning มีโจทย์ที่กว้างให้ผู้เรียนได้ศึกษาหัวข้อที่ชอบหรือถนัด มีกระบวนการให้ผู้เรียนสืบค้นและนำเสนองานทำให้ผู้เรียนรู้สึก รู้จริง โดยผู้เรียนได้เรียนรู้เองโดยครูไม่ต้องสอน ผู้เรียนมีการนำความรู้มาอภิปรายถกกัน โดยครูร่วมเรียนรู้ไปพร้อมกับผู้เรียน และเข้าไปช่วยให้กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนสมบูรณ์ที่สุด โดยผู้เรียนบางคนถนัดภาษาอังกฤษได้มีการหาข้อมูลเป็นภาษาอังกฤษทำให้ได้ข้อมูลมากกว่าเด็กที่หาข้อมูลเป็นภาษาไทย มีมุมมองที่ใหม่และแตกต่างรวมถึงได้บูรณาการเทคโนโลยีด้วย ซึ่งรูปแบบการสอนดังกล่าวมีผลทำให้เด็กมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาศิลปะอีกด้วยเนื่องจากผู้เรียนได้ค้นหาในสิ่งที่ตนเองชอบ ผู้เรียนได้เรียนรู้เท่าที่ผู้เรียนอยากจะทำโดยไม่ยึดยึดความรู้ให้ผู้เรียน

“ครูไม่รู้ทุกอย่างแต่เราซัพพอร์ตเด็กทุกอย่าง โลกปัจจุบันกระบวนการทางศิลปะมีอะไรใหม่ เยอะมาก ซึ่งแน่นอนว่าเราเรียนรู้ไม่หมดไม่พอ” (A)

ถ้าเป็นครูศิลปะการนำไปบูรณาการกับวิชาอื่นไม่ยาก แต่ถ้าเป็นครูวิทยาศาสตร์นำศิลปะไปบูรณาการอาจจะยาก เชื่อว่าครูศิลปะสามารถเอาวิทย์ คณิต เทคโนโลยีไปอยู่ในศิลปะได้อยู่แล้วและในเนื้อหาของศิลปะหากดูลึกลงไปมีการนำกระบวนการวิทยาศาสตร์เข้ามาร่วมด้วยอยู่แล้ว และธรรมชาติของครูศิลปะมีลักษณะการคิดนอกกรอบ-คิดยืดหยุ่น-คิดสร้างสรรค์ แต่ครูวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ที่มีความเข้าใจในศิลปะด้วยมีค่อนข้างน้อย และการที่ครูวิทย์-คณิตจะบูรณาการสะเต็ม น่าจะเป็นไปได้ยากกว่า

### ครูท่านที่ 2

มีการบูรณาการ แต่ยังไม่เป็นรูปธรรม ทางโรงเรียนมีนโยบายจากสถานการณ์โควิดให้บูรณาการ โดยครูศิลปะนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามาบูรณาการด้วยตนเองในชิ้นงานของผู้เรียน ไม่ได้มีการคุยกับครูสาระอื่น การบูรณาการควรต้องมีการคุยร่วมกับสาระอื่นแต่ติดอุปสรรคในการสอนออนไลน์ทำให้ยากต่อการนัดหมายคุย ในระดับประถมศึกษาใช้วิทยาศาสตร์พื้นฐานแทรกไปในชิ้นงาน เช่น การทำผีเสื้อที่ขยับปีกได้ ของเล่น ชิ้นงานที่เคลื่อนไหวได้ เป็นนโยบาย ส่วนในระดับมัธยมศึกษาและประถมศึกษาตอนปลายใช้เทคโนโลยีเข้ามาร่วมเช่น ใช้คอมพิวเตอร์ โปรแกรมใน iPad มาใช้ในการสร้างผลงาน

“ทำให้เด็กเรียนรู้สึกว่าศิลปะไม่ใช่แค่การวาดภาพระบายสีเพียงอย่างเดียว” (B)

ปัญหาที่พบคือความเข้าใจเกี่ยวกับการบูรณาการศิลปะของครูกลุ่มสาระอื่น ๆ ยังมีการเข้าใจผิดอยู่ โดยถูกมองว่าบูรณาการศิลปะแค่ นำกิจกรรมระบายสีเข้าไปรวมกันได้ แต่ในความเป็นจริงความรู้ด้านศิลปะของเด็กได้เรียนรู้เนื้อหาไปมากกว่านั้นแล้ว ซึ่งถ้าไม่เกิดการปรึกษากับครูศิลปะ การคุยกันระหว่างกลุ่มสาระ การออกแบบร่วมกัน ทำให้รู้สึกว่าการบูรณาการศิลปะถูกลดทอนคุณค่า ดังนั้นในการบูรณาการต้องดูวิธีการว่าจะทำอย่างไรให้สอดคล้องกันทั้งเนื้อหาและชิ้นงาน

“รู้สึกว่าคุณครูบางคนยังเข้าใจคำว่าบูรณาการผิด เช่นมองว่าบูรณาการกับศิลปะแล้วแค่เอาไประบายสี”

ตัวอย่างการบูรณาการที่ทำอยู่ ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 บูรณาการทัศนศิลป์ ประวัติศาสตร์ ศิลปะกับสังคม เช่น เรื่องของพระพุทธรูป จิตรกรรมฝาผนัง ประวัติศาสตร์ศิลปะในสมัยรัตนโกสินทร์ สอนร่วมกับการออกแบบโปสเตอร์ การใช้สี ทฤษฎีสี หลักการจัดองค์ประกอบ ให้ทำเป็นชิ้นงานในประเด็นที่ผู้เรียนสนใจทำเป็นโปสเตอร์ โดยใช้โปรแกรมที่ถนัด ใช้เวลาประมาณ 1 เดือน และระดับประถมศึกษาปีที่ 5 สอนเรื่องการเข้าใจงานศิลปะ บูรณาการกับเทคโนโลยีให้ออกแบบโดยใช้โปรแกรมที่ถนัดมาจัดวาง แล้วทำออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ที่จับต้องได้ เช่น ปกสมุด โดยใช้เวลาประมาณ 2 คาบเรียน

### ครูท่านที่ 3

กิจกรรมสะเต็มศึกษา เน้นเป็นชิ้นงานประดิษฐ์ หรือโครงการใน 1 ภาคเรียนมีการจัดกิจกรรมที่เป็นบูรณาการประมาณ 1-2 ครั้ง/เทอม เนื่องจากการสอนแบบบูรณาการค่อนข้างซับซ้อน ใช้เวลาเตรียมและสอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจคอนเซ็ปต์ของการบูรณาการของแต่ละกิจกรรมค่อนข้างมาก อีกทั้งเวลาในการสอนต่อเทอมค่อนข้างจำกัด เมื่อเทียบกับตัวชีวิตทำให้ไม่สามารถสอนแบบบูรณาการได้ทั้งหมด การสอนแบบบูรณาการทำให้นักเรียนได้สร้างสรรค์งานที่หลากหลายรูปแบบด้วยการนำความรู้ที่หลากหลายศาสตร์มาประกอบเป็นงาน 1 ชิ้น เช่น ครูนักเรียนทำชิ้นงานโมบาย นักเรียนจะได้ใช้ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ในการวัดขนาด ใช้ความรู้ทางวิศวกรรมในการเปรียบเทียบความยาวที่ทำให้โมบายมีความสมดุล ขนาดที่เหมาะสมกับบริเวณที่แขวน ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการเลือกวัสดุที่นำมาใช้ทำโมบาย เปรียบเทียบวัสดุแต่ละชนิดว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ส่วนวิชาศิลปะก็จะนำมาใช้ในเรื่องของความสวยงาม การออกแบบที่เหมาะสมกับบริเวณนั้น แต่เวลาสอนครูก็จะเน้นการประเมินในวิชาศิลปะมากกว่าการไปมุ่งเน้นว่าบรรลุวัตถุประสงค์ในรายวิชาอื่น ครูเพียงเอาแค่เนื้อหาในรายวิชาอื่นมาสอดแทรกในกิจกรรมทำให้นักเรียนได้เห็นความสัมพันธ์ของแต่ละวิชาว่ามันมีความเกี่ยวเนื่องกัน และทำให้นักเรียนได้ใช้ทักษะในการแก้ปัญหาในการสร้างสรรค์งาน 1 ชิ้น ซึ่งการแก้ปัญหาเป็นสมรรถนะหนึ่งของหลักสูตรแกนกลาง

## 2. การออกแบบและวางแผนการจัดการเรียนการสอนศิลปะแบบบูรณาการ (2+3+8)

### ครูท่านที่ 1

เริ่มมาจากครุมีโอเดีย นำมาเสนอครูท่านอื่นและเห็นพ้องกันว่า การบูรณาการมีผลดีกับผู้เรียน ทำให้เกิดการบูรณาการขึ้น ในการบูรณาการเป็นวิชา Botany ได้มีการศึกษาหลักสูตรของต่างประเทศพบว่า มีการนำศิลปะมาบูรณาการกับวิทยาศาสตร์ และบางประเทศมีการบูรณาการกับคณิตศาสตร์ร่วมด้วย การประชุมกันของครู กลุ่มสาระศิลปะ-การงานอาชีพ-วิทยาศาสตร์ มาศึกษา ร่วมกันว่าหัวข้อมีอะไรบ้าง โดยออกแบบสื่อการเรียนรู้เองจากการแปลหนังสือต่างประเทศและนำมาเรียบเรียง ในการออกแบบโครงสร้างรายวิชา มีการร่วมมือกันระหว่างครูแต่ละกลุ่มสาระเพื่อตรวจสอบว่ามีสาระไหนในรายวิชาที่เชื่อมโยงกัน กลุ่มสาระการงานอาชีพที่เป็นผู้สอนหลักเป็นผู้เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชา Botany โดยในหัวข้อไหนที่มีความเกี่ยวข้องกับรายวิชาอื่น ก็ให้ครูวิชาอื่นเข้ามาสอนควบคู่กันไปในการเรียน ในหนึ่งวิชาผู้เรียนจะได้เรียนกับครู 3 ท่าน โดยครูแต่ละวิชา ก็จะสอนเรื่องนั้นซ้ำในรายละเอียดที่ลึกขึ้นในคาบเรียนของตน เป็นการทำซ้ำย้ำทวน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ชัดเจน และตรงกับความถนัดในการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนบางคนถนัดการเรียนรู้จากการได้วาดภาพ การลงมือทำก็จะเข้าใจเนื้อหาจากวิชา botany หรือผู้เรียนบางคนที่ไม่ชอบปฏิบัติ ชอบอ่านหนังสือหรือฟังการสอน ก็จะเข้าใจเนื้อหาจากวิชาวิทยาศาสตร์ ในหนึ่งโครงการจะใช้เวลาประมาณ 1 เดือน โดยถ้าหากมีการนำผักที่ได้จากการปลูกไปขายจะมีการนำวิชาเศรษฐศาสตร์เข้ามาบูรณาการด้วยในการทำรายรับ-รายจ่าย ร่วมกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยใช้ศิลปะ ครูแต่ละกลุ่มสาระจะแยกกันวัดประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในรายวิชาของตนเองตามตัวชี้วัดของหลักสูตร ซึ่งการให้ครูเข้ามาสอนควบคู่กันนี้มีอุปสรรคอยู่บ้างในบางครั้งที่ครูติดคาบสอนไม่สามารถมาร่วมสอนคู่ได้ แก้ปัญหาโดยครูการงานฯจะเป็นผู้ดำเนินการสอนไปก่อนส่วนในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาอื่นคอยติดตามในภายหลังในช่วงของครุรายวิชานั้น ๆ การสอนออนไลน์ก็เป็นอุปสรรคอีกรูปแบบที่ทำให้ผลงานของผู้เรียนมีความแตกต่างกับการจัดการสอนในชั้นเรียนเนื่องจากครูไม่ได้เป็นผู้นำในการทำกิจกรรม ผลงานศิลปะที่ออกมาจึงแตกต่างกับที่วางแผนไว้แต่ครูมองว่าเกิดผลดีซึ่งทำให้ผลงานของผู้เรียนมีความหลากหลายมากขึ้น

### ครูท่านที่ 2

ดูเนื้อหาเป็นหลัก โดยคุยกับครูผู้สอนสาระอื่นในประเด็นที่เราสนใจว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ สอนไปแล้วหรือยัง โดยโรงเรียนมีการจัดทำ Outline กำหนดการสอนว่าในแต่ละสัปดาห์ กลุ่มสาระไหนมีการสอนเรื่องอะไร ทำให้เห็นภาพรวมว่าสาระอื่นมีเนื้อหาการสอนที่ใกล้เคียงกันในช่วงเวลาเดียวกันจึงเกิดการวางแผนการสอนแบบบูรณาการ

“ปัญหาของการบูรณาการคือ ครูบางโรงเรียนไม่คุยกันแล้วต่างคนต่างทำ ถ้ามองว่ามันคือภาระงานเพิ่ม มันก็คือภาระงานที่เพิ่มขึ้น หลาย ๆ คนรู้สึกว่าก็สอนมาแบบนี้อยู่แล้วไม่อยากจะคิด

ออกแบบอะไรเยอะแยะมากมาย แต่ถ้าคนส่วนมากคิดแบบนี้ ก็จะไม่เกิดรูปแบบการสอนใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นมา เด็กก็จะได้เรียนรู้อะไรใหม่ ๆ ดังนั้นขึ้นอยู่กับตัวครูเองว่าอยากจะทำหรือเปล่า” (B)

นโยบายของโรงเรียนทำให้เกิดการบูรณาการเลยโดยที่ครูบางคนยังไม่เข้าใจการบูรณาการที่แท้จริงว่าจะมีรูปแบบอย่างไร ทำให้ศิลปะถูกมองว่า เป็นการระบายสี ถูกมองว่าอยู่ล่างสุด เอามาแค่ตกแต่ง ระบายสี ทำให้สวยงามมากขึ้น ซึ่งไม่ถูกต้อง เราควรมองว่าศิลปะคือ ความคิดสร้างสรรค์ เป็นมากกว่าการตกแต่ง

ปัญหาที่พบคือในช่วงออนไลน์ยังไม่สามารถนัดหมายคุยกันกับครูต่างกลุ่มสาระได้ และส่งผลต่อการจัดการชั้นเรียน การหาอุปกรณ์จึงยังไม่พร้อมที่จะจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการถึงแม้จะมีความสนใจอยู่ การแก้ปัญหาต้องวางแผนคุยกัน ศึกษาร่วมกัน

### ครูท่านที่ 3

ให้เด็กเรียนรู้เกี่ยวกับดอกไม้ เข้าใจส่วนประกอบ และวาดภาพ เขียนชื่อส่วนประกอบ ภาษาไทย-ภาษาอังกฤษ ทำให้บูรณาการทั้งศิลปะ ภาษาอังกฤษ วิทยาศาสตร์ โดยที่เป็นครูศิลปะทำคนเดียว เพราะมองว่าครูวิชาอื่นสอนเยอะแล้วไม่อยากรบกวน เพราะถ้าจะสอนร่วมกันต้องมาประชุมกัน ทำเป็นโครงการใหญ่ ทำคนเดียวสะดวกกว่า ดูตัวชี้วัดว่าเด็กเรียนอะไรอยู่ในสาระอื่น ๆ ประกอบ ซึ่งการสอนในระดับประถมศึกษาส่วนใหญ่เป็นความรู้พื้นฐานอยู่แล้ว ในการวางแผนกิจกรรมจึงเลือกเนื้อหาที่ใกล้ตัวเด็กและไม่ซับซ้อนเกินไป เด็กจะได้ถามสิ่งที่ครูรู้และครูสามารถโต้ตอบได้ในการทำกิจกรรม

การบูรณาการศิลปะเข้ากับวิชาอื่น ไม่ยากเพราะศิลปะมีส่วนสัมพันธ์กับทุก ๆ วิชาอยู่แล้ว สามารถบูรณาการร่วมกับวิชาอื่นได้ตามความถนัดของผู้สอนด้วยการให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการสร้างสรรค์ผลงานศิลปะ

“เวลาเรียนวิชาหลักอย่างคณิตศาสตร์ หรือ วิทยาศาสตร์ บางทีถ้าเรียนแต่เนื้อหา ผู้เรียนอาจไม่สามารถเข้าใจความคิดรวบยอดได้ อย่างน้อยการทำมาดัมแพ วาดออกมาเป็นกระบวนการรูปภาพก็จะทำให้เข้าใจมากขึ้น เหมือนว่าศิลปะเป็นตัวเชื่อมโยงทำให้ความรู้กับความคิดรวบยอด มีโน้ตส์ชัดขึ้น” (C)

### 3. ประโยชน์ของการสอนศิลปะแบบบูรณาการ (4+6+7)

#### ครูท่านที่ 1

เนื่องจากความรู้ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วและมีความเป็นสหสาขาวิชา มากขึ้น การบูรณาการจึงมีประโยชน์เป็นอย่างมาก ทำให้ผู้เรียนได้นำความรู้มาเชื่อมโยงกันและ นำไปใช้ได้จริง และยังคงสนใจจะสอนในรูปแบบบูรณาการต่อไป

“เดี๋ยวนี้การได้มาซึ่งความรู้ในแต่ละวิชาไม่ได้ไปในทางเดียวกันแล้ว มีหลายอย่างที่เข้ามาผสมปนเปกันและทำให้ต่อยอดไปสิ่งอื่นได้มากมาย และจุดเด่นของการบูรณาการคือการที่เด็กเอาความรู้ จากที่เรียนมาใช้จริง ความรู้ที่เรียนไม่แยกส่วนเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกันหมด ซึ่งความรู้ไม่ได้เป็นความรู้ เฉพาะวิชาแล้ว หนึ่งเรื่องมีหลายวิชาเป็นองค์ประกอบ” (A)

ผู้ให้สัมภาษณ์ระบุว่าปัจจุบันเน้นการผลิตนวัตกรรมซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาเอกสารของผู้วิจัย พบว่ากระบวนการระดมสมอง สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาตินำมาพัฒนาเป็น STEAM4INNOVATOR

ในการแนะนำครูท่านอื่นให้เปลี่ยนมาจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ และการแก้ปัญหาครูที่ไม่ สนใจจะปรับวิธีการจัดการเรียนรู้ของตนเอง ผู้ให้สัมภาษณ์ให้ความเห็นว่าไม่สามารถใช้วิธีการอธิบาย ให้ทำเพียงอย่างเดียวได้เนื่องจากครูจะไม่สนใจ อาจใช้การจับมือทำไปเรื่อย ๆ จนให้เกิดความเคยชิน ใช้การทำตามหรือลอกแบบ โดยต้องสร้างให้ครูมีใจรักมีทัศนคติที่ดีในการสอนแบบบูรณาการ

#### ครูท่านที่ 2

ผู้เรียนเข้าใจศิลปะมากขึ้น เชื่อมโยงให้เห็นว่าหลายวิชาสามารถนำมาทำเป็นชิ้นงานร่วมกัน ได้ ในการเรียนรู้ 1 ครั้ง ได้เรียนความรู้ที่หลากหลายควบคู่กันไปได้ จุดอ่อนคือเหนื่อย ต้องมีการ วางแผน ต้องมีการทำชิ้นงานตัวอย่างเพื่อทดสอบก่อนว่าใช้ได้จริง มีรายละเอียดที่ครูต้องจัดการ มากกว่าการสอนแบบปกติ

ถ้า On-site เต็มรูปแบบก็จะจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการมากขึ้น รวมถึงสนใจใน การบูรณาการองค์ความรู้ร่วมกับชุมชนใช้ชุมชนเป็นฐาน

ในการแนะนำให้ครูท่านอื่นใช้การเรียนรู้แบบบูรณาการ มีปัญหาอยู่หลายส่วน โดยส่วนใหญ่ ขึ้นอยู่กับมุมมองของศิลปะ ครูศิลปะต้องเข้าใจ กรอบของวิชาที่กว้างมากกว่าการวาดภาพระบายสี ไม่ใช่แค่เรื่องของทักษะ และต้องทำให้เด็ก ผู้บริหาร และครูกลุ่มสาระอื่นเข้าใจว่ารายวิชาศิลปะมี ความหลากหลาย มีการพัฒนาไปมากในความเป็นจริง เช่น NFT, Metaverse ซึ่งในหลักสูตรไม่มีการ ปรับปรุง ปัญหาอยู่ที่ความเข้าใจของครูศิลปะ และต้องทำให้ครูศิลปะเปิดใจยอมรับก่อนว่าการศึกษ ปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไป ควรมีการจัดอบรมให้ครูมีความรู้พื้นฐานเพิ่มขึ้น

“ปัญหาหนึ่งคือ ศิลปะในหลักสูตรกับข้างนอกไม่เชื่อมโยงกัน ถ้าดูจากหลักสูตรแกนกลาง จาก ปี 2551 ซึ่งมันหลายปีมาแล้ว พอดูตัวอย่างชิ้นงานมันไม่เชื่อมโยงกับเด็กกับยุคสมัย” (B)

### ครูท่านที่ 3

จุดเด่นคือ นักเรียนได้เรียนศิลปะในอีกรูปแบบหนึ่งที่แตกต่างจากการสร้างสรรค์งานศิลปะแบบเดิม เพราะมีการนำความรู้มาบูรณาการ นักเรียนได้เห็นถึงความเชื่อมโยงของแต่ละวิชาที่สัมพันธ์กัน มีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ นักเรียนรู้สึกตื่นเต้น ได้คิด ได้แก้ปัญหาด้วยตัวเอง กิจกรรมบูรณาการทำให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนประสบการณ์มากกว่าการสอนศิลปะแบบเดิม ทำให้รายวิชาที่เด็กเคยได้เรียนมาแล้ว เด็กนำมาเชื่อมโยงได้ว่าวิชาต่าง ๆ มีความเชื่อมโยงกับศิลปะ จุดอ่อนคือ ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมมาก นักเรียนอาจมีความเบื่อหน่าย ไม่เหมาะกับการจัดในห้องเรียนที่มีนักเรียนมาก เพราะครูอาจเดินดูนักเรียนไม่ทั่วถึง

“ผู้เรียนจะเอาความรู้มาประยุกต์ใช้ทำให้เกิดชิ้นงาน มีความตื่นเต้นในการทำกิจกรรมมากกว่าการสอนศิลปะปกติ เวลาสอนศิลปะปกติ ผู้เรียนจะรู้สึกเฉย ๆ เคยเรียนมาแล้ว ถ้ามีสื่อแปลก ๆ มาให้ดูจะตื่นเต้น และรู้สึกสนุก” (C)

มีแนวโน้มที่จะจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการต่อไป และนำมาสอนในรูปแบบอื่นมาปรับปรุงให้เข้ากับนักเรียน และเหมาะกับยุคสมัยที่เปลี่ยนไป ในอนาคตอาจจะมีการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาร่วมใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น รู้สึกตื่นเต้น สนุกในการเรียน ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับภาพความพร้อมในห้องเรียนด้วย อยากจะแนะนำครูท่านอื่นให้นำการสอนแบบบูรณาการไปสอน และนำไปปรับใช้ในรูปแบบที่ไม่ซับซ้อน เพื่อให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมในรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น อย่างน้อย 1-2 กิจกรรม/เทอม

ในการให้ครูท่านอื่นใช้การเรียนรู้แบบบูรณาการ ควรเริ่มตั้งแต่ผู้บริหารสั่งการให้มีการบูรณาการ อย่างน้อย 1 กิจกรรมใน 1 เทอม เพราะถ้าบอกให้ครูมาสอนแบบบูรณาการ ครูอาจไม่ยอมทำเพราะว่าใช้เวลาการสอนมากกว่าการสอนแบบปกติมาก

#### 4. ความเห็นต่อสะเต็มศึกษา (5)

##### ครูท่านที่ 1

ความเข้าใจในเบื้องต้นทราบว่าสะเต็มมีการบูรณาการวิชาใดบ้างแต่ไม่ทราบรายละเอียดที่ลึก ลงไปว่าการนำไปใช้ที่ถูกต้องเป็นอย่างไร มีมุมมองว่าครูที่มีบทบาทการใช้มากที่สุดคือครูวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์นำไปใช้ในรายวิชาของตนเองและเน้นวิชาตนเองเป็นหลัก อยากให้นำศิลปะมาเป็น หลักในการบูรณาการสะเต็ม ไม่ใช่การนำศิลปะเข้าไปร่วม อาจให้ครูศิลปะเข้าไปช่วย โดยปัจจุบัน การบูรณาการแบบสะเต็มศึกษาที่เกิดขึ้นมีรูปแบบที่ไม่ถูกต้องเท่าที่ควร เช่น การนำมาฉายภาพ หรือ การวาดภาพเข้าไปใช้แล้วระบุว่ามีการนำศิลปะเข้ามาบูรณาการนั้นไม่ถูกต้อง

##### ครูท่านที่ 2

รู้สึกว่ายากถ้าต้องมีครบทุกวิชา ต้องมีการวางแผน อาจจะง่ายกว่าถ้าใช้กับโครงการของเด็ก มัธยมปลาย คิดว่าในการทำชิ้นงานควรออกแบบให้แต่ละสาขามีบทบาทแต่อาจมาก-น้อยแตกต่างกันออกไป การนำศิลปะเข้ามาบูรณาการด้วยในสะเต็มทำให้ผู้เรียนได้เห็นความสำคัญของศิลปะและ เชื่อมโยงกับองค์ความรู้อื่นได้ในการสร้างสิ่งต่าง ๆ

“ศิลปะไม่ได้หยุดอยู่แค่ในสมุดวาดเขียน ไม่ได้จับแค่การประกวดวาดรูป วาดภาพระบายสี ปั้นดิน แต่จะไปเชื่อมโยงกับสิ่งอื่นได้ โดยเฉพาะถ้าไปเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะจะมีความสำคัญ คู่มือความจำเป็น และน่าสนใจ” (B)

##### ครูท่านที่ 3

ในการนำสะเต็มศึกษามาใช้ ครูต่างกลุ่มสาระสามารถเอาเนื้อหาวิชาต่าง ๆ มาทำชิ้นงาน หรือ กิจกรรมร่วมกันได้ ประเมินผลที่ตัวชิ้นงานเป็นหลัก ถ้ามีการนำครูแต่ละคนมาประชุมกัน ศิลปะจะ ช่วยทำให้รายวิชาของแต่ละวิชามาดูเห็นเป็นชิ้นงานตัวเดียวกัน จึงมีความเห็นว่าควรเน้นศิลปะใน การบูรณาการ

## 5. ความจำเป็น องค์ประกอบ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ต่อการพัฒนานวัตกรรมในการวิจัย (9+10)

### ครูท่านที่ 1

องค์ประกอบที่ควรมีในเครื่องมือการเรียนรู้

- 1) มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด – ให้เห็นว่าเนื้อหาสาระของวิชาไหนเข้ามาจับคู่เชื่อมโยงกันได้
- 2) วัตถุประสงค์
- 3) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
- 4) หลักของ STEAM
- 5) การวัดประเมินผล
- 6) สื่อการเรียนการสอน
- 7) มีขั้นตอนชัดเจนในการพัฒนาแผนการสอน นำไปตามกลไกของเกม
- 8) ตัวอย่างเรื่องที่จะสอน
- 9) หน่วยการเรียนรู้
- 10) สมรรถนะและทักษะ

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม พิจารณาว่าเมื่อเล่นเสร็จ ใครนำแผนไปใช้ ใครเป็นตัวตั้งในการสอน ควรทำให้อยู่ติดหุ่น สามารถนำไปใช้ได้หลากหลาย

### ครูท่านที่ 2

มีความจำเป็น เป็นสิ่งที่จะช่วยให้เกิดแนวทางการวางแผนการสอน

“คู่มือ เครื่องมือ สื่อ เป็นสิ่งสำคัญ อย่างแรกที่จะช่วย Guideline ครู ถ้ามีคู่มือจะช่วยให้เราเกิดไอเดีย ช่วยกระตุ้น สร้างแรงบันดาลใจ เป็นแนวทางให้ครู” (B)

องค์ประกอบที่ควรมี คือ

- 1) ความหมายที่ชัดเจนว่าสะเต็มศึกษาคืออะไร
- 2) ตัวอย่างที่ชัดเจน ใช้จริงได้ ไม่ซับซ้อน ในเวลาจำกัด

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ครูศิลปะทั่วไปอาจมองสะเต็มศึกษาเป็นเรื่องยาก พอมีเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง ต้องทำให้ครูรู้สึกว่าเป็นสิ่งง่ายที่ทำได้ เพื่อลดความรู้สึกไม่ยอมทำ

### ครูท่านที่ 3

สื่อการเรียนรู้นี้มีความสำคัญกับครูที่จะนำไปสอน เพื่อที่ให้ครูมีความเข้าใจในการสอนตามหลักการบูรณาการอย่างถูกต้อง เพราะครูส่วนใหญ่ยังไม่มีประสบการณ์ในการสอนแบบบูรณาการ และอาจไม่เข้าใจเนื้อหาในรายวิชาอื่นอย่างถ่องแท้ สื่อการเรียนจะช่วยอำนวยความสะดวกให้ครูมีการสอนแบบบูรณาการที่ถูกต้องตามหลักการที่ผู้ทำสื่อการเรียนคาดหวังไว้



องค์ประกอบที่ควรมีในเครื่องมือการเรียนรู้ 1) แผนการสอน 2) บทบาทครู-นักเรียน 3) เนื้อหา โดยสรุปในแต่ละวิชา 4) การวัดและประเมินผล 5) ตัวอย่าง-ขั้นตอนการสร้างสรรค์ผลงาน ควร ออกแบบกิจกรรมที่ง่าย ไม่ซับซ้อน เพื่อที่ครูที่นำไปใช้จะได้ได้สะดวก ไม่ยากต่อการนำไปใช้จริง สรุป ความรู้ของแต่ละศาสตร์ให้เข้าใจได้ง่ายแบ่งหมวดหมู่ เน้นกระบวนการ ขั้นตอน เนื้อหาเข้าใจง่าย

### สรุป

สรุปผลการสัมภาษณ์ครูศิลปะที่มีการสอนแบบบูรณาการ 3 ท่าน พบว่า รูปแบบการสอน ศิลปะแบบบูรณาการที่ครูนำมาใช้เป็นการบูรณาการวิชาต่าง ๆ เข้ากับชิ้นงานของผู้เรียน โดยมีการ บูรณาการศิลปะเข้ากับรายวิชาดังต่อไปนี้ วิทยาศาสตร์ การงานอาชีพ ประวัติศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ โดยครูแต่ละท่านมีบริบทโรงเรียนที่แตกต่างกัน และวิธีการวางแผน จัดการเรียนการสอนที่แตกต่างกันไป โดยมีทั้งรูปแบบที่ทำการวางแผนการสอนด้วยตนเอง วาง แผนการสอนโดยมีการปรึกษากับครูท่านอื่น ไปจนถึงประชุมและศึกษาร่วมกันระหว่างกลุ่มสาระเพื่อ วางแผนการสอน ซึ่งทั้งสามแนวทางให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันและมีประเด็นที่แตกต่างกันในการปรับให้ เข้ากับชั้นเรียน ปัญหาที่พบในการวางแผนการจัดการเรียนการสอนศิลปะแบบบูรณาการ เช่น ความ เข้าใจในการบูรณาการของครูที่ยังไม่ถูกต้อง โดยในการแก้ปัญหาต้องมีการวางแผน ศึกษาร่วมกัน ระหว่างกลุ่มสาระเพื่อสร้างความเข้าใจ อย่างไรก็ตามครูทั้งสามท่านเห็นสอดคล้องกันว่า การบูรณาการวิชาศิลปะเข้ากับรายวิชาอื่นนั้นมีประโยชน์กับผู้เรียน โดยทำให้ความรู้ถูกเชื่อมโยงกัน เมื่อความรู้ของรายวิชาอื่นถูกนำมาเชื่อมโยงกับศิลปะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของวิชาศิลปะมาก ขึ้น เข้าใจวิชาศิลปะมากขึ้น ได้เรียนความรู้ที่หลากหลายแต่ไม่แยกส่วนกันมีการเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกัน ในการแนะนำให้ครูที่ยังไม่มีการสอนแบบบูรณาการปรับมาสอนแบบบูรณาการนั้น ครูมีความเห็นว่า อาจใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น ใช้การทำตามหรือลอกแบบ, จับมือทำจนเกิดความเคยชิน, จัดอบรม, ผู้บริหารควรสั่งการให้ทำ เป็นต้น ความเห็นที่ครูมีต่อสะเต็มศึกษา มีมุมมองที่หลากหลาย ดังนี้ ครู A : ครูที่มีบทบาทการใช้มากที่สุดคือครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์นำไปใช้ในรายวิชาของตนเองและ เน้นวิชาตนเองเป็นหลัก อยากให้นำศิลปะมาเป็นหลักในการบูรณาการสะเต็ม ไม่ใช่การนำศิลปะเข้าไป ร่วม อาจให้ครูศิลปะเข้าไปช่วย โดยปัจจุบันการบูรณาการแบบสะเต็มศึกษาที่เกิดขึ้นมีรูปแบบที่ไม่ ถูกต้องเท่าที่ควร ครู B : รู้สึกว่ายากถ้าต้องมีครบทุกวิชา ต้องมีการวางแผน อาจจะง่ายกว่าถ้าใช้กับ โครงการของเด็กมัธยมปลาย คิดว่าในการทำชิ้นงานควรออกแบบให้แต่ละสาขาวิชามีบทบาทแต่อาจ มาก-น้อยแตกต่างกันออกไป การนำศิลปะเข้ามาบูรณาการด้วยในสะเต็มทำให้ผู้เรียนได้เห็น ความสำคัญของศิลปะและเชื่อมโยงกับองค์ความรู้อื่นได้ในการสร้างสิ่งต่าง ๆ ครู C : ในการนำ สะเต็มศึกษามาใช้ ครูต่างกลุ่มสาระสามารถเอาเนื้อหาวิชาต่าง ๆ มาทำชิ้นงาน หรือกิจกรรมร่วมกันได้ ประเมินผลที่ตัวชิ้นงานเป็นหลัก ถ้ามีการนำครูแต่ละคนมาประชุมกัน ศิลปะจะช่วยทำให้รายวิชาของ แต่ละวิชามาเห็นเป็นชิ้นงานตัวเดียวกัน จึงมีความเห็นว่าควรเน้นศิลปะในการบูรณาการ โดยครูทั้ง

สามท่าน มีความเห็นที่สอดคล้องกันว่าในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับสอนสะเต็มศึกษา มีความจำเป็น เนื่องจากจะช่วยให้เกิดแนวทางการวางแผนการสอนระหว่างกลุ่มสาระ ทำให้ครูมีความเข้าใจที่ถูกต้อง ในหลักการบูรณาการ โดยเครื่องมือประกอบดังนี้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด วัตถุประสงค์ ผล การเรียนรู้ที่คาดหวัง หลักของสะเต็มศึกษา การวัดประเมินผล สื่อการเรียนการสอน ขั้นตอนที่ชัดเจน ในการพัฒนาแผนการสอน ตัวอย่างเรื่องที่จะสอน หน่วยการเรียนรู้ สมรรถนะและทักษะ ความหมาย ของสะเต็มศึกษาที่ชัดเจน ตัวอย่างที่ชัดเจนใช้จริงได้ แผนการสอน บทบาทครู-นักเรียน เนื้อหาโดย สรุปลงในแต่ละวิชา การวัดและประเมินผล ตัวอย่าง-ขั้นตอนการสร้างผลงาน



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY



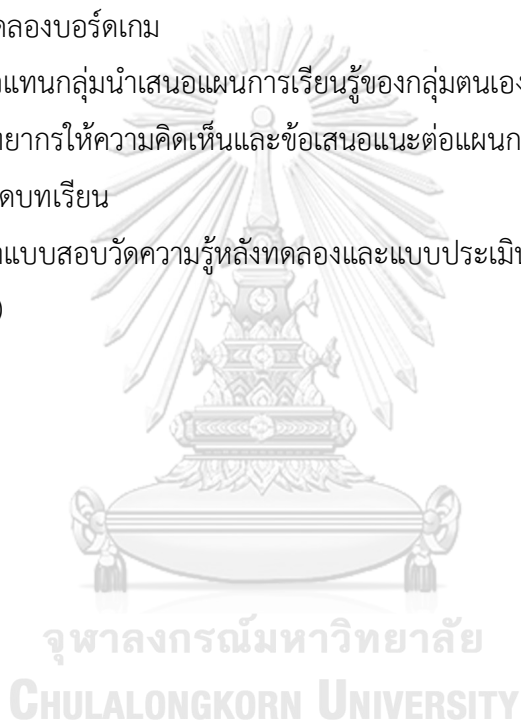
ภาคผนวก ช  
ตัวอย่างกำหนดการฝึกอบรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

### กำหนดการ

#### “การทดลองบอร์ดเกมสำหรับเรียนรู้และฝึกทักษะการวางแผนการสอนแบบบูรณาการ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษา”

- 8.30 – 9.00 น. ลงทะเบียนและแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
- 9.00 – 9.10 น. แนะนำกิจกรรมและกำหนดการ
- 9.10 – 9.20 น. ทำแบบสอบถามวัดความรู้ก่อนทดลอง
- 9.20 – 9.50 น. บรรยายเกี่ยวกับ แนวคิดสะเต็มศึกษา โดย วิทยากร
- 9.50 – 10.00 น. แนะนำนวัตกรรม และวิธีการเล่นบอร์ดเกม
- 10.00 – 11.00 น. ทดลองบอร์ดเกม
- 11.00 – 11.10 น. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอแผนการเรียนรู้ของกลุ่มตนเอง (กลุ่มละไม่เกิน 3 นาที)
- 11.10 – 11.20 น. วิทยากรให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อแผนการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่ม
- 11.20 - 11.40 น. ถอดบทเรียน
- 11.40 – 12.00 น. ทำแบบสอบถามวัดความรู้หลังทดลองและแบบประเมินความพึงพอใจ  
(รวมใช้เวลา 3 ชั่วโมง)





ภาคผนวก ซ  
ภาพต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## การปรับปรุงต้นแบบจากครั้งที่ 1 เป็นฉบับสมบูรณ์

### กติกาการเล่น

**Phase 1 Introduction to STEAM**

**กติกาการเล่น**

**Phase 2 Brainstorming STEAM**

**Phase 3 Perfect STEAM**

### ผลการปรับปรุงต้นแบบจาก ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ + การทดลองใช้โดยนิสิต

**Phase 1 Introduction to STEAM**

**Phase 2 Brainstorming STEAM**

**Phase 3 Perfect STEAM**

- 1.ปรับเฟส 2 ให้มี 2 รูปแบบการเล่น
- 2.จัดให้เป็นขั้นตอนพร้อมเพิ่มตัวเลข
- 3.เพิ่มเวลารดมความคิดเห็นมากขึ้น
- 4.เพิ่ม QR Code
- 5.เพิ่มรายละเอียดและตัวอย่าง

### ตัวละคร



### ผลการปรับปรุงต้นแบบจาก ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ + การทดลองใช้โดยนิสิต

**วิทยาศาสตร์ (Science)**

**เทคโนโลยี (Technology)**

**ศิลปะ (Arts)**

**คณิตศาสตร์ (Mathematics)**

**วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)**

- 1.ปรับสีแดงของวิศวกรรมให้เข้มขึ้น
- 2.เพิ่มตัวละครเป็น 10 ตัวให้ผู้เลือกได้

**Infographic**

ผลการปรับปรุงต้นแบบจาก **ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ + การทดลองใช้โดยนิสิต**



เพิ่ม QR Code

**การ์ดไอเดีย**

ผลการปรับปรุงต้นแบบจาก **ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ + การทดลองใช้โดยนิสิต**

|             |              |             |          |             |
|-------------|--------------|-------------|----------|-------------|
| เครื่องจักร | พลังงาน      | สิ่งแวดล้อม | การเกษตร | วัสดุ       |
| กีฬา        | เทคโนโลยี    | ยานยนต์     | เมือง    | การแพทย์    |
| พลังงาน     | โลกาภิวัตน์  | อุตสาหกรรม  | นวัตกรรม | การแพทย์    |
| สวนสนุก     | อวกาศ        | สิ่งแวดล้อม | หุ่นยนต์ | สัตว์       |
| สัตว์ทะเล   | พลังงานทดแทน | ดนตรี       | การบิน   | กีฬา        |
| การแพทย์    | การเกษตร     | อาหาร       | กลุ่มดาว | สิ่งแวดล้อม |

เดิม 30 ใบ สีละ

|           |              |             |             |             |           |           |             |             |          |
|-----------|--------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-------------|-------------|----------|
| สวนสนุก   | พลังงาน      | การเกษตร    | สิ่งแวดล้อม | สัตว์       | กีฬา      | เทคโนโลยี | ยานยนต์     | โลกาภิวัตน์ | การแพทย์ |
| สัตว์ทะเล | พลังงานทดแทน | ดนตรี       | การบิน      | กีฬา        | เทคโนโลยี | ยานยนต์   | โลกาภิวัตน์ | การแพทย์    | การเกษตร |
| พลังงาน   | โลกาภิวัตน์  | อุตสาหกรรม  | นวัตกรรม    | การแพทย์    | เทคโนโลยี | ยานยนต์   | โลกาภิวัตน์ | การแพทย์    | การเกษตร |
| สวนสนุก   | อวกาศ        | สิ่งแวดล้อม | หุ่นยนต์    | สัตว์       | เทคโนโลยี | ยานยนต์   | โลกาภิวัตน์ | การแพทย์    | การเกษตร |
| สัตว์ทะเล | พลังงานทดแทน | ดนตรี       | การบิน      | กีฬา        | เทคโนโลยี | ยานยนต์   | โลกาภิวัตน์ | การแพทย์    | การเกษตร |
| การแพทย์  | การเกษตร     | อาหาร       | กลุ่มดาว    | สิ่งแวดล้อม | เทคโนโลยี | ยานยนต์   | โลกาภิวัตน์ | การแพทย์    | การเกษตร |

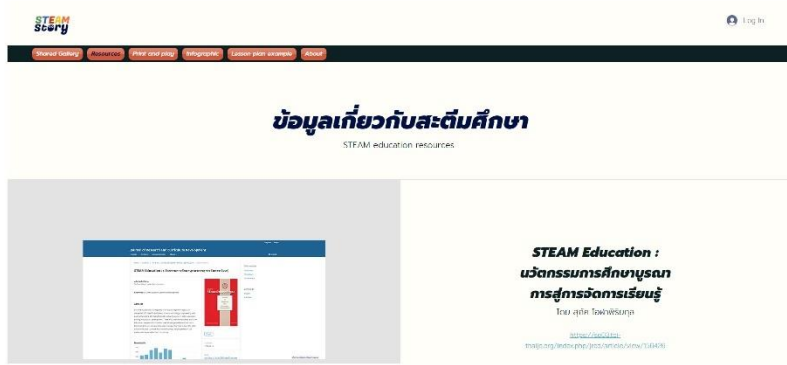
65 ใบ จัดเป็นหมวดหมู่ตามสี 5 รายวิชา + 1 หมวดทั่วไป อย่างละ 10 ใบ  
การ์ดเปล่า 5 ใบ สามารถเขียนเรื่องที่ตนเองสนใจหรือเรื่องรอบตัวลงไปเพิ่มได้





Website

ผลการปรับปรุงต้นแบบจาก *ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ* + การทดลองใช้โดยนิสิต



แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติมสำหรับผู้สนใจศึกษาเพิ่ม

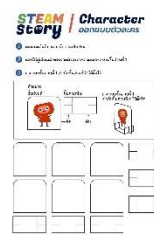
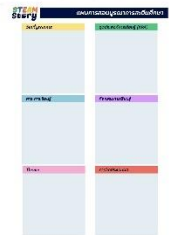


Website

ผลการปรับปรุงต้นแบบจาก *ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ* + การทดลองใช้โดยนิสิต



เทมเพลตชั้นย่อยสำหรับ Print and Play



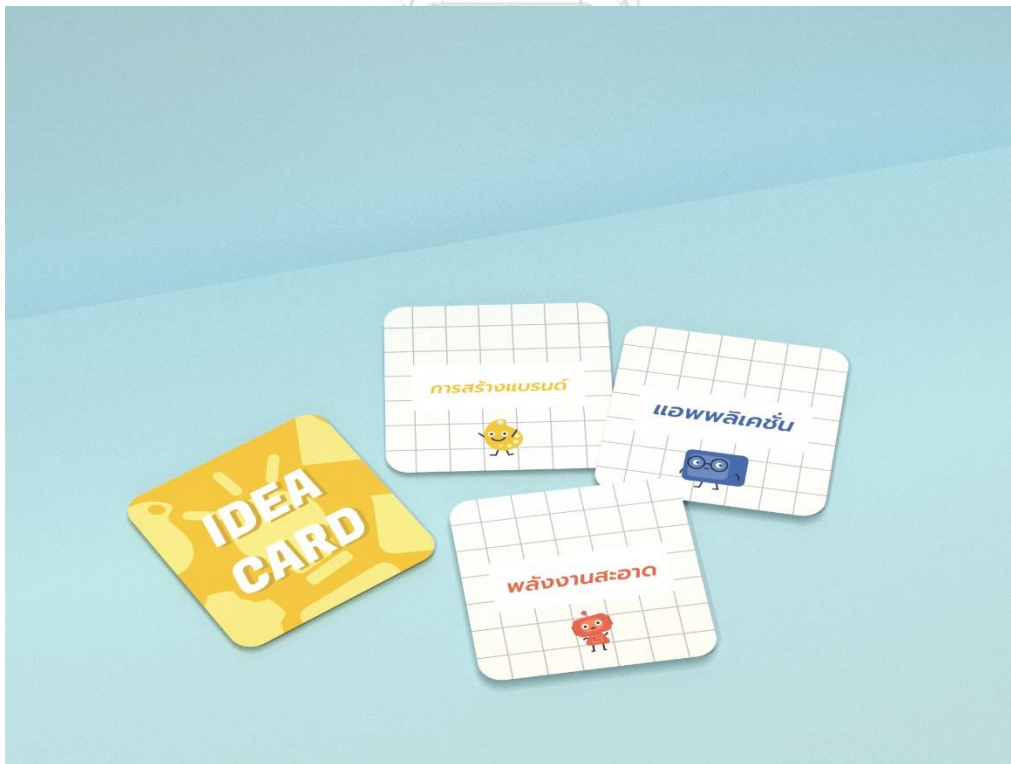
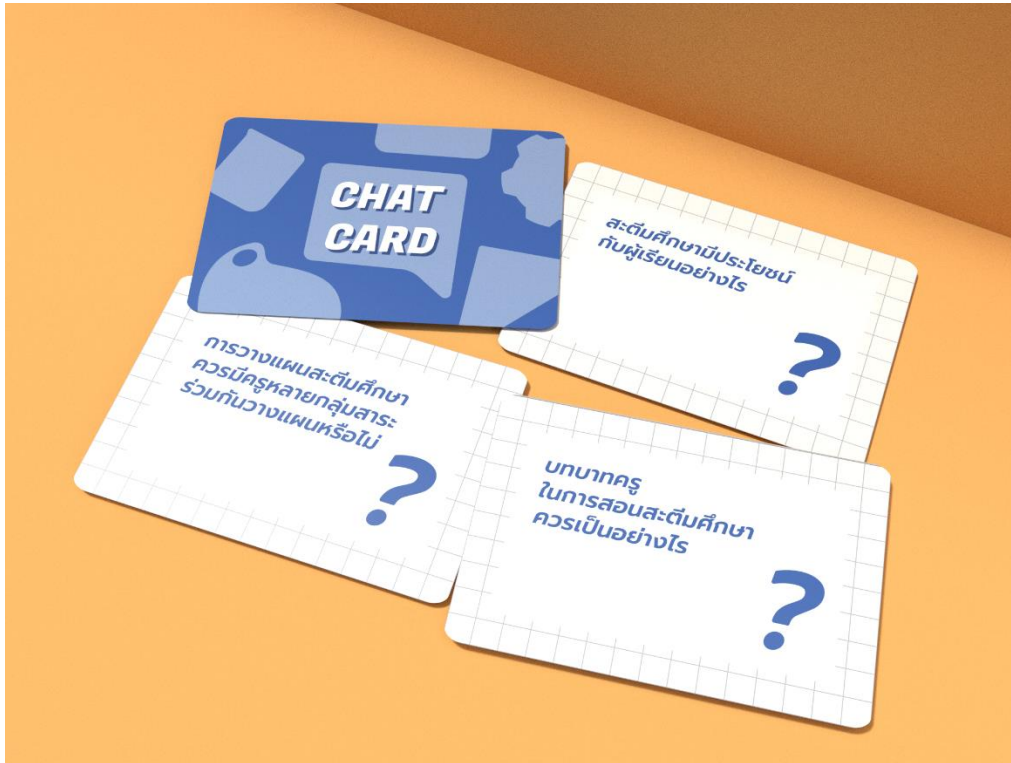
เทมเพลตชั้นย่อยสำหรับ Print and Play

ภาพต้นแบบนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์













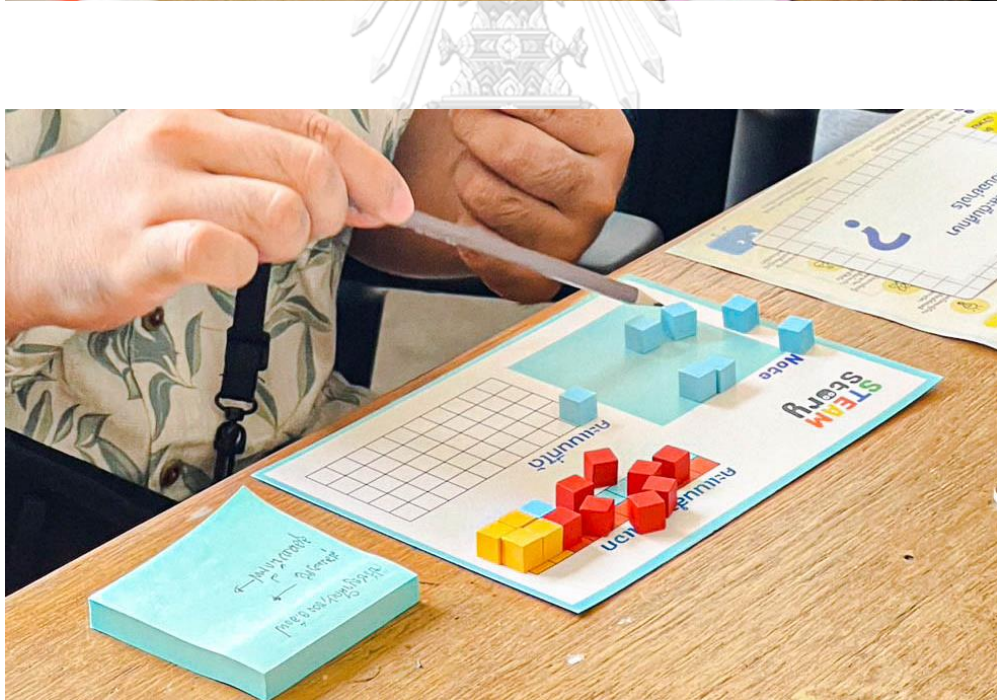
ครั้งที่ 1 Quick playtesting 5 คน







ครั้งที่ 2 Guided Playtesting 5 คน





ครั้งที่ 3 Blind Playtesting 5 คน





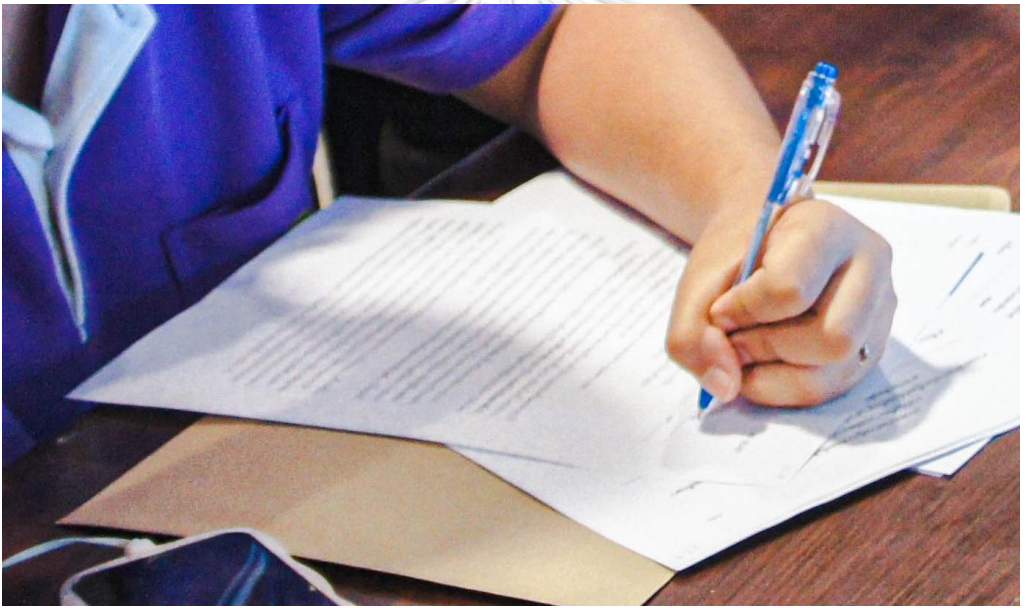
ครั้งที่ 4 กระบวนการอบรม 10 คน









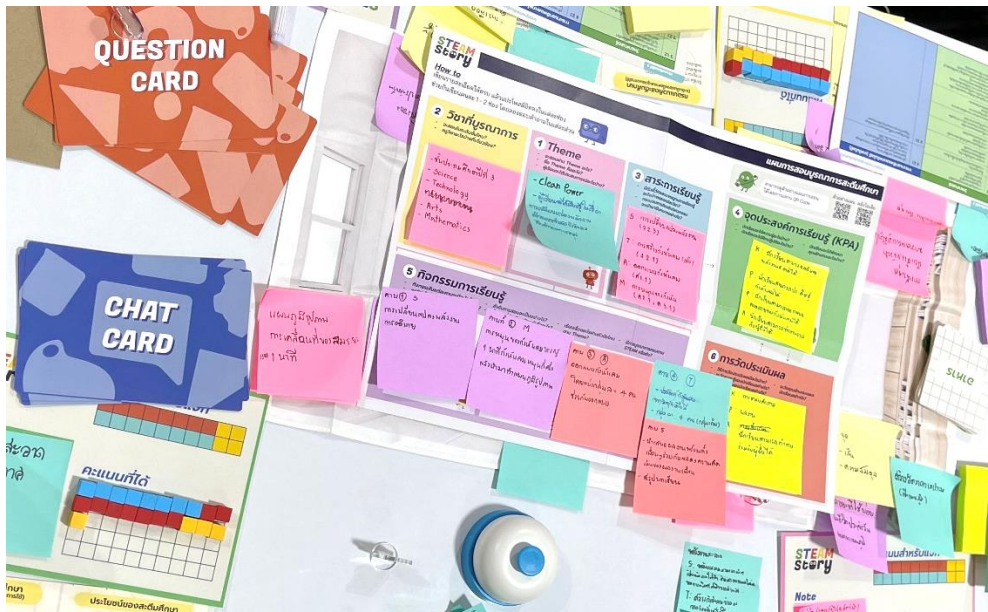




ครั้งที่ 5 กระบวนการอบรม 16 คน





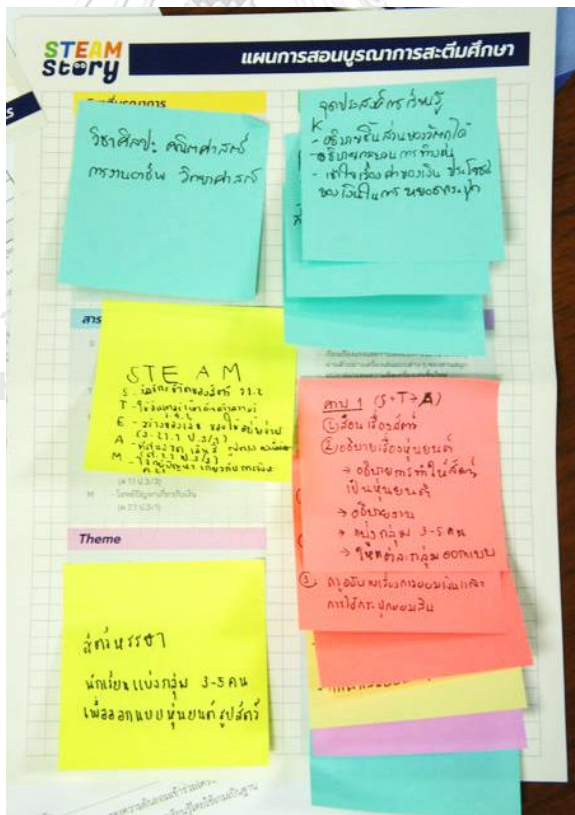
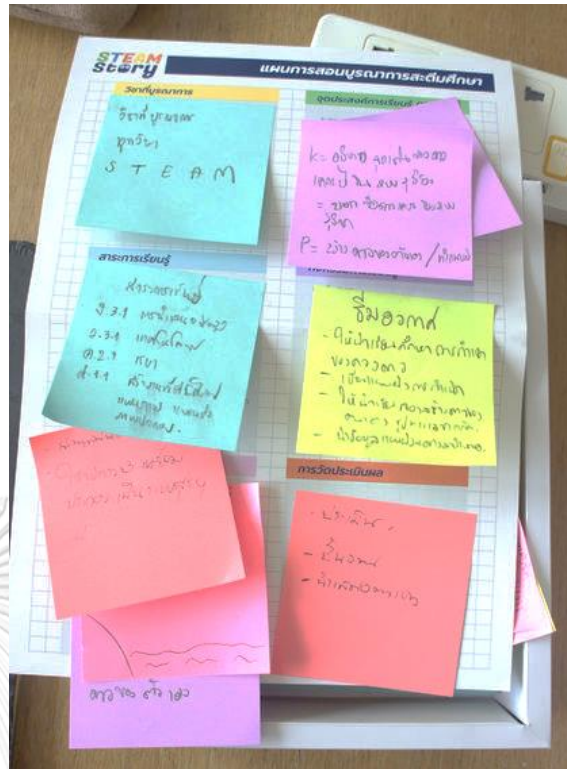
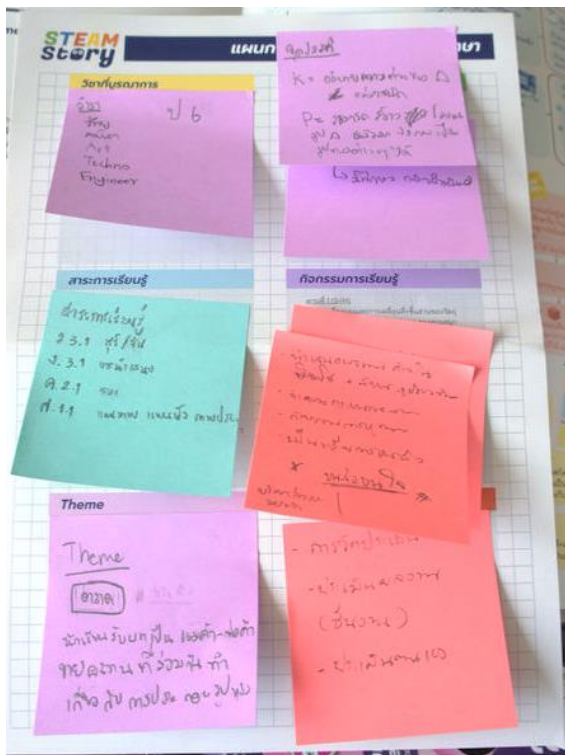
















แบบสอบถาม

|                    | Descriptive Statistics |         |         |      |                |
|--------------------|------------------------|---------|---------|------|----------------|
|                    | N                      | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
| ก1_D               | 400                    | 1       | 5       | 3.33 | .917           |
| ก1_I               | 400                    | 1       | 5       | 4.03 | .898           |
| ก2_D               | 400                    | 1       | 5       | 3.35 | .919           |
| ก2_I               | 400                    | 1       | 5       | 4.05 | .887           |
| ก3_D               | 400                    | 1       | 5       | 3.32 | .943           |
| ก3_I               | 400                    | 1       | 5       | 4.03 | .929           |
| ก4_D               | 400                    | 1       | 5       | 3.41 | .951           |
| ก4_I               | 400                    | 1       | 5       | 4.13 | .904           |
| ก5_D               | 400                    | 1       | 5       | 3.36 | .969           |
| ก5_I               | 400                    | 1       | 5       | 4.06 | .929           |
| ก6_D               | 400                    | 1       | 5       | 3.56 | .989           |
| ก6_I               | 400                    | 1       | 5       | 4.17 | .890           |
| ก7_D               | 400                    | 1       | 5       | 3.33 | .970           |
| ก7_I               | 400                    | 1       | 5       | 4.10 | .907           |
| ก8_D               | 400                    | 1       | 5       | 3.24 | 1.006          |
| ก8_I               | 400                    | 1       | 5       | 4.02 | .916           |
| ก9_D               | 400                    | 1       | 5       | 3.28 | 1.020          |
| ก9_I               | 400                    | 1       | 5       | 4.05 | .937           |
| ก10_D              | 400                    | 1       | 5       | 3.49 | .981           |
| ก10_I              | 400                    | 1       | 5       | 4.20 | .877           |
| Valid N (listwise) | 400                    |         |         |      |                |

## Descriptive Statistics

|                    | N   | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|--------------------|-----|---------|---------|------|----------------|
| ข1_D               | 400 | 1       | 5       | 3.31 | .943           |
| ข1_I               | 400 | 1       | 5       | 4.07 | .891           |
| ข2_D               | 400 | 1       | 5       | 3.37 | .959           |
| ข2_I               | 400 | 1       | 5       | 4.08 | .876           |
| ข3_D               | 400 | 1       | 5       | 3.34 | .958           |
| ข3_I               | 400 | 1       | 5       | 4.08 | .872           |
| ข4_D               | 400 | 1       | 5       | 3.39 | .990           |
| ข4_I               | 400 | 1       | 5       | 4.10 | .868           |
| ข5_D               | 400 | 1       | 5       | 3.40 | .929           |
| ข5_I               | 400 | 1       | 5       | 4.06 | .883           |
| ข6_D               | 400 | 1       | 5       | 3.53 | .939           |
| ข6_I               | 400 | 1       | 5       | 4.14 | .859           |
| ข7_D               | 400 | 1       | 5       | 3.60 | .981           |
| ข7_I               | 400 | 1       | 5       | 4.15 | .871           |
| ข8_D               | 400 | 1       | 5       | 3.71 | .984           |
| ข8_I               | 400 | 1       | 5       | 4.25 | .812           |
| ข9_D               | 400 | 1       | 5       | 3.36 | 1.045          |
| ข9_I               | 400 | 1       | 5       | 4.13 | .870           |
| ข10_D              | 400 | 1       | 5       | 3.39 | 1.024          |
| ข10_I              | 400 | 1       | 5       | 4.09 | .937           |
| Valid N (listwise) | 400 |         |         |      |                |

## จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## Descriptive Statistics

|                    | N   | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|--------------------|-----|---------|---------|------|----------------|
| ค1                 | 400 | 1       | 5       | 3.29 | .920           |
| ค2                 | 400 | 1       | 5       | 3.37 | .899           |
| ค3                 | 400 | 1       | 5       | 3.33 | .986           |
| ค4                 | 400 | 1       | 5       | 3.36 | .965           |
| ค5                 | 400 | 1       | 5       | 3.35 | 1.024          |
| ค6                 | 400 | 1       | 5       | 3.43 | .983           |
| ค7                 | 400 | 1       | 5       | 3.44 | .989           |
| ค8                 | 400 | 1       | 5       | 3.42 | .947           |
| ค9                 | 400 | 1       | 5       | 3.38 | .936           |
| ค10                | 400 | 1       | 5       | 3.45 | .980           |
| Valid N (listwise) | 400 |         |         |      |                |

## แบบประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้นวัตกรรม

## Descriptive Statistics

|                    | N  | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|--------------------|----|---------|---------|------|----------------|
| no1                | 26 | 3       | 5       | 4.81 | .491           |
| no2                | 26 | 3       | 5       | 4.65 | .629           |
| no3                | 26 | 3       | 5       | 4.77 | .514           |
| no4                | 26 | 4       | 5       | 4.85 | .368           |
| no5                | 26 | 3       | 5       | 4.50 | .648           |
| no6                | 26 | 4       | 5       | 4.69 | .471           |
| no7                | 26 | 4       | 5       | 4.65 | .485           |
| no8                | 26 | 3       | 5       | 4.58 | .578           |
| no9                | 26 | 4       | 5       | 4.77 | .430           |
| no10               | 26 | 4       | 5       | 4.77 | .430           |
| Valid N (listwise) | 26 |         |         |      |                |

## Descriptive Statistics

|                    | N  | Minimum | Maximum | Mean   | Std. Deviation |
|--------------------|----|---------|---------|--------|----------------|
| avgtest            | 26 | 3.70    | 5.00    | 4.7038 | .32800         |
| Valid N (listwise) | 26 |         |         |        |                |

## Descriptive Statistics

|                    | N  | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|--------------------|----|---------|---------|------|----------------|
| selfB1             | 26 | 1       | 3       | 2.38 | .752           |
| selfB2             | 26 | 1       | 4       | 2.31 | 1.158          |
| selfB3             | 26 | 1       | 5       | 2.54 | 1.208          |
| selfA1             | 26 | 4       | 5       | 4.81 | .402           |
| selfA2             | 26 | 3       | 5       | 4.31 | .549           |
| selfA3             | 26 | 3       | 5       | 4.42 | .578           |
| Valid N (listwise) | 26 |         |         |      |                |

## Paired Samples Statistics

|        |        | Mean | N  | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|--------|--------|------|----|----------------|-----------------|
| Pair 1 | selfA1 | 4.81 | 26 | .402           | .079            |
|        | selfB1 | 2.38 | 26 | .752           | .148            |
| Pair 2 | selfA2 | 4.31 | 26 | .549           | .108            |
|        | selfB2 | 2.31 | 26 | 1.158          | .227            |
| Pair 3 | selfA3 | 4.42 | 26 | .578           | .113            |
|        | selfB3 | 2.54 | 26 | 1.208          | .237            |

## Paired Samples Correlations

|        |                 | N  | Correlation | Sig. |
|--------|-----------------|----|-------------|------|
| Pair 1 | selfA1 & selfB1 | 26 | -.407       | .039 |
| Pair 2 | selfA2 & selfB2 | 26 | .600        | .001 |
| Pair 3 | selfA3 & selfB3 | 26 | .692        | .000 |

## Paired Samples Test

|        |                 | Paired Differences |                |                 |   |       | t      | df | Sig. (2-tailed) |
|--------|-----------------|--------------------|----------------|-----------------|---|-------|--------|----|-----------------|
|        |                 | Mean               | Std. Deviation | Std. Error Mean | 95% Confidence Interval of the Difference |       |        |    |                 |
|        |                 |                    |                |                 | Lower                                     | Upper |        |    |                 |
| Pair 1 | selfA1 - selfB1 | 2.423              | .987           | .194            | 2.024                                     | 2.822 | 12.520 | 25 | .000            |
| Pair 2 | selfA2 - selfB2 | 2.000              | .938           | .184            | 1.621                                     | 2.379 | 10.871 | 25 | .000            |
| Pair 3 | selfA3 - selfB3 | 1.885              | .909           | .178            | 1.517                                     | 2.252 | 10.573 | 25 | .000            |

## Paired Samples Effect Sizes

|        |                 |                    | Standardized $r^a$ | Point Estimate | 95% Confidence Interval |       |
|--------|-----------------|--------------------|--------------------|----------------|-------------------------|-------|
|        |                 |                    |                    |                | Lower                   | Upper |
| Pair 1 | selfA1 - selfB1 | Cohen's d          | .987               | 2.455          | 1.671                   | 3.227 |
|        |                 | Hedges' correction | 1.002              | 2.418          | 1.646                   | 3.178 |
| Pair 2 | selfA2 - selfB2 | Cohen's d          | .938               | 2.132          | 1.423                   | 2.827 |
|        |                 | Hedges' correction | .952               | 2.100          | 1.402                   | 2.785 |
| Pair 3 | selfA3 - selfB3 | Cohen's d          | .909               | 2.073          | 1.378                   | 2.755 |
|        |                 | Hedges' correction | .923               | 2.042          | 1.357                   | 2.714 |

a. The denominator used in estimating the effect sizes.

Cohen's d uses the sample standard deviation of the mean difference.

Hedges' correction uses the sample standard deviation of the mean difference, plus a correction factor.

## แบบสอบวัดความรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา

### Tests of Normality

|      | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|      | Statistic                       | df | Sig.  | Statistic    | df | Sig. |
| diff | .109                            | 26 | .200* | .971         | 26 | .655 |

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

### Descriptive Statistics

|                    | N  | Minimum | Maximum | Mean  | Std. Deviation |
|--------------------|----|---------|---------|-------|----------------|
| Before             | 26 | 4       | 17      | 11.15 | 3.977          |
| After              | 26 | 10      | 18      | 16.00 | 2.546          |
| Valid N (listwise) | 26 |         |         |       |                |

### Paired Samples Statistics

| Pair   |        | Mean  | N  | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|--------|--------|-------|----|----------------|-----------------|
| Pair 1 | After  | 16.00 | 26 | 2.546          | .499            |
|        | Before | 11.15 | 26 | 3.977          | .780            |

### Paired Samples Correlations

| Pair   |                | N  | Correlation | Sig. |
|--------|----------------|----|-------------|------|
| Pair 1 | After & Before | 26 | .605        | .001 |

### Paired Samples Test

| Pair   |                | Paired Differences |                |                 |   |       | t     | df | Sig. (2-tailed) |
|--------|----------------|--------------------|----------------|-----------------|---|-------|-------|----|-----------------|
|        |                | Mean               | Std. Deviation | Std. Error Mean | 95% Confidence Interval of the Difference |       |       |    |                 |
|        |                |                    |                |                 | Lower                                     | Upper |       |    |                 |
| Pair 1 | After - Before | 4.846              | 3.171          | .622            | 3.565                                     | 6.127 | 7.793 | 25 | .000            |

### Paired Samples Effect Sizes

| Pair   |                | Cohen's d          | Standard          | Point    | 95% Confidence Interval |       |
|--------|----------------|--------------------|-------------------|----------|-------------------------|-------|
|        |                |                    | izer <sup>a</sup> | Estimate | Lower                   | Upper |
| Pair 1 | After - Before | Cohen's d          | 3.171             | 1.528    | .951                    | 2.091 |
|        |                | Hedges' correction | 3.220             | 1.505    | .937                    | 2.060 |



## ประวัติผู้เขียน

|                   |  |
|-------------------|--|
| ชื่อ-สกุล         | ณัชชา เจริญชนะกิจ  |
| วัน เดือน ปี เกิด | 20 เมษายน 2540   |
| สถานที่เกิด       | กรุงเทพฯ   |
| วุฒิการศึกษา      | ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาศิลปศึกษา (โปรแกรมเกียรตินิยม)<br>จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2563   |
| ที่อยู่ปัจจุบัน   | 43 ซ.ท่าดินแดง 16 ถนนท่าดินแดง<br>เขตคลองสาน แขวงคลองสาน<br>กรุงเทพฯ 10600   |
| ผลงานตีพิมพ์      | 1) ณัชชา เจริญชนะกิจ และ ขนบพร แสงวณิช. (2021). การสอนศิลปะ<br>ปฏิบัติด้านกราฟิกดีไซน์ผ่านระบบออนไลน์ ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของ<br>ของโรค COVID-19. วารสารวิชาการนวัตกรรมสื่อสารสังคม, 9(2), 112-<br>123.<br>2) ณัชชา เจริญชนะกิจ และ โสมฉาย บุญญานันต์. (2022). แนวทางการ<br>ออกแบบบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้สะ<br>เต็มศึกษา ที่มีประสิทธิภาพ และเครื่องมือวางแผนการออกแบบบอร์ดเกม<br>การศึกษา. วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 50(4), 1-14.<br>3) ณัชชา เจริญชนะกิจ และ โสมฉาย บุญญานันต์. (2022). การผลักต้นและ<br>พัฒนาครุสะเต็มศึกษาในต่างประเทศ : การทบทวนวรรณกรรม. วารสาร<br>บัณฑิตศึกษามหาจุฬาขอนแก่น, 10(1), 84-95.<br>4) ณัชชา เจริญชนะกิจ และ โสมฉาย บุญญานันต์. (2023). การวิจัย<br>ประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนานวัตกรรมเพื่อส่งเสริม การเรียนรู้<br>สะเต็มศึกษาให้กับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูระดับประถมศึกษา.<br>วารสารวิจัยวิชาการ, 6(4), 97-114. |
| รางวัลที่ได้รับ   | 1) "การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมเกมการศึกษาเพื่อการส่งเสริมการเรียนรู้<br>เรื่องวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำหรับเด็กช่วงวัย 12 - 15 ปี" รางวัล<br>เหรียญทอง และรางวัลการเขียนข้อเสนอโครงการระดับดีการประกวด<br>นวัตกรรมสายอุดมศึกษา ประจำปี 2563 กลุ่ม 4 การพัฒนาคุณภาพชีวิต<br>และเศรษฐกิจสร้างสรรค์ งาน Thailand Research Expo 2020  |

2) เข้าร่วม 10 ทีมสุดท้ายในการประกวดออกแบบบอร์ดเกม ในโครงการ  
STEAM4INNOVATION Playroom สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**