

# การพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษา

## The Development of Integrated Online Learning Model Based on STEM education in order to Enhance Critical Thinking ability of Students in Secondary Education Level

ภูริพงษ์ ทองแข็ง<sup>1</sup> สนิท เต็มเมืองชัย<sup>2</sup> และประวิทย์ สิมมาทัน<sup>3</sup>

Phuripong Tongkhang<sup>1</sup>, Sanit Teemuangsai<sup>2</sup> and Prawit Simmatun<sup>3</sup>

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม<sup>1,2,3</sup>

Program of Computer Education, Faculty of Education, Rajabhat Maha sarakham University<sup>1,2,3</sup>

Corresponding author, E-mail : Phuri999@gmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสังเคราะห์และประเมินรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา 2) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญในการสังเคราะห์รูปแบบ จำนวน 12 คน และผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินรูปแบบ ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบของรูปแบบที่สังเคราะห์ขึ้นมี 5 องค์ประกอบ 1) โมดูลคลังความรู้ 2) โมดูลการสอน 3) โมดูลการช่วยเหลือ 4) โมดูลกลยุทธ์การเรียนรู้สะเต็ม และ 5) โมดูลการประเมินผล โดยมีขั้นตอนการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน คือ (1) เตรียมความพร้อม(2) ศึกษาข้อมูล/ปัญหา (3) ตั้งสมมติฐาน (4) ลงมือปฏิบัติ (5) นำเสนอผลงานและ (6) ประเมินผล ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมรูปแบบ พบว่า รูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมทั้ง 4 ด้านอยู่ในระดับมาก มีความเหมาะสมของรูปแบบโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก สามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบในการจัดการเรียนรู้ได้

**คำสำคัญ :** การบูรณาการออนไลน์ ; สะเต็มศึกษา ; การคิดวิเคราะห์

### ABSTRACT

This research aimed to synthesize and evaluate the integrated online learning model based on STEM education to enhance critical thinking ability of students in secondary education level. Samples in the study included 12 educational experts who are good at synthesizing learning model and 5 professionals on evaluating model. The research found that the developed learning model consisted of 5 modules which are 1) knowledge module, 2) teaching module, 3) coaching module, 4) STEM strategy module, and 5) evaluation module. There are 6 learning steps in the learning model included 1) preparation, 2) search, 3) hypothesis, 4) action, 5) presentation, and 6) evaluation. The result of the evaluation of the learning model's suitability found that the developed learning model was highly appropriate in all 4 dimensions and in the overall was at high level as well. In short, it is suitable to be used as a learning model.

**Keywords :** Integrated Online Learning ; STEM Education ; Critical Thinking



## บทนำ

การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นการบูรณาการทักษะเข้าในการสอนเนื้อหาหลักด้านวิชาการ โดยผสมผสานองค์ความรู้ทักษะเฉพาะด้าน ความชำนาญและความรู้เท่าทันในแต่ละด้านเข้าด้วยกัน เพื่อให้ประสบความสำเร็จทั้งในด้านการทำงานและการดำเนินชีวิต กลายเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาทักษะแห่งอนาคตใหม่สำหรับประเทศไทย [1] ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และ ฉบับที่ 2 (แก้ไข) พ.ศ. 2545 มาตราที่ 22 ระบุไว้ว่า หลักการจัดการศึกษายึดหลัก 3 ประการ ได้แก่ ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด และกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ [2] และในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ได้กำหนดความสามารถในการคิดเป็นสมรรถนะที่สำคัญที่ผู้เรียน ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างมีระบบ [3]

การพัฒนาคุณภาพของการศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศไทยมีการดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง แต่ในปัจจุบันก็ยังพบว่าคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐานยังไม่มีคุณภาพเท่าที่ควรและมีจุดอ่อนในเรื่องของหลักสูตรและรูปแบบการเรียนการสอนขาดการบูรณาการรายวิชาในแต่ละหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างจุดแข็งและแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ใหม่ซึ่งกันและกันและสามารถแข่งขันกับสถาบันการศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานชั้นนำทั่วโลก [4] จากรายงานผลการจัดอันดับของ “World Economic Forum-WEF” ในรายงาน “The Global Competitiveness Report 2013-2014” ต่อระบบการศึกษาไทยหรือปัญหาการประเมินของนักเรียนไทยจาก PISA ซึ่งว่าการศึกษาไทยนับตั้งแต่ระดับประถมศึกษามัธยมศึกษาถึงมหาวิทยาลัย มีคุณภาพต่ำอยู่ในอันดับ 8 ของประเทศกลุ่มอาเซียน สอดคล้องกับผลการประเมินของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) พบว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์ของเด็กไทยยังอยู่ในระดับต่ำ และสอดคล้องกับสวนดุสิตโพลของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตที่ได้สำรวจความคิดเห็นของ “ครู” ทั่วประเทศ จำนวน 2,508 คน เรื่อง “การศึกษาไทย” ในสายตา “ครู” สรุปว่า “จุดด้อย” ของ “การศึกษาไทย” ร้อยละ 30.36 เห็นว่า เด็กไทยยังขาดทักษะทางด้าน

การคิดวิเคราะห์สอดคล้องกับการวิจัยของ Siththipon Art-in. [5] พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ ทักษะการคิด ทักษะการค้นคว้าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจนอกจากนั้นผลการทดสอบระหว่างประเทศนักเรียน อายุ 15 ปี ที่จับหรือใกล้จบการศึกษาภาคบังคับ หรือที่เรียกว่า PISA จัดโดยกลุ่มประเทศพัฒนา OECD ในวิชาเรื่องการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ยลำดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน [6] สอดคล้องกับการรายงานคุณภาพการศึกษาของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาพบว่าคุณภาพการศึกษายังไม่เป็นที่น่าพึงพอใจให้ผู้เรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักสูตรต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานด้านความรู้ความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ ความรู้และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตรเพียงประมาณร้อยละ 12 และมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองรักการเรียนรู้และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องเพียง ร้อยละ 24 [6] และจากการวิเคราะห์สภาพการจัดการเรียน การสอนในปัจจุบันพบว่าส่วนใหญ่ยังจัดกระบวนการเรียนการสอนแบบบรรยายไม่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์สังเคราะห์ และแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยเฉพาะการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ มีลักษณะสำคัญที่เน้นกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ในการสืบค้นความรู้โดยกำหนดให้ผู้เรียนต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจากผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชาติในภาพรวมระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานสะท้อนให้เห็นว่ากลุ่มสาระการเรียนรู้ที่ยังอยู่ในขั้นปรับปรุงคือกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ [7]

ดังนั้น ประเทศไทยจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเช่นนักเรียนสาขาวิทยาศาสตร์น้อยลง เนื่องจากเป็นการเรียนที่ยาก แต่สาขาศิลปศาสตร์เรียนได้ง่ายกว่า งานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียากกว่าได้คำตอบแทนน้อยกว่างานด้านอื่น เช่น บันเทิง ชูกริก ทองเที่ยว เป็นต้น เหตุผลหนึ่งที่ประเทศไทยต้องเปลี่ยนวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาเป็นสะเต็มศึกษามีดังนี้ ความรู้และความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของเยาวชนไทยยังด้อยกว่านานาชาติ และประเทศไทยต้องการหลุดพ้นจากการเป็นประเทศที่มีรายได้ปานกลางและกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่สามารถรองรับการแข่งขัน

ในอนาคตได้ [8] ซึ่งสอดคล้องกับการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาครั้งสำคัญของประเทศไทย ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยถือว่าการศึกษาค้นคว้าต้องเกิดจากตัวผู้เรียนเป็นผู้ลงมือกระทำ เน้นความสำคัญของการปฏิบัติ ทดลองเสริมทักษะและประสบการณ์ ซึ่งเป็นการฝึกวิคิดที่ทำให้เกิดปัญญาสู่ความรู้ที่เชื่อมโยงลึกซึ้งเป็นการบูรณาการ สร้างและหลอมรวมความรู้แบบองค์รวมไม่จำกัดอยู่ภายในวิชา กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนตื่นตัวและมีความสุขและสิ่งที่จะต้องพิจารณาควบคู่กันไปคือการออกแบบระบบการสอน ระบบการสอนที่นักการศึกษาได้คิดขึ้นมีหลายรูปแบบ ในการออกแบบพัฒนาระบบการสอนต้องพิจารณาเพื่อวางแผนการบูรณาการเกี่ยวกับองค์ประกอบของระบบการสอนให้เหมาะสมกับพัฒนาการของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ [9] หรือมีการจัดทำหลักสูตรบูรณาการ (Integrated Curriculum) เพื่อรวมเนื้อหาสาระของวิชาในหลักสูตรที่มีลักษณะเหมือนกัน หรือคล้ายกันและทักษะในการเรียนรู้ ให้เชื่อมโยงสัมพันธ์เป็นสิ่งเดียวกันโดยการตั้งเป็นหัวข้อเรื่องขึ้นใหม่และมีหัวข้อย่อยตามเนื้อหาอีกทั้งสอดคล้องกับบริบทการเรียนรู้ของสังคมอย่างสมดุล มีความหมายแก่ผู้เรียน และให้โอกาสผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองให้มากที่สุด และการสอนแบบบูรณาการ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้วิธีสอนหลายวิธี จัดกิจกรรมในการสอนเนื้อหาสาระที่เชื่อมโยงกันตลอดจนมีการฝึกทักษะที่หลากหลาย [5] สอดคล้องกับ Watts [10] กล่าวว่าแนวทางหรือวิธีการที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีหลากหลายควรใช้วิธีการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ใหม่ได้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทำให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงแนวคิดซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนต่อไปดังนั้นการบูรณาการของกลุ่มสาระการเรียนรู้สามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์ได้

สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่เน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการ

ดำเนินชีวิตและการทำงาน[11] และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดตั้งสำนัก “สะเต็มศึกษา” ขึ้นในประเทศไทยเพื่อบูรณาการการจัดการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ไปถึงอุดมศึกษารวมทั้งการศึกษาตลอดชีวิตจุดมุ่งหมายของสำนักดังกล่าว คือ การส่งเสริมให้ประชากรรุ่นใหม่ได้มีความรู้และแนวทางสร้างสรรค์แบบใหม่ เพราะในศตวรรษที่ 21 นี้โลกของเราสามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างรวดเร็วจึงต้องเร่งรัดพัฒนาและสร้างทักษะการดำรงชีวิตเพื่อให้เยาวชนของไทยก้าวไปสู่การแข่งขันระดับโลกได้ตลอดจนการก้าวสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน เมื่อสิ้นปี พ.ศ. 2558 (สสวท.) STEM Education คือ การเรียนรู้เนื้อหาและทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ ที่ต้องมีความเข้าใจใน 4 วิชาหลัก ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) คณิตศาสตร์ (Mathematics) และ นำมาบูรณาการกันนั่นเอง[6]สะเต็มศึกษา คือวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ทุกระดับชั้นโดยไม่เน้นการท่องจำสูตรหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือสมการคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิคิด การตั้งคำถาม การแก้ปัญหาและสร้างทักษะการหาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลค้นพบใหม่ทำให้ผู้เรียนรู้จักนำเอาองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ สาขาอื่นมาบูรณาการกันเพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญที่พบในชีวิตจริงเน้นการทำโครงการแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมใหม่โดยวิธีบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ก่อให้เกิดเทคโนโลยีที่ใช้ประโยชน์ [8]

บทเรียนออนไลน์หมายถึงการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผนวกกับการรวมเอาเครื่องมือในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้ามาประกอบเพื่อช่วยในการจัดการเรียนการสอน เช่น E-mail, Webboard, Chat room, เครื่องมือสืบค้น (Search engine) การประชุมทางไกล (Video Conferencing) โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา โปรแกรมการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตว่าเป็นสื่อใหม่ที่รวมคุณสมบัติของไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia) เข้าด้วยกันซึ่งประกอบไปด้วยข้อความเสียงภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวเป็นการสอนแบบรายบุคคลโดยผ่านเครือข่าย [12] [13]



ดังนั้น การเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาออนไลน์จะเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาออกแบบการเรียนรู้ออนไลน์และสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ในรายวิชาที่หลากหลายนำไปสู่การปฏิบัติได้จริงโดยบูรณาการความรู้จากเนื้อหาวิชาได้ทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้โดยทั้งต้องศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานรวมทั้งแหล่งข้อมูลและกิจกรรมที่หลากหลายนำหลักการ หรือแนวทาง หรือมุมมองการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามาออกแบบการเรียนรู้อยู่มีการเชื่อมโยงเนื้อหาหรือบูรณาการความรู้สู่การเรียนรู้ให้ครบทั้ง 4 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ S (Science) เทคโนโลยี T (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ E (Engineer) และคณิตศาสตร์ M (Mathematics) หากผู้เรียนได้ความรู้และทักษะครบทั้ง 4 ศาสตร์ จะทำให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ได้ในระดับหนึ่งซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 นักเรียนเรียนสายวิทย์-คณิต โดยวิธีคิดทำการทดลองนำไปใช้ในชีวิตประจำวันสามารถแข่งขันในระดับสากลได้จึงเป็นที่มาของการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษา

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษา
2. เพื่อประเมินรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษา

### ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญถึงแนวทางการรูปแบบการเรียนรู้ การสอนแบบบูรณา การเรียนรู้ออนไลน์ หลักการสะเต็มศึกษา และการส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อสังเคราะห์และประเมินรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษา

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้แบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

#### 1. การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ ดังนี้

1.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน ความต้องการด้านการคิดวิเคราะห์

1.2 วิเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้

1.3 ศึกษาความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 12 คน โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เกี่ยวกับองค์ประกอบและคุณลักษณะของรูปแบบการเรียนรู้

1.4 สังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเพื่อพัฒนาเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่สมบูรณ์

#### 2. การประเมินรูปแบบการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 สร้างแบบสอบถามแบบมาตราส่วนแบบประมาณค่า 5 ระดับ เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้

2.2 นำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ที่สังเคราะห์เรียบร้อยแล้วต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน เพื่อพิจารณาประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้

2.3 ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

2.4 วิเคราะห์ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิในการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ ประกอบด้วยคณาจารย์ทั้งภาครัฐและเอกชนที่มีประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษามาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี และมีวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาเอกหรือเทียบเท่ากลุ่มตัวอย่างการวิจัยในครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญ เป็นประชากรที่ให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ ได้แก่ คณาจารย์ทั้งภาครัฐและเอกชนที่มีประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษามาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี และมีวุฒิการศึกษาไม่



ต่ำกว่าระดับปริญญาเอกหรือเทียบเท่า คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 12 คน

กลุ่มที่ 2 ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นประชากรที่ใช้ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้นได้แก่คณาจารย์ทั้งภาครัฐและเอกชนที่มีประสบการณ์ด้านการสอนในระดับมัธยมศึกษามาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี และมีวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาเอกหรือเทียบเท่าและมีตำแหน่งทางวิชาการระดับผู้ช่วยศาสตราจารย์ขึ้นไป คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน

### เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. แบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์ เป็นเครื่องมือที่ใช้บันทึกข้อมูลสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน ความต้องการด้านการคิดวิเคราะห์และรูปแบบการเรียนรู้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน ความต้องการด้านการคิดวิเคราะห์ สะเต็มศึกษา รวมทั้งรูปแบบการเรียนรู้

1.2 ศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์ วิธีการสังเคราะห์งานวิจัย ประเภทของการสังเคราะห์งานวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายข้อมูล

1.3 ร่างแบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์ให้ครอบคลุมทุกประเด็นปัญหาการวิจัย แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในแบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์

1.4 ปรับปรุงแก้ไขประเด็นข้อบกพร่องของแบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาก่อนนำไปใช้เก็บข้อมูลจริง

2. เก็บรวบรวมความคิดเห็นจากแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้

2.2 ศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบสัมภาษณ์การเตรียมประเด็นข้อคำถาม การคัดเลือกผู้ให้สัมภาษณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายข้อมูล

2.3 ร่างแบบสัมภาษณ์ตามกรอบแนวคิดการวิจัย โดยตั้ง

เป็นคำถามแบบปลายเปิดให้ครอบคลุมทุกด้าน แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสมของภาษา และถ้อยคำที่ใช้ในแบบสัมภาษณ์

2.4 ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา ก่อนนำไปใช้สัมภาษณ์เก็บข้อมูลจริง

3. แบบประเมินความเหมาะสมรูปแบบ เป็นเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อรูปแบบที่สังเคราะห์ขึ้น มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.1 ศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบประเมิน กำหนดประเด็นคำถามให้ครอบคลุมทุกด้านที่ต้องการประเมินแล้วเป็นร่างแบบประเมินความเหมาะสมรูปแบบ โดยนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญมาสร้างเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

3.2 เสนอแบบสอบถามต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามให้ครอบคลุมทุกประเด็นการวิจัย ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของภาษาและถ้อยคำที่ใช้ในแบบสอบถาม

3.3 นำแบบสอบถามไปหาคำความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาที่มีต่อข้อคำถามแต่ละข้อ

3.4 ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของแบบสอบถามตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จัดพิมพ์แบบสอบถามต้นฉบับเพื่อนำไปใช้การเก็บข้อมูลจริง

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. แบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน ความต้องการด้านการคิดวิเคราะห์ และสะเต็มศึกษา จากเอกสารและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. แบบสัมภาษณ์เชิงลึก ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยการติดต่อ ประสานงาน นัดหมาย วัน เวลา สถานที่สัมภาษณ์และดำเนินการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญโดยใช้คำถามปลายเปิดแบบมีโครงสร้าง เพื่อสอบถามประเด็นเกี่ยวกับการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้

3. แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ ผู้วิจัย



ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยนำแบบประเมินไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินรูปแบบการเรียนรู้และรับคืนด้วยตนเอง

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์จากสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน ความต้องการด้านการคิดวิเคราะห์ และการจัดการเรียนรู้ด้วยใช้สะเต็มศึกษา โดยใช้วิธีการวิเคราะห์และสังเคราะห์เนื้อหา การจำแนกค่า กลุ่มค่าและข้อความตามหมวดหมู่ แล้วบันทึกข้อมูลลงแบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์ จากนั้นสรุปข้อค้นพบที่ได้จากการสังเคราะห์
2. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างจากผู้เชี่ยวชาญ โดยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหาจากคำสัมภาษณ์ของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ เพื่อหาความสอดคล้องของข้อมูลและเนื้อหาหลักที่ตรงกัน
3. วิเคราะห์ข้อมูลการตอบแบบสอบถามการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

### ผลการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปไว้ 2 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษาเพื่อสร้างเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษา 5 องค์ประกอบดังแผนภาพที่ 2



ภาพที่ 1 รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษาเพื่อสร้างเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษา

โดยแต่ละองค์ประกอบรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษาเพื่อสร้างเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษามีรายละเอียด ดังนี้

1. โมดูลคลังความรู้ (Knowledge Module) เป็นแหล่งความรู้ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ให้ผู้เรียนเข้ามาสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหา สื่อ กิจกรรมหรือแหล่งข้อมูลของผู้สอนจัดเตรียมไว้ให้ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้า ลงมือปฏิบัติ ด้วยตนเอง ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

1.1 คลิปข่าวหรือคลิปการทดลอง เป็นแหล่งเรียนรู้ที่ระบุ URL ที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมหรือการทดลองนั้น เพื่อส่งเสริม สนับสนุน ผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุดจากการทดลองหรือสถานการณ์จริง

1.2 ใบบันทึกกิจกรรม โดยมีการออกแบบ เป็นแหล่งเรียนรู้ที่ส่งเสริม สนับสนุน ผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุดโดยผู้เรียนสามารถบันทึกกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนจากแบบฟอร์มที่ออกแบบไว้ในแต่ละกิจกรรม

1.3 ใบบทความรู้เป็นแหล่งเรียนรู้ที่ส่งเสริม ผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุดจากการศึกษาและทบทวนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้น

1.4 แบบบันทึกผลการทดลองหลังการปฏิบัติเป็นแหล่งเรียนรู้ที่ส่งเสริมผู้เรียน ให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด โดยผู้เรียนสรุปองค์ความรู้จากการทดลองและมีการให้ผู้เรียนเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงแก้ไข

2. โมดูลการสอน (Teaching Module) เป็นขั้นตอนการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี โดยกระบวนการจะครอบคลุมกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้จะมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับกระบวนการคิดวิเคราะห์และพฤติกรรมกรการเรียนรู้โดยที่ผู้เรียนจะนำความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน โดยแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1เตรียมความพร้อม (Prepare: P) เป็นส่วนที่ผู้สอนเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนโดยการให้คำแนะนำ หรือปลุมนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ศึกษาข้อมูล/ปัญหา (Search :S) เป็นส่วนที่ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้าทำความเข้าใจในประเด็นปัญหา หรือกิจกรรมให้กระจ่างชัด เพื่อหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ในการแก้ปัญหา จากคลังความรู้ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้

ขั้นที่ 3 ตั้งสมมุติฐาน (Hypothesis: H) เป็นส่วนที่ให้นักเรียนตั้งสมมุติฐานจากกิจกรรมตามที่สาธิตหรือคลิปวิดีโอให้นักเรียนฝึกการทดลองตามตัวอย่างโดยอาจมีการปรับเปลี่ยนวัสดุอื่นที่เหมาะสมแล้วเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้ว่าสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งหรือไม่

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติ (Action: A) ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามกิจกรรม/แผนการเรียนรู้ที่กำหนด ซึ่งอาจจะทำงานเดี่ยวหรืองานกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนฝึกแก้ไขปัญหาจากโจทย์ปัญหาสถานการณ์จำลอง โดยให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้ไปพิสูจน์หรือทดลองตามสมมุติฐาน เพื่อพิจารณาคัดเลือกคำตอบ หรือแนวทางในแก้ไขปัญหานั้นที่เหมาะสม

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงาน (Present :P) ให้นักเรียนนำผลงานมานำเสนอแนวคิด /สาธิต อธิบาย อภิปรายผล แลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือนำเสนอในรูปแบบสื่อมัลติมีเดีย โดยผู้เรียน หรือกลุ่มจะต้องนำเสนอผลงานที่ดำเนินการตามกิจกรรมให้เป็นลักษณะความคิดรวบยอด (Conceptual)

ขั้นที่ 6 ประเมินผล (Evaluation :E) เป็นการประเมินผลการเรียนโดยใช้รูปแบบการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการประเมินประเมินผลตามวัตถุประสงค์

3. โมดูลการช่วยเหลือ (Coaching Module) เป็นส่วนที่ผู้สอนให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในขณะดำเนินการตามกิจกรรมการเรียนรู้ หรือเกิดปัญหาข้อสงสัย เช่น ตอบปัญหาผ่านเว็บไซต์ห้องสนทนา

4. โมดูลกลยุทธ์การเรียนรู้สู่สะเต็ม (STEM Strategy Module)เป็นส่วนของการเรียนรู้ตามหลักการสะเต็มศึกษา (STEM) โดยเน้นการบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม ร่วมกับการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning: PBL) เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

5. โมดูลการประเมินผล (Evaluation Module) เป็นส่วนที่ใช้ในการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ตอนที่ 2 ผลการประเมินรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษาเพื่อสร้างเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านแนวคิดและทฤษฎีในการพัฒนาแบบการเรียนรู้ ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านแนวคิดและทฤษฎีในการพัฒนาแบบการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
1. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบการเรียนรู้	3.80	0.45	มาก
2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับหลักการของการเรียนรู้สะเต็มศึกษา	4.40	0.55	มาก
3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับหลักการของการเรียนรู้แบบออนไลน์	4.00	0.00	มาก
4. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้โปรเจกเป็นฐาน	4.20	0.45	มาก
5. ทักษะการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์	4.00	0.71	มาก
รวม	4.08	0.49	มาก

2. ด้านองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก ( $\bar{X}=3.68$ , S.D. =0.56) ดังตารางที่ 2



**ตารางที่ 2** ผลการประเมินความเหมาะสมด้านองค์ประกอบและ  
หลักการของรูปแบบการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความ เหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
1. องค์ประกอบและหลักการ	4.00	0.71	มาก
2. หน้าที่ (Function) ของแต่ โมดูลในองค์ประกอบของรูป แบบการเรียนรู้	3.80	0.45	มาก
3. ความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน แต่ละโมดูลในองค์ประกอบของรูป แบบการเรียนรู้	3.80	0.45	มาก
4. ขั้นตอนการทำงานในแต่ละโมดูล ในองค์ประกอบของรูปแบบการ เรียนรู้	3.20	0.45	ปานกลาง
5. ด้านการส่งเสริมผู้เรียนให้ทักษะ การคิดวิเคราะห์ตามรูปแบบการ เรียนรู้	3.60	0.55	มาก
รวม	3.68	0.56	มาก

3. ด้านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ผลการประเมินจากผู้ทรง  
คุณวุฒิมีความเห็นว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก ( $\bar{X}$ =3.73,  
S.D. =0.52) ดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** ผลการประเมินความเหมาะสมด้านขั้นตอนการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความ เหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
1. ขั้นตอนการเรียนรู้	4.20	0.45	มาก
2. การจัดสภาพแวดล้อมที่ ส่งเสริมความสามารถในการคิด วิเคราะห์	3.40	0.55	ปานกลาง
3. การจัดกิจกรรมที่ส่งเสริม ความสามารถในการคิด วิเคราะห์	3.60	0.55	มาก

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความ เหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
4.บทบาทของผู้เรียนในการ ดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบ การเรียนรู้	3.80	0.45	มาก
5.บทบาทของผู้สอนในการ ดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบ การเรียนรู้	3.60	0.55	มาก
6. การวัดและประเมินผลการ เรียนรู้ผู้เรียนตามรูปแบบ การเรียนรู้	3.80	0.45	มาก
รวม	3.73	0.52	มาก

4. ความเหมาะสมต่อรูปแบบการเรียนรู้โดยภาพรวมผล  
การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่า มีความเหมาะสมใน  
ระดับมาก ( $\bar{X}$ =3.76, S.D. =0.44) ดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** ผลการประเมินความเหมาะสมด้านการนำรูปแบบ  
การเรียนรู้ไปใช้งาน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความ เหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
1. ด้านองค์ประกอบของรูปแบบ การเรียนรู้มีกระบวนการทำงาน ที่สอดคล้องสัมพันธ์กันโดย ภาพรวม	4.40	0.55	มากที่สุด
2. กระบวนการจัดการการเรียนรู้ ในแต่ละขั้นตอนตามรูปแบบ การเรียนรู้มีความสอดคล้อง และสัมพันธ์กันโดยภาพรวม	3.80	0.45	มาก
3. การจัดกิจกรรม แหล่งเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ คิดวิเคราะห์โดยภาพรวม	3.40	0.55	ปานกลาง
4. ด้านการนำรูปแบบการเรียนรู้ ไปใช้งานจริงในการจัดการเรียน รู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ คิดวิเคราะห์	3.80	0.45	มาก

รายการประเมิน	ผลการประเมิน	ระดับความเหมาะสม
รวม	3.76 0.44	มาก

### สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ทั้ง 4 ด้าน อภิปรายผลและสรุปผลได้ ดังนี้

1. ด้านแนวคิดและทฤษฎีในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ ผลการประเมิน พบว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก เนื่องจากได้ศึกษาและวิเคราะห์สภาพปัจจุบันและสภาพปัญหาของการจัดการเรียนรู้ ที่ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับ The Secretariat of the Council of Education. [14] และ Withayakorn Chiengkul. [15] ที่ได้รายงานคุณภาพการศึกษา พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำในมาตรฐานด้านความรู้ความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนขาดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ มีวิจารณ์ญาณไม่ได้และได้นำทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างลงตัว ได้แก่ การสอนแบบบูรณาการ หลักการเรียนรู้สะเต็มศึกษา การเรียนรู้ออนไลน์ การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยได้ผสมผสานแนวคิด หลักการ และทฤษฎีดังกล่าว เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งสอดคล้องกับ Ministry of Education. [16] ที่กล่าวว่า การพัฒนาการจัดเรียนรู้แบบบูรณาการวงจรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอนนับเทคนิคการใช้คำถาม ช่วยส่งเสริมสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้กับผู้เรียนได้ทุกระดับชั้นซึ่งสอดคล้องกับ Nareelak Siriwan. [17] ที่กล่าวว่า การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา สามารถพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงโดยเฉพาะทักษะการคิดวิเคราะห์ได้ ซึ่งแนวคิดดังกล่าวยังสอดคล้องกับ The Secretariat of the Council of Education. [14] ได้เสนอว่า การสอนแบบโครงการเป็นกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติอย่างเป็นระบบ มุ่งส่งเสริมกระบวนการคิดวิเคราะห์

2. ด้านองค์ประกอบและหลักการของรูปแบบการเรียนรู้ ผลการประเมิน พบว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก เนื่องจากผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ Eisenkraft [18] ที่ได้นำเสนอ รูปแบบ

วัฏจักรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 7 ขั้นตอน เพื่อประยุกต์ให้เหมาะสมตามธรรมชาติของวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ อันจะทำให้ให้นักเรียนเข้าถึงความรู้ความจริงได้ด้วยตัวเองนอกจากนี้ยังได้นำแนวคิดการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของ The Partnership for 21st Century Skills [1] มาเป็นฐานสำคัญในสังเคราะห์องค์ประกอบและหลักการของรูปแบบการเรียนรู้ รวมถึงรูปแบบการเรียนรู้ตามหลักการสะเต็มศึกษาของ Dejamette [19] มาเป็นต้นแบบในการสอนแบบบูรณาการ

3. ด้านขั้นตอนการเรียนรู้ผลการประเมิน พบว่า มีความเหมาะสมในระดับมากเนื่องจากในแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้ได้พัฒนาขึ้นบนพื้นฐานแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ได้แก่ การสอนแบบบูรณาการ หลักการเรียนรู้สะเต็มศึกษา การเรียนรู้ออนไลน์ การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสอดคล้องกับ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). [2] ที่ได้นำเสนอขั้นตอนการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การคิดและเลือกหัวข้อที่จะทำโครงการ 2) การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง 3) การจัดทำเค้าโครงของโครงการ 4) การลงมือทำโครงการ 5) การเขียนรายงาน และ 6) การแสดงผลงาน และยังสอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของ Eisenkraft [18] ที่ได้นำเสนอขั้นตอนการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit) 2) ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) 3) ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) 4) ขั้นอธิบาย (Explain) 5) ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) 6) ขั้นประเมินผล (Evaluate) และ 7) ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend) โดยขั้นตอนการเรียนรู้ดังกล่าวยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Bloom [20] ที่ได้จำแนกจุดมุ่งหมายของการศึกษาด้านการคิด 6 ระดับ ได้แก่ ระดับความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

4. ด้านการนำรูปแบบการเรียนรู้ไปใช้งานผลการประเมิน พบว่า มีความเหมาะสมในระดับมากทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบการเรียนรู้มีองค์ประกอบและขั้นตอนการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองและส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ให้กับผู้เรียนได้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Pomtip Siriphatrachai. [21] ที่ได้ศึกษา STEM Education กับการพัฒนาทักษะใน



ศตวรรษที่ 21 พบว่า สามารถพัฒนาด้านทักษะการคิดขั้นสูงของผู้เรียนโดยเฉพาะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Chamras Intalaporn, MarutPatphol, WichaiWongyai and SrisamornPumsa-ard. [22] ที่ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา พบว่า สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมที่ใช้ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรม ผู้เรียนเข้าใจสาระและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้นนอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). [2] ที่มีความมุ่งมั่นที่จะส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้เกิดขึ้นในทุกระดับชั้น เพื่อให้เยาวชนไทยได้พัฒนาทักษะ กระบวนการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์

### เอกสารอ้างอิง

- [1] Partnership for 21<sup>st</sup> Century Skills .(2009). **Framework for 21<sup>st</sup> Century Learning**. Retrieved 20 October 2015, from [http://www.p21.org/storage/documents/P21\\_Framework\\_Definitions.pdf](http://www.p21.org/storage/documents/P21_Framework_Definitions.pdf).
- [2] The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2001). **Learning Management Guide, Learning Mathematics Group**. Bangkok : The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).
- [3] The Higher Education Commission. (1999). **Guidelines for Higher Education Administration**. Bangkok : The Higher Education Commission.
- [4] Ratchanok Sophaphis. (2011). "The Development of the Experience Readiness Preparation Model For Tourism Management Students". **Veridian E-Journal SU**, 4(1), May - August 2011, 4-5.
- [5] Sitthipon Art-in. (2011). **The Development of a Learning Management Model Emphasizing Analytical Thinking in the Science Learning Area**. Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Khon Kaen University
- [6] Raksapon Thananuwoong. (2013). Augmented Reality Learning Media on the Issue of Sinking and Floating," The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), Secondary Science, IPST Magazine, 41 (181) March-April 2013 p. 28-31.
- [7] Siriphat Jesadawiro. (2003). **Integrated teaching and learning management**. Bangkok : Book Point.
- [8] Montree Julawattanathon. (2014). **STEM Education Thailand and STEM Ambassadors**. IPST Magazine, 42, (185) : November-December 2013
- [9] MonthienThienthong. (2011). **Courseware design and development**. Bangkok: Textbook Production Center, King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok.
- [10] Watts , M.(1991). **The Science of Problem - Solving : A Practical Guide for Science Teachers**. London : Cassell Educational Limited.
- [11] Aphisit Thongchai and Others. (2008). **Summary of special lectures on the Issue of Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education : Preparing students for the 21<sup>st</sup> Century**. 1 March 2015, from; <http://designtechnology.ipst.ac.th/uploads/STEMeducation.pdf>.
- [12] Prachyanun Nilsook. (2000). Computer based simulation (CBS), **Journal of Education, Burapa University**, 12(2), 47-51.

- [13] Colleen, J. (1996). **Designing Web-Based Instruction : Research and Rationale.** (Online) Retrive 12 July 2015, from <http://www.cc.utexas.edu/~jonesc/research/empaper.htm>.
- [14] The Secretariat of the Council of Education. (2010). **Educational reform proposals in the second decade.** (2009-2018). Bangkok: Secretariat of the Council of Education.
- [15] Withayakorn Chiengkul. (2014). Sweep Thailand : Another long walk : What, how, to whom, for what of reform : Sun House.
- [16] Ministry of Education. (2009). **Core Curriculum Basic Education 2008 : Office of the Basic Education Commission.** Bangkok : Printing Agricultural Cooperative Federation of Thailand Limited.
- [17] Nareelak Siriwan. (2016). **Integrated Teaching Across Disciplines (STEM EDUCATION).** (Online). 20 April 2016, from [http://library2.parliament.go.th/giventake/content\\_royrueng/2016/rr2016-oct1.pdf](http://library2.parliament.go.th/giventake/content_royrueng/2016/rr2016-oct1.pdf).
- [18] Eisenkraft, Arthur. (2015). **Expanding the 5-E Model a Proposed 7-E Model Exmphasize Transfer of Learning and the Importance of Eliciting Frior Understand.** The Science Theacher, 70,6 (Jane 2015) : 56-59.
- [19] Dejamette. (2012). **America's children : providingearly exposure to STEM (science, Technology, Engineering And Math) Initiatives.** Education, 133(1), 77-84.
- [20] Bloom, Benjamin S. (1964). **Taxonomy of Educational Objectives : The Classification of Educational Goals.** Handbook ll Affective Domain. London : Longman,
- [21] Porntip Siriphattrachai. (2013). STEM Education and 21<sup>st</sup> Century Skills Development. **Executive Journal**, 33(2), 49-56.
- [22] Chamras Intalapaporn, MarutPatphol, Wichai Wongyai and SrisamornPumsa-ard. (2015). "The study guidelinesfor learning management of the STEM Education for elementarystudents. **Veridian E-Journal, Silpakorn University**, 8(1) January-April 2015.

