



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด
สำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

โดย นายนิรมิข เพียรประเสริฐ

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ จันทรวิวัฒน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณมน จีรังสุวรรณ)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลศรี เวศย์อุฬาร)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยการ ศิริรัตน์)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ฐาปนี ธรรมเมธา)

รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด
สำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

นายนิรมิข เพียรประเสริฐ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายนิรมิข เพียรประเสริฐ
ชื่อวิทยานิพนธ์ : รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่าน
ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการ
การศึกษาขั้นพื้นฐาน
สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร.ณมน จีรังสุวรรณ
ปีการศึกษา : 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2) พัฒนาระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (3) ศึกษาผลการใช้ระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และ (4) ศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างคือ ครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) โดยแบ่งชั้นภูมิตามภูมิภาค จากนั้นเลือกกลุ่มตัวอย่างในแต่ละภูมิภาคแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้โรงเรียน 4 แห่ง โดยให้ครู 1 คนจากแต่ละแห่งออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลองจาก 4 โรงเรียน รวมจำนวน 188 คน ผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ (1) ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถนะจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (2) การพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ครูร่วมกันออกแบบและสร้างแผนจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาด้วยกิจกรรมที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้แบบ Active ทำทฤษฎีความคิด มีการบูรณาการ เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และทำให้เกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 จากนั้นครูและผู้เชี่ยวชาญจะร่วมกันประเมิน อภิปรายแผนจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญจะมีการประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 1 จากแผนจัดการเรียนรู้ที่ได้ เพื่อให้ครูนำไปจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนจนครบ ครูจะร่วมกันอภิปรายขยายความรู้หลังจัดการเรียนรู้ และผู้เชี่ยวชาญจะทำการประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 2 ซึ่งขั้นตอนการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้มีเป็นขั้นตอนสำคัญในการพัฒนาความสามารถด้านการจัดการเรียนรู้ ช่วยให้ครูสร้างแผนจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมที่น่าสนใจ มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันของนักเรียนตามแนวทางของสะเต็มศึกษา และ (3) ผลการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ และความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ เป็นข้อมูลย้อนกลับหรือข้อเสนอแนะต่อการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู

2. ระบบที่พัฒนาตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ประกอบด้วยโครงสร้างหลัก 3 ส่วนคือ (1) คลังความรู้เกี่ยวกับสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การวัดและประเมินผล และความรู้เกี่ยวกับทักษะในศตวรรษที่ 21 (2) กิจกรรมการสร้างแผนจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ครูร่วมกันนำเสนอ อภิปรายแผนจัดการเรียนรู้ และ (3) กระดานสนทนา ซึ่งทั้ง 3 ส่วนมีผลการประเมินความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

3. ผลการใช้ระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา พบว่าครูมีความสามารถด้านการออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรม และการประเมินผลได้สอดคล้องกัน มีกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อให้เกิดความท้าทาย และบูรณาการความรู้แต่ละสาระวิชา เชื่อมโยงกับชีวิตจริง โดยครูมีการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยกิจกรรม คำถาม คำอธิบาย ที่ช่วยกระตุ้นความสนใจ ส่งเสริมความคิดที่ท้าทายของนักเรียน ใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศที่ช่วยเพิ่มความรู้ ทักษะ จนนำไปสู่การสรุปความรู้ ความเข้าใจร่วมกัน รวมทั้งมีการประเมินทั้งความรู้ ทักษะและความสามารถในการประยุกต์ความรู้ที่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

4. ความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา พบว่า (1) ด้านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดมีเนื้อหาที่ความถูกต้อง ครบถ้วนและเข้าถึงได้สะดวก รวมทั้งมีรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาที่เหมาะสม และ (2) ด้านการจัดการเรียนรู้ มีระยะเวลาในการศึกษาหาความรู้ของครู ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน การร่วมกันออกแบบ สร้าง ประเมิน และอภิปรายแผนจัดการเรียนรู้ รวมทั้งมีกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันที่มีความเหมาะสม

(วิทยานิพนธ์นี้มีจำนวนทั้งสิ้น 156 หน้า)

คำสำคัญ : การออกแบบการเรียนรู้ สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

Name : Mr.Niramis Painprasert
Thesis Title : A Model of Teachers' STEM Education Learning Management Competencies via Open Educational Resources under Office of the Basic Education Commission
Major Field : Information and Communication Technology for Education
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Thesis Advisor : Associate Professor Dr.Namon Jeerungsuwan
Academic Year : 2020

Abstract

The objectives of the research study were to (1) design a model of teachers' STEM education learning management competencies via open educational resources under office of the basic education commission, (2) develop the system of the proposed model, (3) assess the use of the above system via the competencies of teachers, and (4) study the opinion of teachers toward the model. The samples of the study were teachers under office of the basic education commission who were selected using Stratified Random Sampling by region. Then, four schools from four regions were selected by the purposive sampling method. Then, each teacher from each school was asked to design the learning managing plan following the model and tried out with 188 students from four schools through the designed system of Open Educational Resources. The data were analyzed using mean ($\bar{X}$) and standard deviation (S.D.).

The result were as follows:

A model of teachers' STEM education competencies via open educational resources under office of the basic education admission can be divided into three main components (1) open educational resources which were the resources for developing the teacher STEM education competencies, (2) the development of teacher learning management competencies in order to enable teachers to collaboratively design and create a STEM learning management plan with activities that would cause active learning, thought challenging, real life problem integration, and create the 21st century skills. After that, teachers and experts would collaboratively assess and discuss the learning management plan. The experts would provide the first evaluation of the learning management competency from the learning management plan in order for the teacher to manage the whole learning in the classroom. The teachers would discuss and elaborate the knowledge after the learning management. The expert would provide the second evaluation of the learning management competencies. The

processes of developing the learning management competencies were important for helping teachers to create the learning management plan with interesting activities and benefiting to the diary lives of students following the direction of STEM education, and (3) the results of the development of teachers learning management competencies and the teachers' opinions on the model of learning management competencies would be the feedback or suggestions for developing the teacher learning management competencies.

The system of STEM education competencies development for teachers was developed following the model using the Open Educational Resource system which composed of three main parts: (1) knowledge resources which consists knowledge of learning management competencies, STEM education, learning management of STEM education, engineering design process, measurement and evaluation, and knowledge of the 21st century skills (2) activities of creating a learning management plan, and (3) discussion board. All three parts were evaluated with the highest level of appropriateness.

The use of the above system toward the STEM education competencies of teachers via the Open Educational Resources system was found that teacher had competencies in designing the learning management plan by assigning the learning objectives, activities, and evaluation. They could provide activities for students to share ideas in order to create challenge and integrate knowledge of each subject with the real-life experience. The teacher introduced the lesson with activities, questions, and explanations to motivate the interests. They also supported the students' thought of challenge, use of information technology media to increase knowledge, skills, and brought up to the conclusion of knowledge and sharing understanding. Teacher also evaluate the students' knowledge, skills, and competencies in applying knowledge suited to the learning objectives.

The opinion of teachers toward the model was found that (1) open educational resources were very appropriate. The content was accurate and accessible and (2) learning management were appropriate in: timely for teacher toacquire knowledge, timely in learning management for students, design collaboration, evaluation creating, and discussion of learning management plan including learning collaboration activities.

(Total 156 pages)

Keyword : Learning Design and Development Learning Management Competencies,
STEM Education, Open Educational Resources

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ได้เนื่องด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.ณมน จีรังสุวรรณ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนวคิด ข้อชี้แนะ ตลอดจนข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่งานวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตา และขอกราบขอบพระคุณท่านด้วยความเคารพอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.อรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง ที่ให้ความเมตตาและกรุณาให้เกียรติเป็นประธานสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลศรี เวศย์อุฬาร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยการ ศิริรัตน์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ฐาปณีย์ ธรรมเมธา คณะกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำแนะนำที่มีคุณค่าต่อการปรับปรุงงานวิจัยให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

การวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนบางส่วนจากทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์ และทุนสนับสนุนการเผยแพร่ผลงานวิชาการ ของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยในครั้งนี้ จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ได้กรุณาให้ทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ ครู และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทุกท่าน รวมทั้งบุคลากรของสาขาเทคโนโลยี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้การสนับสนุนทุนการศึกษาและเข้าศึกษาแบบเต็มเวลาของการศึกษาระดับปริญญาเอกในครั้งนี้

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุพการี คุณพ่อมานิตย์ และคุณแม่ระแวนต์ เพียรประเสริฐ นางสาวประวีณา เพียรประเสริฐ (พี่สาว) นางสาวมารีนา เพียรประเสริฐ เอริกเซน (พี่สาว) ที่คอยสนับสนุน และเป็นกำลังใจในการศึกษาระดับปริญญาเอก ตลอดจนบุคคลที่เกี่ยวข้องที่ยังไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่คอยส่งกำลังใจ ความห่วงใย จนเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในครั้งนี้

นายนิรมิข เพียรประเสริฐ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ	5
1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 สะเต็มศึกษา	18
2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้แบบเปิด	342
2.3 เอกสารและงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้	34
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	51
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	51
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	51
3.3 วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลตามวัตถุประสงค์ดังนี้	52
3.4 การออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทฤษฎีการเรียนรู้แบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	52
3.5 พัฒนาระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทฤษฎีการเรียนรู้แบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	66
บทที่ 4 ผลการวิจัย	81
4.1 ผลการออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทฤษฎีการเรียนรู้แบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	81
4.2 ผลการพัฒนาระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทฤษฎีการเรียนรู้แบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	85

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 ผลการศึกษาการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากร การศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	88
4.4 ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการ เรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษา ขั้นพื้นฐาน	89
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	91
5.1 สรุป	91
5.2 อภิปรายผล	95
5.3 ข้อเสนอแนะ	98
บรรณานุกรม	99
ภาคผนวก ก	111
รายนามผู้เชี่ยวชาญและตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ	111
ภาคผนวก ข	111
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	111
ภาคผนวก ค	135
ตารางแสดงค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถาม (IOC)	136
ภาคผนวก จ	145
บทความวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่	145
ประวัติผู้วิจัย	155

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 แสดงตัวบ่งชี้ และรายการพฤติกรรมของสมรรถนะ	15
2-2 ตัวอย่างจุดประสงค์การเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ภัยพิบัติทางธรรมชาติ	30
2-3 ผลการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	40
2-4 การสังเคราะห์หลักการออกแบบและพัฒนาการเรียนรู้	41
2-5 การสังเคราะห์สมรรถนะการจัดการเรียนรู้	42
2-6 การสังเคราะห์สะเต็มศึกษา	44
2-7 การสังเคราะห์ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด	45
1-1 แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ร่างที่ 1)	62
1-2 ผลการประเมินรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	64
1-3 แบบประเมินความเหมาะสมของระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	69
1-4 ผลการประเมินความเหมาะสมของระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	70
1-5 แบบศึกษาผลการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	72
1-4 ผลการศึกษาการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	74
1-5 ร่างแบบศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	78
1-6 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินความเหมาะสม (กัลยา, 2544)	79
1-7 เกณฑ์การแปลความหมายข้อมูลและพิจารณาจากค่าเฉลี่ย (กัลยา, 2544)	79
1-8 ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	79

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค-1 ตารางแสดงค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามแบบประเมินการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	136
ค-2 ตารางแสดงค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามแบบศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อ รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	140

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย เรื่อง รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	6
2-1 แสดงวงจรการจัดการเรียนรู้ของ Grant Wiggins และ Jay McThighe (Wiggins, G., & McTighe, J., 2011)	7
2-2 รูปแบบการเรียนการสอนของภุชมนันต์ (ภุชมนันต์, 2549)	10
2-3 การออกแบบโครงสร้างสะพานข้ามแม่น้ำของวิศวกรโดยใช้รูปสามเหลี่ยมชนิดต่าง ๆ (ที่มา http://www.highestbridges.com)	
2-4 หลักการออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ที่มา: Robert, (2013)	29
2-5 การวิเคราะห์และสังเคราะห์กรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	39
1-1 ร่างกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ร่างที่ 1)	47
1-2 กรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	49
1-3 วัตถุประสงค์ที่ 1 การออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	53
1-4 การวิเคราะห์เบื้องต้น (Front end Analysis) รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	54
1-5 รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จากการวิเคราะห์เบื้องต้น (Front-end Analysis) (ร่างที่ 1)	56
1-6 ร่างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ร่างที่ 2)	57
1-7 ร่างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ร่างที่ 3)	60
1-8 วัตถุประสงค์ที่ 2 การพัฒนาระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	66
1-9 กระบวนการทำงานของ Google Classroom	67

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
1-10 โครงสร้างของภายในระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามกรอบแนวคิด ของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากร การศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	68
1-11 วัตถุประสงค์ที่ 3 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐาน	71
1-12 วัตถุประสงค์ที่ 4 การศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะ การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครู สังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	77
1-13 รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนา สมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับ ครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	82
1-14 โครงสร้างของภายในระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามกรอบแนวคิดของรูปแบบ การพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด สำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	85
1-15 ระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะ การจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ภายใน Google Classroom	87
ข-1 รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนา สมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด สำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	115
ข-2 รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนา สมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด สำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	121

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาสมรรถนะหรือความสามารถของครูผู้สอนให้มีความพร้อมต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษาที่สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมปัจจุบัน พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553 ได้ให้ความสำคัญของการพัฒนาครู คณาจารย์และบุคลากรทางการศึกษา โดยระบุไว้ใน หมวด 1 มาตรา 9(4) ว่า “มีหลักการส่งเสริมมาตรฐานวิชาชีพครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา และการพัฒนาครูคณาจารย์ และบุคคลทางการศึกษาอย่างต่อเนื่อง” และได้กำหนดหลักการดำเนินการไว้ในหมวด 7 มาตรา 52 ว่า “ให้กระทรวงส่งเสริมให้มีระบบ และกระบวนการผลิตพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษาให้มีคุณภาพและมาตรฐานที่เหมาะสมกับการเป็นวิชาชีพชั้นสูง โดยการกำกับและประสานให้สถาบันที่มีหน้าที่ผลิตและพัฒนาครู คณาจารย์ รวมทั้งบุคลากรทางการศึกษาให้มีความพร้อมและมีความเข้มแข็งในการเตรียมบุคลากรใหม่และพัฒนาศักยภาพประจำการอย่างต่อเนื่อง รัฐพึงจัดสรรงบประมาณและจัดตั้งกองทุนพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษาอย่างพอเพียง”

ครู จัดว่าเป็นกำลังสำคัญต่อระบบการศึกษา มีบทบาทในการจัดการเรียนรู้ การจัดการห้องเรียน รวมถึงการจัดการผู้เรียนด้วย ครูต้องมีความรู้รอบด้านและรู้เท่าทันต่อการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ รอบตัว โดยเฉพาะเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทต่อการจัดการศึกษา ครูจึงควรได้รับการพัฒนาสมรรถนะในทุก ๆ ด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ที่จะสามารถจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีทางการศึกษาที่เหมาะสม ผสมผสานกับเทคนิควิธีการสอนเพื่อถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ และทักษะต่าง ๆ ไปยังผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและมีทักษะการรู้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ให้รู้จักเลือกรับ เลือกปฏิเสธ และรู้เท่าทันเทคโนโลยีไปพร้อม ๆ กับการเรียนรู้เนื้อหาวิชาการ รวมถึงทักษะต่าง ๆ ในศตวรรษที่ 21 ครูจึงจำเป็นต้องมีสมรรถนะทั้งความรู้ ทักษะ เจตคติของครูที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานในวิชาชีพครูให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ สมรรถนะครูเป็นสิ่งจำเป็นต่อการปฏิบัติวิชาชีพครูให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพตามความต้องการขององค์การทางการศึกษายุคปฏิรูปการศึกษา ความคาดหวังขององค์การทั้งระดับโรงเรียน เขตพื้นที่ การศึกษา และกระทรวงศึกษาธิการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นหนึ่งในสมรรถนะประจำสายงาน (Functional Competency) ที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดไว้สำหรับใช้ประเมินคุณภาพในการปฏิบัติงานของครู เพื่อให้ทราบถึงความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนการวัดผลและประเมินผลการจัดการเรียนรู้

Moomaw (2012). กล่าวว่า การศึกษา STEM เกี่ยวพันกับเด็กในยุคปัจจุบันเป็นอย่างยิ่ง เพราะเด็กในปัจจุบันอยู่ในโลกของเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และเกี่ยวพันกับศาสตร์ทั้ง 4 ของ STEM ซึ่งก็คือ S (Science) วิทยาศาสตร์ T (Technology) เทคโนโลยี E (Engineering) วิศวกรรม และ M (Mathematic) คณิตศาสตร์ ดังนั้นการเรียนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ จึงนับว่ามีความเกี่ยวข้องและสำคัญกับชีวิตเด็ก ทำให้เด็กได้เข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้ง่ายขึ้น ถ้าเด็กได้เรียนสิ่งเหล่านี้อย่างสนุกสนาน ได้เรียนรู้ ทดลอง สัมผัสผ่านวัสดุอุปกรณ์ ได้คิด

ได้แก้ปัญหาคิดสร้างสรรค์จากการเรียนโดยผ่านประสบการณ์ตั้งแต่เล็ก จะทำให้เด็กชอบเรียนรู้อยากทดลอง สนุกกับการคิด เป็นการปลูกฝังให้เด็กชอบที่จะเรียนเลขและวิทยาศาสตร์ตั้งแต่เล็ก ๆ ทำให้เด็กรู้สึกไม่กลัวที่จะเรียนวิชาเหล่านี้เมื่อการเรียนนั้นยากขึ้น ถ้าเราพัฒนาเด็กให้ได้เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง สมองของเด็กก็จะพัฒนาอย่างเต็มที่ การเรียนวิทยาศาสตร์จึงไม่ต้องรอให้เด็กเรียนในชั้นประถมศึกษา เด็กควรมีโอกาสเรียนด้วยการศึกษา STEM ตั้งแต่อนุบาล เพื่อเด็กจะได้ฝึกคิดฝึกตั้งคำถามในการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในโลกโดยผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า จากการค้นหาทดลองกับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว เรียนรู้จากการลงมือกระทำ ลงมือสัมผัส เด็กอนุบาลสามารถเรียนจากกิจกรรม ในมุมประสาทสัมผัส การเททราย การเล่นน้ำ การตวง การวัด หรือมุมไม้บล็อกที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการจัดทำหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ได้กำหนดยุทธศาสตร์หนึ่งที่จะขับเคลื่อนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเชิงบูรณาการและพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้กลไกการเรียนรู้ที่เป็นนวัตกรรม และมีเป้าหมายที่จะให้นักเรียนในทุกภูมิภาคได้เรียนรู้เชิงบูรณาการและนำวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ในชีวิตหรืออาชีพ ผ่านกลไกการขับเคลื่อนสะเต็มศึกษาร่วมกับภาคีเครือข่าย โดยมีความมุ่งมั่นที่จะส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ ๆ พยายามที่จะผลักดัน การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้เกิดขึ้นในทุกระดับชั้น เพื่อให้เยาวชนไทยได้พัฒนาทักษะ กระบวนการคิด วิเคราะห์ การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี สร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเป็นหนึ่งในแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ด้วยการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือโครงงานสะเต็มศึกษาจะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่สำคัญต่ออนาคตของประเทศ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) สะเต็มศึกษาจึงเป็นอีกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ครูสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในห้องเรียนได้ นอกจากนี้ในปี 2558 กระทรวงศึกษาธิการยังได้ประกาศนโยบาย "การลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ : Moderate Class More Knowledge" ซึ่งจะเริ่มต้นนำร่องในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ทำให้ครูมีความจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนทั้งตารางการสอน ลดเวลาที่จะจัดการเรียนการสอน และเพิ่มเวลาในการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้มากขึ้น โดยครูต้องจัดหารูปแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนเพิ่มขึ้น สะเต็มศึกษาจึงเป็นแนวทางหนึ่งสำหรับครูนำไปจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนที่นอกเหนือจากการเรียนในวิชาหลัก ซึ่งสะเต็มศึกษายังเป็นการเรียนรู้ตามความต้องการของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้นำความรู้จากวิชาหลักมาประยุกต์สร้างผลงาน หรือนวัตกรรมที่ตนเองสนใจ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีความสนุกสนาน ไม่เครียด เป็นไปตามนโยบายการเพิ่มเวลาเรียนรู้ด้วย

การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษานั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ดำเนินการจัดตั้งศูนย์การศึกษาสะเต็มศึกษาภาคจำนวน 13 ศูนย์ ใน 12 จังหวัดทั่วประเทศ โดยแต่ละศูนย์จะมีโรงเรียนเครือข่ายๆ อีกศูนย์ละ 6 โรงเรียน จำนวนศูนย์การศึกษาสะเต็มศึกษาภาคและโรงเรียนเครือข่ายๆ รวมทั้งสิ้น 91 โรงเรียน ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นเครือข่ายสะเต็มศึกษาในประเทศไทย เพื่อเป็นกลไกในการขับเคลื่อนและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในโรงเรียนทั่วประเทศ พร้อมทั้งดำเนินการพัฒนาครู และบุคลากรทางการศึกษาให้มีความรู้ความเข้าใจและสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาให้ครอบคลุมทุกโรงเรียนทั่วประเทศนั้น อาจต้องอาศัยวิธีการที่จะทำให้ข้อมูล ความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาส่งผ่านไป ยังครูในโรงเรียนต่าง ๆ ด้วยความรวดเร็ว นั่นคือเทคโนโลยีสารสนเทศที่สามารถนำมาช่วยจัดการเรียนรู้ โรงเรียนหลายแห่งที่มีการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาแล้ว จะมีทรัพยากรต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยแต่ละโรงเรียนจะมีการจัดเก็บทรัพยากรเหล่านั้นไว้ภายในคลังข้อมูลภายในโรงเรียนเองทำให้ยากต่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ หรือเผยแพร่ให้ผู้อื่นสามารถนำไปใช้ร่วมกันได้ ระบบหนึ่งที่จะสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ คือระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด (Open Education Resource : OER) ซึ่งเป็นแหล่งรวบรวมข้อมูล ความรู้ สื่อ เอกสารต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่ครู อาจารย์และบุคลากรทางการศึกษาเป็นผู้มีส่วนร่วมในการสร้าง แลกเปลี่ยนและนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยอิสระ ไม่มีขีดจำกัดภายใต้ลิขสิทธิ์ที่กำหนด

ระบบการเรียนรู้ร่วมภายใต้ระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด เป็นพื้นที่หรือชุมชนออนไลน์ที่เสริมสร้างการเรียนรู้ และสร้างเครือข่ายความร่วมมือ แบ่งปัน และแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน ทั้งในรูปแบบการสื่อสารที่มีลักษณะพูดคุยพร้อมกัน (Synchronous) เพื่อการสื่อสารที่สะดวก รวดเร็วแบบทันที ได้แก่ การ Chat และการสื่อสารแบบไม่พร้อมกัน (Asynchronous) เพื่อเป็นพื้นที่สำหรับสอบถาม หรือตั้งประเด็นทิ้งไว้ให้ผู้อื่นมาร่วมแบ่งปันคำตอบและแสดงความคิดเห็น ได้แก่ Web board ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด เป็นหลักการของการศึกษาที่อยู่บนพื้นฐานสำคัญคือ เป็น การเสริมสร้างศักยภาพด้านสื่อไอซีที (ICT Affordances) การเข้าถึงแหล่งข้อมูลระบบเปิด (Open Access) การสร้างระบบเปิด (Openness) สร้างสมรรถนะด้านดิจิทัลทางการศึกษา (Digital Literacy Education) และเป็นการสร้างระบบการมีส่วนร่วม (Collaborative) (แม็คคาร์ตี (McCarty), 2011) ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดจึงเป็นการปรับใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อเสริม ศักยภาพในการเป็นแหล่งรวบรวม จัดเก็บ และแบ่งปัน รวมทั้งแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้านการจัดการเรียน การสอนอย่างเป็นระบบ และเพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรร่วมกันอย่างคุ้มค่าที่สุด

จากแนวคิดข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนา ระบบการจัดการเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ ด้วยแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อเป็นแหล่งหรือคลังข้อมูล ที่ใช้ในการรวบรวม จัดเก็บ และแบ่งปันข้อมูลความรู้ สื่อเรียนรู้สำหรับครู และบุคลากรทางการศึกษา และเพื่อให้ครูสามารถเข้ามาเลือกใช้สื่อเรียนรู้ที่ตรงกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้และศักยภาพของ ผู้เรียน

การแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่จะ บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยเน้นการนำ

ความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคตผ่านประสบการณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ซึ่งการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา สามารถนำไปปรับใช้ได้กับหลายสาระวิชา ในรูปแบบกิจกรรมที่แตกต่างกันไป

ผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยมีการจัดเก็บและจัดการทรัพยากรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาไว้ในระบบการศึกษาแบบเปิด เพื่อให้ครู และบุคลากรทางการศึกษาที่สนใจ มีส่วนร่วมในการเข้ามาใช้ระบบด้วยการ ศึกษา ค้นคว้า จัดสร้างรูปแบบการเรียนรู้สะเต็มศึกษาแบบต่าง ๆ สร้างสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ วิธีการวัดผลประเมินผลการจัดการเรียนรู้ รวมถึงการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ต่าง ๆ ร่วมกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย มีดังนี้

1.2.1 ออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

1.2.2 พัฒนาระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

1.2.3 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

1.2.4 ศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.3.1.1 ประชากรคือ ครูผู้สอนในระดับมัธยมศึกษา ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.)

1.3.1.2 กลุ่มตัวอย่างคือ ครู จำนวน 4 คน จากโรงเรียนจำนวน 4 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม จ.เชียงราย โรงเรียนบ้านน้ำอ้อม จ.ยโสธร โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร และโรงเรียนดอนยางวิทยา จ.เพชรบุรี โดยแต่ละโรงเรียนใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นครู 1 คน ด้วยวิธีแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) โดยแบ่งชั้นภูมิตามภูมิภาค จากนั้นตัวอย่างในแต่ละภูมิภาคแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อเขียนแผนจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน คือ 4 คน ซึ่งมาจากภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศ เพื่อให้เกิดแนวความคิดที่หลากหลายในการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจะเลือกครูในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนที่ให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมงานวิจัย และมีความ

พร้อมด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การจัดการห้องเรียน การจัดการเรียนรู้ด้วยแนวทาง สะเต็มศึกษา และความร่วมมือจากผู้อำนวยการสถานศึกษานั้น

1.3.2 เนื้อหาความรู้สาระวิชาต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเป็นเนื้อหาตาม มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

1.3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.3.3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่าน ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

1.3.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู และความคิดเห็นต่อ รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับ ครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.4.1 การออกแบบและพัฒนาการเรียนรู้ เป็นการวิเคราะห์สภาพการเรียนการสอน วิธีการ เรียนการสอน และการประเมินผลการเรียนการสอนที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนได้องค์ความรู้ที่จะ นำไปใช้กับสถานการณ์จริง หรือสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน

1.4.2 สมรรถนะ (Competency) ด้านการจัดการเรียนรู้ คือความสามารถของครูในการนำ ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) และเจตคติ (Attitude) ในสาระวิชาต่าง ๆ มาออกแบบ จัดทำ แผนจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการสอดคล้องเชื่อมโยงกัน ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ที่ เหมาะสม และช่วยให้จัดการเรียนรู้ได้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

1.4.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ 4 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไป ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนิน ชีวิตและการประกอบอาชีพ ด้วยการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำ กิจกรรมหรือโครงงานสะเต็มศึกษาจะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะ กระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่สำคัญต่ออนาคต

1.4.4 ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด (Open Education Resource : OER) เป็นระบบที่รวบรวม ข้อมูล ความรู้ สื่อ เอกสารต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อให้ครู อาจารย์และ บุคลากรทางการศึกษานำไปจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งเป็นผู้มีส่วนร่วมในการสร้าง แลกเปลี่ยน ได้โดยอิสระ ไม่มีขีดจำกัดภายใต้ลิขสิทธิ์ที่กำหนด

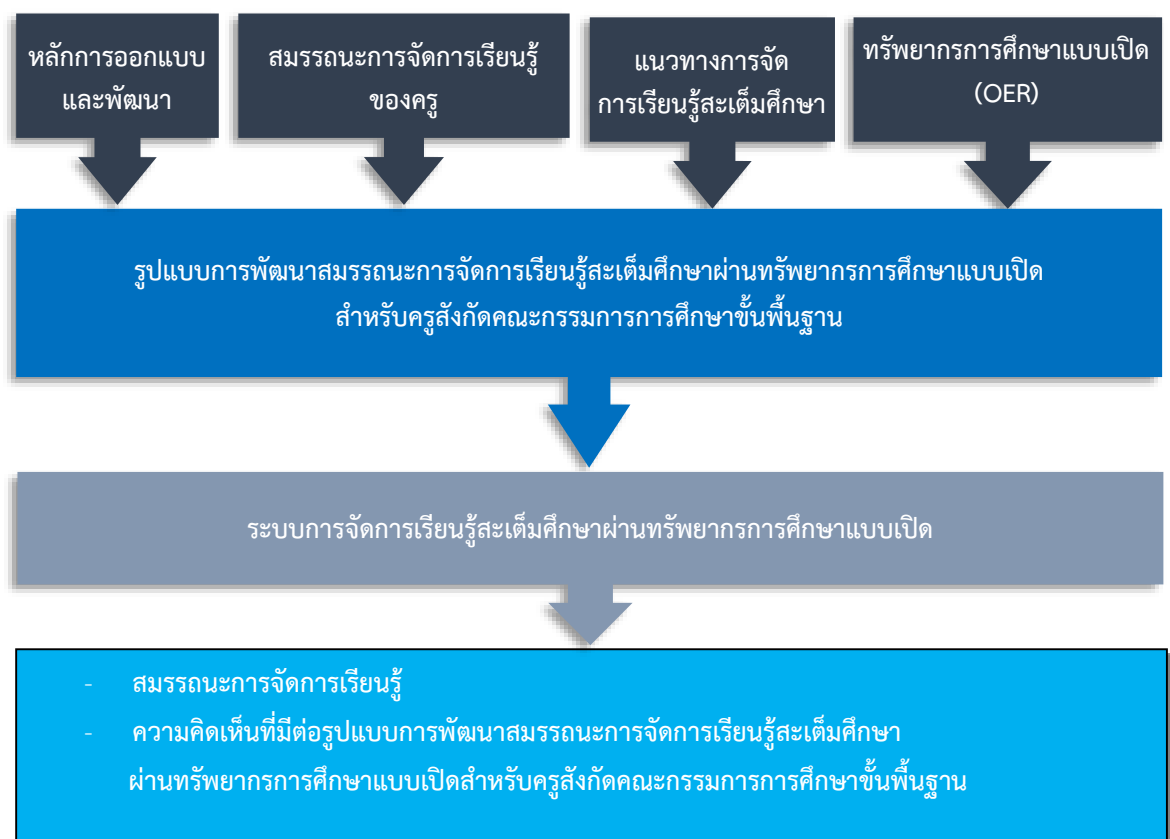
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 สามารถนำรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานไปพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นแบบแอคทีฟ สร้างความท้าทายความคิด บูรณาการความรู้ เชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง และมีทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21

1.5.2 สามารถนำระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด มาใช้เป็นแหล่งข้อมูลเพื่อจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาที่ครูสามารถนำไปใช้กับนักเรียนได้

1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

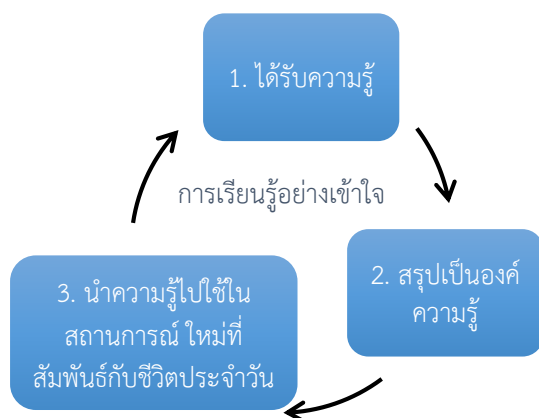
กรอบแนวคิดในการวิจัย มีดังนี้



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย เรื่อง รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง



ภาพที่ 2-1 แสดงวงจรการจัดการเรียนรู้ของ Grant Wiggins และ Jay McThighe
(Wiggins, G., & McTighe, J., 2011)

ในการจัดการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ถ้าจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเข้าใจแล้ว ครูต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้รับความรู้โดยการให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้จากกิจกรรมที่ครูจัดให้ ไม่ใช่ครูบอกความรู้ หรือครูบอกความเข้าใจของครูให้กับผู้เรียน จากนั้น ครูจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้รับเป็นองค์ความรู้ (อย่างเข้าใจ) เป็นภาษาของตนเอง เพื่อให้เป็นองค์ความรู้ที่ฝังอยู่ในตัวของผู้เรียน และสุดท้ายต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้นำองค์ความรู้นี้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ที่เป็นสถานการณ์ที่เป็นสภาพจริง สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน หรือสอดคล้องกับการดำรงชีวิต เป็นการนำความรู้ ความเข้าใจ ที่ได้รับไปใช้ในการดำรงชีวิต จึงจะครบกระบวนการจัดการเรียนรู้สำหรับเรื่องหนึ่ง ๆ ที่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับผู้เรียน และเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเรียนรู้เรื่องที่เรียนอย่างเข้าใจ ได้องค์ความรู้ หรือเป็นความเข้าใจที่ฝังอยู่ในตัวของผู้เรียน ที่เรียกว่า “ความเข้าใจที่คงทน (Enduring Understanding)”

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาอธิบายหลักการออกแบบไว้ดังนี้

Briggs and Wager (1981) กล่าวว่ากรอบการออกแบบการเรียนการสอนเป็นกระบวนการที่มีการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นในการเรียน (Analysis of Learning Needs) เป้าหมายการเรียน (Goal) เพื่อพัฒนากระบวนการให้เหมาะสมโดยใช้กิจกรรมและสื่อการเรียนการสอน มีการนำไปทดลองใช้ และทำการประเมินผล แล้วจึงนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน

Richey (1986) กล่าวว่า การออกแบบการเรียนการสอนถือเป็นศาสตร์แห่งการสร้างสรรค์ของกระบวนการพัฒนา การประเมิน และมีการระบุที่เฉพาะเจาะจงเพื่อเอื้อต่อการเรียนการสอนทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นวิชาหน่วยเล็กหรือหน่วยใหญ่

Morrison, Ross and Kemp (2001) กล่าวว่า การออกแบบการเรียนการสอนเป็นการวางแผนพัฒนา ประเมินและการจัดกระบวนการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

ณมน (2556) การออกแบบการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการระบบ (Systematic Process) โดยสามารถออกแบบการเรียนรู้ตามโมเดล AAA ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ (Analysis) 2) กิจกรรม (Activities) และ 3) การประเมิน (Assessment) กระบวนการออกแบบตามโมเดล AAA มีรายละเอียด ดังนี้

1. การวิเคราะห์ (Analysis) ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็น (Need Analysis) การวิเคราะห์ผู้เรียน (Learner Analysis) การวิเคราะห์บริบท (Context Analysis) การวิเคราะห์งานการเรียนรู้ (Learning Task Analysis) เพื่อกำหนดรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสม

2. กิจกรรม (Activities) จากการวิเคราะห์ในข้อ 1. นำมาออกแบบเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ในทุกขั้นตอน เพื่อให้เกิดเป็นการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หรือ Active Learning มีการประยุกต์ใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา (Problem Solving) การคิดสร้างสรรค์ (Creativities) เป็นต้น

3. การประเมิน (Assessment) ออกแบบการประเมินในระหว่างการเรียนรู้ (Formative Assessment) อย่างสม่ำเสมอในทุกขั้นตอนการเรียนรู้ และการประเมินหลังการเรียนรู้ (Summative Assessment)

Kemp (1985) ระบุคำถามที่ต้องพิจารณาในการออกแบบการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. การเรียนการสอนนี้ออกแบบเพื่อใคร
2. สิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้หรือวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนคืออะไร
3. วิธีการในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระหรือกิจกรรมการเรียนการสอนคืออะไร
4. วิธีและกระบวนการประเมินผลผู้เรียนว่าเกิดการเรียนรู้ตามที่ตั้งวัตถุประสงค์ไว้หรือไม่
5. กระบวนการที่จะทำให้ประสบความสำเร็จตามที่ตั้งวัตถุประสงค์ไว้หรือไม่
6. การทบทวนและการทดลองใช้สิ่งที่พัฒนาขึ้นว่านำไปตามที่คาดหวังหรือไม่

Gunter, et al. (1990) กล่าวถึงกระบวนการวางแผนในการออกแบบการเรียนการสอนว่าต้องมีความเป็นระบบต่อเนื่องกัน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การตั้งเป้าหมายและพัฒนาหลักการและเหตุผลสำหรับการเรียนการสอน
2. การระบุวัตถุประสงค์ทั่วไปของการเรียนรู้
3. การสร้างวิธีการประเมินผล
4. การสร้างหน่วยการเรียนรู้ที่แสดงถึงเนื้อหาของหลักสูตร/รายวิชาที่เรียน
5. การออกแบบบทเรียนสำหรับการเรียนการสอน
6. การเลือกวัสดุสำหรับการเรียนการสอน

Briggs and Wager (1981) ได้ระบุขั้นตอนของการออกแบบการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. ระบุเป้าหมายของการเรียนการสอน
2. จัดลำดับโครงสร้างของรายวิชา

3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. เตรียมการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน
5. วิเคราะห์ทักษะการเรียนรู้
6. ออกแบบกลวิธีการเรียนการสอน
7. ออกแบบบทเรียนการหรือหน่วยการเรียนรู้
8. ทำการประเมินระหว่างการเรียนรู้การสอน

กฤษมันต์ (2536) ได้เสนอหลักเบื้องต้นของการออกแบบการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1. วิธีการสอนที่คิดขึ้นต้องส่งเสริมการเรียนรู้ให้ เกิดขึ้นในแต่ละคน ถึงแม้ว่าจะเรียนเป็นกลุ่มก็ตาม แต่จุดประสงค์ต้องมุ่งให้แต่ละคนเกิดการเรียนรู้

2. วิธีการสอนต้องมีการกำหนดแผนระยะสั้นและระยะยาวไว้ในการเตรียมการสอน ผู้สอนต้องวางแผนการใช้เวลาให้รัดกุมในแต่ละช่วงของการสอนและมีกำหนดการที่แน่นอน ชัดเจน และมีประสิทธิภาพ

3. การสอนต้องเป็นระบบที่สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้และฐานะทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้เรียน นักเรียนมีความแตกต่างกันและมีธรรมชาติเป็นของตนเองการออกแบบต้องไม่ฝืนธรรมชาติ ถ้ามีผู้พิการหรือผู้มีความสามารถมากกว่าปกติ ต้องมีการเตรียมการสอนพิเศษสำหรับกลุ่มผู้เรียนเหล่านี้

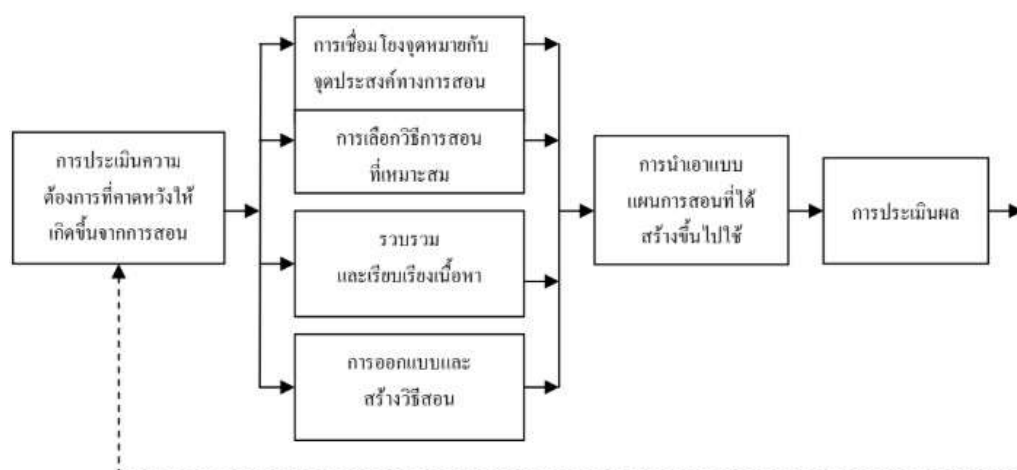
4. วิธีการสอนควรจะเป็นระบบ เพื่อสะดวกและง่ายต่อการปรับปรุงและตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนโดยยึดถือแนวทางการเข้าสู่ระบบ (System Approach)

5. การออกแบบการสอนต้องอยู่บนฐานความรู้ด้านการเรียนรู้ของมนุษย์ หมายถึงการออกแบบการสอนต้องเข้าใจสภาวะการเรียนรู้ หรือเงื่อนไขที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ของมนุษย์ โดยไม่ขัดกับศีลธรรมและวัฒนธรรมของมนุษย์ในกลุ่มที่เจริญแล้ว เช่น วิธีการล้างสมอง ไม่ควรนำมาใช้

กฤษมันต์ (2549) กล่าวว่า การออกแบบการเรียนการสอนเริ่มจากการประเมินความต้องการที่คาดหวังให้เกิดขึ้นจากการสอน จากนั้นพิจารณาถึงการเชื่อมโยงจุดหมายของการสอนกับจุดประสงค์

ทางการสอน เลือกวิธีการสอนที่เหมาะสม รวบรวมและเรียบเรียงเนื้อหาเพื่อใช้ในการออกแบบและสร้างวิธีการสอน เมื่อได้ดำเนินการผ่านขั้นตอนนี้แล้วเป็นขั้นตอนของการนำออกแบบแผนการสอนที่ได้สร้างขึ้นไปใช้และทำการประเมินผล ว่าตรงกับความต้องการที่คาดหวังให้เกิดจากการสอนหรือไม่

รูปแบบการเรียนการสอนของกฤษมันต์แสดงดัง ภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-2 รูปแบบการเรียนการสอนของภุชมันต์ (ภุชมันต์, 2549)

จากการศึกษาขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอนของนักการศึกษาหลายท่าน พบว่าในการออกแบบการเรียนการสอนต้องมีการวางแผนอย่างเป็นระบบต่อเนื่องกัน โดยต้องวิเคราะห์ความต้องการ ตั้งเป้าหมายกำหนดวัตถุประสงค์วิเคราะห์โครงสร้างเนื้อหาออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน กำหนดวิธีประเมินผล นอกจากนั้นแล้วยังต้องวิเคราะห์ข้อมูลป้อนกลับเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้การออกแบบการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ยังมีรูปแบบการเรียนการสอนของนักการศึกษาหลายท่านดังนี้

Dick and Carey (1985) ได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอน
2. พัฒนาการสอน
3. ประเมินการเรียนการสอน

จาก 3 องค์ประกอบ สามารถออกแบบการสอนออกเป็น 10 ขั้นตอนคือ

1. กำหนดจุดมุ่งหมายการสอน (Identify Instructional Goals) เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายการสอน ซึ่งต้องพัฒนาให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายทางการศึกษา จากนั้นก็ทำการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็น (Needs Analysis) และวิเคราะห์ผู้เรียน
2. วิเคราะห์การสอน (Conduct Instructional Analysis) เป็นการวิเคราะห์ภารกิจหรือวิเคราะห์ขั้นตอนดำเนินการสอน ผลการวิเคราะห์การสอนที่ได้จะเป็นหมวดหมู่ของการจัดการกิจ (Task Classification) ตามลักษณะของจุดมุ่งหมายการสอน
3. กำหนดพฤติกรรมเบื้องต้นและคุณลักษณะของผู้เรียน (Identify Entry Behaviors) ว่าเป็นผู้เรียนระดับใด มีพื้นฐานรู้อย่างใด
4. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Write Performance Objectives) ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายเฉพาะและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายการสอน การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีประโยชน์ดังนี้

4.1 ทำให้เห็นแนวทางการเรียนการสอน

- 4.2 เป็นแนวทางในการวางแผนจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้
 - 4.3 เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ
 - 4.4 ช่วยให้ผู้เรียนเรียนอย่างมีจุดมุ่งหมาย
 5. พัฒนาแบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Develop Criterion Referenced Test Items) เพื่อประเมินการเรียนรู้การสอน
 6. พัฒนายุทธศาสตร์การสอน (Develop Instructional Strategy) เป็นแผนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
 7. พัฒนาและเลือกวัสดุการเรียนการสอน (Develop and Select Instructional Materials) ทั้งสื่อสิ่งพิมพ์และสื่อโสตทัศน
 8. ออกแบบและประเมินระหว่างเรียน (Design and Conduct Formative Evaluation)
 9. ออกแบบการประเมินหลังเรียน (Design and Conduct Summative Evaluation)
 10. แก้ไขปรับปรุงการสอน (Revise Instruction) เป็นการแก้ไขและปรับปรุงการสอนตั้งแต่ขั้นที่ 2 ถึงขั้นที่ 8
- Seels and Glasgow (1990) ได้เสนอการจัดระบบการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนดังนี้
1. การวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis) เป็นการพิจารณาว่าเกิดปัญหาอะไรในการเรียนการสอนโดยผ่านการรวบรวมข้อมูลและประเมินเพื่อระบุสิ่งที่เป็ปัญหา
 2. การวิเคราะห์การสอนและกิจกรรม (Task and Instructional Analysis) เป็นการรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อกำหนดตามเจตคติเพื่อกำหนดสิ่งที่ได้เรียนมาก่อน
 3. การกำหนดวัตถุประสงค์และแบบทดสอบ (Objective and Tests) เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบอิงเกณฑ์
 4. กลยุทธ์การเรียนการสอน (Instructional Strategy) เป็นการตัดสินใจเกี่ยวกับกลยุทธ์และองค์ประกอบด้านการเรียนการสอน
 5. การตัดสินใจเลือกสื่อการสอน (Media Decision) เป็นการเลือกสื่อการเรียนการสอนและวิธีการใช้เพื่อทำให้การเรียนการสอนบรรลุผล
 6. การพัฒนาวัสดุการสอน (Materials Development) เป็นการพัฒนาวัสดุเครื่องมือหรือโปรแกรมที่ใช้ในการเรียนการสอน
 7. การประเมินผลย่อยระหว่างเรียน (Formative Evaluation) เป็นการประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน รวบรวมข้อมูลและตรวจสอบพัฒนาการของผู้เรียน
 8. การนำไปใช้และบำรุงรักษา (Implement Maintenance) เป็นการนำวัสดุการสอนไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน
 9. การประเมินผลรวมสรุปภายหลังการเรียน (Summative Evaluation) เป็นการพิจารณาประเมินผลว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่
 10. การเผยแพร่และขยายผล (Dissemination Diffusion) เป็นขั้นของการจัดการให้มีการเผยแพร่ และขยายผลนวัตกรรมการเรียนการสอนที่ได้พัฒนาขึ้น
- Kemp (1985) ได้แบ่งขั้นตอนในการพิจารณาการออกแบบระบบการสอนเป็นสาระสำคัญ 10 ประการ ดังนี้

1. การระบุความต้องการในการเรียน รวมทั้งจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอน สิ่งสำคัญและข้อจำกัดเพื่อให้ออกแบบรูปแบบการเรียนการสอน
 2. การกำหนดหัวข้อหรืองานที่จะจัดการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียน
 3. การวางแผนควรพิจารณาลักษณะของผู้เรียน
 4. การระบุเนื้อหาวิชาและวิเคราะห์งานเป็นส่วนประกอบพื้นฐานในการกำหนดเป้าหมายและจุดประสงค์
 5. การตั้งวัตถุประสงค์ของการเรียนจะสำเร็จได้ต้องจัดลำดับเนื้อหาวิชาและส่วนประกอบของงาน
 6. การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอน
 7. การเลือกทรัพยากรที่ช่วยสนับสนุนและส่งเสริมกิจกรรมการเรียนการสอน
 8. การระบุรายละเอียดของบริการสนับสนุนเพื่อกำหนดการพัฒนาและส่งเสริมกิจกรรมและผลหรือจัดสรรวัสดุอุปกรณ์เพื่อใช้ในการเรียนการสอน
 9. การเตรียมการประเมินผลการเรียน และผลที่ได้จากรูปแบบ
 10. การทดลองก่อนเรียน เป็นการประเมินก่อนการเรียนว่าผู้เรียนมีประสบการณ์เดิมและพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะสอนใหม่อย่างไรและควรจะได้เรียนรู้อะไรเพิ่มเติมอีกบาง
- รูปแบบการเรียนการสอนของ Gerlach และ Ely มีการแบ่งขั้นตอนออกเป็น 10 ขั้นตอนดังนี้ (Gerlach and Ely, 1980 อ้างถึงใน กิดานันท์, 2548)

1. การกำหนดวัตถุประสงค์ (Specification of Objectives) ระบบการสอนนี้เริ่มต้นด้วยการกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนขึ้นมาก่อนว่าควรเป็นวัตถุประสงค์เฉพาะหรือเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติและผู้สอนวัดหรือสังเกตได้
2. การกำหนดเนื้อหา (Specification of Content) เป็นการเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมเพื่อกำหนดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และบรรลุถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้
3. การประเมินพฤติกรรมเบื้องต้น (Assessment of Entry Behaviors) เป็นการประเมินก่อนการเรียนเพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมและภูมิหลังของผู้เรียนก่อนที่จะเรียนเนื้อหา นั้น ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในเรื่องที่จะสอนนั้นมากน้อยเพียงใดเพื่อเป็นแนวทางในการที่จะจัดการเรียน การสอนได้อย่างเหมาะสม
4. การกำหนดกลยุทธ์ของวิธีการสอน (Determination of Strategy) การกำหนดกลยุทธ์เป็นวิธีการของผู้สอนในการใช้ความรู้เลือกทรัพยากรและกำหนดบทบาทของผู้เรียนในการเรียน ซึ่งเป็นแนวทางเฉพาะเพื่อช่วยให้สามารถบรรลุถึงวัตถุประสงค์การเรียนการสอนนั้น วิธีการสอนตามกลยุทธ์นี้แบ่งได้ 2 แบบ คือ

4.1 การสอนแบบเตรียมเนื้อหาความรู้ให้แก่ผู้เรียนโดยสมบูรณ์ทั้งหมด (Expository Approach) เป็นการสอนที่ผู้สอนป้อนความรู้ให้ผู้เรียนนี้ โดยการใช้สื่อต่าง ๆ และจากประสบการณ์ของผู้สอนการสอนแบบนี้ได้แก่การสอนแบบบรรยาย หรือการสอนแบบอภิปราย โดยที่ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องค้นคว้าหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

4.2 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หรือแบบไต่ถาม (Discovery or Inquiry Approach) เป็นการสอนที่ผู้สอนมีบทบาทเพียงเป็นผู้เตรียมสื่อและอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการเรียนเป็นการจัดสภาพการณ์ในการเรียนให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยผู้เรียนต้องค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

5. การจัดแบ่งกลุ่มเรียน (Organization of Group) เป็นการจัดกลุ่มผู้เรียนให้เหมาะสมกับวิธีสอนและเพื่อให้ได้เรียนรู้ร่วมกันอย่างเหมาะสม โดยจะต้องพิจารณาจากเนื้อหาวัตถุประสงค์และวิธีการสอนด้วย

6. การกำหนดเวลาเรียน (Allocation of Time) การกำหนดเวลาหรือใช้เวลาในการเรียนการสอนจะขึ้นอยู่กับเนื้อหาที่จะเรียน วัตถุประสงค์ สถานที่ และความสนใจของผู้เรียน

7. การจัดสถานที่เรียน (Allocation of Space) การจัดสถานที่เรียนจะขึ้นอยู่กับขนาดของกลุ่มผู้เรียน แต่ในบางครั้งสถานที่เรียนแต่ละแห่งอาจจะไม่เหมาะสมกับวิธีการสอนแต่ละวิธี ดังนั้นจึงควรมีสถานที่เรียนหรือห้องเรียนในลักษณะต่างกัน

8. การเลือกทรัพยากร (Allocation of Resource) เป็นการเลือกสื่อการสอนที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์เนื้อหาวิธีการสอน และขนาดของกลุ่มผู้เรียน เพื่อให้การสอนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

9. การประเมินผลการปฏิบัติงาน (Evaluation of Performance) เป็นการประเมินผลการปฏิบัติงานความสามารถและพฤติกรรมของผู้เรียน อันเกิดจากกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกันเองหรือระหว่างผู้เรียนกับสื่อการสอน การประเมินนับเป็นสิ่งสำคัญมากในการเรียน และเป็นกระบวนการขั้นสุดท้ายของระบบการสอนที่ยึดเอาวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เป็นหลักในการดำเนินงาน

10. การวิเคราะห์ข้อมูลป้อนกลับ (Analysis of Feedback) เมื่อขั้นตอนของการประเมินเสร็จสิ้นลงแล้วจะทำให้ทราบผลที่เกิดขึ้นนั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้มากน้อยเพียงใดถ้าผลที่เกิดขึ้นไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ก็ต้องทำการวิเคราะห์ผล หรือป้อนกลับมาพิจารณาว่าในการดำเนินงานตั้งแต่ต้นนั้นมีข้อบกพร่องอะไรบ้างในระบบหรือว่ามีปัญหาประการใดบ้าง ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขระบบการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สรุปจากข้อมูลดังกล่าว ในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ประเด็นสำคัญคือ (1) การวิเคราะห์การเรียนการสอนโดยอาจวิเคราะห์เบื้องต้น หรือประยุกต์หลักการด้านการเรียนการสอนให้เป็นแผน เพื่อจัดทำวัสดุการเรียนการสอน และพัฒนากระบวนการที่ใช้จัดการเรียนการสอน (2) พัฒนาวิธีการเรียนการสอน แล้วนำไปทดลองใช้ และ (3) การประเมินผลการเรียนการสอนที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนได้องค์ความรู้ และการเรียนรู้ที่จะนำไปใช้กับสถานการณ์จริงที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน (Briggs and Wager (1981), Morrison, Ross and Kemp (2001), ฌมม (2556)

สมรรถนะการจัดการเรียนรู้

Arnould de Nadailac (2003) สมรรถนะนั้นเป็นสิ่งที่ต้องลงมือปฏิบัติและทำให้เกิดขึ้นเพื่อให้บรรลุผลและวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นตัวขับเคลื่อนที่ทำให้เกิดความรู้ การเรียนรู้ ทักษะ และเจตคติ/ลักษณะนิสัยหรือบุคลิกภาพต่าง ๆ ที่ช่วยให้สามารถเผชิญและแก้ไขสถานการณ์หรือปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้จริง

David C. McClelland (1970) ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า “สมรรถนะ เป็นคุณลักษณะที่ซ่อนอยู่ภายในตัวบุคคล ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้จะเป็นตัวผลักดันให้บุคคลสามารถสร้างผลการปฏิบัติงานในงานที่ตนรับผิดชอบให้สูงกว่า หรือเหนือกว่าเกณฑ์/เป้าหมายที่กำหนดไว้ และได้อธิบายว่าสมรรถนะเป็นสิ่งที่ประกอบขึ้นมาจากความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) และทัศนคติ/แรงจูงใจ (Attitude/Motives) แต่สิ่งที่มีจะทำให้คนทั่วไปสับสน คือ สมรรถนะแตกต่างจากความรู้ ทักษะ และทัศนคติ/แรงจูงใจอย่างไร และความรู้หรือทักษะที่มีอยู่นั้นถือเป็นสมรรถนะหรือไม่

Lucia and Lapsinger (1999: 13) ได้กล่าวไว้ว่า สมรรถนะ หมายถึง ทักษะ ความรู้และคุณลักษณะที่อยู่ในตัวบุคคล ที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานของบุคคล โดยสมรรถนะจะช่วยส่งเสริมให้การปฏิบัติการของบุคคลประสบผลสำเร็จ

Scott Parry (1998 อ้างใน สุภิญญา รัชมีธรรมโชติ: 5) สมรรถนะ คือ องค์ประกอบ (Cluster) ของความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) และทัศนคติ (Attitudes) ของปัจเจกบุคคลที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อผลสัมฤทธิ์ของการทำงานของบุคคลนั้น ๆ เป็นบทบาทหรือความรับผิดชอบซึ่งสัมพันธ์กับผลงานและสามารถวัดค่าเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน และสามารถพัฒนาได้โดยการฝึกอบรม

เดชา (2543) กล่าวว่า “สมรรถนะ หมายถึง ทักษะ ความรู้และ ความสามารถ หรือพฤติกรรมของบุคลากร ที่จำเป็นในการปฏิบัติงานใดงานหนึ่ง กล่าวคือ ใน การทำงานหนึ่ง ๆ เราต้องรู้อะไร เมื่อมีความรู้หรือข้อมูลแล้วเราต้องรู้อะไรจะทำงานนั้น ๆ อย่างไร และเราควรมีพฤติกรรมหรือคุณลักษณะเฉพาะอย่างไรจึงจะทำงานได้อย่างประสบความสำเร็จ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้องค์กรทราบว่า คุณสมบัติหรือคุณลักษณะที่ดีในการทำงานของบุคลากร ในองค์กร (Superior Performer) นั้นเป็นอย่างไร

วัฒนา (2546: 33) สมรรถนะ คือ ระดับของความสามารถในการปรับใช้กระบวนการทัศน์ (Paradigm) ทัศนคติ พฤติกรรม ความรู้ และทักษะเพื่อการปฏิบัติงานให้เกิดคุณภาพ ประสิทธิภาพ และประสิทธิผลสูงสุด ในการปฏิบัติหน้าที่ของบุคคลในองค์กร

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (2551) สมรรถนะ คือ กลุ่มของความรู้ ความสามารถทักษะ ตลอดจนทัศนคติที่จำเป็น ในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล คุณลักษณะของบุคคลที่มีผลต่อพฤติกรรมและผลของการปฏิบัติงาน ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้ ส่วนหนึ่งประกอบขึ้นจากทักษะความรู้ ความสามารถ ทัศนคติ บุคลิกภาพ ค่านิยมของบุคคล หรือพฤติกรรมของผู้ที่มีผล การปฏิบัติงานยอดเยี่ยมในงานหนึ่ง ๆ

สุบรรณ (2548: 52) ได้กล่าวไว้ว่า สมรรถนะ เป็นองค์ประกอบของความรู้ ทักษะและเจตคติของบุคคลที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อผลสัมฤทธิ์ของการทำงานของบุคคลนั้น ๆ และเป็นบทบาทหรือความรับผิดชอบ ซึ่งสัมพันธ์กับงานหรือความสามารถ วัดค่าเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานและสามารถพัฒนาได้โดยการฝึกอบรมและการพัฒนา

สมรรถนะ คือ ความสามารถ หมายถึงทั้งความรู้และทักษะ เน้นไปที่ระดับความสามารถที่จะทำได้ (ผู้อำนวยการสำนักวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มศว. 7 พ.ย. 2557)

มูลนิธิสถาบันวิจัยระบบการศึกษาอธิบายถึงสมรรถนะของครูที่เกี่ยวกับทักษะด้านการจัดการเรียนรู้ว่า ครูสามารถออกแบบ และจัดทำแผนการเรียนรู้ให้เหมาะกับวัย พัฒนาการ และความแตกต่างของผู้เรียน รวมถึงการส่งเสริมคุณธรรมจริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านต่าง ๆ

แก่ผู้เรียน โดยเน้นกระบวนการคิด การลงมือปฏิบัติ และการสร้างวินัยในตนเอง ครูสามารถวางแผนจัดการ และประสานงาน เพื่อบูรณาการการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน รวมทั้งครูสามารถลงมือจัดการเรียนรู้ กำกับติดตาม ประเมิน และสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (มูลนิธิสถาบันวิจัยระบบการศึกษา, 2558)

สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ (Learning Management Competency) หมายถึง ความสามารถในการสร้างและการออกแบบการเรียนรู้อย่างสอดคล้องและเป็นระบบจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ใช้และพัฒนาสื่อนวัตกรรมเทคโนโลยีและการวัด ประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลสูงสุด

ตารางที่ 2-1 แสดงตัวบ่งชี้ และรายการพฤติกรรมของสมรรถนะ

ตัวบ่งชี้	รายการพฤติกรรม
1. ความรู้ ความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้	- กำหนดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เน้นการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประยุกต์ ริเริ่มเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้ ความแตกต่างและธรรมชาติของผู้เรียนเป็นรายบุคคล - ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเหมาะสมสอดคล้องกับวัย และความต้องการของผู้เรียน และชุมชน - เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมและการประเมินผลการเรียนรู้ - จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบโดยบูรณาการอย่างสอดคล้องเชื่อมโยงกัน - มีการนำผลการออกแบบการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ และปรับใช้ตามสถานการณ์ อย่างเหมาะสมและเกิดผลกับผู้เรียนตามที่คาดหวัง - ประเมินผลการออกแบบการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ปรับปรุง/พัฒนา
2. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	- จัดทำฐานข้อมูลเพื่อออกแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ - ใช้รูปแบบ/เทคนิควิธีการสอนอย่างหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาเต็มตามศักยภาพ - จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปลูกฝัง/ส่งเสริมคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะของผู้เรียน - ใช้หลักจิตวิทยาในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข และพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ - ใช้แหล่งเรียนรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่นในชุมชนในการจัดการเรียนรู้ - พัฒนาเครือข่ายการเรียนรู้ระหว่างโรงเรียนกับผู้ปกครอง และชุมชน

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ตัวบ่งชี้	รายการพฤติกรรม
3. การใช้และพัฒนาสื่อนวัตกรรมเทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนรู้	1. ใช้สื่อ นวัตกรรมและเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้อย่างหลากหลาย เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ 2. สืบค้นข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ 3. ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการผลิตสื่อ/นวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้
4. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	1. ออกแบบวิธีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับเนื้อหา กิจกรรม การเรียนรู้ และผู้เรียน 2. สร้างและนำเครื่องมือวัดและประเมินผลไปใช้อย่างถูกต้องเหมาะสม 3. วัดและประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริง 4. นำผลการประเมินการเรียนรู้มาใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้

ในการพัฒนาสมรรถนะครูระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดกรอบการพัฒนาสมรรถนะครูตามนโยบายพัฒนาครูทั้งระบบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553) ได้สรุปการประเมินสมรรถนะครูไว้ 2 สมรรถนะ คือ

1. สมรรถนะหลัก (Core Competency) ประกอบด้วย 5 สมรรถนะ คือ
 - 1.1 การมุ่งผลสัมฤทธิ์ในการปฏิบัติงาน
 - 1.2 การบริการที่ดี
 - 1.3 การพัฒนาตนเอง
 - 1.4 การทำงานเป็นทีม
 - 1.5 จริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพครู
2. สมรรถนะประจำสายงาน (Functional Competency) ประกอบด้วย 6 สมรรถนะ คือ
 - 2.1 การบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้
 - 2.2 การพัฒนาผู้เรียน
 - 2.3 การบริหารจัดการชั้นเรียน
 - 2.4 การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการวิจัยเพื่อพัฒนาผู้เรียน
 - 2.5 ภาวะผู้นำครู
 - 2.6 การสร้างความสัมพันธ์และความร่วมมือกับชุมชนเพื่อการจัดการเรียนรู้

นอกจากนี้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2551) ได้ทำการสังเคราะห์สมรรถนะของครูของประเทศไทยซึ่งกำหนดโดยหน่วยงานของกระทรวงศึกษาธิการ ได้แก่ (1) สำนักมาตรฐานวิชาชีพ สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา (2) สถาบันพัฒนาครู คณาจารย์และบุคลากรทางการศึกษา และ

(3) สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา สามารถสังเคราะห์สมรรถนะได้ 16 สมรรถนะ ดังนี้

1. สมรรถนะด้านความรู้
2. สมรรถนะด้านการสื่อสาร
3. สมรรถนะด้านการพัฒนาหลักสูตร
4. สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้
5. สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. สมรรถนะด้านบริหารจัดการชั้นเรียน
7. สมรรถนะด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมทางการศึกษา
8. สมรรถนะด้านการวัดและการประเมินผล
9. สมรรถนะด้านการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน
10. สมรรถนะด้านจิตวิทยาสำหรับครู
11. สมรรถนะด้านการสร้างความสัมพันธ์กับชุมชน
12. สมรรถนะด้านคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ
13. สมรรถนะด้านภาวะผู้นำและการทำงานเป็นทีม
14. สมรรถนะด้านการพัฒนาตนเองและวิชาชีพ
15. สมรรถนะด้านการพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียน
16. สมรรถนะด้านการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์

สำหรับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยมุ่งเน้นการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครู กล่าวคือ เป็นการพัฒนาครู ให้มีความสามารถ และทักษะในการออกแบบ พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผล และประเมินผลการเรียนรู้ รวมทั้งพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์สูงสุด

รายละเอียดของสมรรถนะประจำสายงาน เฉพาะสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2553)

1. ความรู้ความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้
 - 1.1 กำหนดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เน้นการวิเคราะห์สังเคราะห์ประยุกต์ริเริ่มเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้ความแตกต่างและธรรมชาติของผู้เรียนเป็นรายบุคคล
 - 1.2 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้อย่างหลากหลายเหมาะสมสอดคล้องกับวัยและความต้องการของผู้เรียนและชุมชน
 - 1.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบการเรียนรู้การจัดกิจกรรมและการประเมินผลการเรียนรู้
 - 1.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบโดยบูรณาการอย่างสอดคล้องเชื่อมโยงกัน
 - 1.5 มีการนำผลการออกแบบการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้และปรับใช้ตามสถานการณ์อย่างเหมาะสมและเกิดผลกับผู้เรียนตามที่คาดหวัง
 - 1.6 ประเมินผลการออกแบบการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ปรับปรุง/พัฒนา

จากข้อมูลดังกล่าว สรุปได้ว่า สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ คือ เป็นความรู้ ทักษะ และเจตคติของครูในการจัดการเรียนรู้ ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมและช่วยให้จัดการเรียนรู้ได้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ ครูสามารถออกแบบวางแผน จัดทำแผนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับวัย พัฒนาการ และความแตกต่างของผู้เรียน เพื่อบูรณาการการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียนอย่างสอดคล้องเชื่อมโยง รวมถึงการส่งเสริมคุณธรรมจริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านต่าง ๆ แก่ผู้เรียน โดยเน้นกระบวนการคิด การลงมือปฏิบัติ และการสร้างวินัยในตนเอง ครูสามารถนำแผนจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไปปรับใช้ได้ตามความเหมาะสม นอกจากนี้สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ยังเป็นสมรรถนะประจำสายงานที่ครูต้องประเมิน (มูลนิธิสถาบันวิจัยระบบการศึกษา (2558), สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ (2553))

2.1 สะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ได้ให้คำอธิบายไว้ว่า สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM Education) คือแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง และการประกอบอาชีพในอนาคต

สะเต็มศึกษาจึงส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือโครงการสะเต็มศึกษาจะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่สำคัญต่ออนาคตของประเทศ เช่น การเกษตร การอุตสาหกรรม การพลังงาน การจัดการสิ่งแวดล้อม การบริการสุขภาพ การคมนาคม

National Conference of State Legislatures. (2013). ระบุว่า STEM เป็นตัวย่อ ซึ่ง S หมายถึง Science หรือวิทยาศาสตร์ T หมายถึง Technology หรือเทคโนโลยี E หมายถึง Engineer หรือวิศวกรรม และ M หมายถึง Mathematics หรือคณิตศาสตร์ ซึ่งการศึกษาแบบ STEM เริ่มในปี ค.ศ.2006 หลังจากทีรัฐบาลประธานาธิบดี จอร์จ ดับเบิลยู บุชได้ประกาศใช้กฎหมายการศึกษา Elementary and Secondary Education Act ในปี 1999 หรือที่รู้จักกันว่า No Child Left Behind Act โดยสนับสนุน Literacy หรือการเรียนรู้เขียนอ่านเป็น ให้สิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการจัดการศึกษา โดยมีจุดมุ่งหมายคือ เพื่อให้เด็กได้อ่านออกเขียนได้ และประสบความสำเร็จในการอ่าน เขียน

Mitchell Nathan (2013). กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบประสานรวมกันของวิชาทั้งสี่ในสะเต็ม จำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยเพิ่มกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Project-based Learning เพื่อส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจใจศาสตร์ได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น (Deeper Learning) ให้ผู้เรียนสามารถดำรงชีวิตได้ดีขึ้น และสามารถเชื่อมโยงสะเต็มศึกษาเข้ากับเส้นทางการทำงานหรืออาชีพในอนาคต

Moomaw (2012). กล่าวว่า การศึกษา STEM เกี่ยวพันกับเด็กในยุคปัจจุบันเป็นอย่างยิ่ง เพราะเด็กในปัจจุบันอยู่ในโลกของเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และเกี่ยวพันกับศาสตร์ทั้ง 4 ของ STEM S หมายถึง วิทยาศาสตร์ ตั้งแต่เด็กต้นมาก็พบแสงแดด ต้นไม้ ดอกไม้ ท้องฟ้า สัตว์เลี้ยงในบ้าน เช่น ปลา แมว หรือสุนัข T หมายถึงเทคโนโลยี เมื่อเด็กไปโรงเรียน เด็กชั้น

รถยนต์ รถไฟฟ้า ขี่จักรยานไปโรงเรียน เด็กเห็นตึกเงินระหว่างทาง แม้แต่เมื่อกลับถึงบ้านเด็กดูโทรทัศน์ เล่นเกมกด คอมพิวเตอร์ เด็กหยิบน้ำจากตู้เย็นมาดื่ม เด็กเห็นเทคโนโลยีที่มีอยู่รอบตัว การที่เด็กมีน้ำใช้ มีไฟใช้ในบ้าน เด็กอาศัยอยู่ในตึก ในบ้านก็นับว่าเป็นวิศวกรรมต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเด็ก การบวกลบคูณหารในชีวิตประจำวัน เช่น เด็กได้สตางค์ค่าขนมมาซื้อขนมที่ร้านค้า และได้รับเงินทอน คุณแม่ให้ขนมมาแบ่งกับน้อง การนับสิ่งต่าง ๆ ของเด็กล้วนมีคณิตศาสตร์ตั้งแต่เล็กจนโตอยู่รอบตัวของเด็ก การเรียนคณิตศาสตร์ วิศวกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงนับว่ามีความเกี่ยวข้องและสำคัญกับชีวิตเด็ก ทำให้เด็กได้เข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้ง่ายขึ้น ถ้าเด็กได้เรียนสิ่งเหล่านี้อย่างสนุกสนาน ได้เรียนรู้ ทดลอง สัมผัสผ่านวัสดุอุปกรณ์ ได้คิด ได้แก้ปัญหาคิดสร้างสรรค์จากการเรียน โดยผ่านประสบการณ์ตั้งแต่วัยเด็ก จะทำให้เด็กชอบเรียนรู้ อยากทดลอง สนุกกับการคิด เป็นการปลูกฝังให้เด็กชอบที่จะเรียนเลขและวิทยาศาสตร์ตั้งแต่วัยเด็ก ๆ ทำให้เด็กรู้สึกไม่กลัวที่จะเรียนวิชาเหล่านี้เมื่อการเรียนนั้นยากขึ้น ถ้าเราพัฒนาเด็กให้ได้เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง สมรรถนะของเด็กก็จะพัฒนาอย่างเต็มที่ การเรียนวิทยาศาสตร์จึงไม่ต้องรอให้เด็กเรียนในชั้นประถมศึกษา เด็กควรมีโอกาสเรียนด้วยการศึกษา STEM ตั้งแต่อนุบาล เพื่อเด็กจะได้ฝึกคิด ฝึกตั้งคำถามในการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในโลกโดยผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า จากการค้นหาทดลองกับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว เรียนรู้จากการลงมือกระทำ ลงมือสัมผัส เด็กอนุบาลสามารถเรียนจากกิจกรรม ในมุมประสาทสัมผัส การเททราย การเล่นน้ำ การตวง การวัด หรือมุมไม้บล็อกที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และคณิตศาสตร์

ปีณณันต์ (2556). กล่าวว่า ขณะที่ 10ชาติอาเซียนกำลังเตรียมเข้าสู่ประชาคมอาเซียนแน่นอนว่า ความพร้อมย่อมเป็นเรื่องที่รัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่างกำลังเร่งดำเนินการซึ่งหมายถึงรวมถึงระบบการศึกษาของไทยด้วย ทว่าตลอด 20 ปี ของการปฏิรูปการศึกษา ผลการวิจัยกลับชี้ว่า การศึกษาไทยยังไม่กระเตื้อง ล่าสุดผลการวิจัย เรื่อง “ระบบการศึกษาไทยขั้นพื้นฐาน (จากอนุบาลถึงมัธยมปลาย) ความก้าวหน้าและความล้มเหลว” ที่ใช้ระยะเวลาศึกษากว่า 2 ปี ของบริษัท ปิโก (ไทยแลนด์) จำกัด (มหาชน) ได้เปิดเผยว่า ตลอด 10 ปีที่ผ่านมา การศึกษาไทยไม่ได้ก้าวหน้าไปไหนเลย และผลการวิจัยยังชี้ชัดว่า ระบบการศึกษาไทยอ่อนแอทุกส่วน ไม่ว่าจะจับจุดไหนของระบบก็พบปัญหาทั้งนั้น โดยเฉพาะเรื่องผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่ตกต่ำ เทียบจากผลทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (โอเน็ต) และผลสอบโครงการวิจัยนานาชาติ(พixa)

หากมองไปยังสังคมโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเทคโนโลยีการสื่อสารที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า การไหลบ่าของข่าวสารข้อมูล และสภาพสังคมและเศรษฐกิจการค้าที่แข่งขันกันอย่างหนักหน่วง ยิ่งทำให้ทุกประเทศต้องเร่งพัฒนาประชากรของตนให้มีคุณภาพสูงขึ้น เพราะฉะนั้น การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีส่วนช่วยให้เศรษฐกิจและสังคมเจริญก้าวหน้า จึงเป็นกลยุทธ์ของการพัฒนาชาติแนวทางหนึ่งซึ่งหากไทยยังไม่ตื่นตัวที่จะยกระดับคุณภาพและเพิ่มจำนวนผู้สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ก็จะต้องตกขบวนเมื่อเข้าสู่ยุคประชาคมอาเซียนที่การเคลื่อนย้ายแรงงานเป็นไปอย่างเสรี

กระทรวงศึกษาธิการของไทย ได้เร่งผลักดันแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM) หรือที่เรียกว่า ระบบ “สะเต็มศึกษา” เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้แก่การศึกษาไทย

และการศึกษาในประชาคมอาเซียน เริ่มจากความร่วมมือในการประชุมเชิงปฏิบัติการของผู้บริหารสถานศึกษาในภูมิภาคอาเซียน เพื่อสร้างวิสัยทัศน์การเป็นผู้นำทางวิชาการ มีความรู้ ความเข้าใจ และกลวิธีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อปรับการเรียนเปลี่ยนการสอนของครูในโรงเรียนต่อไป ซึ่งการประชุมนี้ได้นำไปขยายผลภายในประเทศเพื่อระดมความคิดมาแล้วหลายครั้ง

ทั้งนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งรับผิดชอบเกี่ยวกับหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ได้จัดทำร่างแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาศาสตร์วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี พ.ศ. 2555 – 2559 โดยตั้งเป้าจะพัฒนาเด็กไทยให้มีความสามารถระดับนานาชาติภายในปี 2570 หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ของนักเรียนทุกช่วงชั้นจะต้องเพิ่มขึ้นร้อยละ 4 ต่อปี ซึ่งจะวัดผลจากการสอบโอเน็ต ซึ่งเป้าหมายนี้จะใช้ระบบ “สะเต็มศึกษา” เป็นกลยุทธ์หลักในการพัฒนา จึงเกิดคำถามขึ้นว่า “สะเต็มศึกษา” คืออะไร เพราะจากการศึกษาข้อมูลพบว่า ขณะนี้ประเทศต่าง ๆ มีความตื่นตัวในเรื่องสะเต็มศึกษากันมาก ไม่ว่าจะเป็นประเทศจีน อเมริกา อินเดีย ฯลฯ โดยในปี 2558 ประเทศจีนจะผลิตบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สะเต็มดีกรี (STEM Degree) ออกมาประมาณ 3.5 ล้านคน ซึ่งตัวเลขนี้ยังไม่นับรวมปริญญาโทและเอก ทำให้จำนวนบัณฑิตที่จีนจะผลิตออกมานั้นเกินครึ่งของทุกประเทศที่รวมกันผลิตออกมา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). อ้างถึง ดร.เปกกา เคส ผู้เชี่ยวชาญการศึกษา จากมหาวิทยาลัยโอลู ประเทศฟินแลนด์ กล่าวว่า “พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ เป็นรากฐานที่สำคัญของประเทศ เราสอนให้เด็กเรียนรู้วิทยาศาสตร์มาตั้งแต่เด็ก สร้างจิตสำนึกว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัว เราไม่รู้เทคโนโลยีในอนาคตจะเป็นอย่างไร แต่เราสร้างพื้นฐานให้เด็กของเรามีความคุ้นเคยกับเทคโนโลยี และเรียนรู้ที่จะใช้ประโยชน์จากมันในอนาคต” ประเทศฟินแลนด์จึงเป็นประเทศที่พัฒนาศาสตร์ได้ดีที่สุดในโลก เนื่องจากรัฐบาลให้ความสำคัญด้านวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นพื้นฐานในการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน จึงมีความเข้มงวดในการคัดเลือกบุคคลที่จะมาประกอบอาชีพครูในทุกระดับชั้น โดยต้องจบการศึกษาขั้นต่ำปริญญาโท นอกจากนี้ทุกโรงเรียนมีมาตรฐานที่เท่าเทียมกันหมด ไม่ว่าจะเป็นโรงเรียนที่อยู่ในเมืองหรือนอกเมือง และการแข่งขันเพื่อสอบเข้ามหาวิทยาลัยก็ไม่สูง เพราะทุกมหาวิทยาลัยมีคุณภาพเท่ากัน

ในขณะที่ ชอง ขุง จากมูลนิธิวิทยาศาสตร์ขั้นสูงเพื่อการสร้างสรรค์ กล่าวว่า ประเทศเกาหลีใต้ก็เป็นประเทศหนึ่งที่สำคัญกับระบบสะเต็ม โดยเริ่มมีการนำระบบนี้มาใช้เมื่อ สามปีที่ผ่านมา และพยายามปรับเปลี่ยนหลักสูตรให้บ่อยขึ้น เพื่อตอบสนองเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ถึงตรงนี้ก็พอสรุปได้แล้วว่า สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education: STEM Education) คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสถสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน เพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้น ต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้น ไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ ดังนั้น ผู้เรียนที่มีประสบการณ์จากการทำกิจกรรมหรือโครงการสะเต็มจะมีความพร้อมในการประกอบอาชีพที่สำคัญต่ออนาคตของประเทศ เช่น

การเกษตร อุตสาหกรรม การพลังงาน การจัดการสิ่งแวดล้อม การบริการสุขภาพ การคมนาคม และลอจิสติกส์ เป็นต้น

จุดเด่นของระบบ “สะเต็มศึกษา” จึงตอบโจทย์การแก้ปัญหาสำหรับประเทศไทยที่การศึกษาเน้นการเรียนภาคทฤษฎีของวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี อีกทั้งยังเรียนแบบแยกส่วน และไม่เน้นด้านการปฏิบัติหรือการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน แต่เน้นท่องจำ หรือ “เรียนเพื่อสอบ”

เมื่อต้นปี 2556 สสวท.จึงประกาศใช้ “สะเต็มศึกษา” มาพลิกโฉมการเรียนวิทย์-คณิตของไทย ตั้งแต่ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน อาชีวศึกษา อุดมศึกษา รวมไปถึงการศึกษาด้านชีวิต เพราะหากเรายังไม่พัฒนาความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เราจะสูญเสียศักยภาพการแข่งขันไปเรื่อย ๆ เพราะระบบสะเต็มจะตอบคำถามให้ผู้เรียนวิทยาศาสตร์ได้ว่า เรียนไปแล้วสามารถนำไปทำอะไรได้บ้าง และระบบสะเต็มยังทำให้เกิดการบูรณาการในความรู้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ “ถ้าเราไม่พัฒนา เราจะตกอยู่ในช่วง Middle Income Trap หรือตกอยู่ในกับดักรายได้ปานกลาง และเอสเอ็มอีเราจะตายหมด เหลือเพียงธุรกิจผู้ประกอบการรายใหญ่เท่านั้น ดังนั้น เราต้องหลุดจากช่วงนี้ไปได้ด้วยการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันต้องเปลี่ยนความคิดพื้นฐานเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งระบบ พลิกสถานการณ์ หรือที่เรียกว่า Game Changer ยกตัวอย่างเช่นการมีระบบ 3 G หรือสมาร์ทโฟน ก็เป็น Game Changer”

ระบบสะเต็มศึกษายังสามารถสร้างเครือข่ายการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ผ่านระบบเครือข่าย 3 G ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาระหว่างโรงเรียนที่อยู่ในเขตเมือง และโรงเรียนห่างไกลในชนบท ขณะที่ภาคเอกชนก็สามารถช่วยสร้างแรงจูงใจในการเข้าสู่เส้นทางอาชีพ โดยให้ความร่วมมือบอกโจทย์หรือความต้องการในการเพิ่มผลผลิต เพื่อให้ นักศึกษาในระดับการศึกษาต่าง ๆ สามารถออกแบบผลิตภัณฑ์และข้อเสนอแนะที่สามารถตอบโจทย์อุตสาหกรรมนั้น ๆ ได้

การเกิดสะเต็มศึกษานั้นจะต้องมีการปรับปรุงหลักสูตร เปลี่ยนวิธีสอน และการประเมินผล โดยทาง สสวท.จะจัดตั้งสำนักสะเต็มศึกษาขึ้นใน สสวท.และทุกจังหวัดเพื่อเป็นศูนย์ประสานงานและให้ข้อมูล โดยจะมีการดำเนินโครงการนำร่องสะเต็มศึกษาขึ้นในโรงเรียนเครือข่ายที่มีความพร้อมประมาณ 5-10 จังหวัด ขณะเดียวกัน จะคัดเลือกทูตสะเต็ม ซึ่งเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน และมีประสบการณ์ในวิชาชีพที่เกี่ยวข้องในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาทิ แพทย์ วิศวกร ในเบื้องต้นจำนวน 100 คน มาเป็นผู้แนะนำให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ แก่ครู เพื่อต่อยอดในการสอนนักเรียน และจะเริ่มระบบสะเต็มศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 หากเห็นผลสำเร็จเป็นรูปธรรมก็จะเสนอคณะรัฐมนตรี (ครม.) เพื่อประกาศเป็นวาระแห่งชาติต่อไป

เมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2556 กระทรวงศึกษาธิการได้จัดประชุมเชิงปฏิบัติการว่าด้วยภาวะผู้นำทางวิชาการด้าน STEM (Science Technology Engineering and Mathematics) ของผู้บริหารสถานศึกษาจาก 9 ประเทศอาเซียน ซึ่งแสดงถึงความร่วมมือของภูมิภาคที่ต้องการเร่งสร้างกำลังคนให้สอดคล้องกับประชาคมอาเซียนด้วยระบบสะเต็ม

อลงกต (2557). ได้เชื่อมโยงความคิดของคณิตในสะเต็มศึกษาว่า ถึงแม้ว่าลำดับของวิชาคณิตศาสตร์ (Mathematics) ในชื่อกลุ่มวิชาสะเต็มศึกษา (STEM) จะอยู่ในตำแหน่งรั้งท้าย แต่ก็ไม่ได้

หมายความว่าวิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญน้อยกว่าวิชาอื่น ๆ เพราะจริง ๆ แล้ววิชาคณิตศาสตร์ถือเป็นรากฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้วิชาอื่น ๆ ในกลุ่มสะเต็มศึกษา ไม่ว่าจะเป็นวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) หรือกระบวนการทางวิศวกรรม (Engineering) ซึ่งล้วนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ได้ทั้งสิ้น เดิมที National Science Foundation (NSF) แห่งสหรัฐอเมริกาเรียกกลุ่มวิชาสะเต็มศึกษาว่า SMET ตามลำดับการวิวัฒน์ของแต่ละวิชา แต่เนื่องจากอาจมีการออกเสียงคำว่า SMET ผิดเพี้ยนไปในทางไม่เหมาะสม สุดท้ายจึงได้เปลี่ยนมาเป็น STEM แทน (Sanders, 2009) ลักษณะสำคัญประการหนึ่งในการศึกษาเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาคือการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เข้าด้วยกัน เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันและในโลกของการทำงาน โดยในส่วนของวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งศึกษาถึงแบบรูปและความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน ปริมาณ และรูปทรงเรขาคณิตต่าง ๆ (Katehi, L., Pearson, G. and Feder, M., 2009) ก็เป็นวิชาที่สามารถนำไปใช้เชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ ในสะเต็มศึกษาได้อย่างหลากหลาย โดยจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์ กับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการออกแบบทางวิศวกรรม ว่ามีความเชื่อมโยงกันอย่างไร และเป็นการแสดงตัวอย่างของการนำเอาความรู้วิชาคณิตศาสตร์ไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ อย่างมีความหมาย

คณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มุ่งศึกษาและหาคำอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ รอบตัวทั้งทางด้านกายภาพและชีวภาพ รวมถึงการนำความรู้เหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ในเรื่องต่าง ๆ วิชาวิทยาศาสตร์นับเป็นวิชาที่มีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกับวิชาคณิตศาสตร์อย่างใกล้ชิด องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้สนับสนุนการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ในหลาย ๆ ขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นการวัดปริมาณพื้นฐานต่าง ๆ ทั้งความยาว มวล เวลา อุณหภูมิ ปริมาณสาร ออกมาเป็นจำนวนเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ รวมถึงการเขียนและการเปลี่ยนหน่วยต่าง ๆ เหล่านี้ซึ่งต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเกี่ยวข้อง นอกจากนี้ในการทำาทดลองวิทยาศาสตร์ก็จำเป็นต้องมีการรวบรวมข้อมูลและประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการทางสถิติอีกด้วย

แต่จุดที่น่าสนใจคือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติที่นักวิทยาศาสตร์พยายามสรุปเป็นกฎหรือทฤษฎีนั้นสามารถนำมาเขียนในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ได้หลายกรณี แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่อยู่ในธรรมชาติและมีส่วนช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สามารถทำความเข้าใจและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีแบบแผนชัดเจนมากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างสูตรแสดงทฤษฎีสัมพันธภาพของ อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ อันโด่งดัง ก็แสดงด้วยสมการทางคณิตศาสตร์

$$E = mc^2$$

เมื่อ E แทนพลังงานมีหน่วยเป็นจูล

m แทนมวลมีหน่วยเป็นกิโลกรัม

c แทนอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศซึ่งมีค่าประมาณ 3×10^8 เมตรต่อวินาที

ซึ่งนอกจากจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน มวลของสาร และอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศแล้ว สูตรแสดงทฤษฎีสัมพันธภาพนี้ยังแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ของ

หน่วยการวัดทางวิทยาศาสตร์ด้วยว่า หน่วยของพลังงานเป็นจูล ยังสามารถเขียนให้อยู่ในรูปการคูณ และหารของหน่วยพื้นฐานเป็น กิโลกรัม · เมตร² ต่อ วินาที² ได้อีกด้วย

หรือในการศึกษาเรื่องการแผ่กระจายของกำลังเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงหนึ่ง ๆ นักวิทยาศาสตร์ก็พบว่า การแผ่กระจายของกำลังเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงมีลักษณะการกระจายตัว เป็นรูปทรงกลมทำให้ความเข้มเสียง ณ ตำแหน่งที่อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงลดลงเรื่อย ๆ ตามความสัมพันธ์ต่อไปนี้

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

เมื่อ I แทนความเข้มเสียง ณ ตำแหน่งหนึ่ง ๆ มีหน่วยเป็น วัตต์ต่อตารางเมตร

P แทนกำลังเสียงของแหล่งกำเนิดเสียง มีหน่วยเป็น วัตต์

r แทนระยะจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังตำแหน่งที่ต้องการหาค่า I มีหน่วยเป็น เมตร

ซึ่งจากสมการจะเห็นว่า ตัวส่วน $4\pi r^2$ ก็คือสูตรพื้นที่ผิวของรูปทรงกลมที่เสียงกระจายตัวไปถึง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ นั่นเอง ดังนั้นความเข้มเสียง ณ จุดหนึ่ง ๆ ก็คืออัตราส่วนระหว่างกำลังเสียงของ แหล่งกำเนิดเสียงกับพื้นที่ผิวของทรงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่แหล่งกำเนิดเสียงและมีรัศมีเท่ากับ ระยะจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังจุดที่ต้องการหาค่าความเข้มเสียง

ดังนั้นหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการกระจายของแหล่งกำเนิดเสียงสามารถ เชื่อมโยงกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องการแปรผัน อัตราส่วนและพื้นที่ผิวของทรงกลม แสดงให้เห็นถึง ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ เช่น การหาระยะที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งลำโพงเพื่อให้ผู้ที่อยู่ห่างออกไปยัง สามารถได้ยินได้ เป็นต้น

คณิตศาสตร์กับเทคโนโลยี เทคโนโลยีเป็นการนำทรัพยากรที่มีมาสร้างสิ่งของ เครื่องใช้ ผลิตภัณฑ์ หรือวิธีการ ผ่านการทำงานอย่างเป็นกระบวนการ เพื่อช่วยแก้ปัญหาหรือสนองความ ต้องการของมนุษย์และเพิ่มความสามารถในการทำงานและการดำรงชีวิตให้มีความสะดวกสบาย รวดเร็ว และปลอดภัย จะเห็นว่าเทคโนโลยีมีการพัฒนาอยู่เรื่อย ๆ โดยมีเป้าหมายในการเพิ่ม ‘ประสิทธิภาพ’ การทำงานให้สูงขึ้นประสิทธิภาพในการสร้างสรรค์เทคโนโลยีสามารถแสดงด้วย ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปของอัตราส่วนระหว่างสองตัวแปรคือ ผลที่ได้ และทรัพยากรที่ใช้

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{ผลที่ได้}}{\text{ทรัพยากรที่ใช้}}$$

ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์หรือการทำงานจึงสามารถทำได้ด้วยการเพิ่มตัวเศษ ซึ่งก็คือผลที่ได้ โดยใช้ทรัพยากรเท่าเดิม หรือการลดตัวส่วนซึ่งก็คือทรัพยากรที่ใช้ โดยให้ได้ผลที่ได้ เท่าเดิม หรือ เพิ่มผลที่ได้โดยลดทรัพยากรที่ใช้ไปพร้อม ๆ กัน

การคำนวณประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์หรือการทำงานออกมาเป็นอัตราส่วนนี้ ทำให้เรา สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์หรือวิธีการทำงานต่างชนิดหรือต่างวิธีได้อย่างชัดเจน มากยิ่งขึ้น

ตัวอย่างของการพัฒนาด้านเทคโนโลยีเพื่อให้ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์และการทำงานสูงขึ้น สามารถเห็นได้ชัดจากเทคโนโลยีสารสนเทศที่วิวัฒนาการไปอย่างรวดเร็ว เช่น การพัฒนาวิธีส่งข้อมูลดิจิทัล

ผ่านสายโทรคมนาคมที่เดิมที่ใช้กระแสไฟฟ้าวิ่งผ่านสายทองแดง เช่น สายโทรศัพท์ในการส่ง แต่ต่อมาเริ่มมีการใช้ใยนำแสง (Optical Fiber) ซึ่งส่งด้วยลำแสงทำให้ความเร็วในการส่งสูงขึ้นเท่าความเร็วแสงและให้สัญญาณที่มีความเสถียรมากกว่าสายทองแดงเนื่องจากไม่มีความต้านทานเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งหลังจากมีการหันมาใช้ใยนำแสงในการส่งข้อมูลแล้ว นักเทคโนโลยีก็ได้พัฒนาประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลผ่านใยนำแสงด้วยการใช้หลักการสะท้อนของแสงกับเรื่องมุมแย้งของเส้นขนานมาประยุกต์ใช้เพื่อให้ใยนำแสงเพียงเส้นเดียวสามารถส่งสัญญาณได้หลายช่องพร้อม ๆ กัน ด้วยการทำให้ลำแสงหลายลำแสงทำมุมต่าง ๆ กับแกนเส้นผ่านศูนย์กลางของใยแก้ว

ซึ่งถึงแม้ว่าลำแสงที่ส่งผ่านการสะท้อนด้วยมุมต่าง ๆ จะใช้ระยะทางในการเดินทางของแสงมากกว่าลำแสงที่ส่งไปตามแกนเส้นผ่านศูนย์กลางของสายดังแสดงในรูป แต่เนื่องจากแสงมีความเร็วสูงมาก ความแตกต่างนี้จึงไม่นับสำคัญนัก นอกจากนี้ นักเทคโนโลยียังสามารถตรวจสอบสัญญาณช่องต่าง ๆ ได้จากมุมของลำแสงที่แตกต่างกันได้ว่าลำแสงใดแทนช่องสัญญาณใด การนำเอาหลักการสะท้อนของแสงและความรู้คณิตศาสตร์เรื่องมุมแย้งในเส้นขนานมาประยุกต์ใช้จึงช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยจำนวนช่องสัญญาณที่ส่งได้มากขึ้นจากใยนำแสงเพียงเส้นเดียว นั่นคือ เพิ่มผลที่ได้โดยใช้ทรัพยากรเท่าเดิม

นอกเหนือจากการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการเพิ่มผลที่ได้โดยใช้ทรัพยากรเท่าเดิมแล้ว ประสิทธิภาพยังสามารถเพิ่มได้ด้วยการลดทรัพยากรที่ใช้โดยยังได้ผลที่ต้องการเท่าเดิม ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างการพัฒนาเทคโนโลยีของจอแสดงผลของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่แต่เดิมนิยมใช้จอ Cathode Ray Tube (CRT) โดยอาศัยหลักการยิงลำแสงอิเล็กตรอนไปยังผิวด้านในของจอภาพ ซึ่งฉาบด้วยสารฟอสฟอรัส ทำให้ตำแหน่งที่อิเล็กตรอนวิ่งมาชนเกิดแสงสว่างขึ้น ซึ่งจำเป็นต้องแปลงความต่างศักย์ไฟฟ้า 220 โวลต์ ให้สูงขึ้นหลายเท่าเพื่อการยิงลำแสงอิเล็กตรอน ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามาก ต่อมานักเทคโนโลยีจึงได้พัฒนาจอแสดงผลแบบใหม่คือจอ Liquid Crystal Display (LCD) ซึ่งใช้หลักการปรับเปลี่ยนโมเลกุลของผลึกเหลวเพื่อปิดกั้นแสงเมื่อมีสนามไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ทำให้ใช้กำลังไฟฟ้าต่ำและสามารถประหยัดพลังงานลงไปได้มาก โดยจอ CRT ขนาด 17 นิ้ว (วัดความยาวตามเส้นทแยงมุม ทำให้มีพื้นที่ประมาณ 70 ตารางนิ้ว สำหรับจอที่มีอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเป็น 4:3) รุ่นหนึ่งของบริษัทหนึ่งอาจกินไฟถึง 125 วัตต์ ในขณะที่จอ LCD ขนาดเดียวกันอาจกินไฟเพียง 35 วัตต์เท่านั้น

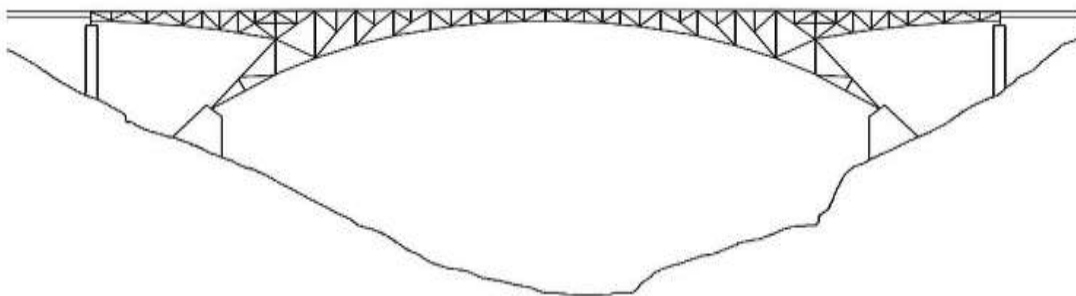
นอกเหนือจากการประหยัดพลังงานแล้ว จอแบบ LCD ยังใช้กลไกในการแสดงภาพน้อยกว่าทำให้ช่วยลดขนาดความลึกของจอได้อีกหลายเท่าและประหยัดพื้นที่ในการทำงานไปได้มาก

หลักการของประสิทธิภาพที่สามารถแสดงได้ด้วยอัตราส่วนทางคณิตศาสตร์จึงสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้พัฒนาการทางเทคโนโลยีได้เป็นอย่างดี ว่านวัตกรรมใหม่ที่สร้างขึ้นมานั้นได้ปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้นเท่าใด

คณิตศาสตร์กับการออกแบบทางวิศวกรรม จุดเน้นสำคัญของการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา คือการนำ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ หรือเทคโนโลยีมาบูรณาการเพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมลักษณะสำคัญของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม คือ

- 1) เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทของสถานการณ์จริงภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดต่าง ๆ
- 2) วิธีการแก้ปัญหาสามารถบรรลุสิ่งที่ต้องการได้จริงภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดเหล่านั้น
- 3) อาจมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี และควรมีกระบวนการเพื่อหาวิธีที่ให้ประสิทธิภาพมากที่สุด

เนื่องจากในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมนั้น มุ่งเน้นผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ได้จริง วิศวกรจึงจำเป็นต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ร่วมกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา และเนื่องจากปัญหาทางวิศวกรรมมักจะมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี วิศวกร จึงจำเป็นต้องเป็นผู้รอบรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพื่อให้สามารถนำความรู้เหล่านั้นมาใช้แก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายดังตัวอย่างการออกแบบโครงสร้างสะพานข้ามแม่น้ำแห่งหนึ่งซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี แต่วิศวกรสามารถนำความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตและหลักการถ่ายทอดของแรงมาออกแบบโครงสร้างสะพานได้ ดังแสดงในรูป



ภาพที่ 2-3 การออกแบบโครงสร้างสะพานข้ามแม่น้ำของวิศวกรโดยใช้รูปสามเหลี่ยมชนิดต่าง ๆ

ซึ่งจะเห็นได้ว่าวิศวกรได้เลือกใช้รูปสามเหลี่ยมชนิดต่าง ๆ ทั้งสามเหลี่ยมมุมแหลม สามเหลี่ยมมุมฉากและสามเหลี่ยมมุมป้าน มาเป็นส่วนประกอบย่อยในการออกแบบโครงสร้างทั้งหมดโดยไม่มีรูปหลายเหลี่ยมอื่น ๆ เลย เนื่องจากโครงสร้างที่ใช้รูปสามเหลี่ยมจะกระจายแรงได้อย่างสมดุลมากกว่ารูปอื่น ๆ ตามหลักทางฟิสิกส์ ซึ่งการออกแบบโครงสร้างด้วยสามเหลี่ยมชนิดต่าง ๆ เหล่านี้ ทำให้วิศวกรต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับสามเหลี่ยมเรื่องต่าง ๆ ทั้งเรื่องความคล้าย ความเท่ากันทุกประการ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และตรีโกณมิติรวมถึงความรู้เรื่องเวกเตอร์ มาใช้ในการคำนวณเพื่อออกแบบโครงสร้าง อย่างไรก็ตามวิศวกรอาจออกแบบสะพานด้วยรูปสามเหลี่ยมเพียงอย่างเดียวที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไปได้อีก โดยแต่ละวิธีอาจมีประสิทธิภาพในการรับแรงที่แตกต่างกัน

ประสิทธิภาพและความคุ้มค่านับเป็นปัจจัยที่สำคัญในการออกแบบทางวิศวกรรม โดยวิศวกรจะพยายามออกแบบกระบวนการแก้ปัญหาที่สามารถให้ผลลัพธ์ปริมาณมากโดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่น้อยที่สุดความรู้คณิตศาสตร์ด้านแคลคูลัส โดยเฉพาะเรื่องการหาอนุพันธ์เพื่อหาค่าสูงสุดหรือต่ำสุดจึงเป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญอีกหนึ่งของวิศวกรที่สามารถช่วยในการหาว่า วิธีการแก้ปัญหาใดจะทำให้ได้ค่า Optimum Value หรือค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปัญหาหนึ่ง ๆ ยกตัวอย่างการใช้ค่าอนุพันธ์ช่วยในการหาคำตอบของปัญหาในชีวิตประจำวัน เช่น หากมีแผ่น

อลูมิเนียมรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสความยาวด้านละ 10 นิ้ว และต้องการตัดมุมทั้งสี่ออกไปเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาดเท่ากัน เพื่อพับและเชื่อมแผ่นอลูมิเนียมส่วนที่เหลือเป็นภาชนะรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากเปิดด้านบน ควรตัดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตรงมุมทั้งสี่ออกไปให้มีขนาดเท่าใดจึง

จะได้ความจุของภาชนะมากที่สุด

จากหลักการเดียวกันนี้วิศวกรสามารถใช้การหาค่าอนุพันธ์ช่วยในการออกแบบสิ่งต่าง ๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าที่สุดจากทรัพยากรที่มีอยู่ได้อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมในส่วนของการหาค่าที่เหมาะสมนั้น ไม่จำเป็นจะต้องเป็นปัญหาระดับสูงที่วิศวกรมีหน้าที่แก้ปัญหาในการทำงานจริง แต่อาจเป็นปัญหาในชีวิตประจำวันซึ่งสามารถใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ช่วยในการแก้ปัญหา โดยในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมนั้นอาจไม่จำเป็นต้องใช้ความรู้ทั้งทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี พร้อมกันทั้งหมด แต่อาจเลือกใช้เพียงบางด้านก็ได้ ดังนั้นนักเรียนก็สามารถแก้ปัญหาทางวิศวกรรมได้ หากมีการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีมาช่วยในการแก้ปัญหาอย่างมีกระบวนการ โดยไม่ได้ใช้วิธีลองผิดลองถูกเพียงแต่เพียงอย่างเดียว

อลงกต กล่าวต่อว่า จากตัวอย่างทั้งหมดนี้ คงแสดงให้เห็นแล้วว่าคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการออกแบบทางวิศวกรรมในกลุ่มวิชาสะเต็มศึกษาเพียงใด และคงทำให้เห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์ที่แลดูเหมือนเป็นเรื่องนามธรรมและห่างไกลจากชีวิตจริงนั้น แท้แล้วกลับเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาวิชาความรู้ด้านต่าง ๆ รวมทั้งการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาอย่างขาดไปไม่ได้เลย

สุพรรณิ (2557). กล่าวถึงสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ว่า การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันและในอนาคตคุณครูคงต้องมีการปรับตัวพอสมควร เนื่องด้วยมีการเปลี่ยนแปลงและการปรับตัวทางด้านการศึกษาซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องมีความสอดคล้องกับความต้องการของสังคม หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคมส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านการศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 แต่การจัดการเรียนรู้ตามสะเต็มศึกษาเป็นอย่างไรนั้น ในขณะนี้เชื่อว่าผู้อ่านหลาย ๆ ท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งครูผู้สอนคงจะมีประเด็นสนทนากันเกี่ยวกับเรื่องการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในโรงเรียนกันอย่างกว้างขวาง คุณครูส่วนใหญ่คงจะมีความวิตกกังวลไม่แน่ใจเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นจึงมีคำถามหลายประการเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ซึ่งแน่นอนว่าครูในหลาย ๆ ประเทศก็มีข้อสงสัยในลักษณะเดียวกันกับ ครูไทยในช่วงระยะเริ่มต้นที่มีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนั้นจะขอสรุปประเด็นข้อสงสัยต่าง ๆ ในลักษณะของคำถามและคำตอบสั้น ๆ เพื่อช่วยต่อการทำความเข้าใจ ซึ่งข้อมูลในการตอบคำถามนั้นได้มาจากการศึกษาและรวบรวมจากประสบการณ์ของผู้ที่เคยนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาไปใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา และอีกนัยหนึ่งจากแนวทางของคณะทำงานของ สสวท. ที่ส่งเสริมสนับสนุนให้มีการนำสะเต็มศึกษามาปรับใช้เพื่อรองรับความเปลี่ยนแปลงทาง

การศึกษา สังคมและงานอาชีพในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นข้อมูลเหล่านี้คงมีประโยชน์สำหรับคุณครูได้พอสมควร

สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยที่การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเข้ากับการเรียนรู้เนื้อหาด้วย พฤติกรรมเหล่านี้รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุมีผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ ดังนั้นจะพบว่าสะเต็มศึกษาไม่ใช่เรื่องใหม่ เพียงแต่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดการบูรณาการการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อมุ่งเน้นให้สามารถนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต

นักเรียนทุกคนสามารถได้รับการพัฒนาตามแนวทางของสะเต็มศึกษา เพราะสะเต็มศึกษาออกแบบมาเพื่อเพิ่มความเชี่ยวชาญสำหรับนักเรียนทุกคนในทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ซึ่งเท่ากับเป็นการเพิ่มจำนวนนักเรียนที่ได้รับการเตรียมความพร้อมอย่างเหมาะสมสำหรับการศึกษาและงานอาชีพทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม หรือคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องด้วยการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษามีเป้าหมายเพื่อเตรียมความพร้อมแก่ผู้เรียนทั้งเพื่อการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นและเพื่อการอาชีพในศตวรรษที่ 21

โรงเรียนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องตามแนวทางของสะเต็มศึกษาได้หลายรูปแบบ ซึ่งอาจเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนในกรณีที่กิจกรรมนั้นใช้ระยะเวลาไม่มาก หรือถ้ากิจกรรมนั้นใช้ระยะเวลามากอาจมอบหมายให้ทำนอกชั้นเรียนร่วมด้วยก็ได้ซึ่งอาจอยู่ในรูปของการมอบหมายให้ออกแบบชิ้นงานกลุ่ม หรือในรูปของโครงงานก็ได้ โดยมีการกำหนดประเด็นปัญหาหรือหัวข้อที่สามารถเชื่อมโยงสู่การบูรณาการความรู้ของเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียนตามความเหมาะสม เนื่องจากความรู้พื้นฐานของการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือเนื้อหาสาระตามหลักสูตรแกนกลางนั่นเอง ซึ่งครูควรจะต้องยึดเนื้อหาสาระหลักนั้นเป็นฐานในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาในสิ่งแวดล้อม สถานการณ์ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถจัดให้มีความเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่มีการจัดการเรียนรู้ในชั่วโมงเรียนปกติได้ และการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไม่ได้เข้าไปแทนที่หรือเพิ่มเติมจนเป็นส่วนเกินของหลักสูตร กล่าวคือการจัดการเรียนรู้จะกลมกลืนและมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา เนื่องจากสะเต็มศึกษาเป็นการส่งเสริมให้มีการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงงานที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อฝึกประสบการณ์ ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และอาจนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม

ในขณะนี้ยังไม่มีแนวทางการวัดผลตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างเป็นรูปธรรม ดังนั้นกรอบที่ถูกนำมาใช้ในการวัดและประเมินผลยังคงเป็นแนวความคิดหลักของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี หลายท่านอาจเกิดความสงสัยว่าเพราะเหตุใดโรงเรียนจึงต้องนำแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาไปใช้ในเมื่อยังไม่มีคำอธิบายที่ชัดเจนในเรื่องนี้ แต่อย่างไรก็ตามเชื่อว่าหากกระทรวงมี

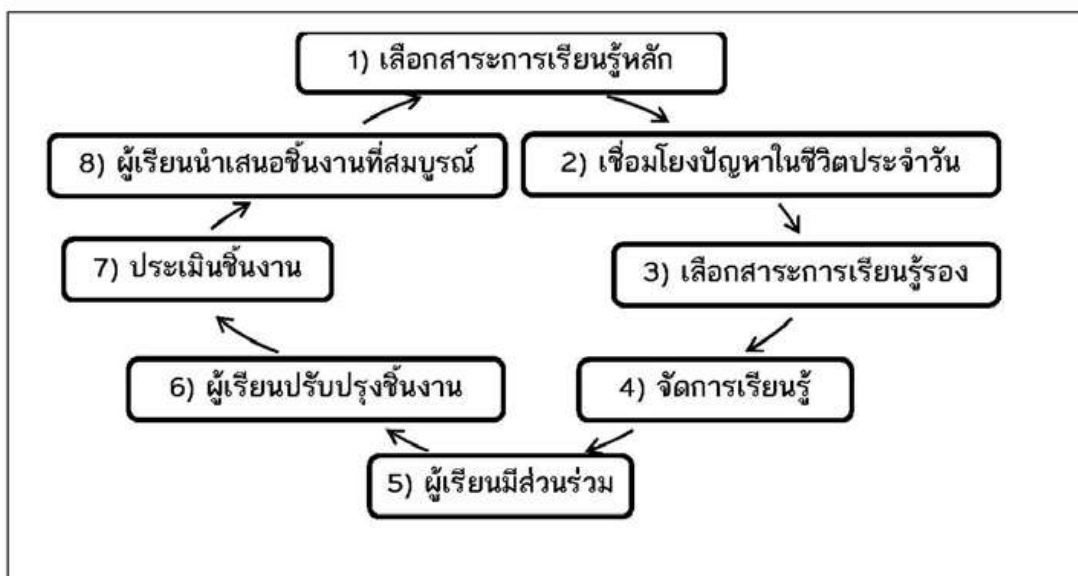
นโยบายให้โรงเรียนมีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างชัดเจนแล้ว คงต้องมีแนวทางหรือตัวอย่างในการประเมินผลที่ชัดเจนขึ้นอย่างแน่นอน แต่ในเบื้องต้นถ้าโรงเรียนได้มีการฝึกปฏิบัติตามแนวทางของสะเต็มศึกษาอย่างแท้จริงแล้วทำให้นักเรียนมีคุณลักษณะทั้งทางทักษะและแนวความคิดหลักต่าง ๆ ที่สามารถวัดและประเมินผลได้ ก็สามารถกำหนดเป็นแนวทางของการวัดและประเมินผลเพิ่มเติมได้

สะเต็มศึกษาช่วยพัฒนาหรือเพิ่มขีดความสามารถของนักเรียนอย่างไร มีคนจำนวนมากอาจข้องใจว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะช่วยยกระดับหรือเพิ่มศักยภาพของผู้เรียนได้หรือไม่ อย่างไร

ตามที่ได้กล่าวแล้วว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา นอกจากการบูรณาการด้านเนื้อหาวิชาแล้วยังได้นำหลักการและทักษะ กระบวนการคิด การออกแบบ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลต่าง ๆ ทางวิศวกรรม มาบูรณาการร่วมด้วยทั้งในระดับชั้นประถมศึกษาจนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนจะได้เรียนรู้และก่อให้เกิดทักษะต่าง ๆ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย และ การบูรณาการกระบวนการทางวิศวกรรมและการแก้ปัญหาไปในรายวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นการเชื่อมโยงหลักสูตรไปสู่โลกแห่งความเป็นจริง ซึ่งนำไปสู่เป้าประสงค์ที่แท้จริงของการเรียนรู้และการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญทางสะเต็มจะสามารถตอบคำถาม หรือแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น สามารถสำรวจตรวจสอบในประเด็นข้อสงสัยต่าง ๆ และพัฒนาไปสู่การแก้ปัญหาที่ท้าทายและปัญหาในโลกที่เป็นจริง ในขณะเดียวกันก็สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ในด้าน อื่น ๆ ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้นักเรียนที่มีความชำนาญหรือเชี่ยวชาญทางสะเต็มยังมีคุณสมบัติของการเป็นนักคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล เป็นนักสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ และขณะเดียวกันก็เป็นผู้ที่มีความรอบรู้ทางเทคโนโลยี ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ดังนั้นครูควรพยายามนำยุทธศาสตร์ต่าง ๆ ของการจัดการเรียนรู้มาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการทั้งแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และกระบวนการทางวิศวกรรม โดยนำเทคโนโลยีมาเอื้อประโยชน์ต่อการเรียนรู้ รวมทั้งการจัดบรรยากาศให้เป็นชั้นเรียนสำหรับนวัตกรรมและการออกแบบของผู้เรียนภายใต้บรรยากาศการเรียนรู้ที่เป็นเชิงบูรณาการ (Rockland และคณะ, 2010)

Robert (2013) ได้ทำการศึกษา รวบรวม แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักการศึกษามากมาย จนทำให้ได้วิธีการออกแบบหน่วยเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 8 ขั้นตอน



ภาพที่ 2-4 หลักการออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

จากภาพหลักการออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาดังกล่าว ประกอบด้วยขั้นตอนการออกแบบหน่วยการเรียนรู้จำนวน 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกสาระการเรียนรู้หลัก (Select Central Standards) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์หลักสูตร เลือกมาตรฐาน ตัวบ่งชี้ หรือสาระการเรียนรู้หลักของหลักสูตรสะเต็มศึกษา เพื่อให้ได้ขอบเขตของสาระการเรียนรู้แกนกลางหรือเนื้อหาหลัก และตัวบ่งชี้ที่บอกถึงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเมื่อผู้สอนเลือกเนื้อหา ตัวบ่งชี้ สาระการเรียนรู้ของสาขาวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นหลักเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ให้นำสาขาวิชาที่เหลือทั้งสามเป็นสาระการเรียนรู้เสริมหรือรอง เช่น เลือกเรื่อง การออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นหลัก ดังนั้น สาระการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีจะเป็นส่วนรอง

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงปัญหาในชีวิตประจำวัน (Align With a Problem) เป็นการคิดเชื่อมโยงว่า สาระการเรียนรู้ หรือเนื้อหาที่เลือกในขั้นที่ 1 สามารถอิงเข้ากับบริบทใด หรือปัญหาใดในสังคมได้บ้าง เช่น มลพิษ สิ่งแวดล้อม ภัยพิบัติทางธรรมชาติ พลังงานทดแทน เป็นต้น

ขั้นที่ 3 เลือกสาระการเรียนรู้รอง ที่สนับสนุนสาระการเรียนรู้หลัก (Support Central Standards with Supplemental Standards) เมื่อเลือกเนื้อหาหลักในขั้นที่ 1 และวิเคราะห์เชื่อมโยงกับปัญหาในข้อที่ 2 ได้แล้ว ในขั้นที่ 3 นี้ ผู้สอนจะต้องเลือกเนื้อหา ตัวบ่งชี้ และสาระการเรียนรู้ในสาขาวิชาที่เหลือว่าจะมีสาระการเรียนรู้รองเรื่องใดช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้หลักที่กำหนดไว้ใน ขั้นที่ 1 ตัวอย่างสาระการเรียนรู้รอง อาทิ สาระเกี่ยวกับ เรื่องโครงสร้างของโลก (วิทยาศาสตร์) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การแก้ปัญหาการพิสูจน์และการสื่อสาร (คณิตศาสตร์)

ขั้นที่ 4 จัดการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมด (Instruct STEM Standards) ผู้สอนวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมดแล้วนำมาตั้งเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ต้องยึดสาระการเรียนรู้หลักที่ได้จากขั้นที่ 1 เป็นสำคัญ สำหรับสาระการเรียนรู้รองให้จัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้ เข้าใจเนื้อหา สามารถนำเนื้อหาเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก การจัดการเรียนรู้ อาจเริ่มต้นด้วยการ นำเสนอวิดีโอที่ค้นเกี่ยวกับภัยพิบัติทางธรรมชาติที่พบในปัจจุบันทั้งที่ใกล้ตัวและไกลตัว จากนั้นจึงให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ ออกแบบนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหา เช่น เนื้อหา เรื่องภูเขาไฟระเบิด สาเหตุของการเกิดคลื่นยักษ์สึนามิ ตำแหน่งหรือพื้นที่ที่เกิดแผ่นดินไหว อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน บทเรียน อาจไม่จำเป็นต้องให้ครบทั้ง 4 สาขาวิชา แต่ให้พิจารณาภาพรวมว่าเมื่อจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทั้งหน่วยการเรียนรู้แล้ว ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ครบทั้ง 4 สาขาวิชาตัวอย่างจุดประสงค์การเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาได้ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ตัวอย่างจุดประสงค์การเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ภัยพิบัติทางธรรมชาติ

วิชา	จุดประสงค์การเรียนรู้
วิทยาศาสตร์	● จัดประเภทของภัยพิบัติทางธรรมชาติตามการเปลี่ยนแปลงของโลก
เทคโนโลยี/วิศวกรรม	● อภิปรายถึงกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ● ปฏิบัติการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ● สร้างระบบเตือนภัยพิบัติทางธรรมชาติ 1 ชนิด ● ประเมินผลระบบเตือนภัยที่สร้าง
คณิตศาสตร์	● ทำนายการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติที่อาจเกิดบนผิวโลก ● ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ (เช่น ความน่าจะเป็น การแก้ปัญหา การ ตรวจสอบ และการสื่อสาร) ออกแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ

ขั้นที่ 5 สนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม (Engage Student Participation) ผู้สอนจัดกิจกรรมกลุ่มให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เช่น ตั้งคำถามที่นำไปสู่การออกแบบและพัฒนา ระบบเตือนภัยพิบัติที่จะช่วยให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น สามารถหลีกเลี่ยงหรือหนีภัยพิบัติได้ทันเวลา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ ใช้ความคิดสร้างสรรค์การคิดแก้ปัญหา และได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์หลัก (ตามที่ได้เลือกไว้ในขั้นที่ 1) ผนวกกับการได้ใช้ความรู้ (ที่เลือก ไว้ในขั้นที่ 3) เพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (ที่เชื่อมโยงไว้ ในขั้นที่ 2) ในการลงมือปฏิบัติ ผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อม มีการกำหนดเวลาการทำงาน อีกทั้งต้องมีการตรวจสอบความคิดของ

ผู้เรียน เช่น อาจตั้งคำถามให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ออกแบบไว้ และพยายามไม่ให้ผู้เรียนหลงประเด็น นอกจากนี้ ต้องให้ผู้เรียนจดบันทึกการทำงานของกล่มตน

ขั้นที่ 6 แก้ไข ปรับปรุงชิ้นงานการออกแบบ (Troubleshoot the Designs) ผู้สอนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานการออกแบบ (เช่น ระบบเตือน ภัยพิบัติ) หน้าชั้นเรียน จากนั้นกระตุ้นให้ผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ตั้งคำถามและให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานนั้น ซึ่งผู้เรียนจะต้องบันทึกข้อเสนอแนะของผู้สอนและเพื่อนไว้ เพื่อการปรับปรุงแก้ไขผลงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ฝึกการคิดวิจารณ์ญาณควบคู่ไปด้วย

ขั้นที่ 7 ประเมินชิ้นงานการออกแบบ (Evaluate the Designs) หลังการปรับปรุงแก้ไขผลงานในขั้นที่ 6 ผู้สอนและผู้เรียนดำเนินการตรวจให้คะแนนชิ้นงานตามประเด็นที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 8 นำเสนอผลงานชิ้นที่สมบูรณ์ (Present Completed Projects) ในขั้นนี้ผู้สอนจัดเตรียมสถานที่ หรือตู้แสดงผลงานให้ผู้เรียนนำผลงานแสดงต่อบุคคลทั่วไป อาทิ เพื่อน พ่อแม่ ผู้ปกครอง ครูอาจารย์และชุมชน การจัดแสดงอาจทำตอนท้ายปีการศึกษาหรือภาคเรียน โดยอาจวางแสดงไว้ตลอดภาคเรียนถัดไป ทั้งนี้ เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความภูมิใจและพยายามที่จะปรับปรุงผลงานในครั้งต่อไป

สรุปหลักการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ทั้ง 8 ขั้น จะมีทั้งส่วนที่ผู้สอนมีบทบาทสำคัญ โดยเฉพาะขั้นที่ 1 ถึง 3 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หลักสูตร เชื่อมโยงสาระการเรียนรู้กับชีวิตประจำวัน จากนั้นจะจัดทำบทเรียนและนำไปจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 4 ขั้นนี้ ผู้เรียนควรได้รับความรู้และทักษะพื้นฐานตามสาระการเรียนรู้หลักและรองที่เลือกไว้ จากนั้นในขั้นตอนที่ 5 ถึง 8 จะเชื่อมโยงไปสู่การออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ผู้เรียนจะกำหนดนิยามขอบเขตของปัญหา สร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา ประเมินผล และปรับปรุงชิ้นงานของตนเอง การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาทั้ง 8 ขั้น อาจต้องใช้เวลาลดภาคเรียน หรือตลอดปีการศึกษา ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีเวลาสร้างสรรค์ชิ้นงานการออกแบบ และแสดงผลงานต่อสาธารณชนได้อย่างภาคภูมิใจ

ในหลาย ๆ ประเทศ จึงให้ความสำคัญกับการจัดกิจกรรมที่มีการเตรียมความพร้อมให้กับครูให้สามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามสะเต็มศึกษานี้คือแนวโน้มหรือกระแสความต้องการที่กำลังเกิดขึ้น แม้ในประเทศสหรัฐอเมริกาเองก็มีการศึกษาบางส่วนที่วิพากษ์ถึงการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาว่าเป็นกระแสนิยมและจะส่งผลกระทบต่อระบบ ถ้าหากว่าไม่มีมาตรฐานที่จะนำมาใช้ในการวัดและประเมินผล ซึ่งจะทำให้ครูและนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เกิดความตระหนักและไม่เห็นความสำคัญของการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาสู่ชั้นเรียน ดังนั้นประเทศไทยเราก็คควรตระหนักในประเด็นนี้ด้วยเช่นกัน และควรส่งเสริมให้มีโครงการที่พัฒนาครูให้เกิดความตระหนักและเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและควรมีแนวทางในการส่งเสริมให้ครู นำวิธีการและทักษะเหล่านั้นสู่ชั้นเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

จากข้อมูลด้านสะเต็มศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง และการประกอบอาชีพในอนาคต ด้วยการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่มุ่งแก้ไขปัญหที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต

ความคิดสร้างสรรค์ และนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือโครงการเพิ่มเติมศึกษาจะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่สำคัญต่ออนาคตของประเทศ เช่น การเกษตร การอุตสาหกรรม การพลังงาน การจัดการสิ่งแวดล้อม การบริการสุขภาพ การคมนาคม

ดังนั้นจุดเด่นของสะเต็มศึกษา จึงตอบโจทย์การแก้ปัญหาสำหรับประเทศไทยที่การศึกษาเน้นการเรียนรู้ภาคทฤษฎีของวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี อีกทั้งยังเรียนแบบแยกส่วน และไม่เน้นด้านการปฏิบัติหรือการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน แต่เน้นท่องจำสำหรับนำไปใช้สอบด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557), National Conference of State Legislatures. (2556), Moomaw (2012), ปัญญาณัติ วิเศษสมวงศ์ (2556))

2.2 ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด (Open Educational Resource: OER) เป็นหนึ่งในแนวคิดขององค์การการศึกษาวิทยาศาสตร์ และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ หรือยูเนสโก (UNESCO) ที่ร่วมมือกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (Massachusetts Institute of Technology หรือ MIT) ที่ต้องการให้มีการเรียนรู้แบบร่วมมือ การแบ่งปันความรู้ ไม่ยึดถือในความเป็นเจ้าของมากเกินไป ขัดโอกาสการเข้าถึง โอกาสการเรียนรู้ของผู้อื่น แนวคิดการสร้างช่องทางการเรียนรู้ที่เข้าถึงได้ อิสระเสรี จึงเป็นแนวคิดของการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) โดยมีหัวใจสำคัญอยู่ที่การแบ่งปันแหล่งทรัพยากรด้านการศึกษามีคุณภาพสู่สังคมโลกเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านการศึกษาได้อย่างเสรี โดยได้พัฒนา และรวบรวมสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์แบบเปิด (Open Courseware) เผยแพร่ไว้ในเว็บไซต์ ที่มีวัตถุประสงค์ทุกคนสามารถนำไปใช้ได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายและไม่มีข้อจำกัดในการใช้งาน ความสำเร็จของโครงการทำให้แนวคิดในการพัฒนาและแบ่งปันความรู้แก่มวลมนุษยชาติได้รับการยอมรับในชื่อของ “แหล่งทรัพยากรด้านการศึกษาแบบเปิด” หรือ Open Educational Resources หรือ OER

แหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด ได้รับการนิยามขึ้นในการอภิปรายขององค์การการศึกษาวิทยาศาสตร์ และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) ด้านบทเรียนแบบเปิด (Open Courseware) โดยมีความหมายรวมถึง สื่อการเรียนการสอน สื่อการเรียนรู้ สื่องานวิจัย ในรูปแบบดิจิทัลหรือไม่ก็ตาม ที่อยู่ในสาธารณะสมบัติ (Public Domain) หรือได้รับการเผยแพร่ด้วยใบอนุญาตแบบเปิดที่อนุญาตให้สามารถเข้าถึง ใช้งาน ดัดแปลง เปลี่ยนแปลง และเผยแพร่โดยปราศจากค่าใช้จ่าย ได้โดยบุคคลใด ๆ โดยไม่มีการกำหนดข้อบังคับใด ๆ โดยการอนุญาตแบบเปิดนี้อยู่ภายใต้กรอบของสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาที่ได้กำหนดไว้โดยอนุสัญญาระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้อง และความเคารพต่อผู้ที่เป็นเจ้าของผลงานนั้น ๆ

องค์การยูเนสโก ได้สรุปว่าทรัพยากรทางการศึกษาแบบเปิดหรือ OER เป็นสมรรถนะด้านเทคโนโลยีในการใช้แหล่งข้อมูลทางการศึกษา ระบบเปิดเพื่อให้ความช่วยเหลือ รวมทั้งการปรับใช้ในชุมชนของผู้ใช้ โดยไม่หวังผลหรือไร้ขีดจำกัดในเชิงเศรษฐกิจ เป็นรูปแบบอิสระที่สามารถเปิดกว้างจากการใช้ข้อมูลฐานเว็บไซต์และอินเทอร์เน็ต หลักการสำคัญของการใช้ข้อมูลจากผู้ใช้ ซึ่งหมายถึงครูและ

นักวิชาการศึกษาในสถาบันเพื่อการพัฒนาวิชาชีพที่นำไปใช้กับผู้เรียนโดยตรงตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอนเช่น จัดทำเป็นวัสดุประกอบการสอน สำหรับใช้เป็นแหล่งการศึกษาค้นคว้าอ้างอิง การจัดทำเป็นสถานการณ์จำลองทางการเรียน การทดลองและการสาธิต เป็นต้น (UNESCO , 2002 cited in Butcher, 2014)

เกเซอร์ (Geser , 2007) กล่าวถึงคำว่า Open ใน ระบบเปิดของแหล่งข้อมูลทางการศึกษาจะมี 4 องค์ประกอบหลักที่สำคัญ ได้แก่

1. ระบบเปิดในการเข้าถึงแหล่งการเรียนรู้ (Open Access) ซึ่งหมายถึงการเข้าถึงแหล่งข้อมูลเชิงเนื้อหา รวมทั้งระบบอภิข้อมูล (Metadata) จากแหล่งขนาดใหญ่ที่สืบเสาะหาได้อย่างอิสระ
2. ระบบเปิดที่ได้รับการอนุญาตใช้ลิขสิทธิ์ของข้อมูลข่าวสาร (Open Licensed) เป็นเสรีภาพที่เปิดกว้างทางลิขสิทธิ์ข้อมูลข่าวสารสำหรับการใช้ และเป็นข้อมูลน่าเชื่อถือเป็นที่ยอมรับต่อการนำมาปรับ ใช้ในเชิงบูรณาการผสมผสานตามจุดมุ่งหมายความต้องการของผู้ใช้
3. ระบบเปิดที่เปิดกว้างในรูปแบบวิธีการใช้ (Open Format) ซึ่งจะถูกรวบรวมและผลิตขึ้นมาในการ ใช้ในระบบเปิดเพื่อให้ง่ายสำหรับผู้ใช้
4. ระบบเปิดกว้างเกี่ยวกับโปรแกรมการใช้งาน (Open Software) แหล่งการใช้ข้อมูลได้ถูกผลิตเป็นโปรแกรมที่มีความหลากหลายเปิดกว้างและสนองต่อโปรแกรมอื่น ๆ ที่สามารถใช้ร่วมกันได้ (Geser, 2007 cited in Schaffert and Geser, 2014)

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาได้อธิบายถึงลักษณะและหลักการของทรัพยากรแบบเปิดไว้มากมาย เช่น แม็คคาร์ตี (McCarty , 2011) อธิบายหลักการทฤษฎีของการศึกษาแบบเปิดว่า ระบบดังกล่าวจะอยู่บนหลักการพื้นฐานที่สำคัญดังนี้

1. ศักยภาพด้านสื่อไอซีที (ICT Affordances) เป็นการเสริมสร้างประสิทธิภาพของระดับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการสื่อสารและการเรียนรู้ของทั้งผู้เรียนและผู้สอนด้วยเทคโนโลยีแบบเครือข่ายหลากหลายประเภท เช่น Web, Mail, Social Media จากศักยภาพของ Web 2.0
2. การเข้าถึงแหล่งข้อมูลระบบเปิด (Open Access) โดยใช้แหล่งการเรียนรู้หลายประเภทในเชิง อิเล็กทรอนิกส์ เช่น เอกสารสิ่งพิมพ์ออนไลน์ การประชุมทางไกล (Teleconferences) เป็นต้น
3. การสร้างระบบเปิด (Openness) เป็นการสร้างคุณลักษณะของระบบเปิดทุก ๆ ด้านทั้งการเปิดแนวความคิด ความซื่อสัตย์ การสร้างจิตอาสาเพื่อประสานแนวคิดสู่การปฏิบัติในการทำงานร่วมกัน
4. สมรรถนะด้านดิจิทัลทางการศึกษา (Digital Literacy Education) โดยการสร้างสมรรถนะด้วยการฝึกอบรมจากคอมพิวเตอร์ การริเริ่มสร้างสรรค์ สมรรถนะทางการเรียนแบบอีเลิร์นนิ่งในระดับต่าง ๆ เหล่านี้เป็นต้น
5. การสร้างระบบการมีส่วนร่วม (Collaborative) ผลของระบบการศึกษาแบบเปิดจะเป็นช่องทางในการสร้างระบบการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุก ๆ ด้าน ทุกระดับ จากปัจเจกบุคคลสู่ระดับองค์กร

นอกจากนี้องค์การความร่วมมือและพัฒนาด้านเศรษฐกิจระหว่างประเทศหรือ โออีซีดี OECD (Organization for Economic Co-operation and Development : OECD cited in Sapire and

Reed , 2011) ได้สรุปรายงานถึงแนวทางหรือเกณฑ์ในการพิจารณาจัดทำหรือพัฒนาระบบแหล่งเรียนรู้แบบเปิด (OER) ว่าจะเป็นแนวทางที่แสดงให้เห็นในมิติสำคัญ 5 มิติ ดังต่อไปนี้

1. ด้านขอบข่าย (Scope) เป็นขอบข่ายเชิงเนื้อหาที่ครอบคลุมเกี่ยวกับการแบ่งปันความรู้ระดับ หน่วยงาน ระดับการศึกษา กลุ่มเป้าหมาย วัสดุอุปกรณ์ สื่อการเรียนการสอน และเนื้อหา ระหว่าง ผู้สอนกับผู้เรียน เป็นต้น

2. ด้านความเป็นเจ้าของหรือผู้รับผิดชอบ (Authority) เป็นแหล่งข้อมูลความรู้ที่ต้องมีการแสดงความรับผิดชอบหรือเป็นเจ้าของที่เกิดขึ้นหลายลักษณะ เช่น เป็นข้อมูลที่ถูกพัฒนาขึ้นเอง หรืออยู่ในรูปของ คณะทีมงาน หรือเป็นความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน เป็นต้น

3. ด้านลิขสิทธิ์หรือการได้รับอนุญาต (Licensing) เป็นประเด็นสำคัญเพราะส่งผลต่อการใช้สื่อการเรียนในการบูรณาการปรับใช้กับ OER และแหล่งอื่น ๆ หรือการนำกลับมาใช้ในสภาพบริบทประกอบอื่น ๆ เช่น แบบฝึกหัดและแบบฝึกทักษะทั่วไป ปัจจุบันเป็นที่รู้จักกันในลักษณะของการขออนุญาตใช้สิทธิ์ หรืองานที่มีลิขสิทธิ์ในเชิงสร้างสรรค์ต่าง ๆ

4. ด้านการปิดกั้นหรือปฏิเสธ (Granularity) ซึ่งมีจำนวนข้อมูลในบางส่วนที่จะถูกปฏิเสธหรือปิดกั้นไม่อนุญาตต่อการนำไปใช้ในแต่ละครั้ง ซึ่งระบบการจัดการฐานข้อมูลแต่ละประเภทจะมีลักษณะของการปิดกั้นหรือปฏิเสธการใช้ที่แตกต่างกันออกไป แหล่งข้อมูลดังกล่าวเหล่านี้อาจเป็นไปในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลประมวลคำ (Word Processing) หรือแฟ้มข้อมูลเอกสารต้นฉบับ (Portable Document Format: PDF) เหล่านี้เป็นต้น

5. ด้านระยะเวลาการนำไปใช้ (Teaching Duration) ซึ่งบางครั้งการจัดการเรียนการสอนต้องใช้วัสดุ ประกอบการเรียนรู้อย่างแท้จริงและใช้เวลาในการสอน เช่น สอนตลอดภาคเรียน หรือตลอดปีการศึกษา ดังนั้นแหล่งข้อมูลที่น่ามาใช้จึงมีความจำเป็นที่ต้องคงสภาพไว้ในเวลานาน

จากข้อมูลดังกล่าว สรุปได้ว่าทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด เป็นแหล่งเรียนรู้ที่มีความรู้ วัสดุ อุปกรณ์ สื่อการเรียนการสอน และเนื้อหาทั้งของผู้เรียนและผู้สอน เป็นระบบที่ต้องการให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ การแบ่งปันความรู้ มีเสรี ไม่ยึดถือในความเป็นเจ้า เป็นระบบที่อยู่ภายใต้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ผู้ใช้สามารถเข้าถึงได้ง่าย มีอิสระเสรี ไม่หวังผลในเชิงเศรษฐกิจนำไปสู่ความร่วมมือในการสร้างทรัพยากรร่วมกันภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดสิทธิ์และระยะเวลาการใช้งานทรัพยากร หรือการขออนุญาตใช้สิทธิ์ (UNESCO , 2002 cited in Butcher, 2014) (McCarty , 2011) (Organization for Economic Co-operation and Development : OECD cited in Sapire and Reed , 2011)

2.3 เอกสารและงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้

2.3.1 เอกสารเกี่ยวกับความพึงพอใจ เพื่อใช้ศึกษาประกอบการสร้างแบบสอบถามเพื่อศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด มีดังนี้

สมบุรณ์ (2523) และ Newcomp (1950) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นเจตคติหรือความรู้สึก โน้มเอียงทางจิตใจที่มีต่อสิ่งของเรื่องราว เหตุการณ์อันเป็นผลมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์ ซึ่งสามารถตีความได้จากพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกมาว่าชอบหรือไม่ชอบในระดับใด ความรู้สึก

โน้มเอียงต่อประสบการณ์ของมนุษย์นั้น จะแสดงออกใน 2 ลักษณะ คือ ความพอใจหรือชอบเรียกว่า เจตคติเชิงบวก (Positive Attitude) ความไม่พอใจหรือไม่ชอบเรียกว่า เจตคติเชิงลบ (Negative Attitude)

สิรินา (2538) กล่าวว่า ความพึงพอใจหรือความชอบเป็นส่วนหนึ่งของทัศนคติ คือสภาพจิตใจ ความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น ความนิยม-ความไม่นิยม ความสนใจ-ความไม่สนใจ ความชอบ-ความไม่ชอบ ซึ่งแสดงพฤติกรรมออกมาให้เห็นได้ ความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจมีอิทธิพล ส่งผลต่อการรับรู้และการเรียนรู้

2.3.2 งานวิจัยเกี่ยวกับสมรรถนะการจัดการเรียนรู้

ชรอยวรรณ (2556) และคณะ ได้วิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของ ครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาสมรรถนะและแนวทางการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา (2) สร้างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา และ (3) ประเมินรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัยมี 3 ขั้นตอน คือ (1) การศึกษาสมรรถนะและแนวทางการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา โดยการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การศึกษาโรงเรียนที่มีการปฏิบัติเป็นเลิศโดยการสัมภาษณ์ จำนวน 12 คน (2) การสร้างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชน ประเภทสามัญศึกษา โดยการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบด้วยเทคนิคการสนทนากลุ่ม การตรวจสอบเอกสาร โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 15 คน และ (3) การประเมินความเป็นไปได้ของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะ ด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชน ประเภทสามัญศึกษา โดยการสัมมนา รับฟังความคิดเห็น กลุ่มผู้ให้ข้อมูล จำนวน 80 คน การวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการศึกษาสมรรถนะและแนวทางการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 วัตถุประสงค์การพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา องค์ประกอบที่ 2 แนวทางการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชน ประเภทสามัญศึกษา องค์ประกอบที่ 3 สมรรถนะ ด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชน ประเภทสามัญศึกษา องค์ประกอบที่ 4 หลักการในการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา และองค์ประกอบที่ 5 เงื่อนไขแห่งความสำเร็จในการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา

2. ผลการสร้างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษาพบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นสอดคล้องกันว่ารูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา ในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชน ประเภทสามัญศึกษา ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ

องค์ประกอบที่ 1 สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา
องค์ประกอบที่ 2 วิธีการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภท
สามัญศึกษา องค์ประกอบที่ 3 เจื่อนไขแห่งความสำเร็จในการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้
ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา

3. ผลการประเมินรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียน
เอกชนประเภทสามัญศึกษาพบว่า ผลการประเมินด้านความเป็นไปได้ของรูปแบบการพัฒนา
สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา โดยภาพรวมมีความ
เป็นไปได้อยู่ในระดับมาก

2.3.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

Rhonda Christensen, Gerald Knezek & Tandra Tyler-Wood (2014). ได้ทำการวิจัยเรื่อง
การรับรู้ของนักศึกษาของสะเต็ม : เนื้อหาและการประกอบอาชีพ (Student Perceptions of
Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Content and Careers) โดยมี
วัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อแสดงให้เห็นถึงสะเต็มของนักเรียนด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ใน
โรงเรียนมัธยม 2) เพื่อแสดงถึงสะเต็ม หรือความแตกต่างของอาชีพที่สนใจ จำนวนปีการศึกษา ขนาด
ของโรงเรียน หรือเชื้อชาติ และ3) เพื่อศึกษาว่าอะไรคืออิทธิพลหลักที่นักศึกษาในสถาบันการศึกษาให้
ความสนใจ ในอาชีพของสะเต็ม โดยดำเนินการวิจัยด้วยการออกแบบงานวิจัย โดยสำรวจวิธีการ
ออกแบบข้อมูล รวบรวมข้อมูลเจตคติจาก 364 นักเรียนมัธยมในสถาบันการศึกษาวิทยาศาสตร์ และ
คณิตศาสตร์ที่จบการศึกษามาแล้ว 2 ปี โดยศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัย การสำรวจเสร็จสมบูรณ์โดยมี
204 นักศึกษาปีแรก (เกรด 11) และ 160 นักศึกษาชั้นปีที่สอง (เกรด 12) กลุ่มตัวอย่าง 53.6% เป็น
เพศชาย และ 46.4% เป็นเพศหญิง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 แบบ ประกอบด้วยแบบสอบถาม
เพื่อสำรวจความหมาย STEM และแบบสอบถามอาชีพที่สนใจ ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าเฉลี่ยและคะแนนระดับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของของผู้ตอบแบบสอบถามที่อยู่ระดับ
เกรด 11 และเกรด 12 รวมกัน คือ การแสดงออกทางวิทยาศาสตร์เป็นบวกมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย =
 $6.08 / 7.0$) ในขณะที่การแสดงออกทางวิศวกรรมเป็นบวกน้อย (ค่าเฉลี่ย = $5.24 / 7.0$) สำหรับ
รายการอาชีพที่สนใจ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับนักวิทยาศาสตร์ที่ช่วยสร้าง
ความแตกต่างที่มีความหมายในโลกนี้ ค่าเฉลี่ย = $4.63 / 5.0$ มีอาชีพในทางวิทยาศาสตร์จะได้รับการ
ทำหาย (ค่าเฉลี่ย = $4.34 / 5.0$) และอาชีพในสาขาวิทยาศาสตร์ที่อยากไปทำงานกับ อื่น ๆ ในรูปแบบ
ที่มีความหมาย (ค่าเฉลี่ย = $4.33 / 5.0$)

2. ความแตกต่างในอาชีพที่สนใจ โดยแบ่งตามคุณสมบัติเช่น เพศ จำนวนปีในการศึกษา ขนาด
ของโรงเรียน หรือเชื้อชาติ พบว่าวิเคราะห์ตามเพศ เพศหญิงจะมีความคาดหวังสูงกว่าเพศชายอย่างมี
นัยสำคัญที่ .05 วิเคราะห์โดยแบ่งตามขนาดโรงเรียน พบว่านักเรียนจากโรงเรียนขนาดเล็ก ให้ความ
สนใจเกี่ยวกับสะเต็มและอาชีพสะเต็มสูงขึ้น และสูงกว่าโรงเรียนขนาดใหญ่อย่างมีนัยสำคัญที่ .05
วิเคราะห์โดยแบ่งตามเชื้อชาติ พบว่ากลุ่ม African American มีการแสดงออกด้านสะเต็มมากที่สุด
และกลุ่ม Hispanic มีผลเป็นบวก (Positive) ต่อด้านเทคโนโลยีมากที่สุด ในขณะที่กลุ่ม American
Indian มีผลบวกต่อด้านคณิตศาสตร์มากที่สุด และกลุ่ม Caucasian มีการแสดงออกด้านวิศวกรรมสูง
ที่สุดด้วย วิเคราะห์ตามจำนวนปีในการศึกษา พบว่าเมื่อเปรียบเทียบนักเรียนปีที่หนึ่งและปีที่สองแล้ว

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 และพบว่าในชั้นปีที่สูงขึ้นจะมีการแสดงออกเกี่ยวกับการประกอบอาชีพในด้าน STEM มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

3. อิทธิพลหลักที่นักศึกษาในสถาบันการศึกษาให้ความสนใจ ในอาชีพของสะสม โดยจำแนกการตอบเกี่ยวกับอิทธิพลที่มีผลต่อความสนใจเป็น 3 อันดับ คือ (1) ผู้ปกครอง / สมาชิกในครอบครัว (26%) (2) แรงจูงใจของครู (17%) และ (3) แรงจูงใจของตนเอง / แนวโน้มตามธรรมชาติ (14%) อิทธิพลอื่น ๆ ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (6%) และการแข่งขันทางด้านวิทยาศาสตร์ (6%)

Patricia L. Hardre, et al. (2013) ได้วิจัยเรื่อง การออกแบบและการประเมินโอกาสในการเรียนรู้ครูสะสมในมหาวิทยาลัยวิจัย (Designing and Evaluating a STEM Teacher Learning Opportunity in the Research University) โดยมีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อดูว่าอะไรคือองค์ประกอบในการออกแบบที่ช่วยสนับสนุน และส่งเสริมความสำเร็จของผู้เรียนที่ดีที่สุด (การเรียนรู้การพัฒนาทักษะและการถ่ายโอน) 2) เพื่อดูว่าการออกแบบอะไรที่สนับสนุนและส่งเสริมชุมชนที่แท้จริงและผลประโยชน์สำหรับเรียนที่ลึกซึ้งที่สุด 3) เพื่อดูบทบาทเฉพาะของเครื่องมือดิจิทัลในการสนับสนุนครูมีอะไร การวางแผนโครงการและการดำเนินการและในการสร้าง และสนับสนุนชุมชน และ 4) เพื่อดูว่ามีหลักการอะไรที่จะบอกถึงการออกแบบโปรแกรมและการประเมินผล ดำเนินการวิจัยโดยการออกแบบการเรียนรู้ โดยดูจากระดับการศึกษาของครู และครูที่ปรึกษาที่มีประสบการณ์ ที่ได้รับการสนับสนุนและพัฒนาในวิชาชีพ ร่วมกับวิธีการเก็บข้อมูลจากรูปแบบ Face to Face กับรูปแบบผ่านดิจิทัล ออกแบบโปรแกรมการศึกษา ซึ่งการประเมินการศึกษาคั้งนี้ประกอบด้วย การพัฒนาผู้เชี่ยวชาญด้านสะสมในครุมัธยมที่ได้รับการคัดเลือกมาจากโรงเรียนจากทั่วทั้งรัฐ โดยใช้เวลาศึกษา 6 สัปดาห์ในมหาวิทยาลัย โดยให้ครูจับคู่กับที่ผู้เชี่ยวชาญในคณะวิศวกรรมศาสตร์จำนวน 6 คน โดยครูดังกล่าวประกอบด้วยครูใหม่จำนวน 10 คน และครูเก่าจำนวน 1 คน มีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณในหลายระดับตัวชี้วัด โดยใช้แบบสอบถาม ที่ใช้สอบถามครูเกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนรู้ เนื้อหาและทักษะ จำนวน 29 ข้อ ผลการวิจัย พบว่า

1. ทั้งครู และที่ปรึกษา เป็นองค์ประกอบที่ช่วยช่วยสนับสนุน และส่งเสริมความสำเร็จของผู้เรียน

2. มี 2 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จที่สนับสนุนและส่งเสริมชุมชน คือ บทบาทในการเสริมสร้างและสนับสนุนการดำเนินโครงการ และบทบาทที่เสริมสร้างความเหมาะสมและสนับสนุนการรวมกลุ่มเพื่อการเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนการปฏิบัติ องค์ประกอบของโปรแกรมที่จะช่วยครูและที่ปรึกษาในการสร้างชุมชน ได้แก่ (1) อาศัยประสบการณ์ (2) การติดต่ออย่างต่อเนื่องและการทำงานร่วมกันในห้องปฏิบัติการ; (3) การสนับสนุนการทำงานร่วมกันทางออนไลน์ และข้อเสนอแนะ และ (4) กิจกรรมเช่นวันการวิจัยและการประชุมเชิงปฏิบัติการแบบ Face to Face อย่างสม่ำเสมอ

3. บทบาทของเครื่องมือดิจิทัลในการสนับสนุนครูคือ ระบบ LMS และ CMS เป็นเครื่องมือดิจิทัลที่ประสบความสำเร็จเป็นอย่างมากในช่วงที่ผ่านมา ช่วยเพิ่มความสะดวกในการเข้าถึงของครูเพื่อใช้ในการวางแผนโครงการและการดำเนินการต่าง ๆ

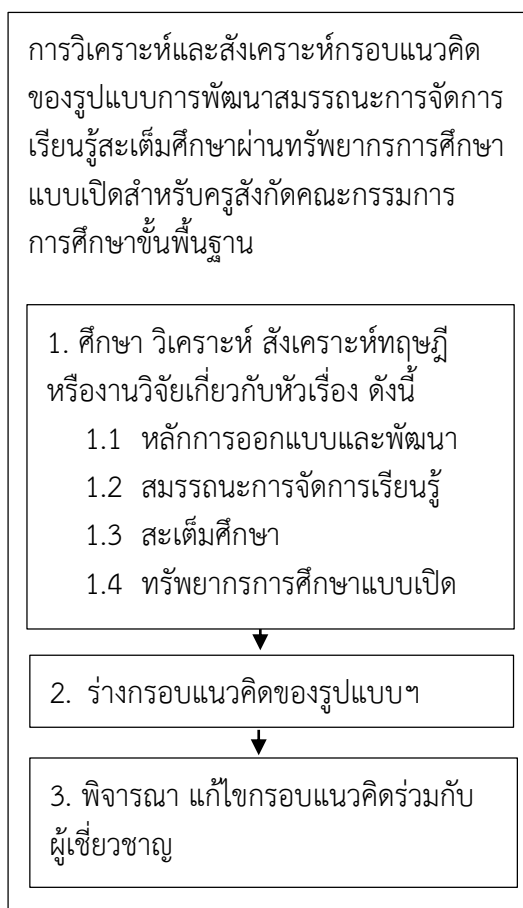
4. พบว่าอันดับแรกคือการจัดซื้ออุปกรณ์หรือทรัพยากรต่าง ๆ และการบริหารสรรทรัพยากร ประการที่สองคือผู้ช่วยเหลือครูที่จบด้านการประเมินผล

Heidrun S., et al (2013). ได้วิจัยเรื่อง ประสิทธิภาพของโปรแกรมให้คำปรึกษาออนไลน์ สำหรับเด็กผู้หญิงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์หรือสะเต็ม (The Effectiveness of a one-year Online Mentoring Program for Girls in STEM) โดยมีวัตถุประสงค์มุ่งที่จะประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมให้คำปรึกษา CyberMentor ที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อตัวแปรต่าง ๆ 7 ประเด็น ได้แก่ 1) กิจกรรม STEM 2) ความรู้ที่ได้ในหัวข้อ STEM 3) ความรู้เกี่ยวกับการเรียนในมหาวิทยาลัยและงานที่เกี่ยวข้องกับ STEM 4) ประเด็นของ STEM ที่ตนเองสนใจ 5) ความเชื่อมั่นในเรื่องความสามารถด้าน STEM ของตนเอง 6) ความสามารถในด้าน STEM ของตนเอง และ 7) ความตั้งใจเลือกตอบแบบสอบถามทางวิชาการ การวิจัยนี้ดำเนินการในช่วงปี 2010/2011 ซึ่งเป็นการวิจัยกับกลุ่มเด็กผู้หญิงในโรงเรียนระดับเตรียมอุดมศึกษาจากทั่วเยอรมนี จำนวน 1,054 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมให้คำปรึกษาออนไลน์ CyberMentor จำนวน 800 คน และกลุ่มควบคุม 254 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยโปรแกรมให้คำปรึกษาอิเล็กทรอนิกส์ CyberMentor และแบบประเมินต่าง ๆ ได้แก่ แบบประเมินกิจกรรม STEM ประเมินตนเองจากความรู้ที่ได้ในหัวข้อ STEM ประเมินตนเองจากความรู้เกี่ยวกับการเรียนในมหาวิทยาลัยและงานที่เกี่ยวข้องกับ STEM ประเมินตนเองจากประเด็นของ STEM ที่ตนเองสนใจ ประเมินความเชื่อมั่นในเรื่องความสามารถด้าน STEM ของตนเอง ประเมินความสามารถในด้าน STEM ของตนเอง ประเมินความตั้งใจเลือกตอบแบบสอบถามทางวิชาการ ผลการวิจัยปรากฏว่าทุกตัวแปรในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ยกเว้นตัวแปรด้านความตั้งใจเลือกตอบทางวิชาการ ในครั้งแรกตัวแปรควบคุมมีค่าที่สูงขึ้น ($t(216.83) = 2.48$; $P < 0.01$) และในการวัดผลครั้งที่สองและสามค่าของทุกตัวแปรในทั้ง 2 กลุ่ม ยกเว้นตัวแปรกิจกรรม STEM กลุ่มทดลองมีค่าที่มากกว่า ($TS < 0.90$, $PS > 0.05$)

หลังจากทำการวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพด้วยวิธี ANOVA แล้ว ผลคือ ข้อมูลที่สะท้อนให้เห็นถึง (เล็กน้อย) ปฏิสัมพันธ์ที่สำคัญสำหรับตัวแปร กิจกรรม STEM, ความรู้ในหัวข้อ STEM, ความรู้เกี่ยวกับการศึกษาของมหาวิทยาลัยและการจ้างงานใน STEM, ความเชื่อมั่นในความสามารถของ STEM ตัวของตัวเอง, การประเมินตนเองของ STEM, ความสามารถและความตั้งใจเลือกทางวิชาการ มีการปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

สำหรับการประเมินตนเองจากความสนใจในประเด็น STEM ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ สะท้อนให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของกิจกรรม STEM ในกลุ่มทดลอง คาดว่าจะเป็นผลการทำงานร่วมกันในการทำกิจกรรม STEM ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นข้อได้เปรียบต่าง ๆ สำหรับการให้คำปรึกษาออนไลน์ ทำให้เกิดประโยชน์ต่อเด็กผู้หญิงในเรื่องเกี่ยวกับ STEM และการวิจัยครั้งนี้ยังแสดงให้เห็นว่า e-mentoring เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการพัฒนาเด็กผู้หญิงในเรื่อง STEM โดยผลเป็นที่น่าพอใจ

การวิเคราะห์และสังเคราะห์กรอบแนวคิดรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
นี้มีวิธีดำเนินการดังภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 การวิเคราะห์และสังเคราะห์กรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

จากภาพที่ 2-5 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์ทฤษฎี ความรู้เกี่ยวกับรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ โดยแบ่งเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องเพื่อวิเคราะห์ สังเคราะห์รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานซึ่งประกอบด้วย (1) การออกแบบและการเรียนการสอน (2) สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ (3) สะเต็มศึกษา (4) ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด และร่างกรอบแนวคิดของรูปแบบ พร้อมทั้งพิจารณา แก้ไขร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ โดยผลการวิเคราะห์สังเคราะห์สรุปผลดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 ผลการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะ
การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครู
สังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

หัวข้อที่วิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์
หลักการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน	การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน เป็น การวิเคราะห์การเรียนการสอน วิธีการเรียน การสอนที่เหมาะสม และการประเมินผลการ เรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้องค์ความรู้ที่จะ นำไปใช้กับสถานการณ์จริง หรือสอดคล้องกับ ชีวิตประจำวัน
สมรรถนะการจัดการเรียนรู้	สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ คือพฤติกรรม ของครู ที่เกิดจากการนำความรู้ ทักษะ และเจต คติในสาระวิชาต่าง ๆ มาช่วยออกแบบ จัดทำ แผนจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการสอดคล้องเชื่อมโยง กัน ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ที่ เหมาะสมและช่วยให้จัดการเรียนรู้ได้สำเร็จอย่าง มีประสิทธิภาพ
สะเต็มศึกษา	รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็น แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนา กระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อ การดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ
ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด	เป็นระบบที่รวบรวมข้อมูล ความรู้ สื่อ เอกสาร ต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อให้ครู อาจารย์และบุคลากรทางการศึกษา นำไปจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งเป็นผู้มีส่วน ร่วมในการสร้าง แลกเปลี่ยนได้โดยอิสระ ไม่มี ขีดจำกัดภายใต้ลิขสิทธิ์ที่กำหนด

2.3.4 การสังเคราะห์หลักการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน โดยนำหลักการที่สอดคล้อง
กันมาใช้สังเคราะห์แนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่าน
ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งมีรายละเอียดการ
วิเคราะห์ สังเคราะห์ดังแสดงใน ตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 การสังเคราะห์หลักการออกแบบและพัฒนาการเรียนรู้

Wiggins, G., & McTighe, J., (2011)	ณมน จีรังสุวรรณ (2556)	กฤษมันต (2549)	การสังเคราะห์
การออกแบบการเรียนรู้ การสอนครูต้องจัด กิจกรรมให้ผู้เรียนได้รับความรู้โดยการให้ผู้เรียน ศึกษาหาความรู้จาก กิจกรรมที่ครูจัดให้ ไม่ใช่ครูบอกความรู้ จากนั้น ครูจัดกิจกรรม ให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้รับเป็นองค์ความรู้ เพื่อให้เป็นองค์ความรู้ที่ ผังอยู่ในตัวของผู้เรียน และสุดท้ายต้องจัด กิจกรรมให้ผู้เรียนได้นำ องค์ความรู้นี้ไปใช้ใน สถานการณ์ใหม่ ที่เป็น สถานการณ์ที่เป็นสภาพ จริง สอดคล้องกับ ชีวิตประจำวัน	การออกแบบการเรียนรู้หมายถึง กระบวนการระบบ โดยสามารถ ออกแบบการเรียนรู้ ตามโมเดล AAA ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ (Analysis 2) กิจกรรม (Activities) และ 3) การประเมิน (Assessment)	หลักการออกแบบ การเรียนการสอนเริ่ม จากประเมินความ ต้องการที่คาดหวังให้ เกิดขึ้นจากการสอน เชื่อมโยงจุดหมายกับ จุดประสงค์การสอน เลือกวิธีการสอนที่ เหมาะสม รวบรวม เนื้อหา ออกแบบและ สร้างวิธีสอน นำวิธี สอนไปใช้ และการ ประเมินผล	การออกแบบ และ พัฒนาการเรียน การสอน เป็นการวิเคราะห์ การเรียน การสอน วิธีการเรียนการสอนที่ เหมาะสม และการ ประเมินผลการเรียน การสอน เพื่อให้ผู้เรียน ได้องค์ความรู้ที่จะ นำไปใช้กับสถานการณ์ จริง หรือสอดคล้องกับ ชีวิตประจำวัน

จากตารางที่ 2-4 การสังเคราะห์หลักการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน สรุปสาระสำคัญของหลักการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน คือ การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน เป็นการวิเคราะห์การเรียนการสอน วิธีการเรียนการสอนที่เหมาะสม และการประเมินผลการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้องค์ความรู้ที่จะนำไปใช้กับสถานการณ์จริง หรือสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน

2.3.5 การสังเคราะห์สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ โดยนำหลักการที่สอดคล้องกันมาใช้สังเคราะห์แนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะสมศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งมีรายละเอียด การสังเคราะห์ดังแสดงใน ตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 การสังเคราะห์สมรรถนะการจัดการเรียนรู้

สุพรรณ เอี่ยม วิจารณ์ (2548)	สำนักงาน คณะกรรมการ ข้าราชการพล เรือน (2551)	สำนักงาน คณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2553)	มูลนิธิสถาบันวิจัย ระบบการศึกษา (2558)	การสังเคราะห์
สมรรถนะ เป็น องค์ประกอบ	สมรรถนะ คือ กลุ่มของ ความรู้	สมรรถนะครู คือ ข้อกำหนดเกี่ยวกับ ความรู้ ทักษะ และ คุณลักษณะพื้นฐาน ของบุคคลที่แสดงออก ในการจัดการเรียนการ สอน ซึ่งสมรรถนะด้าน การจัด การเรียนรู้ ประกอบด้วย 1.7 กำหนดผลการ เรียนรู้ของผู้เรียนที่เน้น การวิเคราะห์ สังเคราะห์ประยุกต์ ริเริ่มเหมาะสมกับสาระ การเรียนรู้ความ แตกต่างของผู้เรียน 1.8 ออกแบบกิจกรรม การเรียนรู้อย่าง หลากหลายตามความ ต้องการของผู้เรียน และชุมชน 1.9 เปิดโอกาสให้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน การออกแบบการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผล การเรียนรู้	สมรรถนะของครูที่ เกี่ยวกับทักษะด้าน การจัดการเรียนรู้ คือ ครูสามารถ ออกแบบ และ จัดทำแผนการ เรียนรู้ให้เหมาะกับ วัย พัฒนาการและ ความแตกต่างของ ผู้เรียน รวมถึงการ ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม และ คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ด้านต่าง ๆ แก่ผู้เรียน โดยเน้น กระบวนการคิด การลงมือปฏิบัติ และการสร้างวินัย ในตนเอง ครู สามารถวางแผน จัดการ และ ประสานงาน เพื่อ บูรณาการการ จัดการเรียนรู้แก่ ผู้เรียน	สมรรถนะด้านการ จัดการเรียนรู้ คือ พฤติกรรมของครู ที่เกิดจากการนำ ความรู้ ทักษะ และเจตคติ ในสาระวิชาต่าง ๆ มาช่วยออกแบบ จัดทำแผนจัดการ เรียนรู้ที่บูรณาการ สอดคล้อง เชื่อมโยงกัน ให้ ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในการจัดการ เรียนรู้ที่เหมาะสม และช่วยให้จัดการ เรียนรู้ได้สำเร็จ อย่างมี ประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

สุพรรณ เอี่ยม วิจารณ์ (2548)	สำนักงาน คณะกรรมการ ข้าราชการพล เรือน (2551)	สำนักงาน คณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2553)	มูลนิธิสถาบันวิจัย ระบบการศึกษา (2558)	การสังเคราะห์
ของความรู้ ทักษะและ เจตคติของ บุคคลที่มี อิทธิพลอย่าง มากต่อ ผลสัมฤทธิ์ ของการ ทำงานของ บุคคลนั้น ๆ	ความสามารถ ทักษะ ตลอดจน ทัศนคติที่ จำเป็น ในการ ทำงานได้ อย่างมี ประสิทธิภาพ	1.10 จัดทำแผนการ จัดการเรียนรู้อย่างเป็น ระบบโดยบูรณาการ อย่างสอดคล้อง เชื่อมโยงกัน 1.11 มีการนำผลการ ออกแบบการเรียนรู้ไป ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และปรับใช้ตาม สถานการณ์อย่าง เหมาะสมและเกิดผล กับผู้เรียน 1.12 ประเมินผลการ ออกแบบการเรียนรู้ เพื่อนำไปใช้ปรับปรุง/ พัฒนา	รวมทั้งครูสามารถ ลงมือจัดการเรียนรู้ กำกับติดตาม ประเมิน และ สะท้อนผลการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	

จากตารางที่ 2-5 การสังเคราะห์สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ สรุปสาระสำคัญของสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ คือ สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ คือพฤติกรรมของครู ที่เกิดจากการนำความรู้ ทักษะ และเจตคติ ในสาระวิชาต่าง ๆ มาช่วยออกแบบ จัดทำแผนจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการสอดคล้อง เชื่อมโยงกัน ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมและช่วยให้จัดการเรียนรู้ได้สำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.6 การสังเคราะห์สะเต็มศึกษา โดยนำหลักการที่สอดคล้องกันมาใช้สังเคราะห์แนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด ซึ่งมีรายละเอียดการสังเคราะห์ดังแสดงใน ตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 การสังเคราะห์สะเต็มศึกษา

Moomaw (2012).	Mitchell Nathan (2013)	National Conference of State Legislatures. (2013).	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557)	การสังเคราะห์
สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนคณิตศาสตร์ วิศวกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตเด็ก ทำให้เด็กได้เข้าใจสิ่งต่างๆ รอบตัวได้ง่ายขึ้น ถ้าได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน ได้ทดลอง สัมผัสผ่านวัสดุอุปกรณ์ ได้คิดได้แก้ปัญหา สร้างสรรค์จากการเรียนโดยผ่านประสบการณ์ ทำให้เด็กชอบเรียนรู้ อยากทดลอง สนุกกับการคิด ปูทางให้เด็กชอบที่จะเรียนเลขและวิทยาศาสตร์	สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนการสอนแบบประสานรวมกันของวิชาทั้งสี่ในสะเต็ม จำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยเพิ่มกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Project-based Learning เพื่อส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจใจศาสตร์ได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น (Deeper Learning) ให้ผู้เรียนสามารถดำรงชีวิตได้ดีขึ้น และสามารถเชื่อมโยงสะเต็มศึกษาเข้ากับเส้นทางการทำงานหรืออาชีพในอนาคต	STEM เป็นการบูรณาการศาสตร์ และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ซึ่งการศึกษาแบบ STEM เริ่มในปี ค.ศ.2006 เพื่อเตรียมความพร้อมด้านกำลังคนให้มีความรู้ความสามารถเพื่อพร้อมแข่งขันด้านเศรษฐกิจ โดยเฉพาะความเชี่ยวชาญของนักวิทยาศาสตร์ วิศวกร และนักนวัตกรรม	สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM Education) คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง และการประกอบอาชีพในอนาคต	รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ

จากตารางที่ 2-6 การสังเคราะห์สะเต็มศึกษา สรุปสาระสำคัญของสะเต็มศึกษา คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ

2.3.7 การสังเคราะห์ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด โดยนำหลักการที่สอดคล้องกันมาใช้สังเคราะห์แนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งมีรายละเอียดการสังเคราะห์ดังแสดงใน ตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7 การสังเคราะห์ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

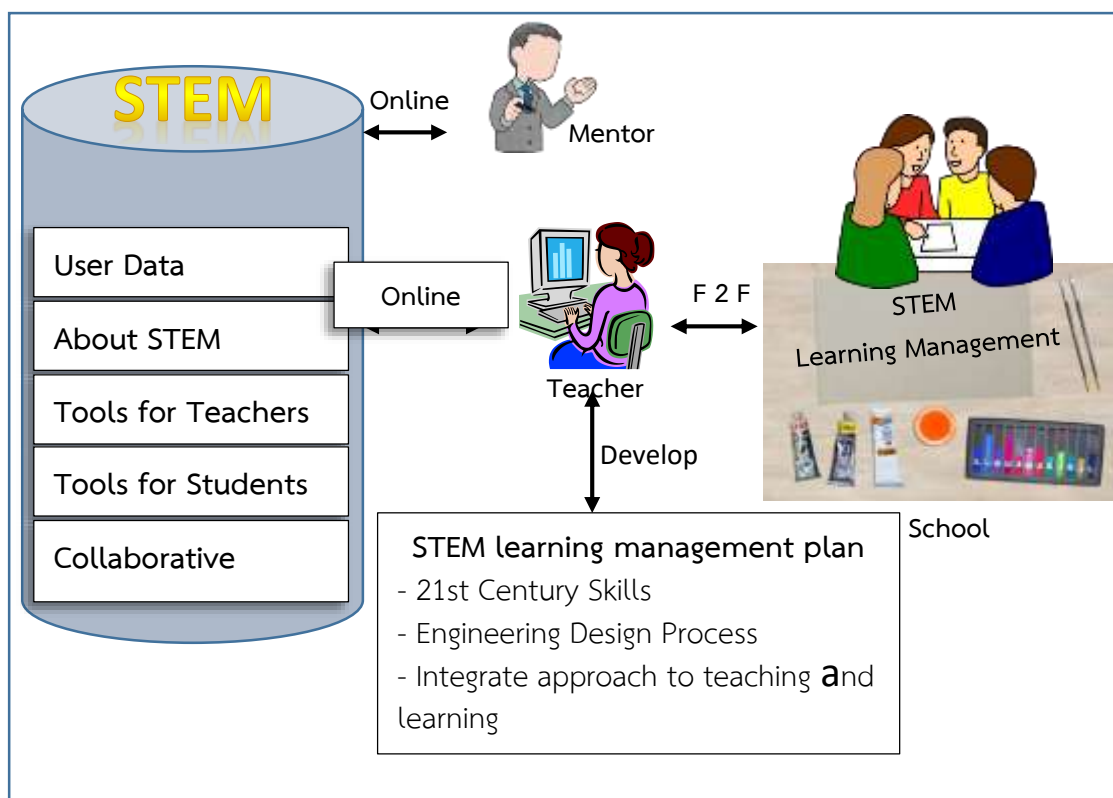
UNESCO , 2002 cited in Butcher (2014)	เกเซอร์ (Geser , 2014)	OECD, (2011)	(McCarty , 2011)	การสังเคราะห์
เป็นสมรรถนะด้านเทคโนโลยีในการใช้แหล่งข้อมูลทางการศึกษา ระบบเปิดเพื่อให้ความช่วยเหลือ รวมทั้งการปรับใช้ชุมชนของผู้ใช้โดยไม่หวังผลหรือไร้อัตกจริตในเชิงเศรษฐกิจ เป็นรูปแบบอิสระที่สามารถเปิดกว้างจากการใช้ข้อมูลฐานเว็บไซต์และอินเทอร์เน็ต หลักการสำคัญของการใช้ข้อมูลจากผู้ใช้ ซึ่งหมายถึงครูและนักวิชาการศึกษาในสถาบันเพื่อการพัฒนาวิชาชีพที่นำไปใช้กับผู้เรียนโดยตรง	องค์ประกอบหลักที่สำคัญ ได้แก่ 1. ระบบเปิดในการเข้าถึงแหล่งการเรียนรู้ (Open Access) จากแหล่งขนาดใหญ่ที่สืบเสาะหาได้อย่างอิสระ 2. ระบบเปิดที่ได้รับการอนุญาตใช้ลิขสิทธิ์ของข้อมูลข่าวสาร (Open Licensed) 3. ระบบเปิดที่เปิดกว้างในรูปแบบวิธีการใช้ (Open Format)	ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดมีมิติสำคัญ 5 มิติ ดังต่อไปนี้ 1. ด้านขอบข่าย (Scope) เป็นขอบข่ายเชิงเนื้อหาที่ครอบคลุมเกี่ยวกับการแบ่งปันความรู้ระดับหน่วยงาน ระดับการศึกษา กลุ่มเป้าหมาย วัสดุอุปกรณ์ สื่อการเรียนการสอน และเนื้อหา ระหว่าง ผู้สอน กับผู้เรียน เป็นต้น 2. ด้านความเป็นเจ้าของหรือผู้รับผิดชอบ (Authority) เป็นแหล่งข้อมูลความรู้ที่ต้องมี	ระบบดังกล่าวจะอยู่บนหลักการพื้นฐานที่สำคัญ ดังนี้ 1. ศักยภาพด้านสื่อไอซีที (ICT Affordances) 2. การเข้าถึงแหล่งข้อมูลระบบเปิด (Open Access) โดยใช้แหล่งการเรียนรู้หลายประเภทในเชิงอิเล็กทรอนิกส์ 3. การสร้างระบบเปิด (Openness) เป็นการสร้างคุณลักษณะของระบบเปิดทุก ๆ ด้านทั้งการเปิดแนวความคิด ความซื่อสัตย์ การสร้างจิตอาสา	เป็นระบบที่รวบรวมข้อมูลความรู้ สื่อเอกสารต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อให้ครูอาจารย์และบุคลากรทางการศึกษานำไปจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งเป็นผู้มีส่วนร่วมในการสร้าง แลกเปลี่ยนได้ โดยอิสระ ไม่มีขีดจำกัดภายใต้ลิขสิทธิ์ที่กำหนด

ตารางที่ 2-7 (ต่อ)

UNESCO , 2002 cited in Butcher (2014)	เกเซอร์ (Geser , 2014)	OECD, (2011)	(McCarty , 2011)	การสังเคราะห์
ตามจุดประสงค์ ของการเรียนการ สอนเช่น จัดทำ เป็นวัสดุ ประกอบการ สอน สำหรับใช้ เป็นแหล่ง การศึกษาค้นคว้า อ้างอิง การจัดทำ เป็นสถานการณ์ จำลองทางการ เรียน การทดลอง และการสาธิต เป็นต้น	4. ระบบเปิด กว้างเกี่ยวกับ โปรแกรมการใช้ งาน (Open Software)	การแสดงความ รับผิดชอบ 3. ด้านลิขสิทธิ์ หรือการได้รับ อนุญาต (Licensing) 4. ด้านการปิดกั้น หรือปฏิเสธ (Granularity) ซึ่งมีจำนวนข้อมูล ในบางส่วนที่จะ ถูกปฏิเสธหรือปิด กั้นไม่อนุญาตต่อ การนำไปใช้ในแต่ ละครั้ง 5. ด้านระยะเวลา การนำไปใช้ (Teaching Duration)	เพื่อประสาน แนวคิดสู่การ ปฏิบัติในการ ทำงานร่วมกัน 4. สมรรถนะด้าน ดิจิทัลทาง การศึกษา (Digital Literacy Education) 5. การสร้างระบบ การมีส่วนร่วม (Collaborative)	

จากตารางที่ 2-7 การสังเคราะห์ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด สรุปสาระสำคัญของทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด คือ เป็นระบบที่รวบรวมข้อมูล ความรู้ สื่อ เอกสารต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อให้ครู อาจารย์และบุคลากรทางการศึกษานำไปจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งเป็นผู้มีส่วนร่วมในการสร้าง แลกเปลี่ยนได้โดยอิสระ ไม่มีขีดจำกัดภายใต้ลิขสิทธิ์ที่กำหนด

2.3.8 การสังเคราะห์กรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์ สังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยมาสังเคราะห์กรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด และปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาจนได้กรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด (ร่างที่ 1) ดังแสดงในภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 ร่างกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่าน
ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
(ร่างที่ 1)

จากภาพที่ 2-6 ร่างกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ร่างที่ 1) เป็นรูปแบบที่ช่วยพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผ่านระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด โดยเริ่มต้นจากให้ครูผู้สอนลงทะเบียนเข้ามาในระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสะเต็มศึกษา (STEM Open Educational Resource: STEM OER) ซึ่งเป็นระบบออนไลน์ที่เป็นคลังข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ได้แก่ สื่อหรือเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ของครู (Instructional Media) สื่อที่ใช้สำหรับประกอบการเรียนรู้ของนักเรียน (Learning Media) และพื้นที่สำหรับการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) ระหว่างครูแต่ละคนที่เข้ามาพร้อมทั้งมีผู้เชี่ยวชาญ (Mentor) ที่จะคอยให้คำแนะนำ กำกับดูแลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็ม เช่น ความรู้ที่เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลต่าง ๆ เมื่อครูทำความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้งานของระบบเรียบร้อยแล้ว ผู้ให้คำปรึกษาจะทำหน้าที่ชี้แจงและดำเนินกิจกรรมตามที่ได้ออกแบบไว้ เพื่อให้ครูดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่กิจกรรมการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งครูแต่ละคนจะต้องสามารถเขียนแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มโดยบูรณาการความรู้ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นตามกระบวนการของสะเต็มศึกษาโดยเป็นแผนที่เปิดโอกาสทางความคิด

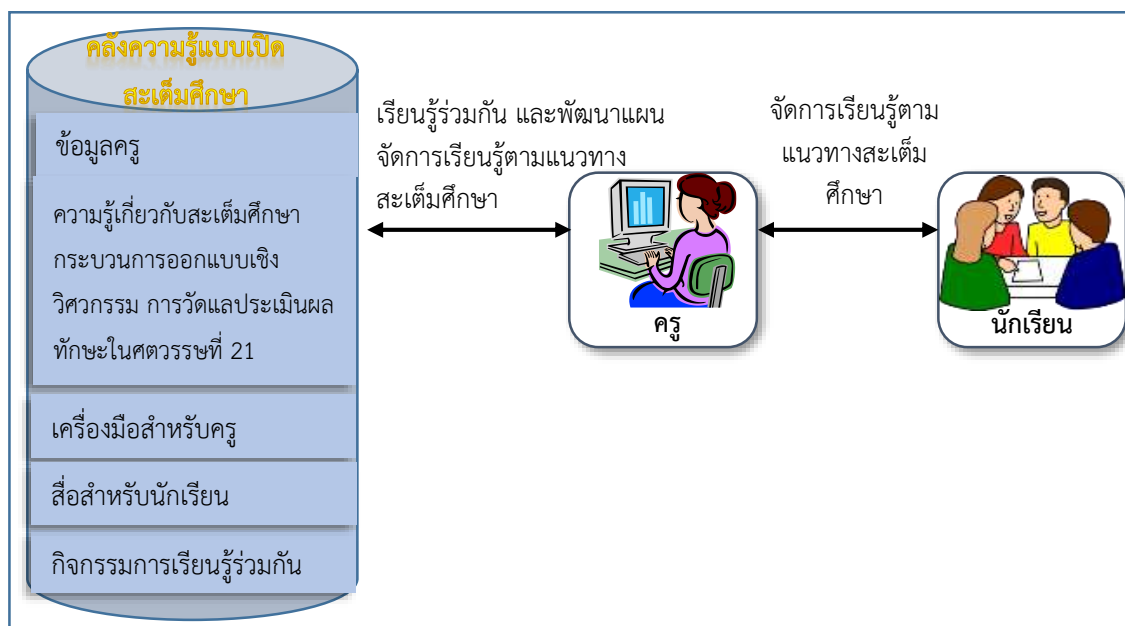
สร้างความท้าทายความคิด มีการบูรณาการความรู้ เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และเกิดทักษะที่จำเป็นใจศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พร้อมทั้งจัดทำสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ จากนั้นให้ครูแลกเปลี่ยนกันตรวจพิจารณาแผนจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้การดำเนินการต่าง ๆ จะกระทำผ่านระบบ STEM OER แบบออนไลน์ทั้งหมด ซึ่งครูแต่ละคนสามารถจะเข้าสู่ระบบในเวลาใดก็ได้ เมื่อครูแต่ละคนได้ร่วมจัดทำแผนจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์แล้ว ให้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนจัดการเรียนรู้กับนักเรียนภายในชั้นเรียนตามที่กำหนดไว้

2.3.9 นำกรอบแนวคิดให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ซึ่งเป็นผู้มีความรู้ ความชำนาญด้านการออกแบบการเรียนรู้ และการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อพิจารณา และขอข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะดังนี้

2.3.9.1 เสนอแนะให้ตัดภาพของผู้เชี่ยวชาญ (Mentor) ออก ซึ่งมีความคิดเห็นว่า ผู้เชี่ยวชาญจะรวมอยู่ในระบบการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) ซึ่งเมื่อเปิดใช้ระบบทรัพยากรแบบเปิดทั่วประเทศแล้ว ผู้เชี่ยวชาญอาจเป็นครูที่อยู่ภายในระบบการเรียนรู้ร่วมกัน หรือครูอาจารย์มหาวิทยาลัย นักวิชาการที่มีความเชี่ยวชาญด้านการเขียนแผนจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยตรง ซึ่งสามารถทำหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญด้วยกันได้ รวมทั้งโดยให้รายละเอียดเพิ่มเติมไว้ได้ภาพกรอบแนวคิด

2.3.9.2 เสนอแนะให้เขียนลักษณะสำคัญของแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่อยู่ใต้ภาพครู ไว้ในรายละเอียดใต้ภาพกรอบแนวคิด

2.3.9.3 ผลจากการวิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยมีการจัดเก็บและจัดการทรัพยากรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาไว้ภายในระบบการศึกษาแบบเปิด เพื่อให้ครู และบุคลากรทางการศึกษาที่สนใจ มีส่วนร่วมในการเข้ามาใช้ระบบด้วยการศึกษา ค้นคว้า จัดสร้างรูปแบบการเรียนรู้สะเต็มศึกษาแบบต่าง ๆ สร้างสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ วิธีการวัดผล ประเมินผลการจัดการเรียนรู้ รวมถึงการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ต่าง ๆ ร่วมกัน ผลการวิเคราะห์ สังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยมาเป็นร่างกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญได้กรอบแนวคิดรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-7 กรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

ผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน

จากภาพที่ 2-7 กรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นรูปแบบที่ช่วยพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผ่านระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด โดยเริ่มต้นจากให้ครูผู้สอนลงทะเบียนเข้ามาในระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสะเต็มศึกษา (STEM Open Educational Resource: STEM OER) ซึ่งเป็นระบบออนไลน์ที่เป็นคลังข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ได้แก่ สื่อหรือเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ของครู (Instructional Media) สื่อที่ใช้สำหรับประกอบการเรียนรู้ของนักเรียน (Learning Media) และพื้นที่สำหรับการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) ระหว่างครูแต่ละคนที่เข้ามาใช้ระบบและผู้เชี่ยวชาญ ที่จะคอยให้คำแนะนำ กำกับ ดูแลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็ม เช่น ความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลต่าง ๆ เมื่อครูศึกษาหาความรู้จากคลังข้อมูลอย่างเข้าใจแล้ว ครูจะเริ่มดำเนินกิจกรรมตามแบบการดำเนินกิจกรรมที่กำหนดไว้ในระบบฯ เพื่อให้ครูดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่กิจกรรมการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งครูแต่ละคนจะต้องสามารถเขียนแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มโดยบูรณาการความรู้ตามหัวเรื่อง หรือความสนใจของตน พร้อมทั้งจัดทำสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ ทั้งนี้การดำเนินการต่าง ๆ จะกระทำผ่านระบบ STEM OER แบบออนไลน์ทั้งหมด ซึ่งครูแต่ละคนสามารถจะเข้าสู่ระบบในเวลาใดก็ได้ เมื่อครูแต่ละคนมีแผนจัดการเรียนรู้ของตนเองที่สมบูรณ์แล้ว ให้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนฯ กับนักเรียนภายในชั้นเรียนตามที่กำหนดไว้

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เพื่อพัฒนารูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรคือ ครูผู้สอนในระดับมัธยมศึกษา ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.)

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างคือ ครู จำนวน 4 คน จากโรงเรียนจำนวน 4 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม จ.เชียงราย โรงเรียนบ้านน้ำอ้อม จ.ยโสธร โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร และโรงเรียนดอนยางวิทยา จ.เพชรบุรี โดยแต่ละโรงเรียนใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นครู 1 คน ด้วยวิธีแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) โดยแบ่งชั้นภูมิตามภูมิภาค จากนั้นตัวอย่างในแต่ละภูมิภาคแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อเขียนแผนจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และนำไปใช้กับนักเรียนในโรงเรียนดังกล่าว โรงเรียนละประมาณ 40-50 คน สำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน คือ 4 คน ซึ่งมาจากภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศ เพื่อให้เกิดแนวความคิดที่หลากหลายในการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจะเลือกครูในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนที่ให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมงานวิจัย และมีความพร้อมด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การจัดการห้องเรียน การจัดการเรียนรู้ด้วยแนวทางสะเต็มศึกษา และความร่วมมือจากผู้อำนวยการสถานศึกษานั้น

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินความเหมาะสมซึ่งประกอบด้วย

3.2.1 แบบประเมินรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.2.2 แบบประเมินระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.2.3 แบบศึกษาผลการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.2.4 แบบศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.3 วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลตามวัตถุประสงค์ดังนี้

3.3.1 การออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาร่างของรูปแบบฯ และดำเนินการประเมินความเหมาะสมเพื่อให้ได้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

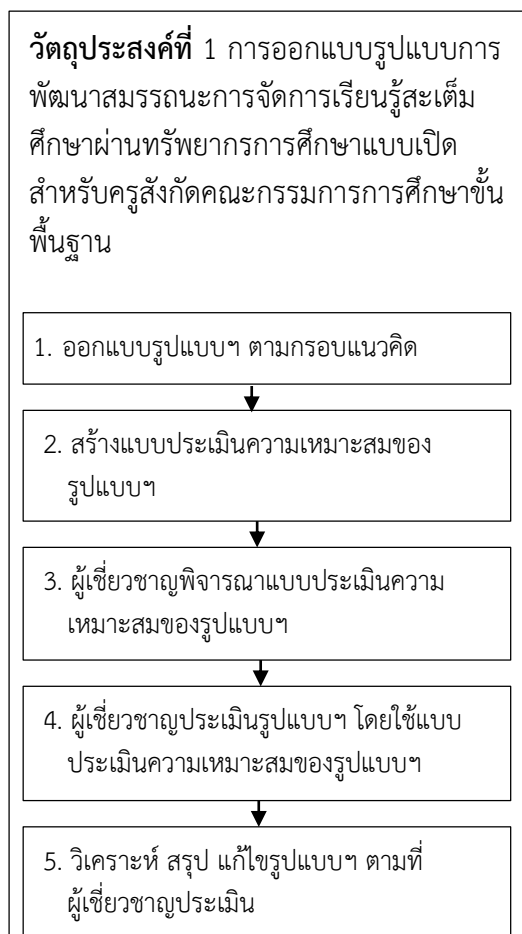
3.3.2 การพัฒนาระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด และให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความเหมาะสมด้วยแบบประเมินความเหมาะสม เพื่อให้ได้ระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.3.3 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.3.4 การศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของคำถาม (IOC) ในแบบสอบถามความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จากนั้นจึงจัดทำแบบสอบถามความคิดเห็น แล้วนำไปสอบถามครู เพื่อศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.4 การออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

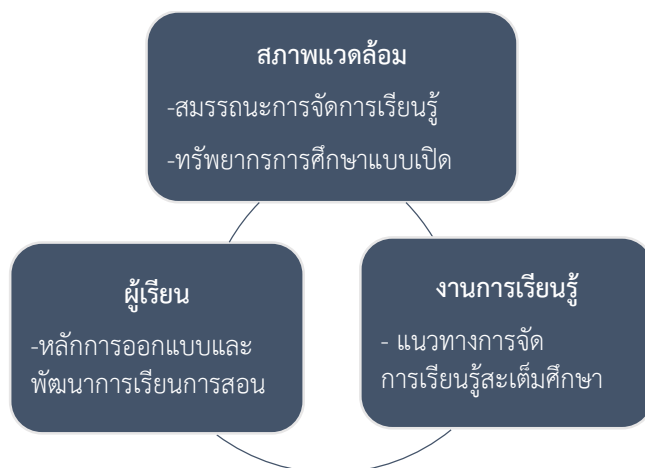
วิธีดำเนินการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 1 นี้ ประกอบด้วย การร่างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามกรอบแนวคิด การสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบฯ ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแบบประเมินความเหมาะสม ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของรูปแบบฯ โดยใช้แบบประเมิน และการวิเคราะห์ สรุป แกะไขรูปแบบฯ ตามที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินดังแสดงใน ภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 วัตถุประสงค์ที่ 1 การออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

จากภาพที่ 3-1 ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยดังนี้

3.4.1.1 ออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดมาร่างรูปแบบโดยการวิเคราะห์ และสังเคราะห์เกี่ยวกับหลักการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนด้วยการวิเคราะห์เบื้องต้น (Front-end Analysis) คือ (1) วิเคราะห์สภาพแวดล้อม (Context Analysis) ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์ความจำเป็น (Needs Analysis) และการวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม (Environment Analysis) (2) การวิเคราะห์ครู (Teacher Analysis) และ (3) การวิเคราะห์งานการเรียนรู้ (Learning Task Analysis) ดังแสดงในภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 การวิเคราะห์เบื้องต้น (Front end Analysis) รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะ
การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครู
สังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

จากภาพที่ 3-2 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เบื้องต้นรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของครู ดังนี้

3.4.1.1.1 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วย

วิเคราะห์ความจำเป็น (Needs Analysis) ครู จัดว่าเป็นกำลังสำคัญต่อระบบการศึกษามีบทบาทในการจัดการเรียนรู้ การจัดการห้องเรียน รวมถึงการจัดการผู้เรียนด้วย ครูต้องมีความรู้รอบด้านและรู้เท่าทันต่อการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ รอบตัว โดยเฉพาะเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทต่อการจัดการศึกษา อีกทั้งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553 ได้ให้ความสำคัญของการพัฒนาครู คณาจารย์และบุคลากรทางการศึกษา เพื่อให้ครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษามีคุณภาพและมาตรฐานที่เหมาะสมกับการเป็นวิชาชีพชั้นสูง รวมทั้งกรอบการพัฒนาและประเมินสมรรถนะครูของคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการที่มีการกำหนดให้สมรรถนะการจัดการเรียนรู้เป็นสมรรถนะประจำสายงานที่ครูจำเป็นต้องรับการประเมิน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2556)) นอกจากนี้ ผลการวัดและประเมินผลการศึกษาทั้งในระดับชาติ และระดับนานาชาติที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่ามีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับกลาง จนถึงระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน จึงส่งผลย้อนกลับมาที่กระบวนการจัดการเรียนรู้ของทุกสาระการเรียนรู้ที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนั้นสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูจึงมีความจำเป็นต่อการจัดการเรียนรู้

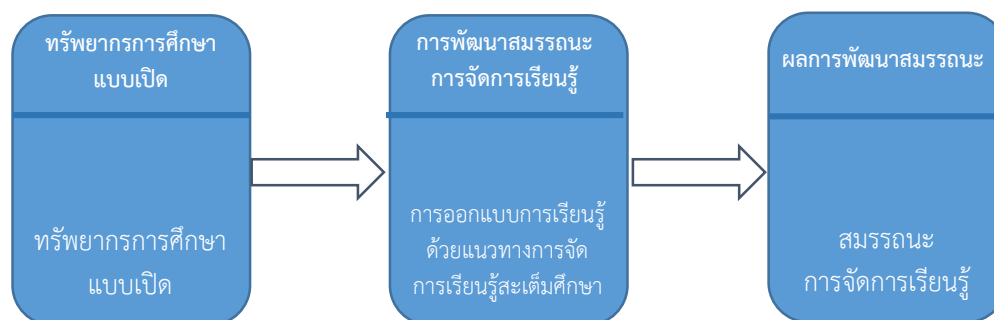
การวิเคราะห์สภาพแวดล้อม (Environment Analysis) ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ ทักษะที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิต รวมทั้งการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยดำเนินการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูผ่านระบบคลาวด์ในรูปแบบของห้องเรียนที่ครูทั่วไปสามารถใช้งานได้คือ Google

Classroom ซึ่งจะเป็นแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดที่จะช่วยให้ครูเข้าถึงได้ง่าย รวดเร็ว เนื่องจากครูทุกคนจะมีอีเมลของกูเกิ้ล และส่วนใหญ่จะมีการจัดการความรู้ในห้องเรียนโดยใช้ Google Classroom จึงได้นำมาเป็นทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับจัดการพัฒนาสมรรถนะครู โดยให้ครูเข้าศึกษา พัฒนาแผนจัดการเรียนรู้ และร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ร่วมกันกับครูท่านอื่น ผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

3.4.1.1.2 วิเคราะห์ครู ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้รับการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบงานวิจัยนี้ ครูผู้สอนปัจจุบันควรมีลักษณะเป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ (Facilitator) เป็นโค้ช (Coach) หรือผู้จัดการ ที่ทำหน้าที่คอยควบคุมจัดการชั้นเรียน ให้คำปรึกษา เสริมความรู้ และสร้างนักคิด โดยต้องพัฒนาครูให้มีความรู้ มีพื้นฐานแน่น พร้อมเรียนรู้สิ่งใหม่ มีการจัดระบบความรู้ จัดการความรู้ มีความสามารถสร้างแรงจูงใจให้นักเรียน และมีความรู้จริง พร้อมทั้งจะถ่ายทอด สร้างทักษะที่จำเป็น โดยเรียนด้วยการลงมือทำ (Active Learning) (ยีน ภู่วรรณ, 2557)

3.4.1.1.3 การวิเคราะห์งานการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการสร้างความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของผู้เรียน รวมทั้งให้ผู้เรียนสามารถเป็นนักคิด สร้างนวัตกรรมได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบหนึ่งที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยที่การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเข้ากับการเรียนรู้เนื้อหาด้วย พฤติกรรมเหล่านี้ รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ

3.4.1.1.4 การออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ร่างที่ 1) จากการวิเคราะห์ สังเคราะห์กรอบแนวคิดรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และการวิเคราะห์เบื้องต้น ผู้วิจัยได้พิจารณาถึงการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครู ด้วยวิธีการให้ครูศึกษา เรียนรู้ และพัฒนาแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของตนเอง จากนั้นจึงนำแผนจัดการเรียนรู้นี้ไปปฏิบัติการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนในห้องเรียนจริง ซึ่งจะทำให้ครูเกิดความรู้ ทักษะ ทักษะคิดในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นสมรรถนะที่จำเป็น จากการวิเคราะห์สังเคราะห์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจากการวิเคราะห์เบื้องต้น (Front-end Analysis) (ร่างที่ 1) ดัง ภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจากการวิเคราะห์เบื้องต้น (Fron-end Analysis) (ร่างที่ 1)

จากภาพที่ 3-3 รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจากการวิเคราะห์เบื้องต้น (Fron-end Analysis) (ร่างที่ 1) ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) ส่วนของทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด ที่เป็นคลังความรู้สำหรับครูในการศึกษาหาความรู้ และเป็นแหล่งเรียนรู้ร่วมกัน พร้อมทั้งสามารถนำเสนอ หรือเผยแพร่ความรู้ต่าง ๆ ร่วมกันแบบเปิดภายใต้ข้อกำหนดร่วมกัน เช่น ข้อมูลสามารถเผยแพร่ได้ แต่ให้ระบุแหล่งที่มา หรือห้ามนำข้อมูลไปจำหน่าย (2) ขั้นตอนการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนได้ร่วมกันพิจารณาความเป็นไปได้ในการพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ครูเกิดสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวทางของสะเต็มศึกษามาเป็นหลักในการจัดการเรียนรู้ และ (3) ผลจากการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้

3.4.1.1.5 การร่างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ร่างที่ 2) ซึ่งหลังจากได้วิเคราะห์เบื้องต้นจากกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ ทำให้ได้ร่างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดดัง ภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 ร่างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ร่างที่ 2)

จากภาพที่ 3-4 ร่างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด (ร่างที่ 2) มี 3 องค์ประกอบดังนี้

1. องค์ประกอบที่ 1 ความรู้พื้นฐานสำหรับการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.1 การประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูก่อนการพัฒนาสมรรถนะ

1.2 การวิเคราะห์ความถนัดในเนื้อหาสาระการเรียนรู้ของครู

1.3 การศึกษาและวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (ลักษณะและระดับการบูรณาการสะเต็มศึกษา (Level of Integration))

1.4 การศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนคือ

1.4.1 การระบุปัญหา (Problem Identification)

1.4.2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

1.4.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

1.4.4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

1.4.5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

1.4.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

1.5 ศึกษาและวิเคราะห์วิธีวัด และประเมินผล

1.6 ศึกษาและวิเคราะห์ทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills)

2. องค์ประกอบที่ 2 การพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางสะเต็มศึกษา

2.1 สร้างแรงจูงใจด้วยการนำเสนอผลงาน/นวัตกรรมตัวอย่างจากการเรียนรู้แบบสะเต็มของนักเรียน

2.2 ครูศึกษาใบความรู้ เรื่อง แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และระดับของการบูรณาการการเรียนรู้

2.3 ครูระบุหัวเรื่องของการจัดการเรียนรู้ 1 เรื่อง ตามใบงาน

2.4 ครูศึกษาใบความรู้ เรื่อง การออกแบบเชิงวิศวกรรม ทักษะในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียน ด้วยตนเอง

2.5 ครูระบุทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียน

2.6 ดำเนินการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาแผนที่ 1 ตามหัวเรื่องของการจัดการเรียนรู้ที่กำหนด แล้วส่งแผนจัดการเรียนรู้ฯ ของตนเข้าสู่ระบบ

2.7 ครูจับคู่กันเพื่อสลับกันตรวจพิจารณา พร้อมให้ข้อเสนอแนะแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำส่งคืนสู่ระบบฯ

2.8 ครูเจ้าของแผนจัดการเรียนรู้ฯ ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของเพื่อนครู แล้วส่งคืนสู่ระบบฯ

2.9 ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาช่วยกันตรวจพิจารณา พร้อมให้ข้อเสนอแนะแผนการจัดการเรียนรู้ของครู แล้วนำส่งคืนสู่ระบบฯ

2.10 ครูเจ้าของแผนจัดการเรียนรู้ฯ ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วส่งคืนสู่ระบบฯ

2.11 ครูแต่ละคนร่วมกันอภิปราย ซักถาม และขยายความรู้ผ่านระบบฯ เพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากนั้นขยายความรู้ต่างๆ ที่ได้รับเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน หรือเพื่อพัฒนาแผนจัดการเรียนรู้อื่นๆ และเพื่อนำไปสู่ความรู้อื่นๆ ที่เป็นประโยชน์

2.12 ครูดำเนินการจัดทำแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา แผนที่ 2 แล้วดำเนินการตามข้อ 2.7 ถึงข้อ 2.11

2.13 ครูจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของตนเองทั้ง 2 แผนตามที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งเลือกแผนจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของครูท่านอื่นบนระบบฯ ตามบริบทและความเหมาะสมของตนเอง โดยเลือกมาจำนวน 2 แผน

2.14 ครูจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เลือกมาทั้ง 2 แผนตามที่กำหนดไว้

2.15 ครูแต่ละคนร่วมกันอภิปราย ซักถาม และขยายความรู้ผ่านระบบฯ เพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

3. องค์ประกอบที่ 3 ผลการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู

3.1 ประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูหลังพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

3.2 สอบถามความคิดเห็นครูต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็ม

ศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.4.1.1.6 การร่างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วย
แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด (ร่างที่ 3) ผู้วิจัยได้นำร่าง
รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่าน
ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด (ร่างที่ 2) ไปให้ผู้เชี่ยวชาญอีกจำนวน 5 คน ซึ่งเป็นผู้มีความรู้ด้านการ
ออกแบบการเรียนการสอน การจัดการเรียนรู้ และการจัด การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อ
พิจารณาและให้ข้อเสนอแนะ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอน รวมทั้งครูที่เชี่ยวชาญด้านการ
สอนได้เสนอแนะไว้ดังนี้

1) การแยกกันเขียนแผนจัดการเรียนรู้คนละแผนๆ แล้วนำไปจัดการ
เรียนรู้ในชั้นเรียนของตนเองนั้น ในทางปฏิบัติก็สามารถทำให้นักเรียนบรรลุตัวชี้วัดของหลักสูตร
เรียบร้อยแล้ว หากในภายหลังจะต้องนำแผนจัดการเรียนรู้ของเพื่อนครูมาจัดการเรียนรู้ก็ อาจต้อง
นำไปใช้จัดการเรียนรู้ในปีการศึกษาถัดไป เนื่องจากหากนำแผนจัดการเรียนรู้ของเพื่อนครูมาจัดการ
เรียนรู้ภายในเทอมหรือปีการศึกษาเดียวกัน ก็จะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ซ้ำซ้อนตัวชี้วัดเดียวกัน

2) ให้ควบคุมตัวแปรของการจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้วิจัยระบุ
รายละเอียดรายวิชา (Course Outline) ให้เป็นแบบเดียวกัน แล้วให้ครูแต่ละคนทดลองเขียนแผน
จัดการเรียนรู้ในแบบของตนเอง

3) แบ่งกลุ่มครูออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 3-5 คน โดยให้แต่ละ
คนในกลุ่มนำแผนฯ ของตนเองมาพิจารณาร่วมกันเพื่อร่วมกันเรียบเรียงให้เป็นแผนจัดการเรียนรู้ใหม่
เพียงจำนวน 1 แผนต่อ 1 กลุ่มผู้เรียน

4) ให้ผู้เชี่ยวชาญและครูร่วมกันพิจารณาแผนจัดการเรียนรู้ตาม
แนวทางสะเต็มศึกษาของครูทุกกลุ่ม และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ต่อไป

5) ให้ผู้วิจัยดำเนินการประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู
ครั้งที่ 1 เพื่อดูความก้าวหน้าของสมรรถนะที่เกิดขึ้นหลังจากครูได้เขียนแผนการจัดการเรียนรู้
เรียบร้อยแล้ว

6) ให้ครูแต่ละคนนำแผนจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไป
จัดการเรียนรู้กับนักเรียนในห้องเรียนของตนเอง โดยให้บันทึกหลังการสอนทุกสัปดาห์

7) เมื่อครูจัดการเรียนรู้ตามแผนจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว ให้ครู
แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย ขยายความรู้ และให้ข้อเสนอแนะร่วมกัน รวมถึงระบุปัญหาต่าง ๆ ที่พบ
จากการจัดการเรียนรู้ตามแผนดังกล่าว

8) ให้ผู้วิจัยดำเนินการประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู
ครั้งที่ 2 เพื่อดูสมรรถนะของครู โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทักษะในการจัดการเรียนรู้ และเจตคติต่อการ
จัดการเรียนรู้ ทั้งนี้สมรรถนะครูแต่ละคนจะแตกต่างกันไปตามทักษะ วิธีการของการจัดการเรียนรู้
โดยพิจารณาได้จากบันทึกหลังการสอน

ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุง แก้ไขจนได้ร่างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู
ด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดที่ชัดเจนขึ้นดังแสดง
ในภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3-5 ร่างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ร่างที่ 3)

จากภาพที่ 3-5 ร่างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ร่างที่ 3) ดังกล่าว ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ (1) ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด (2) การพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ และ (3) ผลการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดการเรียนรู้และเป็นพื้นที่สำหรับการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) ของครูที่ใช้คลังความรู้ ซึ่งแบ่งออกเป็นสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนคือ (1) ระบุปัญหา

(Problem Identification) (2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) (3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) (4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) (5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) และ (6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) การวัดและประเมินผล ทักษะในศตวรรษที่ 21 และกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน

2. การพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ครูศึกษาความรู้ในทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด เกี่ยวกับสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ความรู้ด้านสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การวัดและประเมินผล และทักษะในศตวรรษที่ 21 ภายในระยะเวลา 2 เดือน

2.2 ร่วมกันออกแบบการจัดการเรียนรู้ ครูร่วมกันออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งครูออกเป็นกลุ่มละ 3-4 คน เพื่อร่วมกันพิจารณารายละเอียดรายวิชา ความรู้ต่างๆ เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา แล้วให้ครูแต่ละคนในกลุ่มออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ของตนเองตามรายละเอียดรายวิชา จากนั้นให้แต่ละคนในกลุ่มนำแผนจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้มาร่วมกันพิจารณาและปรับปรุงแก้ไข และออกแบบให้เป็นแผนจัดการเรียนรู้เดียวกัน โดยใช้เวลากายใน 2 สัปดาห์

2.3 ครูร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้ โดยร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้ตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยครอบคลุมลักษณะสำคัญของผู้เรียนในการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 สาขาวิชาหรือวิชาอื่น ๆ ทำทายความคิดของนักเรียน (Challenge) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการ (Integration) เชื่อมโยงความรู้ที่หลากหลาย การเชื่อมโยงเนื้อหาทั้ง 4 สาขาวิชาหรือวิชาอื่น ๆ กับชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ และเน้นการพัฒนาทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 (Skill for 21st Century) โดยใช้เวลากายใน 2 สัปดาห์

2.4 ร่วมกันประเมินแผนจัดการเรียนรู้ โดยครูทุกคนในกลุ่ม และผู้เชี่ยวชาญร่วมกันประเมินแผนจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น แล้วดำเนินการปรับปรุง อภิปรายความรู้ของแผนจัดการเรียนรู้ที่ครูร่วมกันออกแบบ เพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากนั้นขยายความรู้ต่าง ๆ ที่ได้รับ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน หรือเพื่อพัฒนาแผนจัดการเรียนรู้อื่น ๆ และเพื่อนำไปสู่ความรู้อื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ โดยอาจเขียนเป็นข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของแผนจัดการเรียนรู้นั้น แล้วนำแผนจัดการเรียนรู้เผยแพร่บนคลังความรู้ โดยใช้เวลากายใน 1 สัปดาห์

2.5 ดำเนินการประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 1 หลังจากที่ได้ครูได้ออกแบบและจัดทำแผนจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว เพื่อประเมินความสามารถในการจัดทำแผนจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครู

2.6 ครูแต่ละคนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ โดยให้ครูแต่ละคนจัดการเรียนรู้กับนักเรียนในห้องเรียนของตนเองตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ได้ร่วมกันสร้างขึ้น และดำเนินการบันทึกหลังการสอนทุกครั้ง เพื่อให้เห็นถึงความก้าวหน้าด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติของนักเรียนและครู จากการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ ที่สร้างไว้ ตามระยะเวลาในแผนจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

2.7 ครูแต่ละคนร่วมกันอภิปราย ชักถาม และขยายความรู้ผ่านระบบฯ เพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ และจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่สร้างไว้

2.8 ประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 2 หลังจากการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ด้วยการออกแบบ จัดทำแผนจัดการเรียนรู้ และดำเนินการจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว เพื่อประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครู ทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติ

3. ผลการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ประกอบด้วย (1) สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูหลังพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และ (2) ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.4.1.2 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยผู้วิจัยได้ร่างแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ร่างที่ 1) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 รายละเอียดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยมีรายละเอียดดัง ตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ร่างที่ 1)

รายละเอียดความเหมาะสม	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะและ ข้อคิดเห็น
	5	4	3	2	1	
คลังความรู้แบบเปิด (OER)						
1. สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้						
2. ความรู้/เนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา						
3. ความรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา						
4. กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม						
5. การวัดและประเมินผล						
6. ทักษะในศตวรรษที่ 21						
7. กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน						

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

รายละเอียดความเหมาะสม	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะและ ข้อคิดเห็น
	5	4	3	2	1	
ผลการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้						
8. ศึกษาความรู้ในคลังความรู้						
9. ร่วมกันออกแบบแผนจัดการเรียนรู้						
10. ร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้						
11. ร่วมกันประเมินแผนจัดการเรียนรู้						
12. ประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ขอ ครู ครั้งที่ 1						
13. ครูจัดการเรียนรู้ตามแผน และบันทึก การสอน						
14. อภิปราย ขยายความรู้กับเพื่อนครู						
15. ประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของ ครู ครั้งที่ 2						
16. สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้						
17. ความคิดเห็นของครูต่อรูปแบบการ พัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ของครูด้วยแนวทางสะเต็มศึกษาผ่าน ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด						

จากตารางที่ 3-1 แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ร่างที่ 1) ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ (1) คลังความรู้แบบเปิด (OER) ประกอบด้วยสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ความรู้/เนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ความรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การวัดและประเมินผล ทักษะในศตวรรษที่ 21 และกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน (2) การพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย ศึกษาความรู้ในคลังความรู้ ร่วมกันออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ ร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้ ร่วมกันประเมินแผนจัดการเรียนรู้ ประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 1 ครูจัดการเรียนรู้ตามแผน และบันทึกการสอน อภิปราย ขยายความรู้กับเพื่อนครู และประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 2 และ (3) ผลการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ และความคิดเห็นของครูต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.4.1.3 ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัด

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในชั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำร่างแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ร่างที่ 1 ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา จำนวน 8 คน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และการวัดประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณา และมีข้อเสนอแนะดังนี้

3.4.1.3.1 ให้เพิ่มเติมการประเมินในภาพรวมของความเหมาะสมต่อการนำรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางสะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดไปใช้

3.4.1.3.2 เพิ่มเติมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ โดยเป็นคำถามปลายเปิด จากนั้นผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังแสดงไว้ใน ภาคผนวก ข

3.4.1.4 ผู้เชี่ยวชาญประเมินรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.4.1.5 ผลการประเมินรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3-2 ดังนี้

ตารางที่ 3-2 ผลการประเมินรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	ความเหมาะสม
คลังความรู้แบบเปิด (OER)			
18.สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้	4.75	0.46	มากที่สุด
19.ความรู้/เนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา	4.38	0.74	มาก
20.ความรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.48	0.52	มาก
21.กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	4.63	0.52	มากที่สุด
22.การวัดและประเมินผล	4.75	0.46	มากที่สุด
23.ทักษะในศตวรรษที่ 21	4.38	0.74	มาก
24.กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน	4.50	0.53	มาก
รวม	4.54	0.57	มากที่สุด

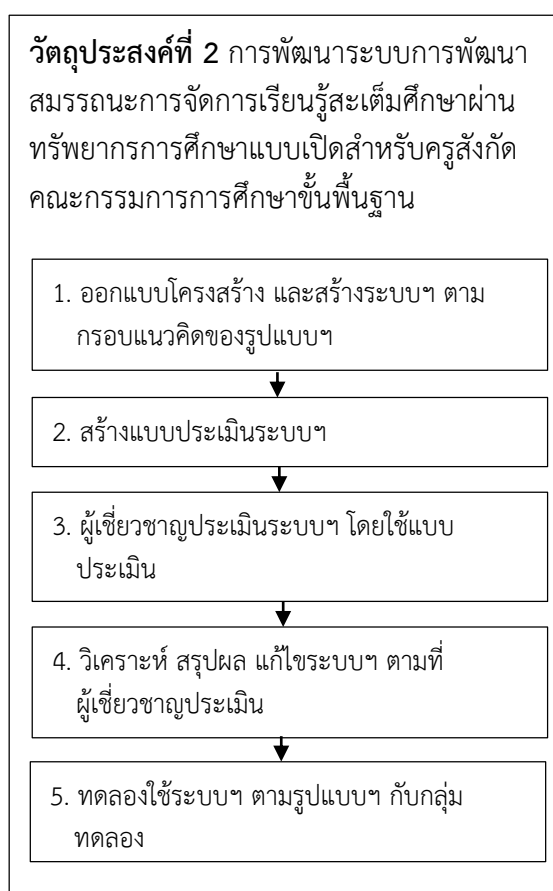
ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	ความเหมาะสม
การพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้			
25. ศึกษาความรู้ในคลังความรู้	4.63	0.52	มากที่สุด
26. ร่วมกันออกแบบแผนจัดการเรียนรู้	4.88	0.35	มากที่สุด
27. ร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้	4.50	0.53	มาก
28. ร่วมกันประเมินแผนจัดการเรียนรู้	4.63	0.52	มากที่สุด
29. ประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 1	4.63	0.52	มากที่สุด
30. ครูจัดการเรียนรู้ตามแผน และบันทึกการสอน	4.50	0.53	มาก
31. อภิปราย ขยายความรู้กับเพื่อนครู	4.38	0.52	มาก
32. ประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 2	4.38	0.52	มาก
รวม	4.56	0.50	มากที่สุด
ผลการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้			
33. สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้	4.38	0.52	มาก
34. ความคิดเห็นของครูต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางสะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด	4.63	0.52	มากที่สุด
รวม	4.50	0.52	มาก
ภาพรวม			
35. ความเหมาะสมต่อการนำรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางสะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดไปใช้	4.63	0.52	มากที่สุด
รวม	4.63	0.52	มากที่สุด
ผลประเมินเฉลี่ยรวม	4.55	0.53	มากที่สุด

จากตารางที่ 3-2 พบว่า ผลประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55$, S.D. = 0.53) โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก คือ (1) คลังความรู้แบบเปิด มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.57) (2) การพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.50) (3) ผลการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.52) และ (4) ภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55$, S.D. = 0.53)

3.5 พัฒนาระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วิธีดำเนินการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 2 นี้ประกอบด้วยการออกแบบโครงสร้างและสร้างระบบฯ ตามกรอบแนวคิดของรูปแบบ การสร้างแบบประเมินระบบฯ ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินระบบฯ โดยใช้แบบประเมิน การวิเคราะห์ สรุป แก่ไขรูปแบบฯ ตามที่ผู้เชี่ยวชาญประเมิน และทดลองใช้ระบบฯ กับกลุ่มทดลอง ดังแสดงใน ภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 วัตถุประสงค์ที่ 2 การพัฒนาระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.5.1 ออกแบบโครงสร้าง และสร้างระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มาออกแบบโครงสร้าง และสร้างระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด ตามขั้นตอนดังนี้

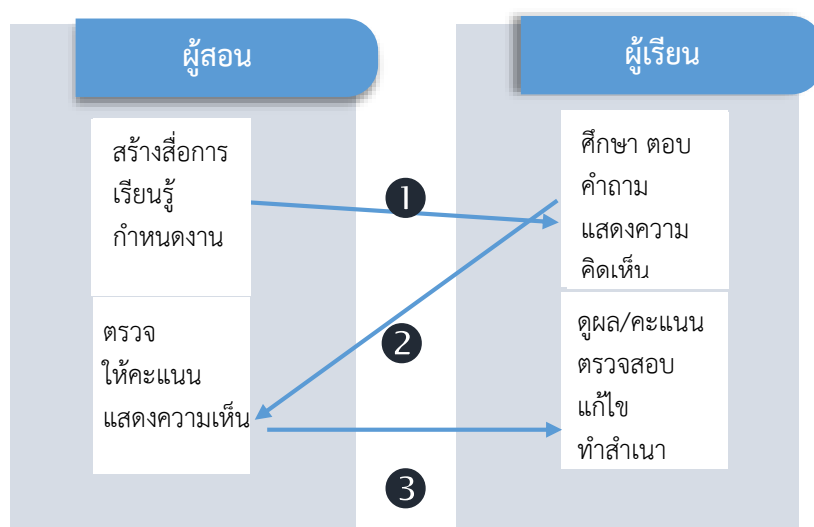
3.5.1.1 การวิเคราะห์ความต้องการ (Requirement Analysis) เป็นการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และรวบรวมข้อมูลทั้งบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบฐานข้อมูล การจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด การจัดการระบบสารสนเทศ และการประเมินระบบฯ โดยทำการวิเคราะห์จากข้อมูลดังนี้

การวิเคราะห์เอกสารบทความ งานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

วิเคราะห์ความต้องการด้านเนื้อหา และโครงสร้างการทำงานของระบบฯ จากผู้ใช้งาน โดยสอบถามจากผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องกับระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด ได้แก่ ครู ผู้บริหาร หน่วยงานด้านการศึกษา นักวิชาการ หรือบุคลากรทางการศึกษา

วิเคราะห์ระบบงานเดิม โดยพิจารณาจากโครงสร้างการทำงาน องค์ประกอบ และปัญหาต่าง ๆ จากระบบงานเดิม

3.5.1.1.1 การออกแบบระบบ (System Design) เป็นการวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบฯ แล้วนำมาออกแบบผังโครงสร้างการทำงานของระบบฯ โดยใช้ Google Classroom ซึ่งสามารถจัดทำเป็นแหล่งทรัพยากรการศึกษาที่ครู นักเรียน และสถานศึกษาส่วนใหญ่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ทำให้ง่ายต่อการเข้าถึง และสะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งกระบวนการทำงานของ Google Classroom ดังภาพที่ 3-7

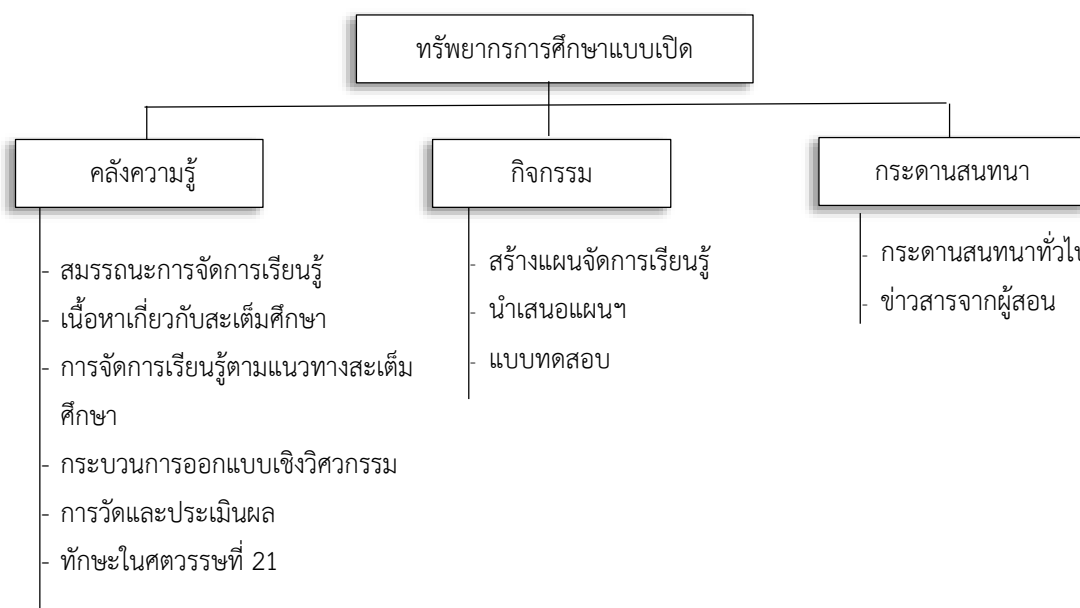


ภาพที่ 3-7 กระบวนการทำงานของ Google Classroom

จากภาพที่ 3-7 กระบวนการทำงานของ Google Classroom มีดังนี้

1. ผู้สอนสร้างสื่อการเรียนรู้ นำสื่อการเรียนรู้ ใบความรู้ หรือกำหนดงานให้ผู้เรียนศึกษา ตอบ หรือแสดงความคิดเห็น
2. ผู้เรียนศึกษาจากสื่อการเรียนรู้ ใบความรู้ และทำใบงานตามที่ผู้สอนกำหนด และส่งคืนให้ผู้สอน เพื่อตรวจให้คะแนนหรือแสดงความคิดเห็น

3. ผู้สอนตรวจให้คะแนน หรือความคิดเห็นแล้วส่งผลให้ผู้เรียนตรวจสอบ จัดเก็บหรือสำเนาไว้ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบลักษณะโครงสร้าง และสร้างระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ไว้ภายใน Google Classroom ดังภาพที่ 3-8



ภาพที่ 3-8 โครงสร้างของภายในระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

จากภาพที่ 3-8 โครงสร้างของภายในระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ (1) คลังความรู้ ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การวัดและประเมินผล และความรู้เกี่ยวกับทักษะในศตวรรษที่ 21 (2) กิจกรรม ประกอบด้วย การสร้างแผนจัดการเรียนรู้ นำเสนอแผนจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบ และ (3) กระดานสนทนา ประกอบด้วย กระดานสนทนาทั่วไป และข่าวสารจากผู้สอน

3.5.1.2 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยผู้วิจัยได้ร่างแบบประเมินความเหมาะสมของระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่ง

แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 รายละเอียดของระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมของระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยมีรายละเอียดดัง ตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 แบบประเมินความเหมาะสมของระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

รายละเอียดความเหมาะสม	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะและ ข้อคิดเห็น
	5	4	3	2	1	
คลังความรู้						
1. สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้						
2. ความรู้/เนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา						
3. ความรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา						
4. กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม						
5. การวัดและประเมินผล						
6. ทักษะในศตวรรษที่ 21						
7. กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน						
กิจกรรม						
8. สร้างแผนจัดการเรียนรู้						
9. นำเสนอแผนจัดการเรียนรู้						
10.แบบทดสอบ						
กระดานสนทนา						
11. กระดานสนทนาทั่วไป						
12. ข่าวสารจากผู้สอน						

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

จากตารางที่ 3-3 แบบประเมินความเหมาะสมของระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ (1) คลังความรู้ ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับสมรรถนะการ

จัดการเรียนรู้ เนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การวัดและประเมินผล และความรู้เกี่ยวกับทักษะในศตวรรษที่ 21 (2) กิจกรรม ประกอบด้วย การสร้างแผนจัดการเรียนรู้ นำเสนอแผนจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบ และ (3) กระดานสนทนา ประกอบด้วย กระดานสนทนาทั่วไป และข่าวสารจากผู้สอน พร้อมทั้งข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อให้ผู้ประเมินระบุข้อเสนอแนะ

3.5.1.3 ผู้เชี่ยวชาญประเมินระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยผู้วิจัยได้นำแบบประเมินระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข

3.5.1.4 ผลการประเมินความเหมาะสมของระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3-4 ดังนี้

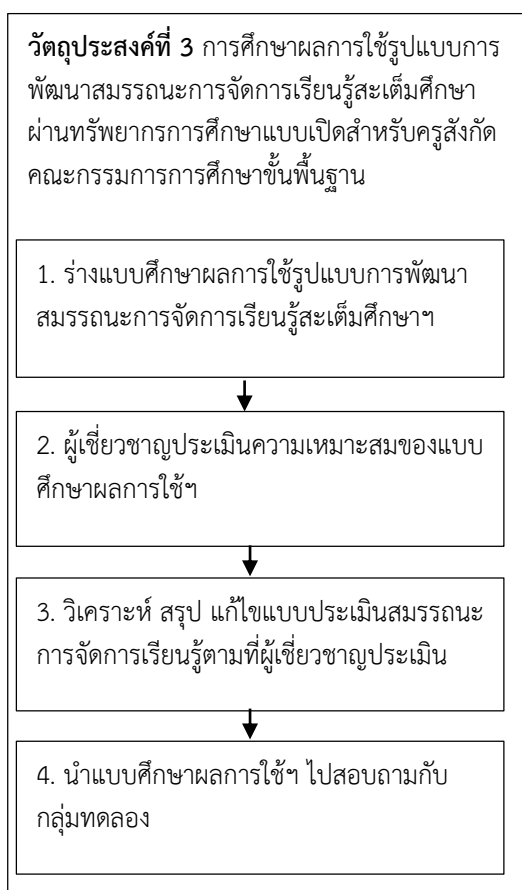
ตารางที่ 3-4 ผลการประเมินความเหมาะสมของระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้
สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการ
การศึกษาขั้นพื้นฐาน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	ความเหมาะสม
คลังความรู้แบบเปิด			
13.สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้	4.25	0.89	มาก
14.ความรู้/เนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา	4.87	0.35	มากที่สุด
15.ความรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	5.00	0.00	มากที่สุด
16.กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	4.62	0.52	มากที่สุด
17.การวัดและประเมินผล	4.37	0.52	มาก
18.ทักษะในศตวรรษที่ 21	4.00	0.76	มาก
รวม	4.52	0.51	มากที่สุด
กิจกรรม			
19. สร้างแผนจัดการเรียนรู้	4.87	0.35	มากที่สุด
20. นำเสนอแผนจัดการเรียนรู้	4.75	0.71	มากที่สุด
21.แบบทดสอบ	4.62	0.52	มากที่สุด
รวม	4.75	0.53	มากที่สุด
กระดานสนทนา			
22. กระดานสนทนาทั่วไป	5.0	0.00	มากที่สุด
23. ข่าวสารจากผู้สอน	5.0	0.00	มากที่สุด
รวม	5.00	0.00	มากที่สุด
ผลประเมินเฉลี่ยรวม	4.67	0.42	มากที่สุด

จากตารางที่ 3-4 พบว่า ผลประเมินความเหมาะสมของระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.42) โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ (1) คลังความรู้แบบเปิด มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.51) (2) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.75$, S.D. = 0.53) และ (3) กระดานสนทนา มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00)

3.5.2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วิธีดำเนินการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 3 นี้ประกอบด้วยการร่างแบบประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ และการวิเคราะห์ สรุป แกะไขแบบประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ตามที่คุณเชี่ยวชาญประเมิน และนำแบบประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มทดลอง ดังแสดงใน ภาพที่ 3-9



ภาพที่ 3-9 วัตถุประสงค์ที่ 3 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.5.2.1 ร่างแบบศึกษาผลการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ และได้ร่างแบบประเมินโดยมีองค์ประกอบของสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 แบบศึกษาผลการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ที่	องค์ประกอบของสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้
1	สามารถออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ 1.1 การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดในมาตรฐานการเรียนรู้ 1.2 การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผลที่สอดคล้องกัน 1.3 การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่อธิบายจุดประสงค์ได้ชัดเจนต่อนักเรียน 1.4 การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์ที่เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน 1.5 การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์ที่ให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน 1.6 การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงจุดประสงค์ของการเรียนรู้นั้น กับเรื่องที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว 1.7 การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้เข้าถึงความต้องการ ความถนัดในการทำกิจกรรมของแต่ละคนที่แตกต่างกันได้ 1.8 การออกแบบแผนจัดการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมออกแบบกิจกรรม 1.9 การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน 1.10 การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงและบูรณาการความรู้แต่ละสาระวิชาได้ 1.11 การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ใช้สื่อ หรือวัสดุประกอบการเรียนรู้ที่ช่วยเสริมความเข้าใจในการเรียนรู้ 1.12 การออกแบบวิธีประเมินผลการเรียนรู้ที่ประเมินทั้งด้านความรู้และทักษะของนักเรียน 1.13 การออกแบบวิธีประเมินผลการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความเข้าใจและทักษะที่ได้รับจากการเรียน 1.14 การออกแบบวิธีประเมินผลการเรียนรู้ที่ประเมินว่านักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์หรือบริบทอื่นได้ 1.15 การออกแบบวิธีการประเมินผลที่เหมาะสมกับกลุ่มนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

ที่	องค์ประกอบของสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้
2	สามารถดำเนินการจัดการเรียนรู้
	2.1 การนำเข้าสู่บทเรียน หรือเข้าสู่กิจกรรมที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียน 2.2 การอธิบายถึงจุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินผลที่ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย 2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้ 2.4 การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในกิจกรรม 2.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้แสดงความรู้ หรือทักษะออกมา 2.6 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนอภิปราย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น 2.7 การจัดการชั้นเรียนและการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า 2.8 การใช้คำถาม ข้อคิดเห็น คำอธิบายที่ช่วยส่งเสริมการคิดของนักเรียน 2.9 การประเมินผลการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้ 2.10 การประเมินผลที่สะท้อนให้เห็นความรู้ และทักษะที่แท้จริงของนักเรียน 2.11 การสรุปความรู้ ความเข้าใจร่วมกันของครูและนักเรียน
3	สามารถใช้สื่อและเทคโนโลยีสารสนเทศประกอบการจัดการเรียนรู้
	3.1 การใช้สื่อและเทคโนโลยีสารสนเทศที่จัดหาได้ง่าย และพร้อมใช้งาน 3.2 การใช้สื่อและเทคโนโลยีสารสนเทศที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ 3.3 การใช้สื่อและเทคโนโลยีสารสนเทศที่ช่วยเสริมสร้างความรู้ และทักษะให้นักเรียน 3.4 การจัดเตรียมสื่อและเทคโนโลยีสารสนเทศเพียงพอต่อกิจกรรม 3.5 การใช้สื่อและเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างคุ้มค่า และมีประโยชน์
4	สามารถประเมินผลการเรียนรู้
	4.1 การประเมินผลการเรียนรู้ที่ประเมินทั้งด้านความรู้และทักษะของนักเรียน 4.2 การประเมินการแสดงออกถึงความเข้าใจและทักษะที่ได้รับจากการเรียน 4.3 การประเมินความสามารถในการประยุกต์ความรู้ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์หรือบริบทอื่นได้ 4.4 การออกแบบการประเมินที่เหมาะสมกับกลุ่มนักเรียนที่แตกต่างกัน

3.5.2.2 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของแบบศึกษาผลการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยผู้วิจัยได้นำร่างแบบประเมินผลการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและกระบวนการ จำนวน 5 คน ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถาม (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยเลือกใช้สมการและกำหนดเกณฑ์พิจารณาเลือกข้อคำถาม ที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถาม ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ตามสมการ (3-1) โดยมีรายละเอียดดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3-1)$$

เมื่อ

IOC

หมายถึง

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถาม

R

หมายถึง

ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N

หมายถึง

จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.5.2.3 วิเคราะห์ สรุป แกไขแบบศึกษาผลการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามที่ผู้เชี่ยวชาญประเมิน

3.5.2.4 นำแบบศึกษาผลการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ไปใช้กับกลุ่มทดลองโดยเป็นครูกลุ่มทดลองทั้ง 4 โรงเรียนที่ดำเนินการตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.5.2.5 ผลการศึกษาการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 ผลการศึกษาการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	ความเหมาะสม
การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้			
1. การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดในมาตรฐานการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
2. การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผลที่สอดคล้องกัน	4.40	0.55	มาก
3. การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์ที่ให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน	4.40	0.55	มาก
4. การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้เข้าถึงความต้องการ ความถนัดในการทำกิจกรรมของแต่ละคนที่แตกต่างกันได้	4.00	0.71	มาก
5. การออกแบบแผนจัดการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมออกแบบกิจกรรม	4.00	0.71	มาก

ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	ความเหมาะสม
6. การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน	4.80	0.45	มากที่สุด
7. การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงและบูรณาการความรู้แต่ละสาระวิชาได้	4.60	0.55	มากที่สุด
8. การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ใช้สื่อ หรือวัสดุประกอบการเรียนรู้ที่ช่วยเสริมความเข้าใจในการเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
รวม	4.40	0.58	มาก
การดำเนินการจัดการเรียนรู้			
9. การนำเข้าสู่บทเรียน หรือเข้าสู่กิจกรรมที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
10. การอธิบายถึงจุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินผลที่ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย	4.40	0.89	มาก
11. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
12. การใช้สื่อและเทคโนโลยีสารสนเทศที่ช่วยเสริมสร้างความรู้ และทักษะให้นักเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
13. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้แสดงความรู้หรือทักษะออกมา	4.40	0.55	มาก
14. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนอภิปราย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	4.40	0.55	มาก
15. การใช้คำถาม ข้อคิดเห็น คำอธิบายที่ช่วยส่งเสริมการคิดของนักเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
16. การสรุปความรู้ ความเข้าใจร่วมกันของครูและนักเรียน	4.20	0.45	มาก
รวม	4.53	0.51	มากที่สุด
การประเมินผลการเรียนรู้			
17. การประเมินผลการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
18. การประเมินการแสดงออกถึงความเข้าใจและทักษะที่ได้รับจากการเรียน	4.40	0.55	มาก
19. การประเมินผลการเรียนรู้ที่ประเมินทั้งด้านความรู้และทักษะของนักเรียน	4.20	0.45	มาก

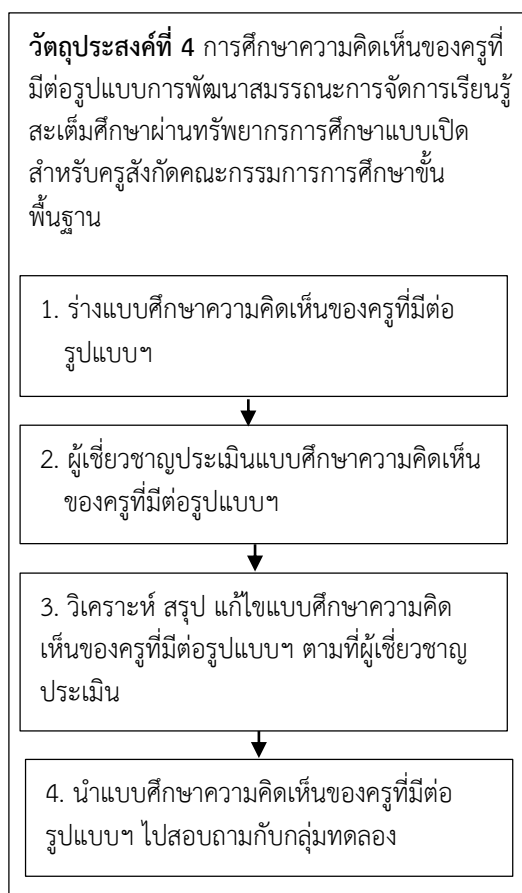
ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	ความเหมาะสม
20. การประเมินความสามารถในการประยุกต์ความรู้ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์หรือบริบทอื่นได้	4.40	0.55	มาก
รวม	4.45	0.50	มาก
ผลประเมินเฉลี่ยรวม	4.46	0.53	มาก

จากตารางที่ 3-6 พบว่า ผลการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.46$, S.D. = 0.53) โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ (1) การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.58) (2) การดำเนินการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.53$, S.D. = 0.51) และ (3) การประเมินผลการเรียนรู้ มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.45$, S.D. = 0.50)

3.5.3 ศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วิธีดำเนินการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 4 นี้ ประกอบด้วยการร่างแบบศึกษาความคิดเห็นของครูกลุ่มทดลองที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของแบบศึกษาความคิดเห็นฯ การวิเคราะห์ สรุป แกะไขแบบศึกษาความคิดเห็นฯ ตามที่ผู้เชี่ยวชาญประเมิน และนำแบบศึกษาความคิดเห็นฯ ไปใช้กับกลุ่มทดลอง ดังแสดงใน ภาพที่ 3-10



ภาพที่ 3-10 วัตถุประสงค์ที่ 4 การศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะ
 การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครู
 สังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.5.3.1 ร่างแบบศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการ
 จัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษา
 ขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า และสังเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยร่างหัวข้อที่ใช้ในการศึกษา
 ความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากร
 การศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 ร่างแบบศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้
 สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการ
 การศึกษาขั้นพื้นฐาน

ที่	องค์ประกอบของแบบศึกษาความคิดเห็นของครู
1	ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด
	1.1 ความถูกต้องของเนื้อหา
	1.2 ความครบถ้วนของเนื้อหา
	1.3 การลำดับเนื้อหา
	1.4 ความสะดวกในการเข้าสู่เนื้อหา
	1.5 รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา
	1.6 สี สัน ความสวยงาม
	1.7 ขนาดตัวอักษร
	1.8 ความชัดเจนของตัวอักษร
2	การจัดการเรียนรู้
	2.1 ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้
	2.2 ระยะเวลาในการศึกษาหาความรู้ในทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด
	2.3 การร่วมกันออกแบบแผนจัดการเรียนรู้
	2.4 การร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้
	2.5 วิธีการร่วมกันประเมินแผนจัดการเรียนรู้
	2.6 จำนวนการประเมินสมรรถนะ
	2.7 การร่วมกันอภิปราย
	2.9 กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน

3.5.3.2 นำแบบศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและกระบวนการ จำนวน 5 คน ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถาม (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยเลือกใช้สมการและกำหนดเกณฑ์พิจารณาเลือกข้อคำถาม ที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถาม ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ตามสมการ (3-1)

3.5.3.3 ทำการวิเคราะห์ สรุป แก้ไขแบบศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยวิธีพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถาม โดยนำข้อที่มีผลความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ 0.5 ออก ให้เหลือเพียงคำถามที่มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

3.5.3.4 นำแบบศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ไปสอบถามกับกลุ่มทดลอง โดยทำเป็นแบบศึกษาความคิดเห็นด้วยมาตราอันดับ (Rating Scale) เชิงคุณภาพ 5 ระดับ และมาตราอันดับเชิงปริมาณ 5 ระดับ ดังตารางที่ 3-8 และตารางที่ 3-9 ดังนี้

ตารางที่ 3-8 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินความเหมาะสม (กัลยา, 2544)

ระดับเกณฑ์การให้คะแนน	ความหมาย
5	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ตารางที่ 3-9 เกณฑ์การแปลความหมายข้อมูลและพิจารณาจากค่าเฉลี่ย (กัลยา, 2544)

ระดับเกณฑ์การให้คะแนน	ความหมาย
4.51-5.00	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
3.51-4.50	มีความเหมาะสมในระดับมาก
2.51-3.50	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
1.51-2.50	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1.00-1.50	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

3.5.3.5 ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3-10

ตารางที่ 3-10 ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	ความเหมาะสม
ด้านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด			
1. ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ความครบถ้วนของเนื้อหา	4.50	0.58	มาก
3. การลำดับเนื้อหา	4.00	0.82	มาก

4. ความสะดวกในการเข้าสู่เนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
5. รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา	3.75	0.50	มาก
รวม	4.45	0.38	มาก

ตารางที่ 3-10 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	ความเหมาะสม
ด้านการจัดการเรียนรู้			
6. ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้	4.50	0.58	มาก
7. ระยะเวลาในการศึกษาหาความรู้ในทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด	5.00	0.00	มากที่สุด
8. การร่วมกันออกแบบแผนจัดการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
9. การร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้	4.75	0.50	มากที่สุด
10. วิธีการร่วมกันประเมินแผนจัดการเรียนรู้	4.75	0.50	มากที่สุด
11. จำนวนการประเมินสมรรถนะ	3.50	1.29	ปานกลาง
12. การร่วมกันอภิปราย	5.00	0.00	มากที่สุด
13. กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.69	0.36	มากที่สุด
ผลประเมินเฉลี่ยรวม	4.60	0.37	มากที่สุด

จากตารางที่ 3-10 พบว่า ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูที่ใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.37) โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ (1) ด้านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดมีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.45$, S.D. = 0.38) และ (2) ด้านการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.69$, S.D. = 0.36)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยเรื่อง รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ดังนี้

4.1 ผลการออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

4.2 ผลการพัฒนาระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

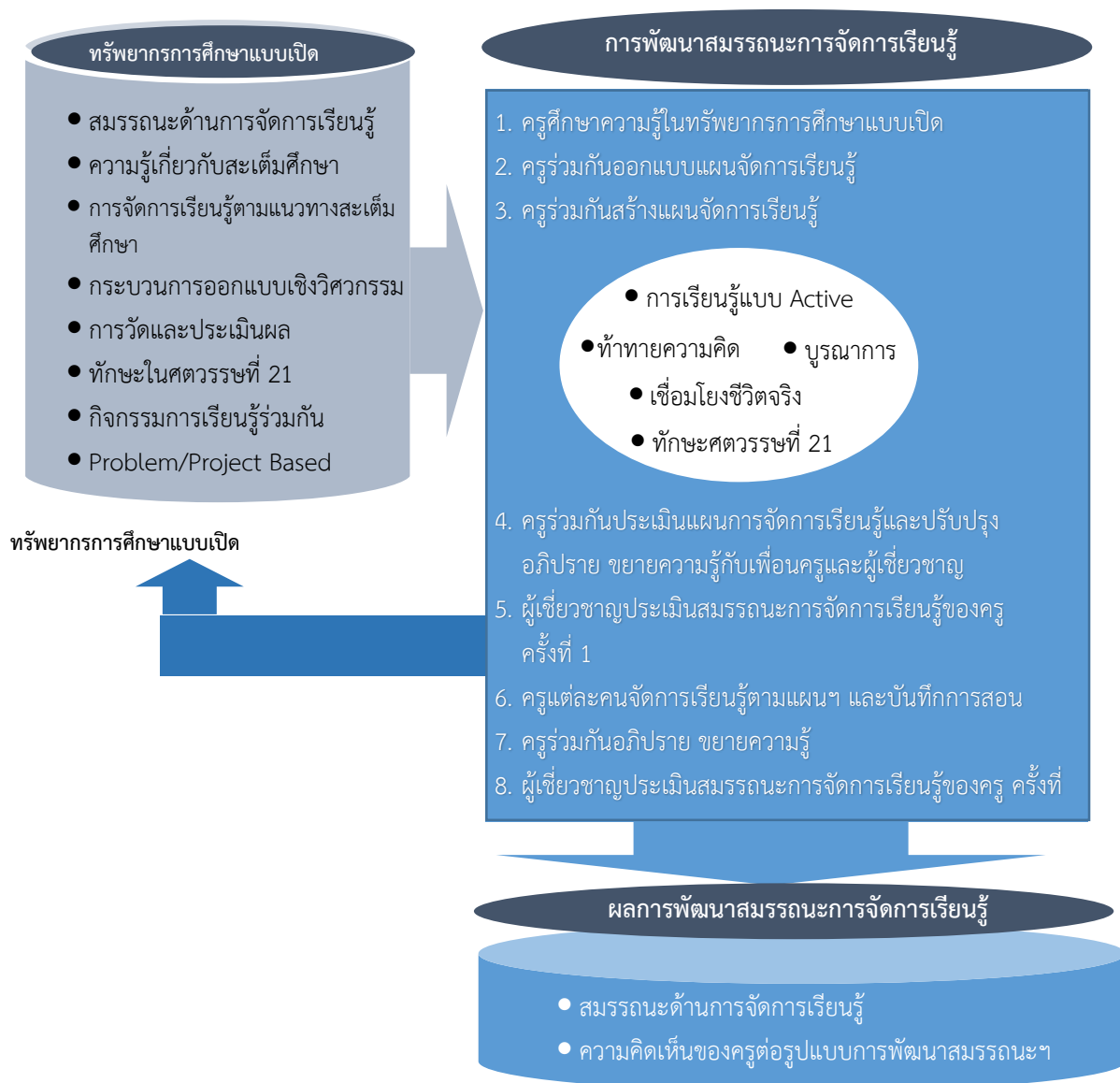
4.3 ผลการศึกษาการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

4.4 ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

4.1 ผลการออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ผลการออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน แบ่งออกเป็นขั้นตอนการออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และการประเมินรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานโดยผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

4.1.2 ผลจากการวิเคราะห์ และสังเคราะห์เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการวิเคราะห์เบื้องต้นของกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงได้รูปแบบดังภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

จากภาพที่ 4-1 รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานดังกล่าวประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ (1) ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด (2) การพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ และ (3) ผลการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดการเรียนรู้และเป็นพื้นที่สำหรับการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) ของครูที่เข้าใช้คลังความรู้ ซึ่งแบ่ง

ออกเป็นสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนคือ (1) ระบุปัญหา (Problem Identification) (2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) (3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) (4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) (5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) และ (6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) การวัดและประเมินผล ทักษะในศตวรรษที่ 21 และกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน

การพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ครูศึกษาความรู้ในทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด เกี่ยวกับสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ความรู้ด้านสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การวัดและประเมินผล และทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยใช้เวลาภายใน 2 เดือน

1.2 ครูร่วมกันออกแบบการจัดการเรียนรู้ ครูร่วมกันออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งครูออกเป็นกลุ่มละ 3-4 คน เพื่อร่วมกันพิจารณารายละเอียดรายวิชา ความรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา แล้วให้ครูแต่ละคนในกลุ่มออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ของตนเองตามรายละเอียดรายวิชา จากนั้นให้แต่ละคนในกลุ่มนำแผนจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้มาร่วมกันพิจารณาและปรับปรุงแก้ไข และออกแบบให้เป็นแผนจัดการเรียนรู้เดียวกัน โดยใช้เวลาภายใน 2 สัปดาห์

1.3 ครูร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้ โดยร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้ตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยครอบคลุมลักษณะสำคัญของผู้เรียนในการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 สาขาวิชาหรือวิชาอื่นๆ ท้าทายความคิดของนักเรียน (Challenge) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการ (Integration) เชื่อมโยงความรู้ที่หลากหลาย การเชื่อมโยงเนื้อหาทั้ง 4 สาขาวิชาหรือวิชาอื่น ๆ กับชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ และเน้นการพัฒนาทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 (Skill for 21st Century) โดยใช้เวลาภายใน 2 สัปดาห์

1.4 ร่วมกันประเมินแผนจัดการเรียนรู้ โดยครูทุกคนในกลุ่ม และผู้เชี่ยวชาญร่วมกันประเมินแผนจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น แล้วดำเนินการปรับปรุง อภิปรายความรู้ของแผนจัดการเรียนรู้ที่ครูร่วมกันออกแบบ เพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากนั้นขยายความรู้ต่าง ๆ ที่ได้รับ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน หรือเพื่อพัฒนาแผนจัดการเรียนรู้อื่น ๆ และเพื่อนำไปสู่ความรู้อื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ โดยอาจเขียนเป็นข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของแผนจัดการเรียนรู้นั้น แล้วนำแผนจัดการเรียนรู้เผยแพร่บนคลังความรู้ โดยใช้เวลาภายใน 1 สัปดาห์

1.5 ดำเนินการประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 1 หลังจากที่ได้ครูได้ออกแบบและจัดทำแผนจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว เพื่อประเมินความสามารถในการจัดทำแผนจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครู

1.6 ครูแต่ละคนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ โดยให้ครูแต่ละคนจัดการเรียนรู้กับนักเรียนในห้องเรียนของตนเองตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ได้ร่วมกันสร้างขึ้น และ

ดำเนินการบันทึกหลังการสอนทุกครั้ง เพื่อให้เห็นถึงความก้าวหน้าด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ ของนักเรียนและครู จากการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่สร้างไว้ ตามระยะเวลาในแผนจัดการเรียนรู้

1.7 ครูแต่ละคนร่วมกันอภิปราย ซักถาม และขยายความรู้ผ่านระบบฯ เพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับ จากการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ และจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่สร้างไว้

1.8 ประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 2 หลังจากการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ด้วยการออกแบบ จัดทำแผนจัดการเรียนรู้ และดำเนินการจัดการเรียนรู้ เรียบร้อยแล้ว เพื่อประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครู ทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติ

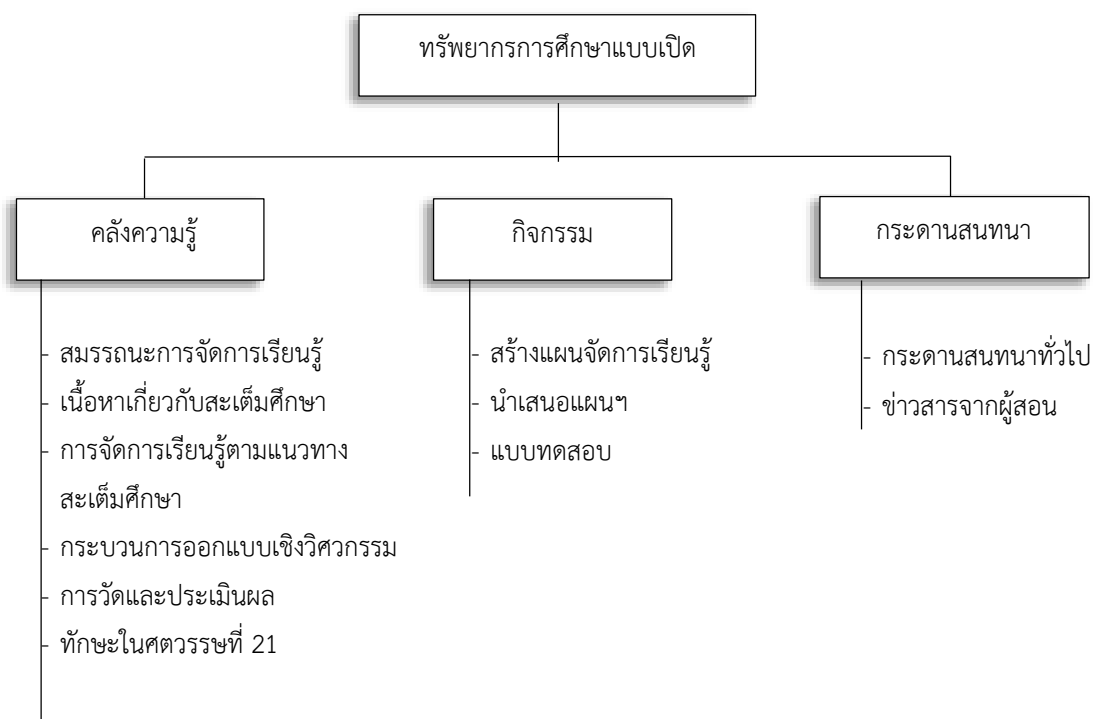
4.1.1.1 ผลการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ประกอบด้วย (1) สมรรถนะ การจัดการเรียนรู้ของครูหลังพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด และ (2) ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

สรุปผลจากการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ทำให้ทราบว่า (1) คลังความรู้แบบเปิดในส่วนของสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ การออกแบบ เชิงวิศวกรรม การวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ความรู้เนื้อหา เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ความรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ทักษะในศตวรรษที่ 21 และ กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับมาก (2) การพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการ เรียนรู้ ในส่วนของการศึกษาความรู้ในคลังความรู้ การร่วมกันออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ ร่วมกัน ประเมินแผนจัดการเรียนรู้ การประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 1 มีความ เหมาะสมในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ การร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้ ครูจัดการเรียนรู้ตาม แผนและบันทึกการสอน การอภิปราย ขยายความรู้กับเพื่อนครู และการประเมินสมรรถนะการจัดการ เรียนรู้ของครู ครั้งที่ 2 ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับมาก (3) ผลการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการ เรียนรู้ ในส่วนของการศึกษาความคิดเห็นของครูต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วย แนวทางสะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด รองลงมา คือ ผลสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับมาก และ (4) ภาพรวมของการนำ รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับ ครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานไปใช้มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด นอกจากนี้ ผู้เชี่ยวชาญยังได้แสดงข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม คือ ภาพรวมของงานน่าสนใจ เป็น ประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอน ทั้งนี้ ควรพิจารณาการนำไปใช้ปฏิบัติผ่านระบบเปิดนั้นจะ ทำอย่างไรให้เกิดผลจริง ครูมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้อย่างแท้จริง

4.2 ผลการพัฒนาระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ผลการพัฒนาระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การออกแบบโครงสร้างและสร้างระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และการประเมินระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดโดยผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

4.2.1 ผลการพัฒนาระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้าง และสร้างระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดไว้ภายใน Google Classroom ดังภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 โครงสร้างของภายในระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

จากภาพที่ 4-3 โครงสร้างภายในระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ (1) คลังความรู้ ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การวัดและประเมินผล และความรู้เกี่ยวกับทักษะในศตวรรษที่ 21 (2) กิจกรรม ประกอบด้วย การสร้างแผนจัดการเรียนรู้ นำเสนอแผนจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบ และ (3) กระดานสนทนา ประกอบด้วย กระดานสนทนาทั่วไป และข่าวสารจากผู้สอน

โดยผู้วิจัยได้สร้างระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ไว้ภายใน Google Classroom ดังภาพที่ 4-3



ภาพที่ 4-3 ระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานภายใน Google Classroom

จากภาพที่ 4-3 หลังจากออกแบบโครงสร้างภายในระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยได้สร้างระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดด้วย Google Classroom ซึ่งภายในห้องเรียน ผู้เรียนจะพบส่วนประกอบหลัก 3 ส่วนหลักคือ (1) คลังความรู้

ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การวัดและประเมินผล และความรู้เกี่ยวกับทักษะในศตวรรษที่ 21 (2) กิจกรรม ประกอบด้วย การสร้างแผนจัดการเรียนรู้ นำเสนอแผนจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบ และ (3) กระดานสนทนา ประกอบด้วย กระดานสนทนาทั่วไป และห้องข่าวสารจากผู้สอน

สรุปผลจากการประเมินความเหมาะสมของระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ทำให้ทราบว่า (1) คลังความรู้แบบเปิดในส่วนของความรู้/เนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ความรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับมาก (2) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ในส่วนของการสร้างแผนจัดการเรียนรู้ การนำเสนอแผนจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด และ (3) กระดานสนทนา ทั้งกระดานสนทนาทั่วไปและข่าวสารจากผู้สอน มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

4.3 ผลการศึกษาการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

สรุปผลการศึกษาการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ทำให้ทราบว่า (1) การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ในส่วนของการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดในมาตรฐานการเรียนรู้ การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน และการออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงและบูรณาการความรู้แต่ละสาระวิชาได้มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ส่วนการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผลที่สอดคล้องกัน การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์ที่ให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้เข้าถึงความต้องการ ความถนัดในการทำกิจกรรมของแต่ละคนที่แตกต่างกันได้ การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมออกแบบกิจกรรม และการออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ใช้สื่อ หรือวัสดุประกอบการเรียนรู้ที่ช่วยเสริมความเข้าใจในการเรียนรู้ มีความเหมาะสมในระดับมาก (2) การดำเนินการจัดการเรียนรู้ ในส่วนของการนำเข้าสู่บทเรียน หรือเข้าสู่กิจกรรมที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้ การใช้สื่อและเทคโนโลยีสารสนเทศที่ช่วยเสริมสร้างความรู้ และทักษะให้นักเรียน และการใช้คำถาม ข้อคิดเห็น คำอธิบายที่ช่วยส่งเสริมการคิดของนักเรียน มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ส่วนที่เหลือคือ การอธิบายถึงจุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินผลที่ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้แสดงความรู้หรือทักษะออกมา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนอภิปราย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และ

การสรุปความรู้ ความเข้าใจร่วมกันของครูและนักเรียนมีความเหมาะสมในระดับมาก และ (3) การประเมินผลการเรียนรู้ในส่วนของการประเมินผลการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้จะมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ส่วนที่เหลือคือ การประเมินการแสดงออกถึงความเข้าใจและทักษะที่ได้รับจากการเรียน การประเมินผลการเรียนรู้ที่ประเมินทั้งด้านความรู้และทักษะของนักเรียน และการประเมินความสามารถในการประยุกต์ความรู้ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์หรือบริบทอื่นได้จะมีความเหมาะสมในระดับมาก

นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะอื่น ๆ จากผู้เชี่ยวชาญ คือ เสนอให้ครูออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์อย่างง่ายใกล้ตัวนักเรียน การประเมินผลผู้เรียนแบบเปิด เช่น แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรม เพื่อใช้ในการปรับปรุงหรือปรับเปลี่ยนพฤติกรรม หรือใช้ในการแนะนำนักเรียนต่อไป รวมทั้งเสนอให้ครูแต่ละวิชาที่เกี่ยวข้องร่วมกันกำหนดโจทย์สถานการณ์หรือปัญหา เพื่อให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาโจทย์ หรือในการสร้างชิ้นงานที่มาจากเรื่องเดียวกัน เพื่อลดความซ้ำซ้อนในการทำกิจกรรมหรือการสร้างชิ้นงาน โดยผู้เรียนสามารถสร้างชิ้นงานเพียง 1 เรื่องแต่ได้ทักษะและความรู้จากหลากหลายสาระการเรียนรู้ด้วย

4.4 ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

สรุปผลจากการศึกษาความคิดเห็นของครูที่ใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ทำให้ทราบว่า (1) ด้านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด ในส่วนของความถูกต้องของเนื้อหา และความสะดวกในการเข้าสู่เนื้อหาที่มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ความครบถ้วนของเนื้อหา การลำดับเนื้อหา และรูปแบบการนำเสนอเนื้อหา ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับมาก (2) ด้านการจัดการเรียนรู้ ในส่วนของระยะเวลาในการศึกษาหาความรู้ในทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด การร่วมกันออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ การร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้ วิธีการร่วมกันประเมินแผนจัดการเรียนรู้ การร่วมกันอภิปราย และกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับมาก ส่วนจำนวนการประเมินสมรรถนะจะมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะอื่น ๆ จากครูที่ใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานคือ อยากให้ทำเนื้อหาทั้งหมดเป็นคลิปวิดีโอ อยากให้เพิ่มระยะเวลาในการจัดทำแผนจัดการเรียนรู้ให้มากขึ้น การประเมินมากไปทำให้ผู้สอนเกิดความกังวล และขอให้มีความยืดหยุ่นของกิจกรรมเพิ่มเติมเพิ่มเติม

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะในการวิจัยเรื่อง รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยได้สรุปสาระสำคัญของการวิจัย และข้อเสนอแนะตามลำดับ ดังนี้

- 5.1 สรุป
- 5.2 อภิปรายผล
- 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากผลการวิจัยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สามารถสรุปผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 ผลการออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ผลการออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน แบ่งออกเป็นขั้นตอนการออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด และการประเมินรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดโดยผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ 5.1.1.1 ผลการออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดดังกล่าวประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ (1) ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด (2) การพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ และ (3) ผลการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

5.1.1.1.1 ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดการเรียนรู้และเป็นพื้นที่สำหรับการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) ของครูที่เข้าใช้คลังความรู้ ซึ่งแบ่งออกเป็นสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนคือ (1) ระบุปัญหา (Problem Identification) (2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) (3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) (4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) (5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) และ (6) นำเสนอ

วิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) การวัดและประเมินผล ทักษะในศตวรรษที่ 21 และกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน

5.1.1.1.2 การพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ คือ (1) ศึกษาความรู้ในทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด เกี่ยวกับสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ความรู้ด้านสะเต็มศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การวัดและประเมินผล และทักษะในศตวรรษที่ 21 (2) ร่วมกันออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยครูร่วมกันออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งครูออกเป็นกลุ่มละ 3-4 คน เพื่อร่วมกันพิจารณารายละเอียดรายวิชา ความรู้ต่างๆ เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา แล้วให้ครูแต่ละคนในกลุ่มออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ของตนเองตามรายละเอียดรายวิชา จากนั้นให้แต่ละคนในกลุ่มนำแผนจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้มาร่วมกันพิจารณาและปรับปรุง แก้ไข และออกแบบให้เป็นแผนจัดการเรียนรู้เดียวกัน (3) ครูร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้ โดยร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้ตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยครอบคลุมลักษณะสำคัญของผู้เรียนในการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 สาขาวิชาหรือวิชาอื่นๆ ทำทายความคิดของนักเรียน (Challenge) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการ (Integration) เชื่อมโยงความรู้ที่หลากหลาย การเชื่อมโยงเนื้อหาทั้ง 4 สาขาวิชาหรือวิชาอื่น ๆ กับชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ และเน้นการพัฒนาทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 (Skill for 21st Century) (4) ร่วมกันประเมินแผนจัดการเรียนรู้ โดยครูทุกคนในกลุ่ม และผู้เชี่ยวชาญร่วมกันประเมินแผนจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น แล้วดำเนินการปรับปรุง อภิปรายความรู้ของแผนจัดการเรียนรู้ที่ครูร่วมกันออกแบบ เพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากนั้นขยายความรู้ต่าง ๆ ที่ได้รับ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน หรือเพื่อพัฒนาแผนจัดการเรียนรู้อื่น ๆ และเพื่อนำไปสู่ความรู้อื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ โดยอาจเขียนเป็นข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของแผนจัดการเรียนรู้นั้น แล้วนำแผนจัดการเรียนรู้เผยแพร่บนคลังความรู้ (5) ดำเนินการประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 1 หลังจากที่ได้ครูได้ออกแบบและจัดทำแผนจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว เพื่อประเมินความสามารถในการจัดทำแผนจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครู (6) ครูแต่ละคนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ โดยให้ครูแต่ละคนจัดการเรียนรู้กับนักเรียนในห้องเรียนของตนเองตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ได้ร่วมกันสร้างขึ้น และดำเนินการบันทึกหลังการสอนทุกครั้ง เพื่อให้เห็นถึงความก้าวหน้าด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติของนักเรียนและครู จากการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ ที่สร้างไว้ (7) ครูแต่ละคนร่วมกันอภิปราย ซักถาม และขยายความรู้ผ่านระบบฯ เพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ และจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ ที่สร้างไว้ (8) ประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 2 หลังจากการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ด้วยการออกแบบ จัดทำแผนจัดการเรียนรู้ และดำเนินการจัด การเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว เพื่อประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครู ทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติ

5.1.1.1.3 ผลการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ประกอบด้วย (1) สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูหลังพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

ผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และ (2) ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

5.1.1.2 ผลการประเมินรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

จากการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด ทำให้ทราบว่า (1) คลังความรู้แบบเปิดในส่วนของสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ การออกแบบเชิงวิศวกรรมการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ความรู้เนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ความรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ทักษะในศตวรรษที่ 21 และกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับมาก (2) การพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ในส่วนของการศึกษาความรู้ในคลังความรู้ การร่วมกันออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ ร่วมกันประเมินแผนจัดการเรียนรู้ การประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 1 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ การร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้ ครูจัดการเรียนรู้ตามแผนและบันทึกการสอน การอภิปราย ขยายความรู้กับเพื่อนครู และการประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 2 ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับมาก (3) ผลการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ในส่วนของความคิดเห็นของครูต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางสะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ผลสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับมาก และ (4) ภาพรวมของการนำรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดไปใช้มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

5.1.2 ผลการพัฒนาระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

การพัฒนาระบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ การออกแบบโครงสร้าง และสร้างระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด และการประเมินระบบฯ ซึ่งมีผลเป็นดังนี้

5.1.2.1 ผลการออกแบบโครงสร้าง และสร้างระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานไว้ภายใน Google Classroom ซึ่งมีโครงสร้างภายในระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ (1) คลังความรู้ ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การวัดและประเมินผล และความรู้เกี่ยวกับทักษะในศตวรรษ

ที่ 21 (2) กิจกรรม ประกอบด้วย การสร้างแผนจัดการเรียนรู้ นำเสนอแผนจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบ และ (3) กระดานสนทนา ประกอบด้วย กระดานสนทนาทั่วไป และข่าวสารจากผู้สอน

5.1.2.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานพบว่า (1) คลังความรู้แบบเปิดในส่วนของความรู้/เนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ความรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับมาก (2) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ในส่วนของการสร้างแผนจัดการเรียนรู้ การนำเสนอแผนจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด และ (3) กระดานสนทนา ทั้งกระดานสนทนาทั่วไปและข่าวสารจากผู้สอนมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

5.1.3 ผลการประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ผลการประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานพบว่า (1) การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ในส่วนของการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดในมาตรฐานการเรียนรู้ การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน และการออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงและบูรณาการความรู้แต่ละสาระวิชาได้มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ส่วนการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผลที่สอดคล้องกัน การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์ที่ให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้เข้าถึงความต้องการ ความถนัดในการทำกิจกรรมของแต่ละคนที่แตกต่างกันได้ การออกแบบแผนจัดการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมออกแบบกิจกรรม และการออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ใช้สื่อ หรือวัสดุประกอบการเรียนรู้ที่ช่วยเสริมความเข้าใจในการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมาก (2) การดำเนินการจัดการเรียนรู้ ในส่วนของการนำเข้าสู่บทเรียน หรือเข้าสู่กิจกรรมที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้ การใช้สื่อและเทคโนโลยีสารสนเทศที่ช่วยเสริมสร้างความรู้ และทักษะให้นักเรียน และการใช้คำถาม ข้อคิดเห็น คำอธิบายที่ช่วยส่งเสริมการคิดของนักเรียน มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ส่วนที่เหลือคือ การอธิบายถึงจุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินผลที่ให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้แสดงความรู้ หรือทักษะออกมา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนอภิปราย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการสรุปความรู้ ความเข้าใจร่วมกันของครูและนักเรียนมีความเหมาะสมในระดับมาก และ (3) การประเมินผลการเรียนรู้ในส่วนของประเมินผลการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้จะมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ส่วนที่เหลือคือ การประเมินการแสดงออกถึงความเข้าใจและทักษะที่ได้รับจากการเรียน การประเมินผลการ

เรียนรู้ที่ประเมินทั้งด้านความรู้และทักษะของนักเรียน และการประเมินความสามารถในการประยุกต์ความรู้ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์หรือบริบทอื่นได้จะมีความเหมาะสมในระดับมาก

นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะอื่น ๆ จากผู้เชี่ยวชาญ คือ เสนอให้ครูออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์อย่างง่ายใกล้ตัวนักเรียน การประเมินผลผู้เรียนแบบเปิด เช่น แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรม เพื่อใช้ในการปรับปรุงหรือปรับเปลี่ยนพฤติกรรม หรือใช้ในการแนะนำนักเรียนต่อไป รวมทั้งเสนอให้ครูแต่ละวิชาที่เกี่ยวข้องร่วมกันกำหนดโจทย์สถานการณ์หรือปัญหา เพื่อให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาโจทย์ หรือในการสร้างชิ้นงานที่มาจากเรื่องเดียวกัน เพื่อลดความซ้ำซ้อนในการทำกิจกรรมหรือการสร้างชิ้นงาน โดยผู้เรียนสามารถสร้างชิ้นงานเพียง 1 เรื่องแต่ได้ทักษะและความรู้จากหลากหลายสาระการเรียนรู้ด้วย

5.1.4 ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด พบว่า (1) ด้านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด ในส่วนของความถูกต้องของเนื้อหา และความสะดวกในการเข้าสู่เนื้อหา มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ความครบถ้วนของเนื้อหา การลำดับเนื้อหา และรูปแบบการนำเสนอเนื้อหา ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับมาก (2) ด้านการจัดการเรียนรู้ ในส่วนของระยะเวลาในการศึกษาหาความรู้ในทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด การร่วมกันออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ การร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้ วิธีการร่วมกันประเมินแผนจัดการเรียนรู้ การร่วมกันอภิปราย และกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับมาก

นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะอื่น ๆ จากครูใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน คือ อยากให้ทำเนื้อหาทั้งหมดเป็นคลิปวิดีโอ อยากให้เพิ่มระยะเวลาในการจัดทำแผนจัดการเรียนรู้ให้มากขึ้นการประเมินมากไปทำให้ผู้สอนเกิดความกังวล และขอให้มีตัวอย่างของกิจกรรมสะเต็มเพิ่มเติม

5.2 อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จากการศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์เอกสารงานวิจัย และข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ มีประเด็นอภิปรายผลดังนี้

5.2.1 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ และได้ออกแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ที่ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ คือ (1) ศึกษาความรู้ในทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด เกี่ยวกับสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ความรู้ด้านสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การวัดและประเมินผล และทักษะในศตวรรษที่ 21 (2) ร่วมกันออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยครูร่วมกันออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ เพื่อร่วมกันพิจารณารายละเอียดรายวิชา ความรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา แล้วให้ครูแต่ละคนออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ของตนเองตามรายละเอียด

รายวิชา จากนั้นให้แต่ละคนในกลุ่มนำแผนจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้มาร่วมกันพิจารณาและปรับปรุงแก้ไข และออกแบบให้เป็นแผนจัดการเรียนรู้เดียวกัน (3) ครูร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้ โดยร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้ตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยครอบคลุมลักษณะสำคัญของผู้เรียนในการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 สาขาวิชาหรือวิชาอื่น ๆ ท้าทายความคิดของนักเรียน (Challenge) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการ (Integration) เชื่อมโยงความรู้ที่หลากหลาย การเชื่อมโยงเนื้อหาทั้ง 4 สาขาวิชาหรือวิชาอื่น ๆ กับชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ และเน้นการพัฒนาทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 (Skill for 21st Century) (4) ร่วมกันประเมินแผนจัดการเรียนรู้ โดยครูทุกคนในกลุ่ม และผู้เชี่ยวชาญร่วมกันประเมินแผนจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น แล้วดำเนินการปรับปรุง อภิปรายความรู้ของแผนจัดการเรียนรู้ที่ครูร่วมกันออกแบบ เพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากนั้นขยายความรู้ต่าง ๆ ที่ได้รับ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน หรือเพื่อพัฒนาแผนจัดการเรียนรู้อื่น ๆ และเพื่อนำไปสู่ความรู้อื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ โดยอาจเขียนเป็นข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของแผนจัดการเรียนรู้นั้น แล้วนำแผนจัดการเรียนรู้เผยแพร่บนคลังความรู้ (5) ดำเนินการประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 1 หลังจากที่ได้ครูได้ออกแบบและจัดทำแผนจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว เพื่อประเมินความสามารถในการจัดทำแผนจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครู (6) ครูแต่ละคนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ โดยให้ครูแต่ละคนจัดการเรียนรู้นักเรียนในห้องเรียนของตนเองตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ได้ร่วมกันสร้างขึ้น และดำเนินการบันทึกหลังการสอนทุกครั้ง เพื่อให้เห็นถึงความก้าวหน้าด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติของนักเรียนและครู จากการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่สร้างไว้ (7) ครูแต่ละคนร่วมกันอภิปราย ซักถาม และขยายความรู้ผ่านระบบฯ เพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ และจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่สร้างไว้ (8) ประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 2 หลังจากการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ด้วยการออกแบบ จัดทำแผนจัดการเรียนรู้ และดำเนินการจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว เพื่อประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครู ทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติ ซึ่งรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานดังกล่าวนี้

5.2.2 ระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นโดยใช้ Google Classroom เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับครูในการศึกษาค้นคว้าที่เพียงพอต่อการนำไปจัดทำแผนจัดการเรียนรู้ เป็นระบบที่ครูสามารถเข้าใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อน อีกทั้งปัจจุบันโรงเรียนส่วนใหญ่ใช้บริการบนคลาวด์ของ Google สำหรับจัดการเรียนรู้อยู่แล้ว ทำให้ง่ายต่อการใช้แหล่งทรัพยากรดังกล่าว และข้อมูลที่สร้างไว้ในระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด เป็นข้อมูลที่อ่านได้ง่าย มีความถูกต้องของข้อมูล รวมทั้งมีตัวอย่างของแผนจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในระดับต่าง ๆ ที่ผ่านการศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษาไว้ให้ และนำไปประยุกต์ให้เข้ากับแผนจัดการเรียนรู้ของตนเองได้ อีกทั้งระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดนี้เป็นระบบออนไลน์ที่ช่วยให้ครูสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง ช่วยลดการพึ่งพาวิธีการอบรมแบบพบหน้ากัน (Face to Face) ลดระยะเวลาและการใช้ทรัพยากรได้เป็นอย่างดี

5.2.3 ผลจากการประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูที่ใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานพบว่ามีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด โดยแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างกล่าวเป็นทักษะ และช่วยสร้างเจตคติของครูในการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมและช่วยให้จัดการเรียนรู้ได้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ ครูสามารถออกแบบวางแผนจัดทำแผนการเรียนรู้ให้เหมาะกับวัย พัฒนาการ และความแตกต่างของผู้เรียน เพื่อบูรณาการการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียนอย่างสอดคล้องเชื่อมโยงกัน โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้สู่สะเต็มศึกษาที่ช่วยเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบของสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูตามหลักการของ มูลนิธิสถาบันวิจัยระบบการศึกษา (2558) และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ (2553) ที่ระบุว่าสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ คือ เป็นความรู้ ทักษะ และเจตคติของครูในการจัดการเรียนรู้ ที่ช่วย รวมถึงการส่งเสริมคุณธรรมจริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านต่าง ๆ แก่ผู้เรียน โดยเน้นกระบวนการคิด การลงมือปฏิบัติ และการสร้างวินัยในตนเอง ครูสามารถนำแผนจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไปปรับใช้ได้ตามความเหมาะสม นอกจากนี้สมรรถนะการจัดการเรียนรู้อยังเป็นสมรรถนะประจำสายงานที่ครูต้องประเมินด้วย

5.2.4 จากการศึกษาค้นคว้า และสังเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง และการประกอบอาชีพในอนาคต สะเต็มศึกษาจึงส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่มุ่งแก้ไขปัญหามที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือโครงการสะเต็มศึกษาจะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งสอดคล้องกับหลักการประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2553) ที่ระบุว่าสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ คือ ความรู้ ทักษะ และเจตคติของครูในการจัดการเรียนรู้ รวมถึงการส่งเสริมคุณธรรมจริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านต่าง ๆ แก่ผู้เรียน โดยเน้นกระบวนการคิด การลงมือปฏิบัติ และการสร้างวินัยในตนเอง

5.2.5 จากผลการศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานครูเห็นว่าเนื้อหามีความถูกต้องเหมาะสม มีความสะดวกต่อการเข้าถึงข้อมูลเพื่อทำการศึกษา เนื่องจากใช้ Google Classroom ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ครูใช้งานเป็นประจำ ทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้ รวมทั้งระยะเวลาของการศึกษาเนื้อหา การออกแบบและสร้างแผนจัดการเรียนรู้ วิธีการประเมินแผนจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก ทำให้ครูได้ร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่หลากหลาย และจากรูปแบบของกิจกรรมที่สร้างพื้นที่ให้ครูร่วมกันอภิปราย หรือสร้างกิจกรรมการเรียนรู้กัน ทำให้ครูสามารถเป็นที่ปรึกษาตนเองได้ รวมทั้งได้เรียนรู้บริบทของการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ของครูท่านอื่น จากรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานครูระบุว่าเป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาและต่อยอด

สำหรับการพัฒนาสมรรถนะครูในวิชาอื่น ภายในโรงเรียนหรือเขตพื้นที่การศึกษาของตนเองได้เป็นอย่างดี

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผลจากการวิจัยเรื่อง รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีข้อเสนอแนะดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัยนี้

5.3.1.1 การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยคัดเลือกมาตามระเบียบวิธีการวิจัย หากนำผลวิจัยไปใช้ในสถานศึกษาอื่น ๆ สามารถปรับแก้ไขให้เข้ากับบริบทของครู นักเรียน และสถานศึกษานั้น ๆ

5.3.1.2 การพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูในงานวิจัยนี้จะใช้แนวทางของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ผู้สอนสามารถบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน 4 ศาสตร์ความรู้ โดยในการเรียนหรือการสร้างชิ้นงานของผู้เรียนนั้นอาจใช้ความรู้เพียง 2 ศาสตร์ หรืออาจใช้มากกว่า 4 ศาสตร์ของสะเต็มศึกษาก็ได้เช่นกัน จึงเป็นรูปแบบของสะเต็มศึกษาที่ไม่ได้จำกัดเพียงแค่ให้ครบ 4 ศาสตร์เท่านั้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้สามารถปรับได้ตามบริบทของครู นักเรียน และความพร้อมของสถานศึกษา

5.3.2.2 การพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูสามารถใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา หรือรูปแบบอื่น ๆ ที่จะช่วยเพิ่มสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูได้

5.3.2.3 ระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดในการวิจัยนี้จะใช้ Google Classroom ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับสถานศึกษาในยุคปัจจุบัน สำหรับการวิจัยในครั้งถัดไป อาจคัดเลือกเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่เหมาะสมในช่วงเวลานั้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2549). **คู่มือดำเนินการพัฒนาหลักสูตรพัฒนาผู้นำการเปลี่ยนแปลงเพื่อรองรับการกระจายอำนาจ สำหรับครูและศึกษานิเทศก์**. กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2558). [ออนไลน์]. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553**. [สืบค้นวันที่ 1 สิงหาคม 2558]. จาก <https://www.mwit.ac.th/~person/01-Statutes/National Education.pdf>
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2554). **หลักสถิติ**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กฤษมันต์ วัฒนานรงค์. (2536). **เทคโนโลยีศึกษา**. ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.
- กฤษมันต์ วัฒนานรงค์. (2549). **เทคโนโลยีการศึกษาวิชาชีพ**. สันทนาการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. (2544). [ออนไลน์]. **ค่าเฉลี่ยเลขคณิต**. [สืบค้นวันที่ 9 พฤษภาคม 2559]. จาก <http://www.watpon.com/Elearning/stat8.htm>.
- เดชา เดชะวัฒนไพศาล. (2543). **Competency – Based Human Resources Management**. HR Magazine, กรุงเทพฯ.
- ณมน จีรังสุวรรณ. (2556). **หลักการออกแบบและประเมินผล**. พิมพ์ครั้งที่ 3. ศูนย์ผลิตตำราเรียนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.
- ประหยัด จีระวรพงศ์. (2553). “การบูรณาการไอซีทีสำหรับครู.” **วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร**. ปีที่ 12 ฉบับที่ 2. : พิษณุโลก.
- มนตรี จุฬาววัฒนทล. (2557). “**ความร่วมมือด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย-สหรัฐอเมริกา ภายใต้ความตกลงเกี่ยวกับความร่วมมือด้านวิทยาศาสตร์และวิชาการระหว่างรัฐบาลไทย-สหรัฐฯ: STEM Education**.” โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. โรงพิมพ์เซ็นจูรีพาร์ค: กรุงเทพฯ.
- มูลนิธิสถาบันวิจัยระบบการศึกษา. (2558). [ออนไลน์]. **สมรรถนะครู**. [สืบค้นวันที่ 25 พฤศจิกายน 2559]. จาก <http://www.ires.or.th/wp-content/uploads/2015/07/ires04.doc>
- ยีน ภู่วรรณ. (2557). **ความท้าทาย ณ ขอบแดนใหม่แห่งการเรียนรู้: การศึกษาระบบ 4.0, รายงานผลการสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง ขอบแดนใหม่แห่งการเรียนรู้ การศึกษาระบบ 4.0**. ศูนย์นวัตกรรมการเรียนรู้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัฒนา พัฒนพงศ์. (2546). **การบริหารเพื่อมุ่งอนาคต**. ดอกหญ้า, กรุงเทพฯ.
- สมบูรณ์ ชิตพงศ์. (2523). **เอกสารประกอบการเรียนวิชาวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). **คู่มือกิจกรรมสะเต็มระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 จัดพิมพ์ครั้งที่ 1**. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). **เอกสารกิจกรรมสะเต็มระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 จัดพิมพ์ครั้งที่ 1**. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). **คู่มือกิจกรรมสะเต็มระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 จัดพิมพ์ครั้งที่ 1**. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). **เอกสารกิจกรรมสะเต็มระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 จัดพิมพ์ครั้งที่ 1**. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). “คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา” [จุลสาร]. กรุงเทพฯ : สถาบัน.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). **แผนรายนโยบายสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. กรุงเทพฯ: สถาบัน.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). [ออนไลน์]. **รู้จักสะเต็มศึกษา**. [สืบค้นวันที่ 1 ธันวาคม 2559]. จาก http://www.stemedthailand.org/?page_id=23
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). **ยุทธศาสตร์ 5 ปี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2557-2561**. กรุงเทพฯ : สถาบัน.
- สิรินา จักรเสน. (2538). **การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ความคงทน และความชอบทางการเรียนด้วยหนังสือประกอบภาพการ์ตูนเรื่อง ในการสอนวิชาศิลปะและการออกแบบ**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). **คู่มือการประเมินสมรรถนะครู**. กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ.
- สุบรรณ เอี่ยมวิจารณ์. (2548). “การจัดการขีดความสามารถ (Competency) ของบุคลากร : หัวใจสำคัญในการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษาไทย.” **วารสารบัณฑิตศึกษา**. มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 2(6), 52.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **สมรรถนะครูและแนวทางการพัฒนาครูในสังคมที่เปลี่ยนแปลง**. พรึกหวานกราฟฟิค จำกัด. กรุงเทพฯ.
- แหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด (2560). [ออนไลน์]. **ปฏิญญากรุงปารีสด้านแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด พ.ศ. ๒๕๕๕ : 2012 PARIS OER DECLARATION**. [สืบค้นวันที่ 1 ธันวาคม 2560]. จากhttp://www.unesco.org/new/ileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/WPFD2009/Thai_version_of_the_2012_PARIS_OER_DECLARATION.pdf

ภาษาอังกฤษ

- Butcher, N. (2014). **Open Educational Resources and Higher Education** . [Retrieved July 1 , 2014] from <http://www.opencontent.org/blog/archieves/247>.
- Chairat Sutthirat. (2554). **Authentic Learning**. Bangkok : Sahamitprinting and Publishing Co.Ltd.
- Chamras Intalapaporn, Marut Patphol, Wichai Wongyai and Srisamorn Pumsa-ard. (2015). **The study guidelines for learning management of the STEM Education for elementary students**. Veridian E-Journal, Silpakorn University
- Edward M. Reeve. (2013). **Implementing Science , Technology , Mathematics , and Engineering (STEM) Education in Thailand and in ASEAN**. A Report Prepared for The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).
- Gagne, R., Briggs, L, and Wager, W. (1981). **Principles of Instructional Design**. New York: Holt,Rinehart, and Winston.
- Gunter, Mary et al. (1990). **Instruction: A Models Approach**. Massachusetts: Allyn and Bacon
- Heidrun, S., Xiaoju, D., Sigrun, S., Teresa, G., Albert, Z. (2013). **The effectiveness of a one-year online mentoring program for girls in STEM**. Computers & Education. 69(2013): pp. 408–418.
- Kemp, Jerrold E. 1985. **The Instructional Design Process**. New York: Harper & Row Publishers
- McCarty , S. (2011). [Online]. **Ubiquitous Computing and Online Collaboration for Open Education**. [Retrieved September 27, 2012]. from <http://www.waoe.org/steve/Malaysia.Keynote.pdf>
- Ministry of Education. (2557). **Basic Knowledge of STEM** .Bangkok : The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.
- Moomaw, S. (2012). **STEM Begins in the early years, School Science and Mathematics (SSM) journal**, 12 (2) p. 57-58.
- National Conference of State Legislatures. (2013). [Online]. **Literacy& No Child Left Behind**, [Retrieved June 22, 2013]. from <http://www.ncsl.org/issues-research/educ/literacy-no-child-left-behind.aspx>
- Newcomp. (1950). **Social Psychology**. New York : The Dryden Press Inc.
- Robert Amanda (2013). **STEM is here. Now what?** Technology and Engineering Teacher, September, 22-27.

- Patricia, L. et al (2013). **Designing and evaluating a STEM teacher learning opportunity in the research university**. *Evaluation and Program Planning*, 43(2013): pp. 73-82.
- Rhonda, C., Gerald, K., Tandra, T. W. (2014). **Student perceptions of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) content and careers**. *Computers in Human Behavior*, 34 (2014) pp.173–186.
- Sapire , I. and Reed , Y. (2011). **“Collaborative Design and Use of Open Educational Resources : A Case Study of a Mathematics Teacher Education Project in South Africa”** *Distance Education*. 32 (2), 2011 . pp.195 – 211.
- Schaffert, S. and Geser , G. (2014) . [Online]. **Open Educational Resources and Practices**. [Retrieved April 18, 2014]. from [http : //www.creativecommons.org/wp-content/uploads/openeducational-resources-and-practices.pdf](http://www.creativecommons.org/wp-content/uploads/openeducational-resources-and-practices.pdf).
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2011). *The Understanding by Design guide to creating highquality units*. Alexandria, VA: ASCD.

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญและตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ประเมินรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

1.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รวิวรรณ เทนอิสสระ	
	ตำแหน่ง	ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ สสวท.
	สังกัด	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยการ คิริรัตน์	
	ตำแหน่ง	อาจารย์ประจำ
	สังกัด	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
3.	รองศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ ประกอบผล	
	ตำแหน่ง	รองศาสตราจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์
	สังกัด	คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4.	ดร.แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัมย์	
	ตำแหน่ง	อาจารย์ประจำ, รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหารและนวัตกรรมการศึกษา
	สังกัด	สำนักสื่อและเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิดา จำรัส	
	ตำแหน่ง	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	สังกัด	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
6.	ดร.เขมวดี พงศานนท์	
	ตำแหน่ง	ผู้อำนวยการฝ่ายบริหารเครือข่ายครู สสวท.
	สังกัด	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
7.	ดร.อภิสิทธิ์ ธงไชย	
	ตำแหน่ง	ผู้ชำนาญ
	สังกัด	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
8.	ดร.เสกสรร สรรสพิสุทธิ์	
	ตำแหน่ง	ครูชำนาญการ
	สังกัด	โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จ.เชียงใหม่
9.	ดร.สุชีรา มีอาษา	
	ตำแหน่ง	ครูชำนาญการ
	สังกัด	โรงเรียนนครนายกวิทยาคม จ.นครนายก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู
ด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

1.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รวิวรรณ เทนอิสสระ	
	ตำแหน่ง	ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ สสวท.
	สังกัด	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2.	รองศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ ประกอบผล	
	ตำแหน่ง	รองศาสตราจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์
	สังกัด	คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิดา จำรัส	
	ตำแหน่ง	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	สังกัด	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
4.	ดร.เสกสรร สรรสรพิสุทธิ์	
	ตำแหน่ง	ครูชำนาญการ
	สังกัด	โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จ.เชียงใหม่
5.	ดร.สุชีรา มีอาษา	
	ตำแหน่ง	ครูชำนาญการ
	สังกัด	โรงเรียนนครนายกวิทยาคม จ.นครนายก

รายนามครูกลุ่มทดลอง

รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่าน
ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

1.	ดร.สุนันทา พุฒพันธ์	
	ตำแหน่ง	ครูชำนาญการ
	สังกัด	โรงเรียนบ้านน้ำอ้อม จ.ยโสธร
2.	อาจารย์กัญญาวิรุ์ วุฒิสิริพรรณ	
	ตำแหน่ง	ครูชำนาญการ
	สังกัด	โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร
3.	อาจารย์อุษณีย์ น้อยศรี	
	ตำแหน่ง	ครูชำนาญการ
	สังกัด	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี จ.ลพบุรี
4.	อาจารย์ณัฐวัฒน์ อริยะวุฒิพันธ์	
	ตำแหน่ง	ครูชำนาญการ
	สังกัด	โรงเรียนดอนยางวิทยา จ.เพชรบุรี

ตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๓๕๓๘ ถนนประชาชื่นรังสิต ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐

ที่ อว ๓๓๐๔.๕/ ๕๔

๒๑ ตุลาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิดา จาริส อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นายนิรมิต เพียรประเสริฐ นักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดเพื่อพัฒนสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.ณณ จีรังสุวรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาเพื่อให้ได้เครื่องมือเพื่อการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ



(อาจารย์ ดร.สวณันท์ แดงประเสริฐ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๙-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๖๓-๒๖๓๖๕๑๕

ที่ อว ๗๑๐๔.๕/ ๕๗



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม,
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชากรราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐

๒๒ ตุลาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.อภิสิทธิ์ งามไชย ผู้อำนวยการด้านการศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นายนิรมัช เพียรประเสริฐ นักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดเพื่อพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.ณณ จีรังสุวรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่oprสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้นำมาพัฒนาเพื่อให้ได้เครื่องมือเพื่อการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.สวนันท์ แดงประเสริฐ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๐๕๖

นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๖๓๒๐๓๖๕๑๕

ที่ อว ๗๑๐๔๔/๕๘



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๔๘ ถนนประชากรบุรี ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐

๒๖ ตุลาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์กัญญาวิรี วุฒิสิริพรรณ ครูชำนาญการ โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นายนิรมิข เพียรประเสริฐ นักศึกษาหลักสูตรปริญญาโทชั้นโท สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดเพื่อพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.ณณ จิรังสุวรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่oprะสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาเพื่อให้ได้เครื่องมือเพื่อการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.สวรินทร์ แดงประเสริฐ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๖๓๒-๒๖๓๖๕๓๕

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินความเหมาะสม (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)
รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะ
การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครู
สังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

การวิจัยเรื่อง	รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
ชื่อผู้วิจัย	นายนิรมิข เพียรประเสริฐ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.ณมน จีรังสุวรรณ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คำชี้แจง

- แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีจำนวน 9 หน้า แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ
 - ตอนที่ 1** รายละเอียดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
 - ตอนที่ 2** แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
- ขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญพิจารณารายละเอียดในตอนต้นที่ 1 แล้วดำเนินการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังกล่าว ในตอนที่ 2 โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้
 - หมายถึง เหมาะสมในระดับมากที่สุด
 - หมายถึง เหมาะสมในระดับมาก
 - หมายถึง เหมาะสมในระดับปานกลาง
 - หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อย
 - หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ขอขอบพระคุณที่ท่านให้ความอนุเคราะห์ตอบแบบประเมินเพื่อการวิจัยนี้

นิรมิข เพียรประเสริฐ ผู้วิจัย

ตอนที่ 1 รายละเอียดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

1. ที่มาและความสำคัญ

การพัฒนาสมรรถนะหรือความสามารถของครูผู้สอนให้มีความพร้อมต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษาที่เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงรอบด้าน สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553 ได้ให้ความสำคัญของการพัฒนาครู คณาจารย์และบุคลากรทางการศึกษา โดยระบุไว้ในหมวด 1 มาตรา 9(4) ว่า “มีหลักการส่งเสริมมาตรฐานวิชาชีพครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา และการพัฒนาครูคณาจารย์ และบุคคลทางการศึกษาอย่างต่อเนื่อง” และได้กำหนดหลักการดำเนินการไว้ในหมวด 7 มาตรา 52 ว่า “ให้กระทรวงส่งเสริมให้มีระบบ และกระบวนการผลิตพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา ให้มีคุณภาพและมาตรฐานที่เหมาะสมกับการเป็นวิชาชีพชั้นสูง โดยการกำกับและประสานให้สถาบัน ที่มีหน้าที่ผลิตและพัฒนาครู คณาจารย์ รวมทั้งบุคลากรทางการศึกษาให้มีความพร้อมและมีความเข้มแข็งในการเตรียมบุคลากรใหม่และพัฒนาบุคลากรประจำการอย่างต่อเนื่อง รัฐพึงจัดสรรงบประมาณและจัดตั้งกองทุนพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษาอย่างพอเพียง”

ครูหรือผู้สอน จัดว่าเป็นกำลังสำคัญต่อระบบการศึกษา มีบทบาทในการจัดการเรียนรู้อการจัดการห้องเรียน รวมถึงการจัดการผู้เรียนด้วย ครูจึงควรได้รับการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการเรียนรู้ที่จะสร้างทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ตามแนวทางทางการพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ที่จะสามารถจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีทางการศึกษาที่เหมาะสมผสมผสานกับเทคนิควิธี การสอนเพื่อถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ และทักษะต่าง ๆ ไปยังผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและมีทักษะการรู้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT Literacy) ให้รู้จักเลือกรับ เลือกปฏิเสธ และรู้เท่าทันเทคโนโลยีไปพร้อม ๆ กับการเรียนรู้เนื้อหาวิชาการเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ครูจึงจำเป็นต้องมีสมรรถนะทั้งความรู้ ทักษะ ความสามารถและคุณลักษณะของครูที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานในวิชาชีพครูให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ สมรรถนะครูเป็นสิ่งจำเป็นต่อการปฏิบัติวิชาชีพครูให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพตามความต้องการขององค์การทางการศึกษายุคปฏิรูปการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นหนึ่งในสมรรถนะประจำสายงาน (Functional Competency) ที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดไว้สำหรับใช้ประเมินคุณภาพในการปฏิบัติงานของครู เพื่อให้ทราบถึงความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนการวัดผลและประเมินผลการจัดการเรียนรู้

สะเต็มศึกษา (STEM เป็นตัวย่อ ซึ่ง S หมายถึง Science หรือวิทยาศาสตร์ T หมายถึง Technology หรือเทคโนโลยี E หมายถึง Engineer หรือวิศวกรรม และ M หมายถึง Mathematics หรือคณิตศาสตร์) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้น การนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง และการประกอบอาชีพในอนาคต ด้วยการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมแบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ที่มุ่งแก้ไขปัญหที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือโครงงานสะเต็มศึกษาจะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้

องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ในการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้สู่ระดับศึกษาให้ครอบคลุมทุกโรงเรียนทั่วประเทศนั้น อาจต้องอาศัยวิธีการที่จะทำให้ข้อมูล ความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สู่ระดับศึกษาส่งผ่านไปยังครูในโรงเรียนต่างๆ ด้วยความรวดเร็ว นั่นคือเทคโนโลยีสารสนเทศที่สามารถนำมาช่วยจัดการเรียนรู้ โรงเรียนหลายแห่งที่มีการจัดการเรียนรู้สู่ระดับศึกษาแล้ว จะมีทรัพยากรต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยแต่ละโรงเรียนจะมีการจัดเก็บทรัพยากรเหล่านั้นไว้ในคลังข้อมูลภายในโรงเรียนเองทำให้ยากต่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้หรือเผยแพร่ให้ผู้อื่นสามารถนำไปใช้ร่วมกันได้ ระบบหนึ่งที่จะสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ คือระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด (Open Education Resource : OER) ซึ่งเป็นแหล่งรวบรวมข้อมูลความรู้ สื่อ เอกสารต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่ครู อาจารย์และบุคลากรทางการศึกษาเป็นผู้มีส่วนร่วมในการสร้าง แลกเปลี่ยนและนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยอิสระ ไม่มีขีดจำกัดภายใต้ลิขสิทธิ์ที่กำหนด

ระบบการเรียนรู้ร่วมกันภายใต้ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด เป็นพื้นที่หรือชุมชนออนไลน์ที่เสริมสร้างการเรียนรู้ และสร้างเครือข่ายความร่วมมือ แบ่งปัน และแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันทั้งในรูปแบบการสื่อสารที่มีลักษณะพูดคุยพร้อมกัน (Synchronous) เพื่อการสื่อสารที่สะดวก รวดเร็วแบบทันที ได้แก่ การ Chat และการสื่อสารแบบไม่พร้อมกัน (Asynchronous) เพื่อเป็นพื้นที่สำหรับสอบถาม หรือตั้งประเด็นทิ้งไว้ให้ผู้อื่นมาร่วมแบ่งปันคำตอบและแสดงความคิดเห็น ได้แก่ กระดานข่าว (Webboard) ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด เป็นหลักการของการศึกษาที่อยู่บนพื้นฐานสำคัญคือ เป็นการเสริมสร้างศักยภาพด้านสื่อไอซีที (ICT Affordances) การเข้าถึงแหล่งข้อมูลระบบเปิด (Open Access) การสร้างระบบเปิด (Openness) สร้างสมรรถนะด้านดิจิทัลทางการศึกษา (Digital Literacy Education) และเป็นการสร้างระบบการมีส่วนร่วม (Collaborative) (แม็คคาร์ตี (McCarty), 2011) ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดจึงเป็นการปรับใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อเสริมศักยภาพในการเป็นแหล่งรวบรวม จัดเก็บ และแบ่งปัน รวมทั้งแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้านการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ และเพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรร่วมกันอย่างคุ้มค่าที่สุด

จากเหตุผล และแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่ระดับศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบระดับศึกษา โดยมีการจัดเก็บและจัดการทรัพยากรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้สู่ระดับศึกษาไว้ในระบบการศึกษาแบบเปิด เพื่อให้ครู และบุคลากรทางการศึกษาที่สนใจ มีส่วนร่วมในการเข้ามาใช้ระบบด้วยการ ศึกษา ค้นคว้า จัดสร้างรูปแบบการเรียนรู้สู่ระดับศึกษาแบบต่าง ๆ สร้างสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ วิธีการวัดผล ประเมินผลการจัดการเรียนรู้ รวมถึงการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ต่าง ๆ ร่วมกัน

จากการวิเคราะห์ และสังเคราะห์เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ระดับศึกษา และทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่ระดับศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้ดังนี้



ภาพที่ ข-1 รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดดังกล่าวประกอบด้วยคลังความรู้ การพัฒนาสมรรถนะด้าน

การจัดการเรียนรู้ และผลการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

คลังความรู้ ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดการเรียนรู้และเป็นพื้นที่สำหรับการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) ของครูที่ใช้คลังความรู้ ซึ่งประกอบด้วยความรู้ต่าง ๆ ดังนี้

1. สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นหนึ่งในสมรรถนะประจำสายงานของครู เพื่อให้ครูมีความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้ ตั้งแต่การกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง การออกแบบกิจกรรม การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ รวมไปถึงการประมวลผลการจัดการเรียนรู้
2. เนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย ความเป็นมา ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาระดับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา
3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (ลักษณะและระดับการบูรณาการสะเต็มศึกษา (Level of Integration))

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการดังนี้

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้เอานำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

การวัดและประเมินผล เป็นกระบวนการที่ดำเนินควบคู่กันกับการจัดการเรียนรู้ชั้นเรียนที่จะทำให้ได้ข้อมูลสารสนเทศที่แสดงถึงพัฒนาการความก้าวหน้าและความสำเร็จของผู้เรียน รวมทั้งได้ข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้ตามศักยภาพ การวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น เน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรม โดยแสดงให้เห็นถึงความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ เจตคติ และความสามารถที่

แท้จริงของผู้เรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เรียน และตัวผู้สอน ที่จะนำไปปรับปรุงแก้ไขด้วย

ทักษะในศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills) ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตและการพัฒนานวัตกรรม เพื่อสร้างอาชีพให้แก่เยาวชน และเตรียมพร้อมด้านกำลังคนที่มีคุณภาพ เข้าสู่ระบบเศรษฐกิจ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ทักษะการทำงานเป็นทีม (Collaboration Skill) ทักษะการสื่อสาร (Communication Skill) และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21

การพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ก่อน (Pre-Test) ก่อนเริ่มทำการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา
- 2) สร้างแรงจูงใจด้วยการนำเสนอผลงาน/นวัตกรรมตัวอย่างจากการเรียนรู้แบบสะเต็มของครู และนักเรียนจากโรงเรียนต่าง ๆ
- 3) ครูศึกษาความรู้ในเรื่องต่าง ๆ จากคลังความรู้ในหัวข้อ สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ความรู้ด้านสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การวัดและประเมินผล และทักษะในศตวรรษที่ 21
- 4) ครูสร้างแผนจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนหลักๆ ดังนี้
 - 4.1 กำหนดชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ 1 เรื่อง
 - 4.2 ออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาแผนที่ 1 ตามชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูระบุไว้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้จะเป็นแผนจัดการเรียนรู้ที่ครอบคลุมลักษณะสำคัญของผู้เรียนในการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 สาขาวิชาท้าทายความคิดของนักเรียน (Challenge) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการ (Integration) ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงเนื้อหาทั้ง 4 สาขาวิชากับชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ และเน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (Skill for 21st Century)
 - 4.3 ครูดำเนินการตรวจสอบ และปรับปรุงแผนจัดการเรียนรู้ของตน
 - 4.4 นำเสนอ หรือเผยแพร่ โดยส่งแผนจัดการเรียนรู้ฯ ของตนเข้าสู่ระบบคลังความรู้ เพื่อเผยแพร่ให้ครูผู้อื่น
 - 4.5 ครูแต่ละคนร่วมกันอภิปราย ขยายความรู้ของแผนจัดการเรียนรู้ที่ครูแต่ละคนนำมาเผยแพร่ในระบบคลังความรู้ เพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากนั้นขยายความรู้ต่างๆ ที่ได้รับ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน หรือเพื่อพัฒนาแผนจัดการเรียนรู้อื่นๆ และเพื่อนำไปสู่ความรู้อื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ โดยอาจเขียนเป็นข้อเสนอแนะต่างๆ ของแผนจัดการเรียนรู้นั้น จากนั้นครูรับข้อเสนอแนะจากครูท่านอื่นมาทำการปรับแก้ไขแผนจัดการเรียนรู้ของตนเอง
 - 4.6 นำแผนจัดการเรียนรู้ของตนเองมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนในห้องเรียนของตนเอง

- 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ของเพื่อนครู โดยให้ครูแต่ละคนจับคู่กันเพื่อสลับแผนจัดการเรียนรู้ แล้วนำแผนจัดการเรียนรู้ของเพื่อนครูมาจัดการเรียนรู้กับนักเรียนในห้องเรียนของตนเอง
- 6) ครูแต่ละคนร่วมกันอภิปราย ซักถาม และขยายความรู้ผ่านระบบฯ เพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
- 7) ประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้หลัง (Post-Test) หลังจากการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

ผลการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ประกอบด้วย

1. สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู หลังพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด
2. สอบถามความคิดเห็นครูต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

รายละเอียดความเหมาะสม	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ และข้อคิดเห็น
	5	4	3	2	1	
คลังความรู้						
36.สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้						
37.ความรู้/เนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา						
38.การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา						
39.กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม						
40.การวัดและประเมินผล						
41.ทักษะในศตวรรษที่ 21						
42.กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน						
การพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้						
43. ศึกษาความรู้ในคลังความรู้						
44. ออกแบบแผนจัดการเรียนรู้						
45. สร้างแผนจัดการเรียนรู้						
46. ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้และปรับปรุง						
47. ประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู 1						
48. ครูจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ						

รายละเอียดความเหมาะสม	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ และข้อคิดเห็น
	5	4	3	2	1	
49. ร่วมกันอภิปรายขยายความรู้						
50. ประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ 2						
ผลการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้						
51. สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้						
52. ความคิดเห็นของครูต่อรูปแบบการพัฒนา สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วย แนวทางสะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษา แบบเปิด						
ภาพรวม						
53. ความเหมาะสมต่อการนำรูปแบบการพัฒนา สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วย แนวทางสะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษา แบบเปิดไปใช้						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

ลงชื่อ

.....
(.....)

วันที่.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่ให้ความอนุเคราะห์ตอบแบบประเมินงานวิจัยนี้
นายนิรมิข เพียรประเสริฐ ผู้วิจัย

แบบประเมินความเหมาะสม (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)
ของระบบการพัฒนาศมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาศมรรถนะ
การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครู
สังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

การวิจัยเรื่อง	รูปแบบการพัฒนาศมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาศมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
ชื่อผู้วิจัย	นายนิรมิข เพียรประเสริฐ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.ณมน จีรังสุวรรณ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คำชี้แจง

- แบบประเมินความเหมาะสมของระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามรูปแบบการพัฒนาศมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาศมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานมีจำนวน 8 หน้า แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ
 - ตอนที่ 1** รายละเอียดของรูปแบบการพัฒนาศมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาศมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาฯ
 - ตอนที่ 2** แบบประเมินความเหมาะสมของระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามรูปแบบการพัฒนาศมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาศมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาฯ
- ขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญพิจารณารายละเอียดในตอนที่ 1 แล้วดำเนินการประเมินความเหมาะสมของระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามรูปแบบการพัฒนาศมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาศมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาฯ ดังกล่าว ในตอนที่ 2 โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้
 - หมายถึง เหมาะสมในระดับมากที่สุด
 - หมายถึง เหมาะสมในระดับมาก
 - หมายถึง เหมาะสมในระดับปานกลาง
 - หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อย
 - หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ขอขอบพระคุณที่ท่านให้ความอนุเคราะห์ตอบแบบประเมินเพื่อการวิจัยนี้

ตอนที่ 1 รายละเอียดของระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

1. รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด มีดังนี้



ภาพที่ ข-2 รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานดังกล่าวประกอบด้วยคลังความรู้ การพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ และผลการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

คลังความรู้ ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดการเรียนรู้และเป็นพื้นที่สำหรับการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) ของครูที่เข้าใช้คลังความรู้ ซึ่งประกอบด้วยความรู้ต่างๆ ดังนี้

สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นหนึ่งในสมรรถนะประจำสายงานของครู เพื่อให้ครูมีความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้ ตั้งแต่การกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง การออกแบบกิจกรรม การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ รวมไปถึงการประมวลผลการจัดการเรียนรู้

เนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย ความเป็นมา ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษา ระดับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (ลักษณะและระดับการบูรณาการสะเต็มศึกษา (Level of integration))

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการดังนี้

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้เอามาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

การวัดและประเมินผล เป็นกระบวนการที่ดำเนินควบคู่กันกับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ที่จะทำให้ได้ข้อมูลสารสนเทศที่แสดงถึงพัฒนาการความก้าวหน้าและความสำเร็จของผู้เรียน รวมทั้งได้

ข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้ตามศักยภาพ การวัดผล และประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น เน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงในขณะที่ผู้เรียน ทำกิจกรรม โดยแสดงให้เห็นถึงความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ เจตคติ และความสามารถที่ แท้จริงของผู้เรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เรียน และตัวผู้สอน ที่จะนำไปปรับปรุงแก้ไขด้วย

ทักษะในศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills) ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตและการ พัฒนานวัตกรรม เพื่อสร้างอาชีพให้แก่เยาวชน และเตรียมพร้อมด้านกำลังคนที่มีคุณภาพ เข้าสู่ ระบบเศรษฐกิจ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณ (Critical Thinking) ทักษะการทำงานเป็นทีม (Collaboration Skill) ทักษะการ สื่อสาร (Communication Skill) และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) ซึ่งเป็นทักษะสำคัญใน ศตวรรษที่ 21

กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน เป็นช่องทางให้ผู้เรียน และผู้สอนได้ติดต่อสื่อสาร แลกเปลี่ยน แนวคิด ความคิดเห็น สอบถามข้อมูล หรือการแจ้งข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ร่วมกันในระหว่างการดำเนิน กิจกรรมการเรียนรู้ โดยสามารถแลกเปลี่ยนกันในลักษณะของกระดานสนทนา หรือกระดานข่าว

การพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. ศึกษาความรู้ในทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด เกี่ยวกับสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ความรู้ด้านสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรม การวัดและประเมินผล และทักษะในศตวรรษที่ 21

2. ร่วมกันออกแบบการจัดการเรียนรู้ ครูร่วมกันออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งครู ออกเป็นกลุ่มละ 3-4 คน เพื่อร่วมกันพิจารณารายละเอียดรายวิชา ความรู้ต่างๆ เกี่ยวกับการจัดการ เรียนรู้สะเต็มศึกษา แล้วให้ครูแต่ละคนในกลุ่มออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ของตนเองตามรายละเอียด รายวิชา จากนั้นให้แต่ละคนในกลุ่มนำแผนจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้มาร่วมกันพิจารณาและปรับปรุง แก้ไข และออกแบบให้เป็นแผนจัดการเรียนรู้เดียวกัน

3. ครูร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้ โดยร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้ตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยครอบคลุมลักษณะสำคัญของผู้เรียนในการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ เปิดโอกาสให้ นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 สาขาวิชาหรือวิชาอื่นๆ ท้า ทายความคิดของนักเรียน (Challenge) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการ (Integration) เชื่อมโยงความรู้ที่หลากหลาย การเชื่อมโยงเนื้อหาทั้ง 4 สาขาวิชาหรือวิชาอื่นๆ กับชีวิตประจำวันและ การประกอบอาชีพ และเน้นการพัฒนาทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 (Skill for 21st Century)

4. ร่วมกันประเมินแผนจัดการเรียนรู้ โดยครูทุกคนในกลุ่ม และผู้เชี่ยวชาญร่วมกันประเมิน แผนจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น แล้วดำเนินการปรับปรุง อภิปรายความรู้ของแผนจัดการเรียนรู้ที่ครู ร่วมกันออกแบบ เพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากนั้นขยายความรู้ต่างๆ ที่ได้รับ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน หรือเพื่อพัฒนาแผนจัดการ เรียนรู้อื่นๆ และเพื่อนำไปสู่ความรู้อื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ โดยอาจเขียนเป็นข้อเสนอแนะต่างๆ ของ แผนจัดการเรียนรู้นั้น แล้วนำแผนจัดการเรียนรู้เผยแพร่บนคลังความรู้

5. ดำเนินการประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 1 หลังจากที่ได้ครูได้ออกแบบ และจัดทำแผนจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว เพื่อประเมินความสามารถในการจัดทำแผนจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครู

6. ครูแต่ละคนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ โดยให้ครูแต่ละคน จัดการเรียนรู้กับนักเรียนในห้องเรียนของตนเองตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ได้ร่วมกันสร้างขึ้น และ ดำเนินการบันทึกหลังการสอนทุกครั้ง เพื่อให้เห็นถึงความก้าวหน้าด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติของ นักเรียนและครู จากการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ ที่สร้างไว้

7. ครูแต่ละคนร่วมกันอภิปราย ซักถาม และขยายความรู้ผ่านระบบฯ เพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับ จากการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ และจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ ที่สร้างไว้

8. ประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 2 หลังจากการพัฒนาสมรรถนะการ จัดการเรียนรู้ของครู ด้วยการออกแบบ จัดทำแผนจัดการเรียนรู้ และดำเนินการจัด การเรียนรู้ เรียบร้อยแล้ว เพื่อประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครู ทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติ

ผลการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู ประกอบด้วย

1. สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู หลังพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

2. สอบถามความคิดเห็นครูต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

ผู้วิจัยได้สร้างระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนา สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานไว้ภายใน Google Classroom ดังภาพที่ 2

Stream **Classwork** People Marks

+ Create ☐ Meet ☐ Google Calendar ☐ Class Drive folder

คลังความรู้

- สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ 3 Edited 14 Oct
- เนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา Edited 15 Oct
- การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา Edited 14 Oct
- สะเต็มศึกษากับการออกแบบเชิงวิศวกรรม Edited 4 Apr 2019
- ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา Edited 25 Feb 2019
- การวัดและประเมินผล สะเต็มศึกษา Posted 4 Apr 2019
- ทักษะในศตวรรษที่ 21 Posted 4 Apr 2019

กิจกรรม

- สร้างแผนจัดการเรียนรู้ Posted 29 Dec 2018
- นำเสนอแผนจัดการเรียนรู้ฯ Due 31 Jan 2019
- แบบทดสอบความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสะเต็ม Posted 29 Dec 2018

กระดานสนทนา

- กระดานสนทนาทั่วไป Edited 29 Dec 2018
- ห้องข่าวสารจากผู้สอน Edited 11:50

ภาพที่ ข-3 ระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามกรอบแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะ
การจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา
ผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานไว้

ภายใน Google Classroom

ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมระบบทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดตามรูปแบบการพัฒนา
สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา
ผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

รายละเอียดความเหมาะสม	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะและ ข้อคิดเห็น
	5	4	3	2	1	
คลังความรู้						
24.สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้						
25.ความรู้/เนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา						
26.ความรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา						
27.กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม						
28.การวัดและประเมินผล						
29.ทักษะในศตวรรษที่ 21						
กิจกรรม						
30. สร้างแผนจัดการเรียนรู้						
31. นำเสนอแผนจัดการเรียนรู้						
32.แบบทดสอบ						
กระดานสนทนา						
33. กระดานสนทนาทั่วไป						
34. ข่าวสารจากผู้สอน						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

ลงชื่อ

.....
(.....)

วันที่.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่ให้ความอนุเคราะห์ตอบแบบประเมินงานวิจัยนี้
นายนิรมิข เพียรประเสริฐ ผู้วิจัย

**แบบประเมินผลการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัด
คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมิน)**

การวิจัยเรื่อง	รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
ชื่อผู้วิจัย	นายนิรมิข เพียรประเสริฐ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.ณมน จีรังสุวรรณ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คำชี้แจง

1. แบบประเมินสมรรถนะด้านสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีจำนวน 6 หน้า แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ
 ตอนที่ 1 รายละเอียดของสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู
 ตอนที่ 2 แบบประเมินสมรรถนะของครูตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา
3. ขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญพิจารณารายละเอียดในตอนที่ 1 แล้วดำเนินการประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ดังกล่าว ในตอนที่ 2 โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้
 - 5 หมายถึง เหมาะสมในระดับมากที่สุด
 - 4 หมายถึง เหมาะสมในระดับมาก
 - 3 หมายถึง เหมาะสมในระดับปานกลาง
 - 2 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อย
 - 1 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ขอขอบพระคุณที่ท่านให้ความอนุเคราะห์ตอบแบบประเมินเพื่อการวิจัยนี้

นิรมิข เพียรประเสริฐ ผู้วิจัย

ตอนที่ 1 รายละเอียดสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นหนึ่งในสมรรถนะประจำสายงานของครู เพื่อให้ครูมีความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้ ตั้งแต่การกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง การออกแบบกิจกรรม การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ รวมไปถึงการประมวลผลการจัดการเรียนรู้

สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ คือความสามารถในการสร้างและพัฒนาหลักสูตร การออกแบบการเรียนรู้อย่างสอดคล้องและเป็นระบบ จัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ใช้และพัฒนาสื่อวัตกรรมการเทคโนโลยี และการวัด ประเมินผล การเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดประสิทธิผลสูงสุด

สมรรถนะ	ตัวบ่งชี้	รายการพฤติกรรม
การบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ (Curriculum and Learning Management)	1. การสร้างและพัฒนาหลักสูตร	1. สร้าง/พัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง และท้องถิ่น 2. ประเมินการใช้หลักสูตรและนำผลการประเมินไปใช้ในการพัฒนาหลักสูตร
	2. ความรู้ ความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้	1. กำหนดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เน้นการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประยุกต์ ริเริ่ม เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้ ความแตกต่างและธรรมชาติของผู้เรียนเป็นรายบุคคล 2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเหมาะสมสอดคล้องกับวัยและความต้องการของผู้เรียน และชุมชน 3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมและการประเมินผลการเรียนรู้ 4. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบโดยบูรณาการอย่างสอดคล้องเชื่อมโยงกัน 5. มีการนำผลการออกแบบการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ และปรับใช้ตามสถานการณ์อย่างเหมาะสมและเกิดผลกับผู้เรียนตามที่คาดหวัง 6. ประเมินผลการออกแบบการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ปรับปรุง/พัฒนา

สมรรถนะ	ตัวบ่งชี้	รายการพฤติกรรม
	3. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	1. จัดทำฐานข้อมูลเพื่อออกแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ 2. ใช้รูปแบบ/เทคนิควิธีการสอนอย่างหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาเต็มตามศักยภาพ 3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปลูกฝัง/ส่งเสริมคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะของผู้เรียน 4. ใช้หลักจิตวิทยาในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุขและพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ 5. ใช้แหล่งเรียนรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่นในชุมชนในการจัดการเรียนรู้ 6. พัฒนาเครือข่ายการเรียนรู้ระหว่างโรงเรียนกับผู้ปกครอง และชุมชน
	4. การใช้และพัฒนาสื่อ นวัตกรรมเทคโนโลยีเพื่อจัดการเรียนรู้	1. ใช้สื่อ นวัตกรรมและเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้อย่างหลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ 2. สืบค้นข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ 3. ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการผลิตสื่อ/นวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้
	5. การวัดและประเมินผล การเรียนรู้	1. ออกแบบวิธีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และผู้เรียน 2. สร้างและนำเครื่องมือวัดและประเมินผลไปใช้อย่างถูกต้องเหมาะสม 3. วัดและประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริง 4. นำผลการประเมินการเรียนรู้มาใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้

ตอนที่ 2 แบบประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูตามรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

รายละเอียดความเหมาะสม	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ และ ข้อคิดเห็น
	5	4	3	2	1	
การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้						
6. การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดในมาตรฐานการเรียนรู้						
7. การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผลที่สอดคล้องกัน						
8. การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์ที่ให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน						
9. การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้เข้าถึงความต้องการ ความถนัดในการทำกิจกรรมของแต่ละคนที่แตกต่างกันได้						
10. การออกแบบแผนจัดการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมออกแบบกิจกรรม						
11. การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน						
12. การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงและบูรณาการความรู้แต่ละสาระวิชาได้						
13. การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ใช้สื่อ หรือวัสดุประกอบการเรียนรู้ที่ช่วยเสริมความเข้าใจในการเรียนรู้						
การดำเนินการจัดการเรียนรู้						
14. การนำเข้าสู่บทเรียน หรือเข้าสู่กิจกรรมที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียน						
15. การอธิบายถึงจุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินผลที่ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย						
16. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้						
17. การใช้สื่อและเทคโนโลยีสารสนเทศที่ช่วยเสริมสร้างความรู้ และทักษะให้นักเรียน						
18. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้แสดงความรู้ หรือทักษะออกมา						

รายละเอียดความเหมาะสม	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ และ ข้อคิดเห็น
	5	4	3	2	1	
19. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น						
20. การใช้คำถาม ข้อคิดเห็น คำอธิบายที่ช่วยส่งเสริมการคิดของนักเรียน						
21. การสรุปความรู้ ความเข้าใจร่วมกันของครูและนักเรียน						
การประเมินผลการเรียนรู้						
22. การประเมินผลการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้						
23. การประเมินการแสดงออกถึงความเข้าใจและทักษะที่ได้รับจากการเรียน						
24. การประเมินผลการเรียนรู้ที่ประเมินทั้งด้านความรู้และทักษะของนักเรียน						
25. การประเมินความสามารถในการประยุกต์ความรู้ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์หรือบริบทอื่นได้						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

ลงชื่อ

.....

(.....)

วันที่.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่ให้ความอนุเคราะห์ตอบแบบประเมินงานวิจัยนี้

นายนิรมิข เพียรประเสริฐ ผู้วิจัย

แบบประเมิน (สำหรับครู)

ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

การวิจัยเรื่อง	รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
ชื่อผู้วิจัย	นายนิรมิข เพียรประเสริฐ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.ณมน จีรังสุวรรณ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คำชี้แจง

ขอความอนุเคราะห์ครูดำเนินประเมินผลการศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาฯ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- 5 หมายถึง เหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง เหมาะสมในระดับมาก
- 3 หมายถึง เหมาะสมในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อย
- 1 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ขอขอบพระคุณที่ท่านให้ความอนุเคราะห์ตอบแบบประเมินเพื่อการวิจัยนี้

นิรมิข เพียรประเสริฐ ผู้วิจัย

รายละเอียดความเหมาะสม	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะและ ข้อคิดเห็น
	5	4	3	2	1	
ด้านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด						
14. ความถูกต้องของเนื้อหา						
15. ความครบถ้วนของเนื้อหา						
16. การลำดับเนื้อหา						
17. ความสะดวกในการเข้าสู่เนื้อหา						
18. รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา						
ด้านการจัดการเรียนรู้						
19. ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้						
20. ระยะเวลาในการศึกษาหาความรู้ใน ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด						
21. การร่วมกันออกแบบแผนจัดการเรียนรู้						
22. การร่วมกันสร้างแผนจัดการเรียนรู้						
23. วิธีการร่วมกันประเมินแผนจัดการเรียนรู้						
24. จำนวนการประเมินสมรรถนะ						
25. การร่วมกันอภิปราย						
26. กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

ลงชื่อ

.....
(.....)

วันที่.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่ให้ความอนุเคราะห์ตอบแบบประเมินงานวิจัยนี้
นายนิรมิษ เพียรประเสริฐ ผู้วิจัย

ภาคผนวก ค
ตารางแสดงค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถาม (IOC)

แบบประเมินผลการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนา
สมรรถนะการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัด
คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ตารางที่ ค-1 ตารางแสดงค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามแบบประเมินการใช้รูปแบบการพัฒนา
สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการ
เรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการ
การศึกษาขั้นพื้นฐาน

ที่	รายการประเมิน	คะแนนความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					รวม	ค่า IOC	ผลการ ประเมิน
		1	2	3	4	5			
1	การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้								
	1.1 การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ สอดคล้องกับตัวชี้วัดในมาตรฐาน การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	1.2 การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่มีกิจกรรมการเรียนรู้และการ ประเมินผลที่สอดคล้องกัน	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	1.3 การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ ที่อธิบายจุดประสงค์ได้ชัดเจนต่อ นักเรียน	1	0	0	1	0	2	0.4	ไม่เหมาะสม
	1.4 การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ ที่มีจุดประสงค์ที่เป็นประโยชน์ ต่อนักเรียน	1	0	0	1	0	2	0.4	ไม่เหมาะสม
	1.5 การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่มี จุดประสงค์ที่ให้นักเรียนสามารถ นำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	1.6 การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ เชื่อมโยงจุดประสงค์ของการเรียน เรื่องนั้น กับเรื่องที่นักเรียนได้เรียน มาแล้ว	0	1	1	0	0	2	0.4	ไม่เหมาะสม
	1.7 การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ ช่วยให้เข้าถึงความต้องการ ความ ถนัดในการทำกิจกรรมของแต่ละ คนที่แตกต่างกันได้	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	1.8 การออกแบบแผนจัดการจัดการ เรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมี ส่วนร่วมออกแบบกิจกรรม	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ คนที่					รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
	1.9 การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	1.10 การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงและบูรณาการความรู้แต่ละสาระวิชาได้	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	1.11 การออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ที่ใช้สื่อ หรือวัสดุประกอบการเรียนรู้ที่ช่วยเสริมความเข้าใจในการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	1.12 การออกแบบวิธีประเมินผลการเรียนรู้ที่ประเมินทั้งด้านความรู้และทักษะของนักเรียน	1	0	0	1	0	2	0.4	ไม่เหมาะสม
	1.13 การออกแบบวิธีประเมินผลการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความเข้าใจและทักษะที่ได้รับจากการเรียน	1	0	0	1	0	2	0.4	ไม่เหมาะสม
	1.14 การออกแบบวิธีประเมินผลการเรียนรู้ที่ประเมินว่านักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์หรือบริบทอื่นได้	1	0	0	1	0	2	0.4	ไม่เหมาะสม
	1.15 การออกแบบวิธีการประเมินผลที่เหมาะสมกับกลุ่มนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน	1	0	0	1	0	2	0.4	ไม่เหมาะสม
2	การดำเนินการจัดการเรียนรู้								
	2.1 การนำเข้าสู่บทเรียน หรือเข้าสู่กิจกรรมที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียน	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	2.2 การอธิบายถึงจุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินผลที่ทำให้ นักเรียนเข้าใจได้ง่าย	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	คะแนนความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					รวม	ค่า IOC	ผลการ ประเมิน
		1	2	3	4	5			
2	การดำเนินการจัดการเรียนรู้								
	2.4 การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียน สามารถนำความรู้มาประยุกต์ ใช้ในกิจกรรม	1	0	0	1	0	2	0.4	ไม่ เหมาะสม
	2.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ ให้นักเรียนได้แสดงความรู้ หรือ ทักษะออกมา	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	2.6 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ ให้นักเรียนอภิปราย และแลกเปลี่ยน ความคิดเห็น	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	2.7 การจัดการชั้นเรียนและการแก้ไข ปัญหาเฉพาะหน้า	1	0	0	1	0	2	0.4	ไม่ เหมาะสม
	2.8 การใช้คำถาม ข้อคิดเห็น คำอธิบายที่ช่วยส่งเสริมการคิด ของนักเรียน	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	2.9 การประเมินผลการเรียนรู้ตาม จุดประสงค์ของการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	2.10 การประเมินผลที่สะท้อนให้เห็น ความรู้ และทักษะที่แท้จริงของ นักเรียน	1	0	0	1	0	2	0.4	ไม่ เหมาะสม
	2.11 การสรุปความรู้ ความเข้าใจ ร่วมกันของครูและนักเรียน	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
3	การใช้สื่อและเทคโนโลยีสารสนเทศประกอบการจัดการเรียนรู้								
	3.1 การใช้สื่อและเทคโนโลยี สารสนเทศที่จัดหาได้ง่าย และ พร้อมใช้งาน	1	0	0	1	0	2	0.4	ไม่ เหมาะสม
	3.2 การใช้สื่อและเทคโนโลยี สารสนเทศที่สอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนรู้	1	0	0	1	0	2	0.4	ไม่ เหมาะสม
	3.3 การใช้สื่อและเทคโนโลยี สารสนเทศที่ช่วยเสริมสร้างความรู้ และทักษะให้นักเรียน	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	คะแนนความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					รวม	ค่า IOC	ผลการ ประเมิน
		1	2	3	4	5			
3	การใช้สื่อและเทคโนโลยีสารสนเทศประกอบการจัดการเรียนรู้								
	3.4 การจัดเตรียมสื่อและเทคโนโลยีสารสนเทศเพียงพอต่อกิจกรรม	1	0	0	1	0	2	0.4	ไม่ เหมาะสม
	3.5 การใช้สื่อและเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างคุ้มค่า และมีประโยชน์	0	0	0	1	1	2	0.4	ไม่ เหมาะสม
4	สามารถประเมินผลการเรียนรู้								
	4.1 การประเมินผลการเรียนรู้ที่ประเมินทั้งด้านความรู้และทักษะของนักเรียน	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	4.2 การประเมินการแสดงออกถึงความเข้าใจและทักษะที่ได้รับจากการเรียน	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	4.3 การประเมินความสามารถในการประยุกต์ความรู้ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์หรือบริบทอื่นได้	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	4.4 การออกแบบการประเมินที่เหมาะสมกับกลุ่มนักเรียนที่แตกต่างกัน	1	0	0	1	0	2	0.4	ไม่ เหมาะสม

**แบบประเมินความคิดเห็นของครูที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษา
ผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน**

ตารางที่ ค-2 ตารางแสดงค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามแบบศึกษาความคิดเห็น
ของครูที่มีต่อ รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สู่เต็มศึกษาผ่าน
ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดสำหรับครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ที่	รายการประเมิน	คะแนนความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					รวม	ค่า IOC	ผลการ ประเมิน
		1	2	3	4	5			
1	ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด								
	1.1 ความถูกต้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	1.2 ความครบถ้วนของเนื้อหา	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	1.3 การลำดับเนื้อหา	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	1.4 ความสะดวกในการเข้าสู่เนื้อหา	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	1.5 รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	1.6 สี สัน ความสวยงาม	1	0	1	0	0	2	0.4	ไม่เหมาะสม
	1.7 ขนาดตัวอักษร	1	0	0	1	0	2	0.4	ไม่เหมาะสม
	1.8 ความชัดเจนของตัวอักษร	1	0	0	1	0	2	0.4	ไม่เหมาะสม
2	การจัดการเรียนรู้								
	2.1 ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	2.2 ระยะเวลาในการศึกษาหาความรู้ ในทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	2.3 การร่วมกันออกแบบแผน จัดการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	2.4 การร่วมกันสร้างแผน จัดการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	2.5 วิธีการร่วมกันประเมินแผน จัดการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	2.6 จำนวนการประเมินสมรรถนะ	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	2.7 การร่วมกันอภิปราย	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
	2.8 กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างแผนจัดการเรียนรู้

ตัวอย่างแผนจัดการเรียนรู้

เรื่อง โปรแกรมแสนสนุก

เวลา 180 นาที

1. สาระสำคัญ

การแก้ปัญหาจากการทำงานหรือชีวิตประจำวันของแต่ละบุคคล มีขั้นตอนและใช้เวลาที่แตกต่างกัน ความรู้และประสบการณ์จะส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตามทุกคนต่างต้องการหาวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพที่จะให้คำตอบที่ถูกต้องในเวลารวดเร็ว

ขั้นตอนการแก้ปัญหาที่สำคัญมี 4 ขั้นตอน คือ

1. การวิเคราะห์และกำหนดรายละเอียดปัญหา
2. การวางแผนแก้ปัญหา
3. การดำเนินการแก้ปัญหา
4. การตรวจสอบและประเมินผล

การวางแผนการแก้ปัญหาให้เข้าใจง่ายขึ้น ต้องถ่ายทอดความคิดไปสู่การปฏิบัติเป็นขั้นตอน โดยอาจใช้รหัสจำลองหรือผังงาน

ในชีวิตประจำวันอาจพบการทำงานหรือปัญหาที่ต้องทำงานด้วยขั้นตอนเดิมซ้ำ ๆ หลายครั้ง และงานต่าง ๆ อาจมีเงื่อนไข เช่นเดียวกับการเขียนโปรแกรมใน Scratch ซึ่งมีคำสั่ง Repeat และคำสั่ง if ที่ช่วยกำหนดการทำงานซ้ำและตรวจสอบเงื่อนไข เพื่อช่วยให้การเขียนโปรแกรมกระชับ มีประสิทธิภาพมากขึ้น และในโปรแกรม Scratch ยังมีการสร้างตัวแปร ในกลุ่มบล็อก Data คำสั่ง Make a Variable เมื่อมีการสร้างตัวแปรใหม่ขึ้นมาใน โปรแกรม Scratch ก็จะสร้างบล็อกคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรนั้นเพิ่มเติม สำหรับใช้ในการทำงาน

การโปรแกรมแบบทางเลือก เป็นการกำหนดเงื่อนไขให้กับโปรแกรมตัดสินใจเลือกทำคำสั่งอย่างใดอย่างหนึ่ง จาก ๒ ทางเลือก โดยกำหนดเงื่อนไขที่ตรวจสอบว่าเป็นจริงหรือเป็นเท็จ

2. ตัวชี้วัด

วิทยาศาสตร์	ออกแบบและเทคโนโลยี	การออกแบบเชิงวิศวกรรม	คณิตศาสตร์
-	กระบวนการเทคโนโลยี ตั้งแต่กำหนดปัญหาหรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล เลือกวิธีการ ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดถ่ายทอดความคิดเกี่ยวกับวิธีการเป็นผังงานแล้วลงมือปฏิบัติ ทดสอบ ปรับปรุงแก้ไข และประเมินผล การแก้ปัญหา การโปรแกรมอย่างง่าย	หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม	บอกค่าความจริงของนิเสธของประพจน์ และประพจน์ที่มีตัวเชื่อม “และ” “หรือ” “ถ้า...แล้ว” “ก็ต่อเมื่อ”

3. สถานการณ์

- ร่วมกันวิเคราะห์และออกแบบการแก้ปัญหา โดยกำหนดสถานการณ์ซักผ้า
- วิเคราะห์และกำหนดรายละเอียดของการหุงข้าว
- ออกแบบกระบวนการหุงข้าวด้วยรหัสสีและผังงาน
- วิเคราะห์และกำหนดรายละเอียดของการเลี้ยงปลากัด
- ออกแบบกระบวนการเลี้ยงปลากัดด้วยรหัสสีและผังงาน

4. วิธีดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการสอบถามหน้าที่ความรับผิดชอบในการทำงานบ้านของนักเรียน เช่น ซักผ้า ล้างจาน หุงข้าว กวาดบ้าน แล้วให้นักเรียนนำเสนอขั้นตอนการทำงานบ้าน เหล่านั้น เช่น การกวาดบ้าน เริ่มจากหยิบไม้กวาดมา แล้วนำมากวาดไปมาซ้ายขวา เริ่มต้นจากด้านซ้ายของห้องไปยังด้านขวาจนครบพื้นที่ แล้วตรวจความสะอาด

2. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ ๒-๓ คน

ขั้นสอน

3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายในกิจกรรมปัญหาในชีวิตประจำวันและวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละคน ว่าแก้ปัญหายังไง โดยบอกวิธีการแก้ปัญหายังไงเป็นลำดับ
4. ครูเชื่อมโยงความรู้ไปสู่ขั้นตอนการแก้ปัญหา ทำให้การแก้ปัญหามีระบบ และมีประสิทธิภาพ แล้วให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ ๑ เรื่อง ขั้นตอนในการแก้ปัญหา
5. ครูสุ่มถามความรู้ที่ได้จากการศึกษา ในประเด็น การวิเคราะห์และกำหนดรายละเอียดของปัญหา การวางแผนโดยเขียนเป็นรหัสสีและผังงาน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรมที่ ๑
6. นักเรียนนำเสนอคำตอบจากการทำใบกิจกรรม แล้วครูให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ขั้นสรุป

7. นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับ เช่น ขั้นตอนในการแก้ปัญหา วิธีการนำขั้นตอนการแก้ปัญหาไปแก้ปัญห่อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน

5. จุดประสงค์

เพื่อให้ นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหา การวิเคราะห์และกำหนดรายละเอียดของแก้ปัญหา และออกแบบการแก้ปัญหามด้วยรหัสสีและผังงาน (ตัวอย่างใบกิจกรรม)

ใบกิจกรรมที่ ๑

การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

คำชี้แจง ให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่ต้องการ โดยออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหด้วยรหัสจำลองและผังงาน

1. นักเรียนออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหา ดังต่อไปนี้

1.1 ปัญหา/สถานการณ์คือ

การวิเคราะห์และกำหนดรายละเอียดของการหุงข้าว

ข้อมูลเข้า:

ข้อมูลออก:

การวางแผนการแก้ปัญหา

ออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหด้วยรหัสจำลอง

การหุงข้าว
เริ่มต้น จบ

2. ออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหด้วยผังงาน

ภาคผนวก จ
บทความวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่

Factors Supporting the STEM Education Learning Management of Leader Teachers in the STEM Education Network of Thailand

Niramis Painprasert

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST),

Bangkok, Thailand

(npain@ipst.ac.th)

Namon Jeerungsuwan, Ph.D.

*Associate Professor, Director of Ph.D. Program in Information and Communication
Technology for Education, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University
of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand*

(namon.j@fte.kmutnb.ac.th)

Abstract—The objective of the research study was to study the factors supporting the STEM education learning management of leader teachers in the STEM education network of Thailand. The sample consisted of 114 leader teachers in the STEM education network selected by purposive sampling. The research process was divided into three stages. The first stage was to analyze and synthesize documents and research studies related to factor supports, STEM education, and the STEM education network. The second stage was to design and develop the questionnaires with regard to the factors supporting the STEM education learning management of leader teachers in the STEM education network of Thailand, and to evaluate the consistency of the factors with the help of five experts. It was found that there were five main factors as follows: (1) the teachers, (2) the students, (3) the learning management, (4) the tools of learning management, and (5) the school management. The third stage was the data collection process using the questionnaires to determine the factors supporting the STEM education learning management of leader teachers in the STEM education network of Thailand. The instrument used was a questionnaire to determine the factors supporting the STEM education learning management of leader teachers in STEM education network of Thailand using a Likert five level rating scale. The research results indicate that the factors supporting the STEM education learning management in summary was at a high level ($\bar{X}=2.87$, S.D.=0.03). The factor of the teachers in terms of knowledge of their own subjects was the factor supporting the STEM education

learning management at the highest level ($\bar{X}$ =3.40, S.D.= 0.54). That was one of the factors that help the teachers to confidence in their own learning management and the need to integrate or share their knowledge with teachers in other subjects. The factor of the school management in terms of the support obtained from external agencies was a factor that supports the STEM education learning management, but at a low level ($\bar{X}$ =2.48, S.D. =0.84) with most comments by teachers indicating that the cooperation of each of the parties within their school was an important factor in terms of supporting learning management and leading to success. In addition, if the teachers were assigned to STEM learning management in their own class it was found that learning management leads to success resulting from supporting factors such as cooperation from all parties, teachers' experience, knowledge, responsibility, intention, planning, materials and environment. The teachers were also concerned that in fact these factors were not always available.

Keywords—Factor support, STEM education, Leader teachers in the STEM education network

I. INTRODUCTION

The basic education curriculum of Thailand has been improved continuously to keep pace with technological changes and modern science. Historically, there have been many problems associated with science and technology education in Thailand. These have impacted on the numbers of students in science and technology in that there have been a decrease at all grade levels. National and international assessments indicate the low quality of science and mathematics education. In addition, science and technology education cannot respond to the country's demands with regard to economic and social development in terms of both quantity and quality. These demands require people with the necessary knowledge and skills in science and technology to make Thailand competitive now and in the future [1].

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST) was the organization set up by the Ministry of Education responsible for the development of Thailand's science, mathematics and technology education in terms of improving the learning process associated with science, mathematics and technology and also for developing the skills needed by students for the 21st Century. Its remit was to provide students with knowledge and skills equal to that of other countries. IPST initiated a learning process which integrates science, mathematics, technology and engineering processes for solving problems found in daily life through the STEM education learning management system.

STEM education (Science, Technology, Engineering and Mathematics education) was an educational approach that integrates science, technology, engineering and mathematics by focusing on problem solving in everyday life and professional undertaking. STEM education provides learning experiences through activities or projects which focus on solving real life problems, in order to develop the students' experience, life skills, analytical thinking, problem solving skills, and creativity for innovation. Learners with experience of STEM activities or projects will be better prepared to work in demanding positions which require knowledge and skills in science, mathematics and technology [1].

The STEM education network of Thailand founded by the IPST includes 13 regional STEM education centers in 12 provinces around the country. The leader teachers in the STEM education network within each center work as leaders in pedagogical development in terms of applying the STEM education approach in the classroom. They are expected to create STEM classrooms as examples for other schools in the region [1]. However, from observing the operation of some the STEM education network centers it has been found that they are unable to implement the center's objective, to develop patterns of activity on their own, in addition to other problems. From the above issues and concepts, the authors had the idea of studying the factors supporting the STEM education learning management of leader teachers in the STEM education network of Thailand.

II. OBJECTIVE OF THE RESEARCH STUDY

The objective of the research study was to study the factors supporting the STEM education learning management of leader teachers in the STEM education network of Thailand.

III. METHODOLOGY OF THE RESEARCH

A. Theory and Principles

The theory and the important principle behind the research study are as follows:

STEM education: STEM education (Science, Technology, Engineering and Mathematics education) is an educational approach that integrates Science, Technology, Engineering and Mathematics by focusing on problem solving in everyday life and engaging in professional undertakings. STEM education integrates concepts that are usually taught as separate subjects in different classes, and emphasizes the application of knowledge to real-life situations. A lesson or unit in a STEM class is typically based on finding a solution to a real-world problem and tends to emphasize

project-based learning. STEM education provides learning experiences through activities or projects, which focus on solving problems in real life, in order to develop experience, life skills and creativity for innovation. Learners with experience of STEM activities or projects will be better prepared to work in demanding positions which require knowledge and skill in science, mathematics and technology in various sectors, including agriculture, industry, energy, environmental management, health services and transportation.

Therefore, the highlight of the STEM education approach is that it solves the problem of education in Thailand that focuses on the study of theoretical mathematics, science, engineering and technology separately, with an emphasis on memorizing for exams. At the same time, they do not focus on practical applications in everyday life [1] [2] [3]. Areas for consideration in the research study include the development of curriculum materials and instructional strategies for classroom teachers; effective professional development for classroom teachers; effective alternative preparation of new teachers; the use of engineering topics to achieve state and national content standards. Prior efforts to establish effective professional development for teachers of science and mathematics are discussed. We also consider successful programs that include specific examples and should serve as models for others [4].

Leader teachers in the STEM education network: The IPST founded the STEM education network of Thailand in the form of 13 regional STEM education centers in 12 provinces around the country, and six school networks associated with each regional STEM education center. The leader teachers in science, mathematics and technology in the STEM education network within each center were selected by regional STEM education center schools to work as leaders in pedagogical development in terms of applying the STEM education approach in the classroom. They were expected to create STEM classrooms as examples for other schools in the area. Each school has six to nine lead teachers: six teachers for each elementary and secondary school and nine teachers for each extended elementary school. Lead teachers were trained in STEM education by IPST at least once a year [1].

B. Population and Sample

The population of the study was leader teachers in the STEM education network.

The sample of the study was 114 leader teachers in the STEM education network selected by purposive sampling.

C. Instrument of the research

The instrument of the study was a questionnaire aimed at determining the factors supporting the STEM education learning management of leader teachers in the STEM

education network of Thailand using a five level Likert rating scale synthesized from the study of theories and concepts that relate to the research. Five experts were then used to evaluate the consistency of the factors. It was found that there were five main factors as follows: (1) teachers, (2) students, (3) learning management, (4) tools of learning management, and (5) school management.

D. Data collection

The authors collected the data from 114 leader teachers in the STEM education network by using the questionnaire they had created. The data were then analyzed and the results of the research study were summarized through the use of average point ($\bar{X}$) and standard deviation (SD). The criterion to determine the weight of evaluation is through the use of a four level Likert rating scale.

IV. RESULTS OF THE RESEARCH

The results are as follows:

1) The evaluation of the factors supporting the STEM education learning management of leader teachers in STEM education network of Thailand are as shown in Table I.

TABLE I: RESULTS OF THE EVALUATION OF THE FACTORS SUPPORTING THE STEM EDUCATION LEARNING MANAGEMENT OF LEADER TEACHERS IN THE STEM EDUCATION NETWORK OF THAILAND

Factors supporting the STEM education learning management	Results		Level of Factor Supported
	$\bar{X}$	S.D.	
1. Factor of the teachers			
- The knowledge of their own subject	3.40	0.54	Highest
- The knowledge of other subject	2.80	0.68	High
- The collaborative of teacher in each learning subject	2.99	0.72	High
- The understanding of STEM education principle	3.23	0.64	High
- The understanding of the teacher's role for STEM education learning management	3.22	0.62	High
- The ability for create the new STEM education activity	2.96	0.71	High
- The ability to link between old knowledge and new knowledge	3.07	0.37	High
- The ability to link knowledge of each subjects	3.04	0.55	High
- The ability of teachers to consult to the students	3.17	0.53	High
2. Factor of the students			
- The status of student's parents	2.57	0.70	High
- The expectations of student's parents	2.88	0.71	High

Factors supporting the STEM education learning management	Results		Level of Factor Supported
	$\bar{X}$	S.D.	
- The understanding for activity pattern	2.77	0.70	High
- The collaboration to activity process	3.04	0.64	High
- The concentrate to do activity	3.09	0.66	High
- The knowledge of subject	2.92	0.63	High
- The ability to link knowledge	2.77	0.74	High
- The ability for problems solving	2.75	0.77	High
- The skill and knowledge relate to activity	2.80	0.72	High
3.Factor of the learning management			
- The clarity of pattern creation activities	3.04	0.60	High
- The objective of activities	3.10	0.61	High
- The stage of activity process	3.09	0.59	High
- The evaluation and measurement of activities	2.98	0.65	High
- The time line of activity process	2.81	0.77	High
- The additional learning resource of activities	2.90	0.73	High
- The training to new learning management from IPST	2.91	0.75	High
4.Factor of the tools of learning management			
- The relation between contents and material of activities	2.88	0.77	High
- The suitability of material number	2.67	0.86	High
- The easy to prepare the material	2.60	0.83	High
5.Factor of the management			
- The collaboration of teachers and other personnel in their school	2.84	0.78	High
- The concentrate to do activity of administrators in their school	2.96	0.80	High
- The role assignment of the administrators in their school	2.88	0.80	High
- The role assignment of the teachers in their school	2.92	0.78	High
- The honor of the teachers and other personnel in their school	2.53	0.82	High
- The management of activity timeline	2.54	0.89	High
- the support obtained from external agencies	2.48	0.84	Low
- The management of administrators	2.69	0.79	High
- The resource management for activity process	2.68	0.84	High
- The coordination with external personnel and agencies	2.58	0.75	High
- The knowledge management	2.78	0.74	High
- The perform exchange of experiences	2.68	0.78	High
Summary	2.87	0.03	High

In Table 1, the results of the factors supporting the STEM education learning management of leader teachers indicates that it was at a high level ($\bar{X}=2.87$, S.D.=0.03). When considering each sub-item, it was found that the factor of the teachers in terms of knowledge of their own subject was the factor that supports the STEM education learning management at the highest level ($\bar{X}=3.40$, S.D. = 0.54) and the factor of school management in terms of the support from external agencies was the factor supporting the STEM education learning management at the lowest level ($\bar{X}=2.48$, S.D. =0.84).

2) In terms of the results of the other factors supporting the STEM education learning management when the leader teachers were assigned to STEM learning management in their own classrooms, it was found that they could learning management lead to success resulting from supporting factors at 96.5% such as cooperation from all parties, teachers' experience, knowledge, responsibility, intention, planning, materials and environment. However, the teachers were also concerned that in fact these factors were not always available.

V. CONCLUSIONS AND DISCUSSION

From the study of the theories, concepts and research relating to factor support, we identified the factors supporting the STEM education learning management of leader teachers in the STEM education network of Thailand using a Likert five level rating scale. We then used five experts to evaluate the consistency of the factors. It was found that there were five main relevant factors as follows: (1) teachers, (2) students, (3) learning management, (4) tools of learning management, and (5) school management. The summarized results of the study was that the factors supporting the STEM education learning management of leader teachers in the STEM education network of Thailand indicates that it was at a high level. When considering each sub-item, it was found that the factor relating to the teachers in terms of knowledge of their own subject was the factor supporting the STEM education learning management at the highest level. This was one of factors that helps the teachers be confident in their own learning management and in order to integrate or share knowledge with the teachers of other subjects. In contrast, the factor of management in terms of the support from external agencies was the factor that supports the STEM education learning management the least. Most comments in the questionnaires by the teachers indicated that the cooperation of each the parties within their school were an important factor in terms of supporting learning management in order to lead to success. In addition, if the teachers were assigned to STEM learning management in their own class, they found that learning management could be successful with the

help of supporting factors such as cooperation from all parties, teachers' experience, knowledge, responsibility, intentions, planning, materials and environment. However, the teachers were also concerned that in fact these factors were not always available. From this research it was found that teachers, students, tools, resources and resource management were the factors that supported and promoted the success of the students. These findings were in accord with the research of H. L. Patricia et al. [4], the concepts of Rockland et al. [5] and the approach of STEM education of the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [1].

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank the Division of Information and Communication Technology for Education, the Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology, North Bangkok and The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, Bangkok, Thailand, which supported this research.

REFERENCES

- [1] The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2014). Manual of STEM Education Network. Booklet.
- [2] National Conference of State Legislatures. (2013). Literacy& No Child Left Behind, Retrieved June 22, 2013, from <http://www.ncsl.org/issues-research/educ/literacy-no-child-left-behind.aspx>
- [3] S, Moomaw. (2012). STEM begins in the early years, School Science and Mathematics (SSM) Journal, 12 (2), 57-58.
- [4] H. L. Patricia., L. Chen, S.L. Randa, H. Jason, N. A. Mark, N. U. Matthias, et al. (2013). Designing and evaluating a STEM teacher learning opportunity in the research university. Evaluation and Program Planning, 43 (2014), 73-82.
- [5] R. Rockland, S. D. Bloom, J. Carpinelli, L. Burr-Alexander, S. L. Hirsch & H. Kimmel (2010). Advancing the "E" in K-12 STEM Education. Journal of Technology Studies, 36(1), 53-64.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายนิรมิข เพียรประเสริฐ
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด
 สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

ประวัติ

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2543 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.)
 สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สถาบันราชภัฏเพชรบุรี (ปัจจุบันเป็นมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี)
 พ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (คอ.ม.)
 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
 พ.ศ. 2557 – 2560 ศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2543 อาจารย์ช่วยสอน สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา (ปัจจุบันเป็นมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา)
 พ.ศ. 2545 – ปัจจุบัน นักวิชาการ สาขาคอมพิวเตอร์ (ปัจจุบันเป็นสาขาเทคโนโลยี)
 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ
 พ.ศ. 2553 และ พ.ศ. 2560 - ปัจจุบัน คณะกรรมการอำนวยการคอมพิวเตอร์โอลิมปิกระดับชาติของมูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา ในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ (มูลนิธิ สอวน.) และคณะกรรมการการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศ
 พ.ศ. 2560 คณะกรรมการพัฒนาหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

ผลงานวิชาการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระดับประถมศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551. องค์การค่าของ สกสศ.
 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551. องค์การค่าของ สกสศ.
 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551. องค์การค่าของ สกสศ.

นิรมิข เพียรประเสริฐ และณมน จีรังสุวรรณ. (2559). Smart Classroom: ห้องเรียนใหม่สู่ความท้าทายในศตวรรษที่ 21. วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา. 28(97), หน้า 21-27.

ISSN : 0857-5452.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560). องค์การค่าของ สกสศ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ระดับประถมศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560). องค์การค่าของ สกสศ.

Painprasert N., and Jeerungsuwan N., Factors Supporting the STEM Education Learning Management of Leader Teachers in the STEM Education Network of Thailand. **The Twelfth International Conference on eLearning for Knowledge- Based Society**, 2015. : 36.1-36.6.

Painprasert N., and Wannapiroon P., System Analysys of Collaborative Open Educational Resources Management System (COERMS) in ICT for Basic Education. **The Sixth TCU International e-Learning Conference**, 2015. : 234–327.

Painprasert N., and Piriyasurawong P. , Synthesis of STEM Education Learning Management Model by using Scratch Programming to Promote Creativity. **The Third Prachachuen Research Network National and International Conference**, 2016.

Painprasert N., et al. , Programming Curriculum Developed to Enhance Student Creativity. **The Fifth International Conference on Learning Innovation in Science and Technology**, 2016. : 51.

สถานที่ติดต่อ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 924 ถ.สุขุมวิท แขวงพระโขนง

เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110