การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

วิทยานิพนธ์

ของ

จีรภพ แสงบุญมี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาการศึกษา

มกราคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

วิทยานิพนธ์
ของ
จีรภพ แสงบุญมี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาการศึกษา
มกราคม 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Developing the STEM Education Management Enhancing Program for Teachers under the Kalasin Primary Educational Service Area Office 2

Jerapob Saengboonme

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Education (Educational Administration and Development)

January 2023

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายจีรภพ แสงบุญมี แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาการศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รศ. ดร. สุวัฒน์ จุลสุวรรณ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รศ. ดร. ลักขณา สริวัฒน์)

.....กรรมการ
(อ. ดร. สุรเชต น้อยฤทธิ์)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผศ. ดร. อำนาจ ชนะวงศ์)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาการศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....	.....
(รศ. ดร. ชวลิต ชูกำแพง)	(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์	คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2
ผู้วิจัย จีรภพ แสงบุญมี
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ลักขณา สริวัฒน์
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต **สาขาวิชา** การบริหารและพัฒนาการศึกษา
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายดังนี้ 1) เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 2) เพื่อพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 โดยแบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และความต้องการจำเป็นในการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์ ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 จำนวน 226 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Samplings) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้บริหาร และครูโรงเรียนต้นแบบ 2 แห่ง รวมจำนวน 4 คน และผู้ทรงคุณวุฒิ ทำหน้าที่ประเมินโปรแกรม จำนวน 5 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ และแบบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าดัชนีความต้องการจำเป็น ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 มีสภาพปัจจุบันอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนสภาพที่พึงประสงค์อยู่ในระดับมาก และความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 เรียงจากมากไปหาน้อย ได้ดังนี้ ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน ความรู้ของครูเกี่ยวกับ

เป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา และความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา ตามลำดับ

2. โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) วิธีการพัฒนา 5) การวัดและประเมินผล แบ่งออกเป็น 5 โมดูล คือ โมดูลที่ 1 เป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา โมดูลที่ 2 หลักสูตรสะเต็มศึกษา โมดูลที่ 3 ความเข้าใจในผู้เรียน โมดูลที่ 4 กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา และโมดูลที่ 5 การประเมินการเรียนรู้ ได้รับการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : สะเต็มศึกษา, การจัดการเรียนรู้, โปรแกรมเสริมสร้าง

TITLE Developing the STEM Education Management Enhancing Program for Teachers under the Kalasin Primary Educational Service Area Office 2

AUTHOR Jerapob Saengboonme

ADVISORS Associate Professor Lakkana Sariwat , Ph.D.

DEGREE Master of Education **MAJOR** Educational Administration and Development

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2023

ABSTRACT

This research aimed to 1) Study the current condition, desirable condition and the need to enhance teacher competency in STEM learning management in educational institutions under Kalasin Primary Educational Service Area Office 2. 2) Develop a program to enhance teacher competency in STEM learning management in educational institutions under the Office of Kalasin Elementary Education Service Area 2. The research was divided into 2 phases, including 1) Investigating current condition, desirable condition and the need to enhance teacher competency in STEM education. In educational institutions under Kalasin Primary Educational Service Area Office 2. The sample group was 226 teachers teaching science and mathematics of schools under Kalasin Elementary Education Service Area Office 2 obtained by multi-stage samplings techniques. The research tool was a questionnaire. Phase 2 Developing a program in STEM Learning Management In educational institutions under the Kalasin Primary Educational Service Area Office 2. The informant groups consisted of 2 administrators and 2 teachers at 2 model schools, totaling 4 people as well as 5 experts assessing the program. The tools used for data collection were the interview form and an assessment form. The statistics for the data analysis were percentage, mean, standard deviation and the required demand index value. The

results of the research revealed as follows:

1. The STEM learning management to enhance the teacher competency in schools under the Office of Kalasin Elementary Education Service Area 2 in current condition was at a moderate level, in desirable condition was at a high level and the need to enhance was in order from high to low as Teacher's knowledge about understanding of learners, Teacher's knowledge of STEM teaching goals, Teacher's knowledge about learning assessment, Teacher's knowledge of the STEM curriculum as well as Teachers' knowledge of STEM teaching strategies, respectively.

2. The program to enhance teacher competency in STEM learning management in educational institutions Under the Office of Kalasin Elementary Education Service Area 2 consisted of 5 components: 1) Principle 2) Objective 3) Content 4) Development Method 5) Measurement and Evaluation that was divided into 5 modules: Module 1 STEM Teaching Goals Module, 2 STEM Curriculum Module, 3 Comprehension In Learners, Module 4 STEM Teaching Strategies and Module 5 Learning Assessment. The Program was assessed by 5 experts with a high level of appropriateness and feasibility.

Keyword : STEM Education, Learning Management, The Program to Enhance

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ลักขณา สริวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ จุลสุวรรณ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.สุรเชต น้อยฤทธิ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ชนะวงศ์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาการบริหารและพัฒนาการศึกษา และคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย ตั้งแต่เข้าศึกษา จนบัดนี้

ขอขอบพระคุณ คณะผู้ทรงคุณวุฒิ และคณะผู้เชี่ยวชาญผู้ตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และคณะผู้บริหารและครูโรงเรียนต้นแบบที่ให้ความรู้และข้อคิดที่ดี เพื่อนำไปปรับใช้ในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ นิสิตสาขาวิชาการบริหารและพัฒนาการศึกษา รุ่น พ.30 ทุกคน ที่เป็นกัลยาณมิตร เป็นกำลังใจ และให้คำแนะนำที่ดีเสมอมา และขอขอบคุณ กำลังใจที่มีให้เสมอจากครอบครัว คุณค่าและประโยชน์จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ผู้วิจัยจะนำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาการทำงานและการดำเนินชีวิต เพื่อประโยชน์ของตนเองและประเทศชาติสืบต่อไป

จีรภพ แสงบุญมี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญภาพประกอบ ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

คำถามของการวิจัย 4

ความมุ่งหมายการวิจัย 4

ความสำคัญของการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 5

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 6

นิยามศัพท์เฉพาะ 8

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 12

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู 65

โปรแกรมและการพัฒนาโปรแกรม 74

การศึกษาความต้องการจำเป็น 78

บริบทสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 84

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 87

1. งานวิจัยในประเทศ 87
2. งานวิจัยต่างประเทศ 96
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 100
ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และความต้องการจำเป็นในการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 102
ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 108
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 113
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 113
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 113
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 114
1. ระยะที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 114
2. ระยะที่ 2 ผลการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 137
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 175
ความมุ่งหมายของการวิจัย 175
สรุปผล 175
อภิปรายผล 176
ข้อเสนอแนะ 179
บรรณานุกรม 180
ภาคผนวก 190
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 191

ภาคผนวก ข คุณภาพของเครื่องมือ 207
ภาคผนวก ค โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษา สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 211
ประวัติผู้เขียน 284

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 เปรียบเทียบแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์... 15

ตาราง 2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู 50

ตาราง 3 วิเคราะห์องค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ และตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้ตามแบบสะเต็มศึกษาของครู 61

ตาราง 4 การสังเคราะห์วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 69

ตาราง 5 การสังเคราะห์องค์ประกอบโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู 77

ตาราง 6 แสดงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามขนาดสถานศึกษา 103

ตาราง 7 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม 114

ตาราง 8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 โดยรวมและรายด้าน..... 115

ตาราง 9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา 116

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา 118

ตาราง 11 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน 120

ตาราง 12 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา..... 122

ตาราง 13 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ 125

ตาราง 14 สภาพที่พึงประสงค์ (I) สภาพปัจจุบัน (D) ค่าดัชนีความต้องการจำเป็น ($PNI_{(modified)}$) และลำดับของความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 โดยรวม..... 127

ตาราง 15 สภาพที่พึงประสงค์ (I) สภาพปัจจุบัน (D) ค่าดัชนีความต้องการจำเป็น ($PNI_{(modified)}$) และลำดับของความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา..... 129

ตาราง 16 สภาพที่พึงประสงค์ (I) สภาพปัจจุบัน (D) ค่าดัชนีความต้องการจำเป็น ($PNI_{(modified)}$) และลำดับของความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา 130

ตาราง 17 สภาพที่พึงประสงค์ (I) สภาพปัจจุบัน (D) ค่าดัชนีความต้องการจำเป็น ($PNI_{(modified)}$) และลำดับของความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน..... 132

ตาราง 18 สภาพที่พึงประสงค์ (I) สภาพปัจจุบัน (D) ค่าดัชนีความต้องการจำเป็น ($PNI_{(modified)}$) และลำดับของความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา..... 134

ตาราง 19 สภาพที่พึงประสงค์ (I) สภาพปัจจุบัน (D) ค่าดัชนีความต้องการจำเป็น ($PNI_{(modified)}$) และลำดับของความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้..... 136

ตาราง 20 ผลการศึกษาวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practices) ในการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู จากสถานศึกษาที่มีวิธีปฏิบัติที่ดี (Best Practices) จำนวน 2 โรงเรียน..... 160

ตาราง 21 แผนการดำเนินงานโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 168

ตาราง 22 ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน 171

ตาราง 23 ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ โดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะที่เข้าเกณฑ์ 208

ตาราง 24 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r_{xy}) ของแบบสอบถามสภาพปัจจุบันที่เข้าเกณฑ์ และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (∞) 208

ตาราง 25 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r_{xy}) ของแบบสอบถามสภาพปัจจุบันที่เข้าเกณฑ์ และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (∞) 209

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 8

ภาพประกอบ 2 Components of pedagogical content knowledge for science teaching 41

ภาพประกอบ 3 กรอบแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษา 47

ภาพประกอบ 4 แสดงระยะการวิจัย ขั้นตอนดำเนินการ และผลที่คาดหวัง 101

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างคน สร้างสังคม และสร้างชาติ เป็นกลไกหลักในการพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับบุคคลอื่นในสังคมได้อย่างเป็นสุข ในกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษที่ 21 เนื่องจากการศึกษามีบทบาทสำคัญในการสร้างความได้เปรียบของประเทศ เพื่อการแข่งขันและยืนหยัดในเวทีโลกภายใต้ระบบเศรษฐกิจและสังคมที่เป็นพลวัต ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกจึงให้ความสำคัญและทุ่มเทกับการพัฒนาการศึกษาเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของตนให้สามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ภูมิภาค และของโลก ควบคู่กับการธำรงรักษาอัตลักษณ์ของประเทศ ในส่วนของประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษา การพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของคนไทยให้มีทักษะ ความรู้ความสามารถ และสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดงานและการพัฒนาประเทศ ภายใต้แรงกดดันภายนอกจากกระแสโลกาภิวัตน์ และแรงกดดันภายในประเทศที่เป็นปัญหาวิกฤตที่ประเทศต้องเผชิญ เพื่อให้คนไทยมีคุณภาพชีวิตที่ดี สังคมไทยเป็นสังคมคุณธรรม จริยธรรม และประเทศสามารถก้าวข้ามกับดักประเทศที่มีรายได้ปานกลางไปสู่ประเทศที่พัฒนาแล้ว รองรับการเปลี่ยนแปลงของโลกทั้งในปัจจุบันและอนาคต (แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579, 2560)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2553 ได้ให้ความสำคัญของการพัฒนาครู คณาจารย์และบุคลากรทางการศึกษาโดยระบุไว้ใน หมวด 1 บททั่วไปความมุ่งหมายของหลักการ มาตรา 9 (4) ว่าให้มีหลักการส่งเสริมมาตรฐานวิชาชีพครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษาและการพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคคลทางการศึกษาอย่างต่อเนื่องและได้กำหนดหลักการดำเนินการไว้ในหมวด 7 ครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา มาตรา 52 ว่าให้กระทรวงส่งเสริมให้มีระบบและกระบวนการผลิตพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา ให้มีคุณภาพและมาตรฐานที่เหมาะสมกับการเป็นวิชาชีพชั้นสูง โดยการกำกับและประสานให้สถาบันที่มีหน้าที่ผลิตและพัฒนาครู คณาจารย์ รวมทั้งบุคลากรทางการศึกษา ให้มีความพร้อมและมีความเข้มแข็งในการเตรียมบุคลากรใหม่ และพัฒนาบุคลากรประจำการอย่างต่อเนื่อง (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2553, 2553) เพราะครูเป็นบุคคลที่มีความสำคัญมากที่สุดในกระบวนการจัดการศึกษา เพราะเนื้อแท้ ของ

การจัดการศึกษาคือกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นระหว่างครูกับผู้เรียน การที่ครูจะเป็นบุคคลที่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพได้นั้น ครูต้องเรียนรู้และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องโดยปรับบทบาทใหม่เป็น 2 บทบาท คือ 1) ครูในฐานะผู้ปฏิบัติการสอนเป็นหลัก 2) ครูในฐานะนักวิจัยเชิงปฏิบัติการ ในชั้นเรียนซึ่งเป็นบทบาทเสริม โดยการสอนและการวิจัย ไม่ใช่สิ่งที่แปลกแยกจากกันดังที่ครูเคยเป็น (ญาณภัทร สีหะมงคล, 2552) ครูจำเป็นต้องพัฒนาหลักสูตรวิธีการเรียนการสอน การจูงใจให้ผู้เรียน เกิดความอยากรู้อยากเรียน การพัฒนาพฤติกรรมผู้เรียน การเพิ่มสัมฤทธิ์ ผลการเรียนและการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (วัลลภา เทพหัสดิน ณ อยุธยา, 2544)

การจัดการเรียนการสอนในสภาพปัจจุบัน ผู้สอนต้องปรับเปลี่ยนวิธีการสอนให้เป็นการสอนที่สร้างสรรค์และสร้างผู้เรียนให้เป็นผู้ใฝ่รู้และสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง การจัดการศึกษาที่กำลังเข้ามามีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงมนุษย์ในศตวรรษที่ 21 คือ การเรียนรู้แบบ STEM Education หรือการศึกษาสะเต็ม ซึ่งเกิดจากการนำศาสตร์ทั้ง 4 สาขามาบูรณาการการเรียนรู้เข้าด้วยกัน ได้แก่ S หมายถึง Science หรือวิทยาศาสตร์ T หมายถึง Technology หรือเทคโนโลยี E หมายถึง Engineering หรือวิศวกรรม M หมายถึง Mathematics หรือคณิตศาสตร์ STEM อาจหมายถึงราก หรือแง่ง ในที่นี้ STEM อาจหมายถึงสิ่งที่เป็นจุดกำเนิดเป็นรากฐานที่จะก่อให้เกิดการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงของมนุษย์ในโลกอนาคต ซึ่งทักษะทั้ง 4 ด้านนี้เป็นทักษะที่จำเป็นต่อมนุษย์ในปัจจุบันและในอนาคต เพราะการศึกษาแบบ STEM เป็นการสอนที่ต่างจากในอดีตที่สอนให้เด็กท่องจำ STEM Education เป็นการบูรณาการการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อให้เด็กเรียนรู้ด้วยการลงมือทดลองปฏิบัติและเน้นการคิดเพื่อสร้างสรรค์และแก้ปัญหาต่าง ๆ เมื่อเจอปัญหาใหม่ ๆ (วศิณีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2560)

แนวคิดหลักที่สำคัญของกิจกรรมสะเต็มศึกษาควรจะต้องมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนได้ เรียนรู้และพัฒนาทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 และการรู้สะเต็ม (STEM Literacy) โดยครูต้องคำนึงถึงหลักการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยสอนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เริ่มจากเข้าใจสถานการณ์ (Situation) ในการแก้ไขปัญหา สิ่งที่ท้าทาย (Challenge) คือ ประเด็นปัญหาควรมีความท้าทายและเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน เกณฑ์ (Criteria) คือ การตั้งเกณฑ์ของความสำเร็จในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการตั้งประเด็นให้ผู้เรียนได้ร่วมกันคิด โดยคำนึงถึงข้อจำกัด (Constrains) ทรัพยากร (Resources) และครูต้องวางแผนและออกแบบการประเมินผล (Evaluation) ที่เหมาะสม คือ การนำเอาชิ้นงานหรือกระบวนการที่เป็นต้นแบบมาพิจารณาว่าสามารถตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์ภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ ได้หรือไม่ ซึ่งในขั้นนี้ถือว่าสำคัญมากเนื่องจากเป็นการผสมผสานระหว่างเกณฑ์และข้อจำกัด เป็นการวัดประสิทธิภาพของกระบวนการ และผลสำเร็จของแนวทางในการแก้ปัญหา (เกณฑ์) ส่งผลต่อผู้เรียนในการเรียนรู้การคิด

วิเคราะห์ เพื่อหาจุดบกพร่องเกี่ยวกับแนวความคิดในการการแก้ปัญหา (Solution) (ชุติมา วิชัยดิษฐ และชาตรี ฝ่ายคำตา, 2561) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจึงเป็นสิ่งที่ท้าทายครูในการพัฒนาศักยภาพการจัดการเรียนรู้ของตนเอง เพื่อให้สามารถเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนให้ประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

นักวิชาการได้กล่าวถึงวิธีการพัฒนาบุคลากรไว้หลายวิธี โดยหนึ่งในนั้น คือ วิธีการพัฒนาบุคลากรโดยการใช้โปรแกรม ซึ่งเป็นชุดของกิจกรรมที่วางแผนไว้ (Planned Activity) เพื่อเป้าหมายโดยเฉพาะ (Barr และ Keating, 1990) โดยโปรแกรมมีหลายลักษณะ มีทั้งที่เป็นการฝึกอบรม ซึ่งส่วนใหญ่เกิดขึ้นมาจากการกำหนดเวลา เช่น การประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการที่ศูนย์ฝึกอบรม หลักสูตรการจัดการที่มหาวิทยาลัย ส่วนกิจกรรมเพื่อพัฒนาจะถูกจัดให้อยู่ในกระบวนการการทำงานที่ได้รับมอบหมาย นอกจากนี้ โปรแกรมยังมีกิจกรรมเพื่อพัฒนาตนเองซึ่งจะถูกจัดขึ้นเฉพาะบุคคล จะเห็นได้ว่าโปรแกรมเป็นการจัดกิจกรรมที่มีการกำหนดระยะเวลาและเนื้อหาที่แน่นอน รวมทั้งการกำหนดสถานที่ในการใช้โปรแกรมด้วย (วิเชียร วิทยอุดม, 2550)

หลักการพัฒนาบุคลากร ซึ่งเรียกว่ารูปแบบ 70-20-10 เป็นรูปแบบที่ถูกสร้างขึ้น โดยนักวิจัยชาวต่างชาติ 3 คน ซึ่งได้กำหนดสัดส่วนการพัฒนาบุคลากรเป็น 3 ส่วน คือ การพัฒนาโดยใช้ประสบการณ์การทำงาน การพัฒนาโดยใช้การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และการพัฒนาโดยการเรียนการสอนหรือการฝึกอบรมตามปกติ เรียกว่า กฎ 70-20-10 ซึ่งเป็น Model หรือรูปแบบ เพื่อการเรียนรู้และการพัฒนา บางครั้งเขียนว่า 70:20:10 หรือ 70/20/10 รูปแบบนี้เป็นการแตกวิธีการเรียนรู้ของบุคคลออกเป็นส่วน ๆ โดย 70% มาจากประสบการณ์ (Experience) ในการทำงานที่ท้าทาย 20% มาจากการมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับผู้อื่น และ 10% มาจากการเรียนการสอน (Education) และการฝึกอบรมตามปกติ (ปิยนันท์ สวัสดิ์ศฤงฆาร, 2563)

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 เป็นหน่วยงานทางการศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นหน่วยงานขับเคลื่อนการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานให้ประชากรวัยเรียนได้รับการพัฒนาตามมาตรฐานการศึกษาอย่างทั่วถึง มีพัฒนาการเหมาะสมตามช่วงวัยอย่างมีคุณภาพและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริม สนับสนุนการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนด และการที่จะทำหน้าที่ให้สมบูรณ์นั้น บุคลากรทางการศึกษาโดยเฉพาะครูจะต้องมีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ซึ่งให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้โดยกำหนดไว้ในโครงสร้างของหลักสูตร แต่ในปัจจุบันบุคลากรครูในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ยังมีปัญหาในด้านการจัดการเรียนรู้โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จากการทดสอบความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ตามโครงการพัฒนาการจัด

กิจกรรมสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา (STEM Education) ซึ่งได้ทำการพัฒนาครูโดยการจัดอบรมครูสะเต็มศึกษาด้วยระบบทางไกลตามโครงการบูรณาการสะเต็มศึกษา พบว่า ครูมีผลการประเมินความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาค่อนข้างน้อย ครูยังขาดความรู้ความเข้าใจในการมองภาพรวมของการจัดการเรียนการสอนและการบูรณาการทั้ง 4 รายวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ทำให้การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษายังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2, 2562)

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยในฐานะเป็นครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และมีบทบาทภาระหน้าที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ได้ศึกษาแนวคิดและหลักการเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรม การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา และหลักการพัฒนาบุคลากร 70:20:10 ทำให้เกิดความสนใจที่จะพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 โดยนำหลักการพัฒนาบุคลากร 70:20:10 มาใช้ในการพัฒนาครู โดยมีขั้นตอนการศึกษาที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของครู ซึ่งผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโปรแกรมที่จะพัฒนาขึ้นนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาของครูในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 และสำหรับหน่วยงานด้านการศึกษาที่สนใจนำไปปรับใช้ในการพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาต่อไป

คำถามของการวิจัย

1. สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และความต้องการจำเป็นในการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 เป็นอย่างไร

2. โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ควรเป็นอย่างไร

ความมุ่งหมายการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และความต้องการจำเป็นในการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 เพื่อใช้ในการวิจัยและใช้สำหรับผู้บริหารและหน่วยงานด้านการศึกษา เพื่อนำไปปรับใช้เป็นข้อมูลสารสนเทศเพื่อการพัฒนาด้านการศึกษาต่อไป

2. ได้โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 สำหรับครู และหน่วยงานด้านการจัดการศึกษา เพื่อนำไปใช้ในการเสริมสร้างครูด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ให้มีประสิทธิภาพยิ่ง ๆ ขึ้นไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตเนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้ ทำการศึกษาภายใต้ขอบเขตการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (Shulman, 1987; Grossman, 1992; Magnusson, Krajckik, & Borko, 1999; อนุศร หงษ์ขุนทด, 2558; ชุติมา วิชัยดิษฐ และชาตรี ฝ่ายคำตา, 2561; เทอดชัย บัวผาย, 2560; วรกันยา แก้วกลม, 2560) 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1.1 ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา

1.2 ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา

1.3 ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน

1.4 ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา

1.5 ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้

2. ขอบเขตประชากรและกลุ่มตัวอย่าง/กลุ่มผู้ให้ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตของประชากร และกลุ่มตัวอย่าง/กลุ่มผู้ให้ข้อมูลตามระยะของการวิจัย ดังนี้

2.1 ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และความต้องการจำเป็นในการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

2.1.1 ประชากร ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 จำนวน 549 คน

2.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 จำนวน 226 คน กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยการเทียบจำนวนประชากรทั้งหมดกับตาราง Krejcie และ Morgan และใช้เทคนิคการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Samplings)

2.2 ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

2.2.1 การศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูจากโรงเรียนที่มีแนวปฏิบัติที่ดี 2 โรงเรียน คือ โรงเรียนกุดจิกวิทยาคาร และโรงเรียนพิพัฒน์ราษฎร์บำรุง กลุ่มผู้ให้ข้อมูล รวมจำนวน 4 คน ประกอบด้วย ผู้บริหารสถานศึกษา โรงเรียนละ 1 คน และครูผู้มีความรู้ความสามารถด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โรงเรียนละ 1 คน

2.2.2 กลุ่มผู้ให้ข้อมูลในการประเมินโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ทำการวิจัยภายใต้กรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู (Shulman, 1987; Grossman, 1992; Magnusson, Krajckik, & Borko, 1999; อนุศร หงษ์ขุนทด, 2558; ชุติมา วิชัยดิษฐ และชาตรี ฝ่ายคำตา, 2561; เทอดชัย บัวผาย, 2560; วรกันยา แก้วกลม, 2560) 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1.1 ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา

1.2 ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา

1.3 ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน

1.4 ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา

1.5 ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้

2. วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู (กิติมา ปรีดีดิลก, 2532; ยนต์ ชุ่มจิต, 2335; ปภาวดี ประจักษ์ศุภนิติ และกิ่งพร ทองใบ, 2544; พศิน แตงจวง, 2558; วีระชัย จิระชาติ, 2558; ปิยนันท์ สวัสดิ์ศฤงฆาร, 2563) ดังนี้

2.1 เสริมสร้างความรู้ (10% Education) โดยการประชุมเชิงปฏิบัติการ

2.2 พัฒนาประสบการณ์ (70% Experience) โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองและการปฏิบัติจริง

2.3 ปฏิสัมพันธ์เชิงสร้างสรรค์ (20% Interaction) โดย

2.3.1 การเรียนรู้เป็นกลุ่ม

2.3.2 การนิเทศ

3. องค์ประกอบของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 (Boone, 1992; Caffarella, 2002; ธำรง บัวศรี, 2542; สุมิตรา พงศธร, 2550) ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

3.1 หลักการ

3.2 วัตถุประสงค์

3.3 เนื้อหา

3.4 วิธีการพัฒนา

3.5 การวัดและประเมินผล

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังนี้

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. โปรแกรม หมายถึง แผนหรือกิจกรรมที่มีการวางแผนไว้อย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนในการพัฒนาที่ออกแบบมาจากการนำเอาองค์ประกอบที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กับหลักการแนวคิด ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติให้ได้ตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมาย ภายใต้บริบทของการพัฒนา

ในแต่ละองค์กรเพื่อให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรม ประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา วิธีการพัฒนา การวัดและประเมินผลโปรแกรม

2. การพัฒนาโปรแกรม หมายถึง รายละเอียดขั้นตอนการพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็น การกำหนดวัตถุประสงค์ของโปรแกรม การออกแบบและวางแผนในการจัดทำโปรแกรม การสร้างโปรแกรมเพื่อใช้ในการฝึกอบรม การนำโปรแกรมไปใช้ และการประเมินผลโปรแกรม

3. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ลงมือทำอย่างกระตือรือร้นและได้ผลงานออกมาโดยใช้กระบวนการต่างๆ ในการจัดการเรียนการสอน นักเรียนได้เรียนรู้จากการวางแผนทำกิจกรรม สืบค้น การคิดต่างๆ เช่น การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การคิดในระดับต่างๆ และลงมือทำกิจกรรมโดยครูเป็นผู้ช่วยสนับสนุนนักเรียนในการเรียนโดยใช้กระบวนการSTEM Education ซึ่งประกอบด้วย 4 วิชา คือ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ไม่ควรขาดองค์ประกอบใดไปแม้แต่ตัวเดียว โดยครูที่เข้าใจการสอน สะเต็มศึกษาอย่างแท้จริง จะสามารถบูรณาการสอนได้ครบทั้ง 4 วิชา

4. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู หมายถึง ความรู้ของครูในการวางแผนและจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้และตามที่หลักสูตรกำหนด โดยการวิจัยครั้งนี้ได้สังเคราะห์องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

4.1 ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา และการวางแผนการสอนสะเต็มศึกษา

4.2 ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการบูรณาการ ความเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของเนื้อหาทั้งภายในสาระวิชา และระหว่างสาระวิชา และความรู้ของครูเกี่ยวกับกิจกรรม สื่อการสอน วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตร

4.3 ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับความรู้พื้นฐาน และทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนก่อนทำกิจกรรมรวมถึงวิธีการเรียนรู้ที่ต่างกันของผู้เรียน และความรู้ความสามารถของครูเกี่ยวกับ เนื้อหาวิชา ทักษะกระบวนการ และการบูรณาการศาสตร์ที่ยากสำหรับผู้เรียน

4.4 ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา และความรู้ของครูเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

4.5 ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับมิติของการประเมินการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และความรู้ของครูเกี่ยวกับวิธีประเมินการเรียนรู้

5. วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู หมายถึง หลักการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครู โดยใช้ประยุกต์ใช้กฎ 70-20-10 และนำวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้ของครูที่ได้จากการสังเคราะห์เอกสารตามแนวคิดของนักวิชาการ นำมาปรับใช้เป็นวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ดังนี้

5.1 เสริมสร้างความรู้ (10% Education) หมายถึง การให้ความรู้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาแก่ครู โดยใช้วิธีการประชุมเชิงปฏิบัติการ

5.2 พัฒนาประสบการณ์ (70% Experience) หมายถึง การมอบหมายให้ครูนำความรู้ที่ได้จากการประชุมเชิงปฏิบัติการ มาศึกษาเพิ่มเติมและนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้วิธีการเรียนรู้ด้วยตนเองและการปฏิบัติจริง มาใช้เป็นกระบวนการในการพัฒนาประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู

5.3 ปฏิสัมพันธ์เชิงสร้างสรรค์ (20% Interaction) หมายถึง การเรียนรู้และรับฟังข้อคิดเห็นจากเพื่อนร่วมงานหรือผู้บังคับบัญชา เพื่อการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบกลุ่ม และการนิเทศ

6. สภาพปัจจุบัน หมายถึง สภาพการณ์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของครูที่เกี่ยวกับความสามารถโดยรวมที่ประกอบด้วย ความรู้ ทักษะ และเจตคติที่มีความจำเป็นของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดและการลงมือปฏิบัติ ความสามารถในการใช้และพัฒนาสื่อนวัตกรรมเทคโนโลยี เพื่อการเรียนรู้ และความสามารถในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

7. สภาพที่พึงประสงค์ หมายถึง ความคาดหวังเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ต้องการพัฒนาในด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติที่มีความจำเป็นของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดและการลงมือปฏิบัติ ความสามารถในการใช้และพัฒนาสื่อนวัตกรรมเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ และความสามารถในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง เพื่อพัฒนาผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลสูงสุด

8. สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 หมายถึง หน่วยงานทางการศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ มีหน้าที่กำกับดูแลประสานส่งเสริมสนับสนุน การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียนระดับประถมศึกษาในเขตอำเภอที่รับผิดชอบ จำนวน 5 อำเภอ ได้แก่ อำเภอยางตลาด อำเภอห้วยเม็ก อำเภอหนองกุงศรี อำเภอท่าคันโท และอำเภอฆ้องชัย จังหวัดกาฬสินธุ์

9. ครู หมายถึง ผู้ปฏิบัติการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จำแนกเป็นหัวข้อตามลำดับดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
2. การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู
3. โปรแกรมและการพัฒนาโปรแกรม
4. การศึกษาความต้องการจำเป็น
5. บริบทสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   6.1 งานวิจัยในประเทศ
   6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1. ความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM education) นักวิชาการและองค์กร ได้ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2557) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า หมายถึง แนวทางในการจัดการศึกษาที่เน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน

สุพรรณี ชาญประเสริฐ (2557) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มาบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และในขณะเดียวกันต้องมีการบูณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับการเรียนรู้เนื้อหาด้วยพฤติกรรมเหล่านี้รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2557) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า คำว่า “สะเต็ม” หรือ “STEM” เป็นคำย่อจากภาษาอังกฤษของศาสตร์

4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) หมายถึง องค์ความรู้วิชาการของศาสตร์ทั้งสี่ที่มีความเชื่อมโยงกันในโลกของความเป็นจริงที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิตและการทำงาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2558) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าหมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ใน 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน

สุธีระ ประเสริฐสรรพ์ (2558) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าหมายถึง การศึกษาที่ผู้เรียนได้ทักษะวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M)

สิริณภา กิจเกื้อกูล (2558) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ที่เน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีทักษะในการออกแบบและคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์

วศิณีส์ อิสรเสนา ณ อยุธยา (2560) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงความรู้และบูรณาการความรู้จากศาสตร์ทั้ง 4 คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (มาจากตัวย่อคือ S-Science หมายถึง วิทยาศาสตร์ T-Technology หมายถึง เทคโนโลยี E-Engineering หมายถึง วิศวกรรมศาสตร์ M-Mathematics หมายถึง คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนามนุษย์ให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้วยพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ จากการบูรณาการความรู้กับวิชาอื่น ๆ ในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อการ การเป็นผู้นำ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น การเข้าใจสังคม สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรมในบริบทของตนเองและของโลก โดยการนำทักษะความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อพัฒนาตนเอง และพัฒนาประเทศในด้านเศรษฐกิจ สังคม สาธารณสุข และความมั่นคงของประเทศ รวมทั้งพัฒนาความเป็นสากลของมนุษย์ต่อไป

สรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์ สามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน การออกแบบชิ้นงานเชิงวิศวกรรม การสร้างกระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ตามสภาพจริง

2. องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2557) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้ ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีนั้น มีเป้าหมายหลักในการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Science literate) ผู้รู้คณิตศาสตร์ (Math literate) และผู้รู้เทคโนโลยี (Technology literate) ซึ่งเป้าหมายของการเรียนรู้ในวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาประกอบด้วย

เป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหา (หลัก กฎ และทฤษฎี) วิชาวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และโลก อวกาศ ดาราศาสตร์) สามารถเชื่อมโยงความเกี่ยวเนื่องเนื้อหาระหว่างสาระวิชา และมีทักษะในการปฏิบัติการเชิงวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล สามารถค้นหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

เป้าหมายของการสอนคณิตศาสตร์ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้เหตุผลและการประยุกต์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ภายใต้บริบทที่แตกต่างกัน รวมถึงตระหนักถึงบทบาทของคณิตศาสตร์และสามารถใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการวินิจฉัยและการตัดสินใจที่ดี

เป้าหมายของการสอนเทคโนโลยี คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ และมีความสามารถในการใช้งาน จัดการ และเข้าถึงเทคโนโลยี (กระบวนการหรือสิ่งประดิษฐ์ ที่สร้างขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์)

เป้าหมายของการสอนวิศวกรรมศาสตร์ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะในการออกแบบและสร้างเทคโนโลยี โดยการประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า

การกล่าวอ้างถึงการนำแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาบูรณาการกับการเรียนรู้ศาสตร์อื่น ๆ อีก 4 ด้านนั้น นำมาสู่ความพยายามในการอธิบายความแตกต่างระหว่างศาสตร์ 4 ศาสตร์ที่มีความใกล้เคียงกันมาก ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ สภาวิจัยแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council (U.S.), 2011) ได้ให้ความหมายของวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งเปรียบเทียบทักษะของศาสตร์ทั้งสองกับทักษะทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังตาราง 1

ตาราง 1 เปรียบเทียบแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์

วิทยาศาสตร์ (Science)	วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)	เทคโนโลยี (Technology)	คณิตศาสตร์ (Mathematic)
ตั้งคำถาม (เพื่อเข้าใจธรรมชาติ) พัฒนาและใช้โมเดล	นิยามปัญหา (เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต) พัฒนาและใช้โมเดล	ตระหนักถึงบทบาทของเทคโนโลยีต่อสังคม	ทำความเข้าใจและพยายามแก้ปัญหาใช้คณิตศาสตร์สร้างโมเดล
ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้า วิจัยทดลอง	ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้าวิจัยทดลอง	เรียนรู้วิธีการใช้งานเทคโนโลยีใหม่ ๆ	ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
วิเคราะห์ข้อมูล	วิเคราะห์ข้อมูล		ให้ความสำคัญกับความแม่นยำ
ใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการคำนวณ	ใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการคำนวณ	เข้าใจบทบาทของเทคโนโลยีในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์	ใช้ตัวเลขในการให้ความหมายหรือเหตุผล
สร้างคำอธิบาย	ออกแบบวิธีแก้ปัญหา		พยายามหาและใช้โครงการในการแก้ปัญหา
ใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด	ใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด	ตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีโดยพิจารณาถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม	สร้างข้อโต้แย้งและสามารถวิพากษ์การให้เหตุผลของผู้อื่น
ประเมินและสื่อสารแนวคิด	ประเมินและสื่อสารแนวคิด		มองหาและนำเสนอระเบียบวิธีการเหตุผลซ้ำ ๆ

ที่มา: Consentino & Cosentino (2013)

จากตาราง 1 แนวปฏิบัติ (Practice) ทางวิทยาศาสตร์มีกระบวนการส่วนใหญ่เหมือนกับแนวปฏิบัติทางวิศวกรรมศาสตร์ กล่าวคือ ทั้งสองศาสตร์มีการพัฒนาและใช้โมเดลในการดำเนินงาน มีการออกแบบและลงมือค้นคว้าวิจัยเพื่อรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว

ทั้งวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ต้องการความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ นอกจากนี้ ทั้งนักวิทยาศาสตร์ และวิศวกรมีการใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิดซึ่งอาจเป็นคำตอบของข้อสงสัยเกี่ยวกับธรรมชาติ หรือปัญหา และสุดท้ายต้องมีการประเมินและสื่อสารแนวคิดดังกล่าว

อย่างไรก็ตาม แนวปฏิบัติทั้งสองมีความแตกต่างกันอยู่ 2 ประการ คือ (1) ในขณะที่วิชาวิทยาศาสตร์พยายามตั้งคำถามเพื่อเรียนรู้และทำความเข้าใจธรรมชาติ วิศวกรรมศาสตร์พยายามนิยามปัญหาซึ่งเกิดจากความไม่พอใจและต้องการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ และ (2) ผลลัพธ์ของการทำงานทางวิทยาศาสตร์คือการสร้างคำอธิบายเพื่อตอบข้อสงสัยเกี่ยวกับธรรมชาติ ในขณะที่ผลลัพธ์ของการทำงานทางวิศวกรรมศาสตร์ คือ วิธีการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ และวิธีการดังกล่าวจะนำมาซึ่งผลผลิตที่เป็นเทคโนโลยีใหม่หรือนวัตกรรม สรุปได้ว่า องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาประกอบไปด้วย 3 รายวิชาหลัก ซึ่งได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี และใช้พื้นฐานการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นแนวทางการดำเนินการจัดการเรียนรู้

3. กระบวนการออกแบบการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ลักษณะที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา คือ การผนวกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อแก้ปัญหา เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (National Research Council (NRC.), 2012) Robert (1992) ได้เสนอขั้นตอนการออกแบบการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกสาระการเรียนรู้หลัก (Select central standards) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์หลักสูตร เลือกมาตรฐาน/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้หลักของหลักสูตรสะเต็มศึกษาเพื่อให้ได้ขอบเขตของสาระการเรียนรู้แกนกลางหรือเนื้อหาหลัก และตัวบ่งชี้ที่บอกถึงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเมื่อผู้สอนเลือกเนื้อหา/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้ของสาขาวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นหลักเรียบร้อยแล้ว ก็ให้นำสาระวิชาที่เหลือทั้งสามเป็นสาระการเรียนรู้ที่เสริมหรือรองเช่น เลือกเรื่องการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีจะเป็นส่วนรอง

ขั้นตอนที่ 2 เชื่อมโยงปัญหาในชีวิตประจำวัน (Align with a problem) เป็นการคิดเชื่อมโยงว่าสาระการเรียนรู้/เนื้อหาที่เลือกในขั้นที่ 1 สามารถอิงเข้ากับบริบทใด หรือปัญหาใดในสังคมได้บ้าง เช่น มลพิษสิ่งแวดล้อม ภัยพิบัติทางธรรมชาติ พลังงานทดแทน เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3 เลือกสาระการเรียนรู้รองที่สนับสนุนสาระการเรียนรู้หลัก (Support central standards with supplemental standards) เมื่อเลือกเนื้อหาหลักในขั้นที่ 1 และ

วิเคราะห์ เชื่อมโยงกับปัญหาในขั้นที่ 2 ได้แล้ว ในขั้นที่ 3 นี้ผู้สอนจะต้องเลือกเนื้อหา/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้ ในสาขาวิชาที่เหลือว่าจะมีสาระการเรียนรู้รอง เรื่องใดช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 ตัวอย่างสาระการเรียนรู้รอง อาทิ สาระเกี่ยวกับเรื่องโครงสร้างของโลก (วิทยาศาสตร์) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การแก้ปัญหา การพิสูจน์และการสื่อสาร (คณิตศาสตร์)

ขั้นตอนที่ 4 จัดการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ (Instruct STEM standards) ผู้สอนวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมดแล้วนำมาตั้งเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการ เรียนรู้ต้องยึดสาระการเรียนรู้หลักที่ได้จากขั้นที่ 1 เป็นสำคัญ สำหรับสาระการเรียนรู้รองให้จัดการ เรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหา สามารถนำเนื้อหาเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก

ขั้นตอนที่ 5 สนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม (Engage student participation) ผู้สอนจัดกิจกรรมกลุ่มให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เช่น ตั้งคำถามที่นำไปสู่การออกแบบและพัฒนาระบบเตือนภัยพิบัติที่จะช่วยให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นสามารถหลีกเลี่ยงหรือหนีภัยพิบัติได้ทันเวลา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา และได้ลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์หลัก (ตามที่เลือกไว้ในขั้นตอนที่ 1) ผนวกกับการได้ใช้ความรู้รอง (ที่เลือกไว้ในขั้นตอนที่ 3) เพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (ที่เชื่อมโยงไว้ในขั้นตอนที่ 2)

ขั้นตอนที่ 6 แก้ไข/ปรับปรุงชิ้นงาน การออกแบบ (Troubleshoot the designs) ผู้สอนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานการออกแบบ (เช่น ระบบเตือนภัยพิบัติ) หน้าชั้นเรียน จากนั้น กระตุ้นให้ผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ตั้งคำถามและให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานนั้น ซึ่งผู้เรียนจะต้องบันทึกข้อเสนอแนะของผู้สอนและเพื่อนไว้ เพื่อการปรับปรุงแก้ไขผลงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ฝึกการคิดวิจารณญาณควบคู่ไปด้วย

ขั้นตอนที่ 7 ประเมินชิ้นงานการออกแบบ (Evaluate the designs) หลังการปรับปรุงแก้ไขผลงานในขั้นที่ 6 ผู้สอนและผู้เรียน ดำเนินการตรวจให้คะแนนชิ้นงานตามประเด็นที่กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 8 นำเสนอผลงานชิ้นที่สมบูรณ์ (Present completed projects) ในขั้นนี้ ผู้สอนจัดเตรียมสถานที่หรือตู้แสดงผลงาน ให้ผู้เรียนนำผลงานแสดงต่อบุคคลทั่วไป อาทิ เพื่อน พ่อแม่ ผู้ปกครอง ครูอาจารย์ และชุมชน การจัดแสดงอาจทำตอนท้ายปีการศึกษาหรือภาคเรียน โดยอาจวางแสดงไว้ตลอดภาคเรียนถัดไป ทั้งนี้ เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความภาคภูมิใจและพยายามที่จะปรับปรุงผลงานในครั้งต่อไป

The Next Generation Science Standards (2013) สภาวิจัยแห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ที่มุ่งเน้น

ให้เกิดการพัฒนาขึ้นในตัวผู้เรียน ไว้ในมาตรฐานการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การตั้งคำถามและการระบุปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและการใช้รูปแบบ

ขั้นตอนที่ 3 การวางแผนและดำเนินการสำรวจตรวจสอบ

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์และแปลผลข้อมูล

ขั้นตอนที่ 5 การใช้คณิตศาสตร์และการคิดคำนวณ

ขั้นตอนที่ 6 การสร้างคำอธิบายและการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 7 การใช้เหตุผลและโต้แย้งจากประจักษ์พยาน

ขั้นตอนที่ 8 การเก็บรวบรวมข้อมูล การประเมินข้อมูล และการสื่อสารข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2557) ได้เสนอองค์ประกอบของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา (Problem identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหา ตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information search) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการ รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหาอาจมีการดำเนินการ ดังนี้ (1) การรวบรวมข้อมูล คือการสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหา ดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหาอย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง (2) การค้นหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่ สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้น แล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการกำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์

คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือก และใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, evaluation and design improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผล สามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่าย และน่าสนใจ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร (2559) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้สะเต็มศึกษา 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน

ขั้นตอนที่ 5 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาชิ้นงาน

4. การบูรณาการในสะเต็มศึกษา

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2550) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่าง ๆ ผ่านการทำกิจกรรมหรือการทำโครงงาน ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสาร โดยที่สะเต็มศึกษานั้น เป็นแนวทางในการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยมีระดับการบูรณาการใน 4 ระดับ ดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวิชาแยกกัน นั่นคือผู้สอนแต่ละคนจะแยกตามวิชาของตนเองในการจัดการเรียนรู้ เช่น ครูผู้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี จะแยกกันสอนผู้เรียนตามรายวิชาของตนเอง

2. การบูรณาการแบบสหวิชา (Multidisciplinary integration) หรือเป็นการบูรณาการตามเรื่องที่กำหนด เป็นลักษณะที่มีการนำเนื้อหาจากแต่ละกลุ่มสาระมาเชื่อมโยงในการจัดการเรียนการสอนตามหัวข้อที่มีความสัมพันธ์กัน (Theme) โดยผู้สอนหรือผู้เรียนเลือกหัวข้อที่น่าสนใจในการเรียน และผู้สอนแต่ละวิชาสอนให้เชื่อมโยงกับหัวข้อที่เรียน โดยผู้สอนแต่ละวิชาแยกกันสอนในหัวข้อนั้น ๆ ให้เชื่อมโยงกับวิชาที่ตนเองสอน เช่น ผู้สอนทั้ง 4 วิชากำหนดร่วมกันจะใช้ศรลมเป็นหัวข้อหลักในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ ครูผู้สอนเทคโนโลยีสามารถเริ่มแนะนำศรลมเป็นเทคโนโลยีอย่างง่ายที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการบอกทิศทางลม ในขณะที่ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ยกตัวอย่างของศรลมเพื่อสอนเรื่องเครื่องมือพื้นฐานในการตรวจทิศทางลม และผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ และครูผู้สอนคณิตศาสตร์สอนเรื่อง การหาพื้นที่รูปเรขาคณิตสองมิติ

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary integration) เป็นการบูรณาการการสอนที่ผู้สอนร่วมกันจัดหลักสูตรการสอนในแต่ละวิชาให้สัมพันธ์กัน เลือกความคิดรวบรวมที่สำคัญแล้วเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้และทักษะจาก 2 วิชาขึ้นไป เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องกันจะร่วมพิจารณา เนื้อหา ตัวชี้วัด และออกแบบการเรียนรู้ในวิชาของตนเองให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือ ตัวชี้วัดนั้น เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์หลังจากเรียนเรื่องเครื่องมือพื้นฐานในการตรวจทิศทางลม และผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุแล้ว ครูก็จะให้ผู้เรียนทำการทดลองเกี่ยวกับการวัดความเร็วและ ทิศทางลม โดยให้ครูคณิตศาสตร์สอนเรื่องหาค่าเฉลี่ย การเปลี่ยนหน่วย การเขียนกราฟก่อน เพื่อให้ผู้เรียนเริ่มทำการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้น เมื่อผู้เรียนทำการทดลองและเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ให้นำข้อมูลจากการทดลองไปสร้างกราฟและตีความผลการทดลองในวิชาคณิตศาสตร์

4. การบูรณการแบบข้ามวิชา (Transdisciplinary integration) ผู้สอนจัดการเรียนการสอน ตามคำถามและเรื่องที่ผู้เรียนอยากรู้ โดยการแก้ปัญหาหรือการทำโครงงาน มีการทำงานเป็นกลุ่มร่วมกันวางแผน กำหนดหัวข้อ อภิปราย ประยุกต์การใช้วิชาต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โดยครูอาจจะกำหนดกรอบหรือ Them กว้าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนรู้ขอบเขตและสามารถระบุปัญหาเฉพาะที่สนใจได้ ทั้งนี้ ในการกำหนดปัญหาในการเรียนรู้ของผู้เรียนจะต้องคำนึงถึงปัญหาหรือคำถามที่ผู้เรียนสนใจ ตัวชี้วัดในวิชาที่เกี่ยวข้อง และความรู้เดิมของผู้เรียน หากพิจารณาการใช้ศรลม เป็นหัวข้อหลักในการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ครูสามารถที่จะจัดการเรียนรู้บูรณาการข้ามวิชา

โดยการกำหนดกรอบปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคุณภาพของศรลม โดยกำหนดเป็นสถานการณ์ เช่น หากนำศรลมที่ผู้เรียนได้ออกแบบไว้ไปตรวจสอบทิศทางลมในสถานที่จริง อย่างเช่น บริเวณภูเขา ริมชายฝั่ง ซึ่งอาจจะต้องวางกลางแจ้งเป็นระยะเวลานาน ผู้เรียนจะออกแบบอย่างไรให้มีความแข็งแรง ทนทานต่อความแรงของลม และกันความชื้นฝน และทนต่อแดดเป็นเวลานาน ๆ

กล่าวโดยสรุป การบูรณาการในสะเต็มศึกษา เป็นแนวทางในการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยมีระดับการบูรณาการใน 4 ระดับ คือ การบูรณาการภายในวิชา การบูรณาการแบบสหวิชา การบูรณาการแบบสหวิทยาการ และการบูรณการแบบข้ามวิชา

5. แนวคิดหลักที่สำคัญ (Key idea) ในกิจกรรมสะเต็มศึกษา

ชุติมา วิชัยดิษฐ และชาตรี ฝ่ายคำตา (2561) กล่าวว่า แนวคิดหลักที่สำคัญของกิจกรรมสะเต็มศึกษาควรจะต้องมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนได้ เรียนรู้และพัฒนาทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 และการรู้สะเต็ม (STEM literacy) ดังนั้น ส่วนประกอบของกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาประกอบด้วยแนวคิดหลักที่สำคัญ (Key ideas) ดังนี้

1. สถานการณ์ (Situation) คือ การเล่าสถานการณ์ให้ทราบถึงปัญหา โดยสถานการณ์ที่ดีนั้นจะต้องสมเหตุสมผล ควรมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันให้มากที่สุดจึงจะทำให้กิจกรรมนั้นมีความเป็นธรรมชาติและทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมให้ดี โดยสถานการณ์ที่นำมาใช้นั้นอาจเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในท้องถิ่นหรือสถานการณ์ระดับประเทศ ระดับโลก และควรที่จะเป็นสิ่งที่น่าสนใจและมีความท้าทายในปัจจุบันหรือในอนาคตเพื่อสร้างประสบการณ์ที่แปลกใหม่ เช่น ประเด็นโลกร้อน เหตุการณ์ภัยพิบัติ อีกทั้งสถานการณ์ที่ดีนั้นควรจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในการแก้ไขปัญหา

2. สิ่งที่ท้าทาย (Challenge) คือ ประเด็นปัญหาควรมีความท้าทายและเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ โดยต้องไม่ยาก หรือง่ายเกินไปจนทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย เพราะความท้าทายจะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและเสาะแสวงหาข้อมูลหรือวิธีการ เพื่อที่จะให้สามารถแก้ปัญหาเหล่านั้นได้ เช่น ครูพยายามให้ผู้เรียนออกแบบเพื่อสร้างเรือจากขวดพลาสติกเหลือใช้เพื่อสร้างเรือขนาดเล็กเนื่องจากท้องถิ่นของผู้เรียนนั้นมีน้ำท่วมบ่อยครั้ง

3. เกณฑ์ (Criteria) คือ การตั้งเกณฑ์ของความสำเร็จในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการตั้งประเด็นให้ผู้เรียนได้ร่วมกันคิด สำรวจองค์ความรู้และได้ฝึกทักษะที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบตามแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งแนวทางดังกล่าวอาจเป็นไปได้ทั้งแนวคิด ภาพวาดหรือสิ่งประดิษฐ์

ก็ได้ ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนและระดับของผู้เรียน เช่น ครูให้ผู้เรียนออกแบบโครงสร้างขาโต๊ะจากกระดาษหนังสือพิมพ์ให้สามารถรองรับน้ำหนักด้วยวัสดุที่มีจำกัด โดยให้มีความสูงที่สุด

4. ข้อจำกัด (Constrains) คือ ปัจจัยที่ผู้เรียนจะต้องคำนึงถึงในการทำกิจกรรม อาจเป็นข้อจำกัดด้านระยะเวลา เงิน วัสดุ แรงงาน ความเสี่ยง หรือปัจจัยอื่น ๆ ที่ผู้สอนกำหนด ซึ่งในการกำหนดข้อจำกัดนั้น ก็เพื่อเป็นการฝึกฝนทักษะการวิเคราะห์และการแก้ปัญหา ลดการทดลองแบบลองผิดลองถูก แต่เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดในการวางแผนในการปฏิบัติงาน

5. ทรัพยากร (Resources) คือ ปัจจัยการผลิต ซึ่งทรัพยากรนั้นนับเป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการดำเนินงาน เนื่องจากอาจเป็นสิ่งที่ส่งเสริมหรือขัดขวางการดำเนินงานก็ได้ ทั้งนี้จะต้องรู้จักวางแผนแก้ปัญหาการใช้ทรัพยากรโดยทรัพยากรอาจเป็นข้อมูลและสารสนเทศ วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ พลังงาน ทุน ซึ่งงานทางวิศวกรรมเป็นการประยุกต์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการสร้าง พัฒนาและผลิตสิ่งต่าง ๆ โดยการเปลี่ยนทรัพยากรที่เหมาะสมให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดให้ ทนทาน และประหยัด

6. การประเมินผล (Evaluation) คือ การนำเอาชิ้นงานหรือกระบวนการที่เป็นต้นแบบมาพิจารณาว่าสามารถตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์ภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ ได้หรือไม่ ซึ่งในขั้นนี้ถือว่าสำคัญมากเนื่องจากเป็นการผสมผสานระหว่างเกณฑ์และข้อจำกัด เป็นการวัดประสิทธิภาพของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (ข้อจำกัด) และผลสำเร็จของแนวทางในการแก้ปัญหา (เกณฑ์) ส่งผลต่อผู้เรียนในการเรียนรู้การคิดวิเคราะห์ เพื่อหาจุดบกพร่องเกี่ยวกับแนวความคิดในการการแก้ปัญหา (Solution)

กล่าวโดยสรุป การวิจัยและพัฒนาครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีเป้าหมายเพื่อให้ครูได้เรียนรู้ และเข้าใจแนวคิด ทักษะและกระบวนการของสะเต็มศึกษาผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรม แผนการเรียนรู้ซึ่งเนื้อหา ทักษะ และกระบวนการนี้จะเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน โดยเรียงลำดับความรู้ และประสบการณ์ที่ควรได้รับตั้งแต่วิทยาศาสตร์คืออะไร วิทยาศาสตร์ทำอะไรได้บ้าง กิจการการทำงานของนักวิทยาศาสตร์การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยองค์ความรู้ส่วนนี้จะเป็นฐานความรู้สำคัญในกิจกรรมสะเต็มศึกษา ใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในการวางแผนแก้ปัญหา ทดสอบ ปรับปรุงแก้ไขและการค้นหาแนวทางที่หลากหลายเพื่อทดสอบวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด ภายใต้ข้อจำกัดของปัญหา วิเคราะห์แนวคิดสำคัญ (Key idea) ในกิจกรรมสะเต็มศึกษาออกแบบ และปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ใช้ความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาในการวิพากย์กิจกรรมสะเต็มศึกษาของบุคคลอื่นได้อย่างสร้างสรรค์ แนวคิดหลักที่สำคัญในกิจกรรมสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย สถานการณ์ สิ่งที่ท้าทาย เกณฑ์ ข้อจำกัด ทรัพยากร และการประเมินผล

6. คุณลักษณะของบทเรียนสะเต็มที่ดี

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2550) กล่าวว่า การสอนแบบสะเต็มศึกษา เป็นรูปแบบการสอนที่ให้ผู้เรียนลงมือกระทำโดยใช้กระบวนการต่าง ๆ ในการจัดการเรียนการสอน ผู้เรียนจะได้รู้จักการวางแผนทำกิจกรรม สืบค้น การคิดต่าง ๆ เช่น การแก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์ โดยครูเป็นผู้ช่วยสนับสนุนผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง ทั้งนี้ควรจะต้องคำนึงถึงคุณลักษณะของบทเรียนสะเต็มที่ดี (Features of a great STEM lesson) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยลักษณะของบทเรียนสะเต็มที่ดีจะประกอบด้วย

1. มุ่งเน้นการแก้ปัญหาในชีวิตจริง คือ มุ่งเน้นประเด็นหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน ซึ่งในการเรียนสะเต็มศึกษาผู้เรียนจะได้เข้าถึงสังคมในบริบทที่เป็นจริง หรืออาจเป็นปัญหาสถานการณ์ เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

2. ความท้าทายของปัญหา คือ ปัญหาที่ระบุนั้นควรมีความท้าทายผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้จัดการกับปัญหาเหล่านั้นได้ และเนื้อหาควรเหมาะสมกับอายุ ระดับชั้นและระยะเวลาของการพัฒนาผู้เรียน อีกทั้งมีความชัดเจน ความเป็นไปได้ที่สามารถที่จะแก้ไขสิ่งนั้นได้

3. ทำกิจกรรมผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม โดยบทเรียน สะเต็มศึกษาจะใช้เป็นกระบวนการออกแบบ การแก้ปัญหาและสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา จึงใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมาเป็นแนวทาง โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้ระบุถึงปัญหาหรือการออกแบบที่ท้าทาย เพื่อสร้างและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาในกระบวนการนี้ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหา ดำเนินการวิจัยเป็นฐาน ซึ่งกระบวนการออกแบบวิศวกรรมจะประกอบด้วย (1) ระบุปัญหาหรือความต้องการ (2) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (3) การออกแบบเพื่อแก้ปัญหา (4) การวางแผนและลงมือปฏิบัติ (5) ทดสอบและประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหา และ (6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

4. มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ บทเรียนสะเต็มศึกษาจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติและร่วมมือกัน เพื่อที่จะอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนสร้างขึ้น ผู้เรียนมีการสื่อสาร เพื่อแบ่งปันความคิดและปรับปรุงต้นแบบตามความจำเป็น ควบคุม ความคิดของตนเองและมีการออกแบบการสืบเสาะด้วยตนเอง ตามสิ่งที่ออกแบบไว้ โดยสามารถที่จะตอบข้อจำกัดความต้องการและปัญหาของสถานการณ์นั้นได้

5. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำงานเป็นทีม บทเรียนสะเต็มศึกษาเป็นบทเรียนที่ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม เพื่อพัฒนาความคิด (Ideas) เกี่ยวกับการแก้ปัญหา การวางแผน

การแก้ปัญหา หาแนวทางในการแก้ปัญหา และการมีส่วนร่วมในการสื่อสารเกี่ยวกับสิ่งที่ค้นพบหรือวิธีการแก้ปัญหา

6. มีการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี บทเรียนสะเต็มศึกษามีจุดประสงค์เพื่อเชื่อมโยงและบูรณาการเนื้อหาจากรายวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้รับข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของรายวิชา สามารถนำไปผสมผสานกับบทเรียนที่ได้รับ จากนั้นผู้เรียนจะเริ่มเห็นว่าวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ไม่ได้เป็นเรื่องที่จะแยกออกจากกันแต่จะต้องทำงานด้วยกันเพื่อแก้ปัญหา นอกจากนี้ในบทเรียนสะเต็มศึกษายังใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์จะเห็นได้ว่าลักษณะของบทเรียนสะเต็มที่ดีที่ได้กล่าวมานี้ จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนนั้นใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากชีวิตจริง การลงมือปฏิบัติ มีการวางแผนการแก้ปัญหา โดยใช้การร่วมมือกันในการทำงานเป็นทีม ประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีที่ได้เรียนมา และที่สำคัญการเรียนรู้จากความผิดพลาด ซึ่งถือว่าเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมองสิ่งที่ผิดพลาด เพื่อเพิ่มโอกาสในการเรียนรู้ รู้จักการให้กำลังใจ การเสริมแรงอีกทั้งเป็นการฝึกความอดทน

กล่าวโดยสรุป คุณลักษณะของบทเรียนสะเต็มที่ดีประกอบด้วย มุ่งเน้นการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ความท้าทายของปัญหา ทำกิจกรรมผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำงานเป็นทีม และมีการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

7. การวัดและประเมินผลกิจกรรมสะเต็มศึกษา

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2550) ได้ให้ความสำคัญไว้ว่าการวัดและประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะต้องดำเนินการควบคู่ไปกับการเรียนการสอน จึงมีความสำคัญต่อการเรียนการสอน ทั้งนี้เพราะการวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการหนึ่งที่ช่วยให้ผู้สอนได้ข้อมูลสารสนเทศในการปรับเปลี่ยนการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการสะท้อนให้เห็นถึงคุณภาพของครูและผู้เรียน ตลอดจนเป็นข้อมูลที่จะนำไปปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ของครูและส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดการพัฒนาและเรียนรู้ได้เต็มศักยภาพ การวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการพัฒนาทักษะต่าง ๆ (ทักษะในศตวรรษที่ 21) และการรู้สะเต็ม (STEM literacy) โดยเน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงและการวัดและประเมินผลด้านความสามารถของผู้เรียนที่แสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ฉะนั้น การวัดและประเมินผลนั้น ควรที่จะต้องประเมินด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ (กระบวนการออกแบบวิศวกรรม) และเทคโนโลยี รวมถึงทักษะและเจคติต่อกลุ่มวิชาสะเต็มศึกษา ซึ่งสามารถสรุปแนวทางในการวัดและประเมินผลได้ 2 แนวทาง ดังนี้

1. การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic assessment) เป็นการประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนจากการแสดงออก การกระทำหรือผลงาน เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น การประเมินจากสภาพจริง จะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน โดยใช้วิธีประเมิน หลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน รวมถึงการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้การส่งเสริม และวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความสนใจ และความสามารถของแต่ละบุคคล อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอน และการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน หรือไม่ ผู้สอนสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรม และตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอน อีกทั้งการประเมินตามสภาพจริงจะเป็นการประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเองและสามารถพัฒนาตนเองได้ ทำให้การเรียนการสอนมีความหมายและเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้ ฉะนั้น เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่าง ๆ ได้แก่ 1) สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม 2) ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน 3) การสัมภาษณ์ 4) บันทึกของผู้เรียน 5) การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู 6) การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ 7) การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ 8) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยใช้แฟ้มผลงาน 9) การทดสอบ

2. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance assessment) เป็นการประเมินผลด้านความสามารถ ซึ่งประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงาน จะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน โดยลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

2.1 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นวิธีการวัดประเมินผลที่ใช้ปกติในแต่ละวิชา เพื่อใช้ในการวัดประเมินด้านเนื้อหา ทักษะ และเจตคติตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยที่ผู้สอนสามารถประเมินผลตามสาระของหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ซึ่งสามารถที่จะพิจารณาเนื้อหาของกิจกรรมตามความสอดคล้องตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของแต่ละวิชา

2.2 การประเมินกระบวนการประเมินความสามารถในการประยุกต์ความรู้ และทักษะในสถานการณ์จริง ซึ่งสามารถประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้ กระบวนการทำงานนี้ คือกระบวนการออกแบบวิศวกรรม ซึ่งในการวัดและประเมินผลกระบวนการออกแบบวิศวกรรมนั้น ผู้สอนสามารถที่จะวัดกระบวนการดังกล่าวนี้เพื่อสะท้อนความเข้าใจของผู้เรียนได้ ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

2.2.1 ขั้นระบุปัญหาหรือความต้องการ คือ ระบุปัญหาเพื่อหาทางแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจนตามเกณฑ์ความสำเร็จ หรือข้อจำกัด เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาและกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้สำหรับผู้เรียน ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2.2.2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ถึงความสามารถที่จะแก้ไขสิ่งนั้นได้และเหมาะสมกับสภาพจริง รวมถึงพิจารณาถึงข้อดีและข้อจำกัด

2.2.3 ขั้นการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา คือ ประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าภายใต้ข้อจำกัดตามสถานการณ์ที่กำหนด

2.2.4 ขั้นวางแผนและลงมือปฏิบัติ เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ โดยการสร้างแผนผังแนวคิดในการแก้ไขปัญหาที่สามารถปรับเปลี่ยนและเข้าใจได้ง่าย แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

2.2.5 ขั้นการทดสอบและการประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาขั้นนี้เป็นการทดสอบและประเมินผลการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวสามารถทำงานย้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนต่าง ๆ ได้ตลอด ขึ้นอยู่กับสถานการณ์

2.2.6 ขั้นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานเป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

จากข้างต้นที่ได้กล่าวถึง จากประเมินผลกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมนั้น ผู้สอนสามารถที่จะวัดกระบวนการดังกล่าวนี้เพื่อสะท้อนความเข้าใจของผู้เรียนได้ อีกทั้งกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมก็ยังเป็นกระบวนการที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่สามารถใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียน ช่วยสะท้อนภาพการจัดการเรียนรู้ว่า สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามที่มาตรฐานกำหนดไว้หรือไม่ อีกทั้งยังสามารถเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการพัฒนา และส่งเสริมคุณภาพในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับการปฏิบัติในชั้นเรียน ทั้งนี้ ผู้วิจัยจะได้นำเสนอตัวอย่างซึ่งเป็นแนวทางการวัดและประเมินผลกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหาหรือความต้องการ

ระดับชั้นประถมศึกษา ระบุปัญหาที่พบได้

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1. ระบุปัญหาที่พบจากการรวบรวมข้อมูล โดยใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณได้

2. กำหนดขอบเขตของปัญหาโดยคำนึงถึงเกณฑ์และข้อจำกัดได้

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ระบุปัญหาที่พบจากการรวบรวมข้อมูล โดยใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณได้

2. กำหนดขอบเขตของปัญหาโดยคำนึงถึงเกณฑ์และข้อจำกัดรวมถึงประเด็นต่าง ๆ เช่น ความเสี่ยง ความปลอดภัย ความต้องการของสังคมที่มีผลต่อแนวทางในการออกแบบการแก้ปัญหา

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ระดับชั้นประถมศึกษา

1. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

2. เลือกข้อมูลที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

2. วิเคราะห์และเลือกข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้

3. ประเมินความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหา

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

2. วิเคราะห์และเลือกข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้

3. ประเมินความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหาและระบบเกณฑ์ในการประเมินผลได้

3. ขั้นการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา

ระดับชั้นประถมศึกษา

1. ออกแบบแนวทางวิธีแก้ปัญหา ในรูปของภาพวาดหรือแบบจำลองที่ผู้อื่นเข้าใจได้

2. อธิบายแนวคิดที่ใช้ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1. ออกแบบวิธีแก้ปัญหา โดยเชื่อมโยงความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้

2. เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงเกณฑ์และข้อจำกัดได้

3. อธิบายแนวคิดที่ใช้ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นระบบโดยคำนึงถึงเกณฑ์และข้อจำกัดเป็นสำคัญ

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ออกแบบวิธีแก้ปัญหา โดยเชื่อมโยงความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้

2. เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นระบบ โดยคำนึงถึงเกณฑ์และข้อจำกัดและปัจจัยอื่น ๆ เช่น ต้นทุน ความปลอดภัย สังคม วัฒนธรรมและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3. อธิบายแนวคิดที่ใช้ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงเกณฑ์ และข้อจำกัดและปัจจัยต่าง ๆ

4. แบบจำลองทั้งที่เป็นกายภาพและทางคอมพิวเตอร์สามารถนำมาช่วยในขั้นตอนของการออกแบบ

4. ขั้นวางแผนและลงมือปฏิบัติ

ระดับชั้นประถมศึกษา

1. วางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนได้

2. ดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

3. บันทึกขั้นตอนการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาตามความเป็นจริงและสอดคล้องกับปัญหา

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1. วางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนได้

2. ดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

3. บันทึกขั้นตอนการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบตามความเป็นจริงและสอดคล้องกับปัญหา

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. วางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนได้

2. ดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

3. บันทึกขั้นตอนการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบตามความเป็นจริง และสอดคล้องกับปัญหา

5. ขั้นการทดสอบและการประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหา

ระดับชั้นประถมศึกษา

ทดสอบและประเมินผล เพื่อเสนอแนวทางในการปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาหรือปรับปรุงผลผลิต

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข เพิ่มเพิ่มประสิทธิภาพของวิธีการแก้ปัญหาหรือเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต

2. มีกระบวนการประเมินผลแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นระบบโดยคำนึงถึงเกณฑ์และข้อจำกัดจากปัญหาหรือสถานการณ์

3. มีการประเมินประสิทธิภาพของแต่ละส่วนประกอบของแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบใหม่ (Redesign)

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข เพิ่มเพิ่มประสิทธิภาพของวิธีการแก้ปัญหาหรือเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต

2. มีกระบวนการประเมินผลแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นระบบ โดยคำนึงถึงเกณฑ์และข้อจำกัดและปัจจัยอื่น ๆ เช่น สังคม วัฒนธรรม และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากปัญหาหรือสถานการณ์

3. มีการประเมินประสิทธิภาพของแนวทางการแก้ปัญหา ตรวจสอบเกณฑ์ที่กำหนดอย่างเป็นระบบ และจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์แต่ละเกณฑ์เพื่อหาจุดสมดุลของความสำคัญให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด

4. มีการประเมินประสิทธิภาพของแนวทางการแก้ปัญหา ตรวจสอบเกณฑ์ที่กำหนดอย่างเป็นระบบ

5. จัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์แต่ละเกณฑ์เพื่อหาจุดสมดุลของความสำคัญให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด

6. ขั้นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ระดับชั้นประถมศึกษา

1. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาด้วยวิธีการอย่างง่ายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

2. เข้าใจบทบาทหน้าที่รับผิดชอบของตนเอง

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1. นำเสนอเกี่ยวกับปัญหา แนวคิดและวิธีการในการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจโดยใช้ทักษะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ

2. อธิบายแนวทางการปรับปรุงแนวคิดในการแก้ปัญหาได้

3. เข้าใจบทบาทหน้าที่รับผิดชอบของตนเองและผู้อื่นในการทำงานร่วมกัน

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. นำเสนอเกี่ยวกับปัญหา แนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจโดยใช้ทักษะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ

2. อธิบายแนวทางการปรับปรุงแนวคิดในการแก้ปัญหาพร้อมหลักฐานที่เป็นเหตุเป็นผล

3. เสนอแนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิม

4. เข้าใจบทบาทหน้าที่รับผิดชอบของตนเองและผู้อื่นในการทำงานร่วมกัน

8. แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

STEM Education Thailand (2014) แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการสอนที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีผ่านการปฏิบัติกิจกรรมการแก้ปัญหาจากการที่ผู้สอนคิดสร้างสถานการณ์ ขึ้นมาจากปัญหา

ที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนและสังคม โดยการใช้แนวคิดกระบวนการออกแบบทาง วิศวกรรมผนวกเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี เพื่อกระตุ้นความสนใจของ ผู้เรียนให้เกิดความท้าทายในการคิดหาทางแก้ปัญหา และสร้างพัฒนาเป็นนวัตกรรมนั้นภายใต้ ข้อจำกัดที่มีอยู่ โดยความร่วมมือของทีมภายในกลุ่มระดมความคิดออกแบบและสร้างโมเดลต้นแบบไว้ โดยที่สามารถตอบข้อจำกัดความต้องการและปัญหาของสถานการณ์ แล้วทดสอบและปรับปรุงจนได้ เป็นต้นแบบที่สมบูรณ์ เมื่อพิจารณาการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (Lesson plan STEM education) ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบของศาสตร์ต่าง ๆ ที่จะสามารถบูรณาการเข้าสู่หน่วยการเรียนรู้ของตนเอง แต่ทั้งนี้จะต้องอยู่ในกรอบของหลักสูตรของเรื่องนั้น ๆ ด้วย เช่น หากผู้สอนต้องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องความร้อนใต้พิภพ ควรจะต้องคำนึงถึง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ว่าอยู่ในกลุ่มสาระใด ระดับและช่วงชั้นใด อีกทั้งเนื้อหาในหลักสูตรควรจะรู้มากน้อยเพียงใด ขณะเดียวกันก็ต้องศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยไปศึกษาในสาระ ระดับ และช่วงชั้นเดียวกับวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้งานในเชิงวิศวกรรมศาสตร์ของเนื้อหาสาระที่ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ต้องการจะจัดการเรียนรู้

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ครูออกแบบขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งเป้าหมายของสะเต็มศึกษานั้น ต้องการให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้สะเต็ม (STEM literacy) ที่สามารถใช้ทักษะ แนวคิดและกระบวนการจากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ เพื่อทำความเข้าใจปัญหาที่ซับซ้อนโดยใช้ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 รวมถึงการคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ร่วมมือกันเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา ศึกษาความเป็นไปได้และเหมาะสมตามขอบเขตของปัญหา และตระหนักถึงบทบาทของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ในสังคมสมัยใหม่ ฉะนั้นในการวางแผนการสอนให้กับผู้เรียนตามแนวทางสะ เต็มศึกษานั้น ผู้สอนจะต้องวางแผนให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ในการปฏิบัติงานทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering practice) ที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติแบบเดียวกับที่นักวิศวกรใช้ในการออกแบบ สร้างแบบจำลองและระบบ ซึ่งการปฏิบัติงานทางวิศวกรรมศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของการสืบเสาะหาความรู้เช่นเดียวกับการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ โดยที่การสืบเสาะหาความรู้นั้น จะครอบคลุมถึงกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการหาคำตอบเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ประกอบด้วย 8 ประเด็น คือ (1) การใช้คำถามและการนิยามปัญหา (2) การพัฒนาและใช้แบบจำลอง (3) วางแผนและลงมือสืบค้นสำรวจ (4) วิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล (5) ใช้การคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์และการคำนวณ (6) สร้างคำอธิบายและการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (7) มีส่วนร่วมในการโต้แย้งจากหลักฐานที่หามาได้ (8) การสืบค้น การประเมิน และการสื่อสารข้อมูล โดยเป้าหมายของการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษานั้นจะเน้นผู้เรียน

ได้เรียนรู้โดยการปฏิบัติ (Learning by doing) ฝึกการคิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่สามารถตรวจสอบได้ ตลอดจนมีทักษะในการสื่อสาร ทักษะความร่วมมือ และสิ่งที่ขาดไม่ได้ คือ ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี

จากเป้าหมายของสะเต็มศึกษาที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา ซึ่งจากเป้าหมายดังกล่าวนี้สามารถที่จะเป็นแนวทางในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ โดยในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้นั้นจะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบสำคัญที่สัมพันธ์กันหรือมีความสอดคล้องกัน ประกอบด้วย หลักสูตร กระบวนการเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ ที่มีการเชื่อมโยงกัน ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบประกอบไปด้วยรายละเอียด ดังนี้

1. หลักสูตร เป็นหลักสูตรของสถานศึกษาที่มีสาระและมาตรการเรียนรู้ตาม หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศ โดยแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจะใช้สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล ประกอบด้วยประเด็นสำคัญ ได้แก่

1.1 มาตรฐานการเรียนรู้ คือ การอธิบายถึงสิ่งที่ผู้เรียนทุกคนควรรู้ (What student should know) และสามารถทำได้ (Ability to do)

1.2 ตัวชี้วัด คือ สิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น แต่มีความเฉพาะเจาะจงและมีความเป็นรูปธรรม

1.3 แนวคิดหลัก (Main idea) หรือความคิดรวบยอด คือ เนื้อหาหลักหรือความรู้ ทักษะกระบวนการ จิตพิสัยที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ โดยสามารถพิจารณาจากสาระการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดแล้วควรนำมาเขียนให้กระชับ ไม่เป็นเนื้อหาที่ลึกหรือยากเกินไปจากสาระการเรียนรู้แกนกลาง

1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นส่วนที่กำหนดทิศทางของการเรียนการสอน กำหนดขอบเขตของการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมในตัวผู้เรียนให้สัมพันธ์กับเป้าหมายของสะเต็มศึกษา ดังนั้น การกำหนดจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษานั้นต้องกำหนดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในแนวทางที่พึงประสงค์ โดยมุ่งเน้นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในตัวผู้เรียน ทั้ง 3 ด้าน ที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดที่กำหนด คือ 1) ความรู้ (Knowledge) เป็นสาระการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องเรียนจะได้จากการเรียนการสอนในหน่วยหนึ่งๆ มี 2 ชนิด ชนิดที่แรกเป็นความรู้ที่ได้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ตามระดับชั้นของผู้เรียน ส่วนที่สองเป็นความรู้ที่จะได้มาจากส่วนของความรู้บูรณาการ คือ สาระเรื่องราวต่าง ๆ ที่เป็นสภาพการณ์ที่กำหนดสภาพแวดล้อมรอบตัว ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ที่ถูกนำมาคิด ซึ่งเนื้อหาจะเป็นสาระของวิชาใดก็ได้ จึงเป็นความรู้เชิงบูรณาการโดยการนำศาสตร์สาขาต่าง ๆ ที่มีเนื้อหาสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมาจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในลักษณะของการผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพชีวิตจริงของผู้เรียน ตัวอย่างเช่น กิจกรรมสะเต็มศึกษาเรื่องนั่งร้านจอมพลัง เป็นสถานการณ์ที่สมมุติว่าผู้เรียนเป็นวิศวกรได้รับภารกิจให้ออกแบบและทดสอบนั่งร้านเพื่อให้ช่างใช้ในงานซ่อมแซมและทาสีอาคารเรียนสูง 3 ชั้น (15 เซนติเมตร) โดยนั่งร้านที่สร้างขึ้นจะต้องมี 3 ระดับ เพื่อให้ช่างทำงานและนั่งร้านจะต้องมีความแข็งแรง สามารถรับน้ำหนักที่ชั้นบนสุดได้อย่างน้อย 330 กรัม (ดินน้ำมัน 2 ก้อน) โดยที่นั่งร้านไม่ยุบตัวลง ฉะนั้น องค์ความรู้ที่ใช้ในการบูรณาการเพื่อสร้างชิ้นงานโดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ประกอบด้วย

1.4.1 องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ได้แก่ แรง ผลของแรงต่อวัตถุ แรงรับน้ำหนักของวัตถุ

1.4.2 องค์ความรู้ทางเทคโนโลยี ได้แก่ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ สืบค้นข้อมูล

1.4.3 องค์ความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ในการออกแบบและสร้างนั่งร้านตามเงื่อนไขที่กำหนด

1.4.4 องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การคำนวณน้ำหนัก รูปร่างทางเรขาคณิต พื้นที่สมมาตร ทั้งนี้ในการกำหนดสาระความรู้นั้น ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงความรู้เดิมของผู้เรียน การบูรณาการศาสตร์ที่ยากสำหรับความเข้าใจของผู้เรียน คำศัพท์ รวมไปถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น และขัดขวางการเรียนรู้ของผู้เรียน อาทิเช่น การเรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ในบางเนื้อหานั้นมีความเป็นนามธรรมมาก ทำให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) ได้ เช่น แนวคิดเกี่ยวกับคลื่นเสียง การไหลของกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

2. ทักษะกระบวนการ (Process) เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยนำความรู้ทางวิศวกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ สร้างสรรค์หรือพัฒนาชิ้นงานหรือปรับปรุงระบบต่าง ๆ ที่เป็นความต้องการของมนุษย์ วิศวกร จะอาศัยกระบวนการคิดและตัดสินใจอย่างเป็นระบบ บนพื้นฐานของการประยุกต์ใช้ความรู้ในด้านต่าง ๆ ตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม โดยใช้แนวปฏิบัติทางวิศวกรรมที่นักวิศวกรใช้ในการออกแบบ สร้างแบบจำลองและระบบ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ ดังนี้

2.1 การนิยามปัญหา เพื่อกำหนดเกณฑ์และระบุข้อจำกัดในการแก้ปัญหา โดยเริ่มต้นจากการระบุถึงปัญหาและเงื่อนไขหรือเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เป็นเป้าหมาย

2.2 การพัฒนาและใช้แบบจำลอง การนำเสนอระบบวิศวกรรมซึ่งเป็นตัวแทนของความคิดและการอธิบายโดยใช้คณิตศาสตร์ในการสร้างโมเดล ผู้เรียนร่วมกันระดมความคิด วางแผนและวาดรูปแสดงสิ่งที่จะเกิดขึ้นก่อนการทดลองแก้ปัญหาจริง ซึ่งจะเห็นว่าการที่นักเรียนวาดรูปแสดงอุปกรณ์ได้นั้น ต้องผ่านการคิดพิจารณาอย่างเป็นลำดับขั้น เพื่อนำไปสู่การลงมือปฏิบัติ

2.3 ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง ผู้เรียนจะร่วมกันวางแผนและลงมือสืบค้นสำรวจทางวิศวกรรมที่มีการระบุเกี่ยวกับประสิทธิภาพ ความชำนาญและความคงทนของการออกแบบภายใต้เงื่อนไขที่ต่างกัน โดยการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาและระดมความคิดเพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมด แล้วจึงวิเคราะห์และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

2.4 วิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล การวิเคราะห์เกี่ยวกับการเลือกข้อมูลในการทดสอบจากการออกแบบ ซึ่งข้อมูลลักษณะนี้จะช่วยในการเปรียบเทียบในการแก้ปัญหาที่ต่างกัน และกำหนดหาวิธีการที่ดีและตรงกับเกณฑ์การออกแบบวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด

2.5 ใช้การคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์และการคำนวณเพื่อใช้ในการทำงาน โดยการใช้ตัวเลขในการให้ความหมายหรือเหตุผล เช่น การสร้างแบบจำลองที่เกี่ยวกับการแก้สมการ หรือการประมาณการและรวมไปถึงการตระหนัก การแสดงและการนำไปประยุกต์ใช้ในความสัมพันธ์เชิงปริมาณ รูปแบบของคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ ช่วยให้นักวิศวกรนำไปใช้ในการพยากรณ์พฤติกรรมของระบบและทดสอบความถูกต้องของการพยากรณ์

2.6 สร้างคำอธิบายและการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาเป็นการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยปัญหาขึ้นอยู่กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และรูปแบบที่เป็นรูปธรรม แต่ละจุดประสงค์ของผลจากการแก้ปัญหาจากกระบวนการตามเกณฑ์ที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีการอธิบายเกี่ยวหน้าที่ความเป็นไปได้ทางเทคนิค ราคา ความปลอดภัยและปฏิบัติการตามข้อกำหนดที่ตั้งไว้ ซึ่งทางเลือกที่ดีนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการที่นำเสนอปัญหาที่ตรงตามเกณฑ์และเงื่อนไข

2.7 มีส่วนร่วมในการโต้แย้งจากหลักฐานที่หามาได้โดยใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิดที่มีการให้เหตุผลและการโต้แย้งถูกนำมาใช้เพื่อปกป้องการหาทางออกที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาใช้วิธีการอย่างเป็นระบบ เพื่อเปรียบเทียบแนวทางในการแก้ปัญหารวมถึงสร้างข้อโต้แย้งและสามารถ วิพากษ์การให้เหตุผลของผู้อื่นซึ่งเป็นคุณลักษณะอย่างหนึ่งของการเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา

2.8 การสืบค้น การประเมิน และการสื่อสารข้อมูล เป็นการสื่อสารอย่างชัดเจนและการโน้มน้าวความคิด มีการวิพากย์และสื่อสารแนวคิดของบุคคลหรือกลุ่มบุคคล การมองหาและนำเสนอระเบียบวิธีในการให้เหตุผล โดยการสื่อสารข้อมูลและแนวคิดสามารถมีได้ หลายแนวทาง

ซึ่งอาจจะเป็นการใช้ตาราง ไดอะแกรม กราฟ แบบจำลองและสัญลักษณ์ตลอดจน การนำเสนอในการเขียนและการอภิปราย ใช้ข้อมูลจากหลายแหล่งเพื่อใช้ในการประเมินความถูกต้อง ของข้อกล่าวอ้าง วิธีการและการออกแบบ

3. จิตพิสัย (Attitude) เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นภายในใจเกี่ยวกับความรู้สึก อารมณ์และจิตใจของบุคคล เช่น ความสนใจ ความซาบซึ้ง เจตคติค่านิยม ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงการประเมินผลการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยมีรูปแบบการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ ซึ่งจากที่ได้กล่าวมาแล้วว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จะเป็นการบูรณาการความรู้ทักษะกระบวนการทั้ง 4 ศาสตร์ที่มีเนื้อหาสาระสัมพันธ์เกี่ยวข้องเข้าด้วยกัน จึงทำให้เห็นถึงธรรมชาติของความรู้และทักษะกระบวนการของแต่ละศาสตร์ที่แตกต่างกันสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ได้ และที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ โดยใช้ทักษะและกระบวนการที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาตามแนวปฏิบัติทางวิศวกรรมที่นักวิศวกรใช้ในการออกแบบสร้างแบบจำลองและระบบ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ รวมทั้งการร่วมมือการทำงาน ดังนั้น การวางแผนเพื่อกำหนดพฤติกรรมที่จะให้เกิดกับผู้เรียนจำเป็นจะต้องสอดคล้องกับความรู้ทักษะและกระบวนการของแต่ละวิชาที่นำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในเรื่องหรือกิจกรรมนั้นด้วย อีกทั้ง ผู้สอนจะต้องพิจารณาถึงระดับของพฤติกรรมที่จะให้เกิดกับผู้เรียนในกิจกรรมการเรียนรู้นั้น ได้แก่ การรับรู้ การตอบสนอง การสร้างคุณค่า การจัดระบบคุณค่า และการสร้างลักษณะนิสัย และที่สำคัญ พฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนนี้ จะต้องสังเกตและวัดได้ ซึ่งสามารถใช้วิธีการบันทึกการสังเกต สัมภาษณ์ การสอบถาม แบบวัดเชิงสถานการณ์

4. กระบวนการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางในการจัดการศึกษาเพื่อกระตุ้น ให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การบูรณาการการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเน้นการนำความรู้ ไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตจริง เพื่อให้มีความหมายต่อผู้เรียน รวมทั้งเพื่อให้สามารถพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต โดยลักษณะของการการจัดการเรียนการสอนที่สัมพันธ์กับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือทำ ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของการสอน โดยรูปแบบการสอนอาจเป็นการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-base approach) หรือการสืบเสาะ (Inquiry-base learning) ก็ได้ นอกจากนี้ผู้สอนยังจะต้องคำนึงถึงการจัดหาแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และวัสดุ อุปกรณ์ให้เพียงพอต่อการปฏิบัติงาน/กิจกรรม รวมทั้งให้โอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและเรียนรู้ด้วยตนเอง

5. การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งในส่วนของความรู้ด้านนี้ ครูจะต้องรู้ว่าควรจะวัดอะไรและวัดอย่างไร เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในการวัดและประเมินผลนั้น ผู้สอนจะต้องพิจารณาใน 2 ประเด็น ประเด็นแรก คือ ในมิติของการประเมินการรู้สะเต็ม (STEM literacy) ตามเป้าหมายของสะเต็มศึกษาที่ต้องการให้ผู้เรียนสามารถใช้แนวคิดจากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ทั้งส่วนที่เป็นทักษะ แนวคิด และกระบวนการ เพื่อทำความเข้าใจปัญหาที่ซับซ้อน ซึ่งมิติเหล่านี้มีสำคัญมากในการประเมินผลการเรียนสะเต็มศึกษา ดังนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ครูจะต้องรู้ว่า มิติในด้านใดหรือคุณลักษณะใดที่ครูควรจะประเมินในหน่วยการเรียนรู้นั้น ประการที่สอง วิธีประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนที่สอดคล้องกับมิติของการประเมิน รวมถึงเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน กระบวนการเฉพาะที่ใช้ในการประเมิน วิธีการหรือกิจกรรมต่าง ๆ โดยคำนึงถึงช่วงเวลาในการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งก่อน ระหว่างและหลังการสอน ตลอดจนการประเมินที่หลากหลาย เช่น การประเมินชิ้นงาน การประเมินการนำเสนอ การสะท้อนความคิด การเขียนรายงาน ใบงาน เป็นต้น ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของกิจกรรมจะต้องสอดคล้องกับเป้าหมายของการสอน กล่าวโดยสรุป แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการสอนที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผ่านการปฏิบัติกิจกรรมการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ครูออกแบบขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

9. แนวทางการนำสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

National Research Council (NRC.) (2012) ในการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาจะเริ่มต้นจากการกำหนดประเด็นในการศึกษาแล้วพิจารณาเลือกตัวชี้วัดของแต่ละกลุ่มรายวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ว่า มีตัวชี้วัดใดบ้างที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมแบบบูรณาการร่วมกันได้ ผนวกกับแนวคิดการออกแบบทางวิศวกรรม จากนั้นใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในการดำเนินกิจกรรม ในการนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาเข้าไปสู่ชั้นเรียนนั้น ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงบริบทต่าง ๆ ของผู้เรียน เช่น ความเหมาะสมของกิจกรรมกับวัย ระดับชั้นของผู้เรียน ความรู้เดิมของผู้เรียน เป็นต้น การนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน สามารถดำเนินการได้ 3 แนวทาง ได้แก่

1. การจัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในคาบเรียน เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบหนึ่ง โดยจัดการเรียนการสอนที่มีการผสมผสานหรือสอดแทรกแนวคิดหลักของสะเต็มศึกษา เข้าไปในแต่ละแผนการสอนปกติตามหลักสูตร เช่น แผนการสอนเรื่องแรงระหว่างประจุตามกฎของคูลอมบ์ ผู้สอนอาจจะเสริมส่วนของการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และ/หรือเทคโนโลยีเข้าไป เพื่อให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์บางส่วนของกิจกรรมการศึกษา ตัวอย่างในการบูรณาการ เช่น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้านวิศวกรรมศาสตร์เกี่ยวกับ

การออกแบบและเลือกใช้วัสดุเข้าไปในการสร้างชุดการทดลองของแรงระหว่างประจุตามกฎของคูลอมบ์ หรือเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดทักษะด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการใช้โปรแกรม Microsoft Excel สำหรับนำมาใช้ในการทดลองแรงระหว่างประจุตามกฎของคูลอมบ์ แต่อย่างไรก็ตามในกรณีที่ผู้สอนมีความประสงค์จะให้แนวคิดของสะเต็มสมบูรณ์ อาจทำได้โดยการแยกแนวคิดและแนวทางการจัดการเรียนการสอนสะเต็มให้ปรากฏในแผนการสอนต่าง ๆ จนครบสมบูรณ์ คล้ายกับการต่อจิ๊กซอว์ ซึ่งข้อดีของการจัดการเรียนรู้แนวทางนี้ คือ ผู้เรียนได้มีโอกาสในการสร้างองค์ความรู้ที่ได้รับจากบทเรียนนั้น ๆ อย่างทันทีทันใด แต่ข้อด้อย คือ การจัดการเรียนรู้นี้ อาจจะขาดความเชื่อมโยงและบูรณาการที่ชัดเจนนัก

2. การจัดกิจกรรมที่มีการวางแผนตามหลักสูตร เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยผู้สอนวางแผนการสอนที่มีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสาระวิชาต่าง ๆ และเชื่อมโยงตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องเรียนในหนึ่งภาคการศึกษา ซึ่งเป็นการบูรณาการรวมไปในหลักสูตร อาจทำในรูปแบบของกลุ่มผู้สอน กำหนดช่วงเวลาที่เหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา โดยเชื่อมโยงกับความรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วในภาคเรียนนั้น ๆ ทั้งนี้ช่วงเวลาการจัดการเรียนรู้ สามารถเป็นช่วงเวลาใดระหว่างภาคการศึกษาก็ได้ ตัวอย่างเช่น Project Lead the Way (PLTW) ซึ่งเป็นโครงการที่จัดขึ้นในสหรัฐอเมริกา เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง ตัวอย่างเช่น ครูวิทยาศาสตร์และครูคณิตศาสตร์ร่วมกันวางแผน โดยวิเคราะห์ตัวชี้วัดที่ผู้เรียนต้องเรียนในภาคเรียนนั้น โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เชื่อมโยง เนื้อหาส่วนที่ผู้เรียนได้เรียนได้แล้วทั้งสองสาระวิชา จากโจทย์ปัญหากิจกรรมเดียวกัน ตัวอย่างเช่น Project Lead the Way (PLTW) อย่างเช่น ตัวอย่างกิจกรรมที่เน้นทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ในประเด็นที่เกี่ยวกับการสำรวจพื้นที่ของน้ำสะอาดให้กับชุมชน หน้าที่ของวิศวกรก็จะหาวิธีการแก้ไขปัญหาเร่งด่วน ซึ่งแนวทางการเรียนรู้ตาม PLTW นี้จะช่วยให้ผู้เรียนก้าวเข้าสู่บทบาทของวิศวกร นำความคิดมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยที่หลักสูตรของโปรแกรมผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้โลกแห่งความจริง มีความท้าทาย ส่งเสริมให้ผู้เรียนผู้ทำงานร่วมกันได้ดีขึ้น เป็นนักคิด ผู้เรียนสามารถใช้เวลาได้ตามความต้องการจากหลักสูตรนี้ ข้อดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางนี้ คือผู้เรียนมีโอกาสได้รับประสบการณ์ในการบูรณาการความรู้และทักษะที่ชัดเจน ข้อด้อย คือ ความยุ่งยากในการจัดการและการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพราะบางกรณีอาจจะต้องกระทำร่วมกันหลายฝ่าย การวางแผนล่วงหน้าที่ต้องเป็นการลำดับที่ชัดเจนไม่ค่อยมีความยืดหยุ่น

3. การจัดกิจกรรมนอกหลักสูตร ซึ่งเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถจัดเป็นกิจกรรมในหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ อาจจะจัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรี หรือจัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกชั้นเรียน หรือกิจกรรมลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ซึ่งเป็นนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการ โดยที่กิจกรรมสะเต็มศึกษานั้นเป็นกิจกรรมที่เน้นการบูรณาการองค์ความรู้

ในศาสตร์ ผ่านการทำกิจกรรมโครงงาน การแก้ปัญหาหนึ่งๆโดยผู้เรียนมีอิสระในการทำกิจกรรม แต่อยู่บนพื้นฐานของโจทย์ปัญหาที่ครูผู้สอนวางแนวทาง และกำหนดให้ ตัวอย่างเช่น ทำโครงการลดขยะมูลฝอย ซึ่งครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด ลงมือ อภิปราย และปรับปรุงแนวทางของกิจกรรมทั้งหมดด้วยตัวผู้เรียนเอง ขณะที่ผู้สอนพยายามชี้ให้เห็นความสำคัญหรือตัวตนของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีในกิจกรรมเหล่านั้น ข้อดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางนี้ คือ ผู้เรียนจะได้ฝึกปฏิบัติ และลงมือทำ โดยได้บูรณาการองค์ความรู้และทักษะอย่างเข้มข้น โดยเชื่อมโยงกับชีวิตจริง แต่ข้อด้อย คือ กิจกรรมตามแนวทางนี้ต้องการเวลามาก และต่อเนื่องยาวนาน เนื่องจากผู้สอนต้องเตรียมตัวในการจัดการเรียนการสอนที่ซับซ้อน และทุ่มเทเวลามาก ในการให้คำปรึกษาแก่นักเรียน

จากความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น เป็นการบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน รวมทั้ง การพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพที่ได้รับประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติจริง โดยได้มีการผนวกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีให้กับผู้เรียนได้มีโอกาสนำความรู้นั้น มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ฉะนั้น ครูผู้สอนควรจะต้องตระหนักเกี่ยวกับการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาให้เหมาะสมกับวัย และระดับชั้นของผู้เรียนอันจะส่งผลให้ได้รับการพัฒนาทักษะการคิด การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การแก้ปัญหา และการสื่อสาร โดยอนาคต การบูรณาการสะเต็มศึกษา อาจกระทำได้หลายลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งวิธีการเหล่านี้สามารถส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงในเรื่อง 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ครูกำลังมองหา และ 2) การส่งเสริมผู้เรียนและเตรียมผู้เรียนสู่อาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

10. องค์ประกอบและตัวบ่งชี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาตามหัวข้อดังต่อไปนี้

10.1 ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนสะเต็มศึกษา (STEM education)

ชุติมา วิชัยดิษฐ และชาตรี ฝ่ายคำตา (2561) ได้กล่าวไว้ว่า ความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีสอนเป็นความรู้สำคัญที่จะช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมี ประสิทธิภาพ เพราะความรู้ดังกล่าวจะช่วยให้ผู้สอนสามารถนำเสนอเนื้อหาหนึ่ง ๆ ด้วยวิธีสอนและกิจกรรม การเรียนรู้ที่เหมาะสมช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ และเข้าใจเนื้อหาดังกล่าวได้อันจะส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ความรู้ในเนื้อหาบูรณาการวิธีสอนเป็นความรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้สอน

ทุกคน เพื่อให้สามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งความรู้ในเนื้อหาบูรณาการวิธีสอนนั้นเกิดจากการบูรณา การระหว่างความรู้พื้นฐานสำหรับการสอน 2 ชนิด คือ ความรู้ในเนื้อหาและความรู้เกี่ยวกับวิธีสอน ซึ่งความรู้เกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนสะเต็มศึกษา ทั้งนี้ในการที่ผู้สอนจะสอน เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง นั้น ผู้สอนจะต้องมีความรู้เฉพาะในเนื้อหาสาระที่จะสอน และความรู้เกี่ยวกับวิธีสอน ซึ่งเป็นกระบวนการถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ โดยผู้เรียนนั้นมีวิธีการเรียนรู้ที่ต่างกัน ฉะนั้นความรู้ในด้านนี้จึงมีความสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูจะต้องได้รับการพัฒนา แต่อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาถือเป็นเรื่องใหม่สำหรับวงการศึกษา ฉะนั้นผู้สอนจะต้องทำความเข้าใจให้ถ่องแท้เพื่อประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อ การเรียนรู้ของผู้เรียน และที่สำคัญความภาคภูมิในตนเองของครูที่มีคุณค่ายิ่ง ขอบข่ายขององค์ความรู้เกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน มีรายละเอียดประกอบด้วย

1. ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge, [PCK]) นับเป็นประเภทของความรู้ที่จำเพาะ และเป็นองค์ความรู้ที่นอกเหนือจากความรู้ด้านเนื้อหา องค์ความรู้นี้ คือการบูรณาการมิติของความรู้ด้านต่าง ๆ เพื่อเพิ่มศักยภาพของการสอนในเนื้อหานั้น องค์ประกอบที่สำคัญของเกี่ยวกับแนวคิดใน PCK คือ องค์ประกอบของความรู้ด้านเนื้อหา และวิธีการสอนที่เหมาะสมส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนของครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหานั้นได้ โดยมุ่งเน้นถึงความรู้ที่เอื้อจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ครูสามารถเข้าใจถึงแนวคิดเดิมที่ผู้เรียนมีมาก่อน และความยากในการเรียนรู้ในเนื้อหานั้น และที่สำคัญความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนนี้จะเป็นสิ่งที่จะกำหนดทิศทางของการปฏิบัติการสอนของครู นั่นหมายความว่า หากครูมีความรู้ที่ดีก็ทำให้เชื่อว่าครูจะสามารถสอนได้อย่างดีด้วย เช่นกัน

2. ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา (PCK for Teaching STEM Education) ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนที่ดีจะส่งผลดีต่อความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน เนื่องจากความรู้ส่วนนี้จะส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของครู และยังส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งในการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนสะเต็มศึกษานั้น เป็นการเน้นการสร้างความรู้ใหม่ โดยมุ่งหวัง ให้ครูสร้างความรู้ใหม่นั้นด้วยตนเอง โดยการบูรณาการความรู้ด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา การบูรณาการ ความเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของเนื้อหาทั้งภายในสาระวิชาและระหว่างสาระวิชาที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายการสอนสะเต็ม ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน ความรู้เกี่ยวกับหลักการวิธีสอน ความรู้เกี่ยวกับสื่อ วัสดุ และแหล่งการเรียนรู้ในการกระตุ้นความสนใจ ของผู้เรียนเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ และการปฏิบัติการสอนได้สอดคล้องกับหลักสูตร และ

การเรียนรู้ของผู้เรียน ตลอดจนการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดมุ่งหมาย การสอนสะเต็มศึกษา

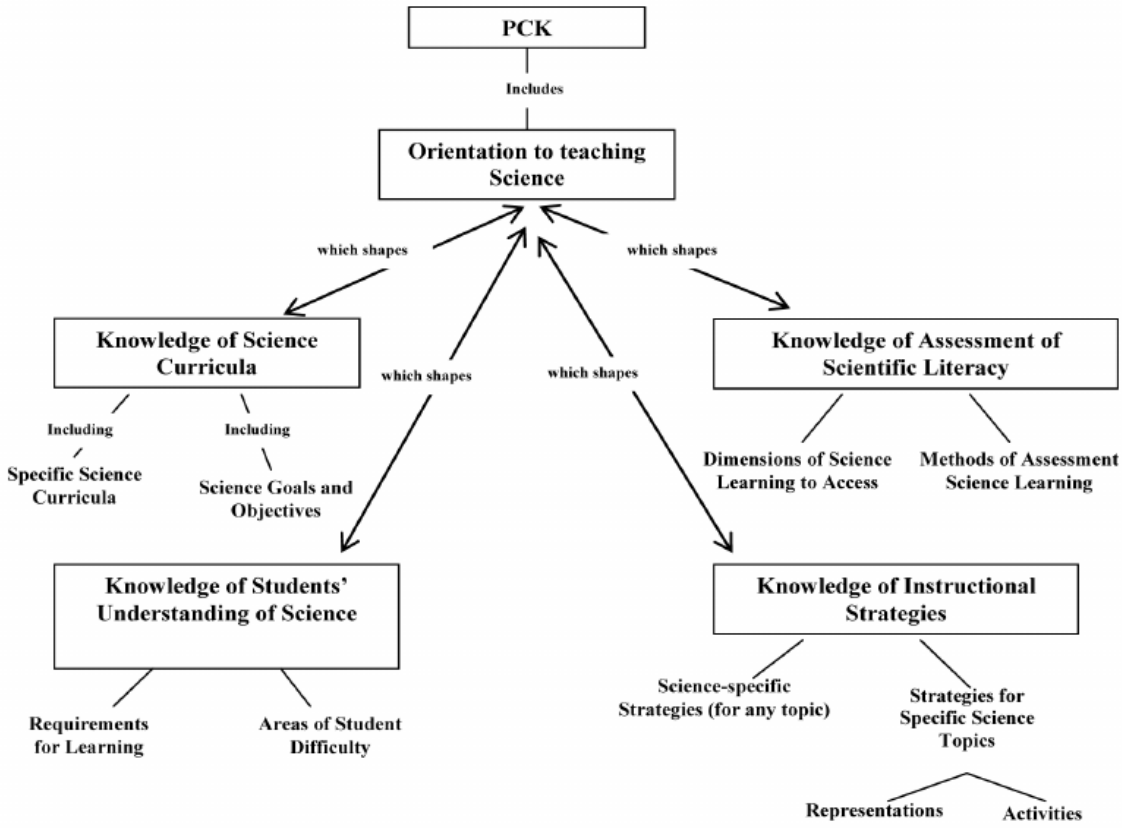
2.1 ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge (PCK))

ชุติมา วิชัยดิษฐ และชาตรี ฝ่ายคำตา (2561) ได้ให้ความสำคัญไว้ว่า ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน หมายถึง ความรู้ และความสามารถของครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนต้องมีความรู้ความเข้าใจทั้งเนื้อหา ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แนวทางวิธีสอน กิจกรรมการเรียนการสอน และเทคนิคการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงการวัด และประเมินผล ซึ่งทั้งหมดจะเรียกรวมกันว่าความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอน

ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมานี้กรอบแนวคิดเกี่ยวกับ PCK ที่ถูกนำเสนอโดย Shulman ได้รับการยอมรับในเชิงวิชาการอย่างกว้างขวางซึ่ง Shulman (1987) ได้ให้ความสำคัญว่า เป็นการแยกความรู้ในเนื้อหา บูรณาการวิธีสอนออกจากความรู้ในเนื้อหา และจำแนกความรู้ที่เป็นพื้นฐานของครูเพื่อใช้ประกอบการสอนออกเป็น 7 ประเภท คือ ความรู้ในเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอน ความรู้เกี่ยวกับ หลักสูตร ความรู้ในเนื้อหาบูรณาการวิธีสอน ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน ความรู้เกี่ยวกับบริบทการเรียนรู้ และความรู้เกี่ยวกับจุดมุ่งหมายการศึกษา โดยความรู้ทั้ง 7 ประเภทนี้ นับว่าความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธี สอนนั้นมีความสำคัญยิ่ง เนื่องจากเป็นรูปแบบของความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิธีการนำเสนอ เนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ได้ระบุความหมายไว้ว่า “ความรู้ในเนื้อหา บูรณาการวิธีสอนแสดงถึงการผสมผสานความรู้ในเนื้อหาและความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจว่าควรจัดเรียง ดัดแปลง และนำเสนอเนื้อหาอย่างไรให้สอดคล้อง และเหมาะสมกับความสนใจ และความสามารถที่หลากหลายของผู้เรียน”

Geddis (1993) ได้ให้ความสำคัญไว้ว่า องค์ประกอบที่สำคัญในแนวคิดเกี่ยวกับ PCK คือ องค์ประกอบของความรู้ด้านเนื้อหา และวิธีการสอนที่เหมาะสมส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนของครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา นั้นได้ให้ครูสามารถเข้าใจถึงแนวคิดเดิมที่ผู้เรียนมีมาก่อน และความยากในการเรียนรู้ในเนื้อหานั้นครู ผู้ที่มีความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนที่เหมาะสมนั้นเป็นผู้ที่ประสบความสำเร็จในการสอน และสามารถตระหนักถึงความสำคัญของการเข้าใจแนวคิดเดิมของผู้เรียน และสามารถบูรณาการวิธีสอนที่มีประสิทธิภาพพัฒนาแนวคิดเดิมของผู้เรียนให้ถูกต้องได้ ต่อมาในปี 1999 ได้มีการอ้างอิงแนวคิดของการสร้างองค์ประกอบของ ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนเพื่อให้เหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (PCK for teaching science) โดยคณะของ Magnusson ได้ให้รูปแบบของ PCK

ประกอบด้วยองค์ความรู้ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตร ผู้เรียน และการเรียนรู้วิธีการสอน และการวัดและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน ปรากฏดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 Components of pedagogical content knowledge for science teaching
ที่มา: Magnusson, Krajcik & Borko (1999)

องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน ประกอบด้วย

1. ความรู้และความเชื่อของครูเกี่ยวกับจุดมุ่งหมาย และเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ (Orientations toward teaching science) ที่แตกต่างกันในแต่ละระดับชั้น (Grossman, 1992) ซึ่งเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญที่มีอิทธิพลต่อครูในการตัดสินใจใช้ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอน ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดของผู้เรียน และความรู้เกี่ยวกับการวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Knowledge and belief about curriculum) เป็นความรู้ เกี่ยวกับรายละเอียดต่าง ๆ ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์สำหรับการสอน

เนื้อหาวิชาเฉพาะ ซึ่ง Geddis (1993) ระบุว่าหลักสูตรเป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่สุด เนื่องจากเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงคุณสมบัติของความครอบคลุมของหลักสูตร และการสอนเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบย่อย คือ 1) ความรู้เกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ซึ่งก็คือความรู้ของครูเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บรรจุไว้ในหลักสูตรการศึกษาแห่งชาติ และหลักสูตรสถานศึกษาทั้งรายชั้นปี และตลอดหลักสูตร ความรู้นี้มีอิทธิพลต่อ การตัดสินใจของครูในการเลือก และจัดเรียงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนควรเรียนรู้ในแต่ละชั้นปี และตลอดหลักสูตร และ 2) ความรู้เกี่ยวกับสื่อและวัสดุการเรียนรู้ ซึ่งก็คือความรู้ของครูเกี่ยวกับสื่อ และวัสดุการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักสูตร เช่น หนังสือเรียน คู่มือครู วัสดุอุปกรณ์ การทดลอง และโสตทัศนูปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะช่วยเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียน ได้ดียิ่งขึ้น

3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของผู้เรียน (Knowledge and belief about Students' understanding) ในการที่ใช้ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนให้มีประสิทธิภาพนั้น ครูจะต้อง มีความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ เป็นความรู้ของครูเกี่ยวกับความรู้ และทักษะที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีมาก่อนเรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ และเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในบทเรียนได้ง่ายขึ้น อีกทั้งความ เข้าใจของครูเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ที่ต่างกันของผู้เรียนที่มีพัฒนาการระดับความสามารถหรือรูปแบบของการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน 2) เป็นเนื้อหาที่มีแนวโน้มที่ยากสำหรับความเข้าใจของผู้เรียน ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่อาจเกิดขึ้นและขัดขวางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน อาจส่งผลให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้

4. ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนวิทยาศาสตร์ (Knowledge and belief about instructional strategies of teaching) ซึ่งวิธีการสอนเนื้อหาวิชาจะมีความสัมพันธ์กับเป้าหมายการสอนวิทยาศาสตร์ของครู เช่น ครูที่เชื่อว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีที่สุดจากการถ่ายทอด ครูมักจะจัดการเรียนการสอนโดยใช้การบรรยาย ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบย่อย คือ

4.1 ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนทั่วไป ซึ่งก็คือความรู้ของครูเกี่ยวกับวิธีสอนวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไป ซึ่งไม่เฉพาะเจาะจงหัวข้อใดหัวข้อหนึ่ง ซึ่งความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปจะสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์ของครู เช่น ครูที่มีจุดมุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ให้มากที่สุด ก็มักจะใช้การสอนแบบบรรยายเป็นวิธีสอนทั่วไป ซึ่งเป็นวิธีสอนที่ใช้สอนวิชาอื่น ๆ ด้วย เป็นต้น

4.2 ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนหัวข้อเฉพาะซึ่งก็คือความรู้ของครูเกี่ยวกับวิธีสอนหัวข้อเฉพาะในวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น แรงและการเคลื่อนที่วิวัฒนาการ และสาร และสมบัติของสาร เป็นต้น ประกอบด้วย

4.2.1 ความรู้เกี่ยวกับวิธีนำเสนอหัวข้อเฉพาะ คือความรู้ของครูว่าควรใช้วิธีนำเสนอใด สำหรับหัวข้อเฉพาะหนึ่ง ๆ ที่ต้องการสอน เช่น การอธิบาย การยกตัวอย่าง การแสดงแบบอย่าง หรือ อุปมาอุปไมย รวมถึงจุดอ่อนจุดแข็ง และกระบวนการที่ใช้นำเสนอในแต่ละวิธี

4.2.2 ความรู้เกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ในหัวข้อเฉพาะ คือความรู้ของครูว่าควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใดสำหรับหัวข้อเฉพาะหนึ่ง ๆ ที่ต้องการสอน เช่น การแสดงบทบาทสมมติ การสาธิต การศึกษาค้นคว้า และการทดลอง ซึ่งรวมถึงจุดอ่อนจุดแข็ง และกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแบบ

5. ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Knowledge and belief about assessment) ความรู้เกี่ยวกับการวัดผล การประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะประกอบด้วยมิติของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่สำคัญ 2 องค์ประกอบย่อย คือ

5.1 ความรู้เกี่ยวกับมิติในการวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งก็คือความรู้ของครูว่าควรวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในมิติใดบ้าง เช่น เนื้อหา ทักษะ ความสามารถและเจตคติ และมีรายละเอียดของการวัดผลในแต่ละมิติอย่างไร ซึ่งความรู้เกี่ยวกับมิติในการวัดผลการเรียนรู้ของครูนี้สัมพันธ์กับความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เช่น ความรู้เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

5.2 ความรู้เกี่ยวกับวิธีวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือความรู้ของครูว่าควรใช้วิธีวัดผลวิธีใดในการวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในมิติต่าง ๆ เช่น วิธีวัดผลแบบอัตนัยหรือปรนัย วิธีวัดผลระหว่างเรียน (Formative assessment) วิธีวัดผลโดยใช้แฟ้มสะสมงาน เป็นต้น รวมถึงความรู้ของครูเกี่ยวกับจุดอ่อนจุดแข็ง และการใช้วิธีวัดผลแต่ละวิธี จากข้างต้นจะเห็นว่าทุกองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนสะเต็มศึกษานั้น จะมีหลายองค์ประกอบย่อย แต่ทุกองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน เนื่องจากเป็นความรู้ ที่มีบทบาทในการ ปรับเปลี่ยนหรือย่อยเนื้อหาวิชาที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น ดังนั้นการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนมักเกิดขึ้นทีละน้อยผ่านห้วงเวลาที่ยาวนาน ผ่าน ประสบการณ์การวางแผนการสอน การลงมือปฏิบัติการสอน และการสะท้อนคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ปฏิบัติ ในศาสตร์สาขาวิชาหนึ่ง ๆ อีกทั้งความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนนั้น เป็นกระบวนการเฉพาะบุคคล กล่าวคือแต่ละบุคคลจะมีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาและวิธีสอนที่ต่างกัน และมีความจำเพาะกับบริบท ต่าง ๆ จึงเป็นผลให้ผู้สอนมีการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนที่ต่างกันด้วย

6. ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (PCK for teaching STEM education)

เทอดชัย บัวผาย (2560) ได้ศึกษาเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่บูรณาการสู่การเรียนการสอนในระดับบัณฑิตศึกษา ได้สรุปองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง การที่ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้และความสามารถที่จะดารงชีวิตได้ดีและมีคุณภาพในโลกของศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกาภิวัตน์ที่ตั้งอยู่บนฐานความรู้และเต็มไปด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี

2. ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการนำวิชาที่มีความสำคัญกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจการพัฒนา คุณภาพชีวิตและความมั่งคั่งของประเทศได้

3. ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการจัดการศึกษาที่สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนง ทั้งด้านความรู้ทักษะการคิดและทักษะอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า สร้าง และพัฒนาคิดค้นสิ่งต่าง ๆ ในโลกปัจจุบัน

4. ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในการมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับข้อมูล เครื่องมือทางเทคโนโลยีการสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชา ความท้าทาย ความสร้างสรรค์ความแปลกใหม่และการแก้ปัญหาอย่างมีความหมาย จึงเหมาะที่จะทำให้เยาวชนรุ่นใหม่เกิดการเรียนรู้และอยู่ในโลกแห่งอนาคตได้อย่างแท้จริง

5. ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการวัดการปฏิบัติของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ เพื่อตัดสินระดับความสำเร็จในการเรียนรู้หรือกระบวนการที่กำหนด แบบทดสอบ อาจใช้วัดความสามารถในการเรียนรู้ระดับทักษะที่ได้จากการปฏิบัติ

วรกันยา แก้วกลม (2560) ได้สรุปองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง การที่ครูบูรณาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ผู้เรียนจะใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหา ช่วยเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของชาติและสามารถพัฒนาประเทศเป็นประเทศไทย 4.0

2. ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการใช้สถานการณ์ปัญหาในการจัดการเรียนรู้โดยเป็นปัญหาที่เฉพาะเจาะจง มีคำตอบเดียวเพื่อให้ผู้เรียนหาคำตอบได้ถูกต้องตรงกัน เน้นการเชื่อมโยงเนื้อหากับชีวิตจริง ทั้งในระดับชุมชน สังคมและนานาชาติ เป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ให้แก่ผู้เรียนได้

3. ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการช่วยให้ผู้เรียนมีแรงบันดาลใจในการทำอาชีพ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์โดยไม่เน้นให้ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น แต่เน้นให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะการคิดขั้นสูงและการสร้างนวัตกรรม

4. ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการเน้นให้ผู้เรียนทำการออกแบบอย่างสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหา เน้นกิจกรรมส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์การคิดสร้างสรรค์และการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียน เลือกใช้ระดับการบูรณาการ ในชั้นเรียนสะเต็มได้หลายระดับ ขึ้นอยู่กับเนื้อหาและบริบท ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างสี่สาขาวิชากับชีวิตจริงและการประกอบอาชีพ

5. ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลจากสภาพจริง และวัดผลจากความสำเร็จของงานเป็นหลักสำคัญ โดยการศึกษาที่เน้นการเชื่อมโยงกับการประกอบอาชีพในชีวิตจริง ครูมีหน้าที่ในการอำนวยความสะดวก การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามีขั้นตอนสำคัญคือ การระบุปัญหา การออกแบบชิ้นงาน และการบูรณาการองค์ความรู้

ชุติมา วิชัยดิษฐ และชาตรี ฝ่ายคำตา (2561) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สะเต็มศึกษา (STEM education) เป็นแนวคิดในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะที่ จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ อันได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นถึง ความสัมพันธ์ของแต่ละศาสตร์ และใช้ในการออกแบบทางวิศวกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาใน ชีวิตจริง โดยเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาคือให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้ สะเต็ม (STEM literacy) นั่นคือ ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ทักษะกระบวนการ แนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวันหรือในการทำงาน ตลอดจนตระหนักถึงบทบาทของ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในการวินิจฉัยและตัดสินใจประเด็นต่าง ๆ ในสังคม

การพัฒนา PCK เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะมีลักษณะคล้ายกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ มีเนื้อหา กระบวนการ และความจำเพาะของวิชาเช่นเดียวกัน ซึ่งความจำเพาะของธรรมชาติของการสอนสะเต็มศึกษามีลักษณะการบูรณาการ 4 ศาสตร์เข้าด้วยกัน (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์)

ด้วยเหตุนี้การกำหนดกรอบองค์ประกอบ และคำจำกัดความของ PCK for Teaching STEM มีความสำคัญ เนื่องจากจะเป็นกรอบของขอบข่ายในการติดตามการพัฒนาครูในแต่ละด้าน อีกทั้งเป็นการหาช่องว่าง (องค์ประกอบ) ของกรอบการพัฒนาที่อาจจะถูกมองข้ามไป แต่อาจจะมีเป็นข้อเท็จจริงปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้นตามบริบทของการศึกษาในประเทศไทย ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ออกเป็น 5 องค์ประกอบ ได้แก่

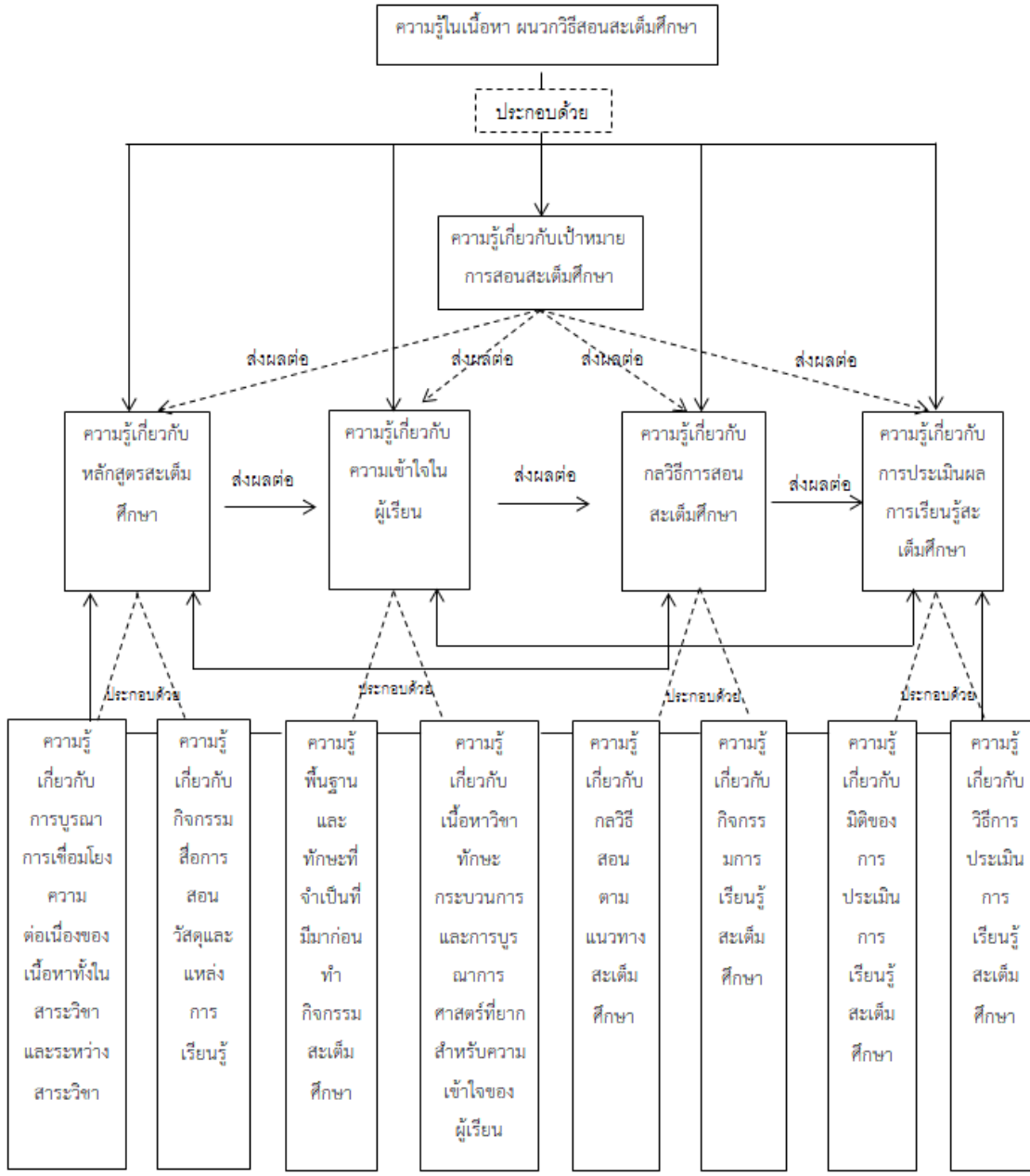
1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา (Orientations to teaching STEM education)

2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร สะเต็มศึกษา (Knowledge about STEM education curricula)

3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในสะเต็มศึกษาของนักเรียน (Knowledge of students' understanding in STEM education)

4. ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา (Knowledge of instructional strategies for teaching STEM education)

5. ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ (Knowledge about assessment) โดยมีรายละเอียดที่มี ความจำเพาะของแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งยึดเอาคำจำกัดความวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษาเป็นหลักในการวิเคราะห์ และสังเคราะห์ โดยองค์ประกอบทั้ง 5 มีความสัมพันธ์กัน และแต่ละองค์ประกอบ มีองค์ประกอบย่อย ปรากฏดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กรอบแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษา

ที่มา: Magnusson, Krajcik & Borko (1999)

อนุศร หงษ์ขุนทด (2558) ได้ให้ความสำคัญไว้ว่า ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และเป็นผู้ออกแบบการสอนเพื่อให้ได้วิธีการที่ดีที่สุดในการถ่ายทอดเนื้อหาไปยัง ผู้เรียน เช่น ผู้สอนควรปรับปรุงเนื้อหาสาระสำคัญเพื่อให้มีความสอดคล้องกับการเรียนการสอนแบบ STEM จากแนวคิดดังกล่าว “PCK” จึงมีความสำคัญในลำดับแรกในการที่ผู้สอนจะต้องคำนึงถึง และนำความรู้ในเนื้อหาที่จะสอนและวิธีการสอน เพื่อให้สามารถครอบคลุมไปถึงภารกิจหลักของกระบวนการเรียนการสอนทั้งหมดด้วยซึ่งองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวของในการนำไปวิเคราะห์ออกแบบการสอนนั้นควรจะมี 7 องค์ประกอบหลักที่ผู้สอนควรนำไปพิจารณา ดังนี้

1. เนื้อหาสาระ (Subject matter)
2. การเรียนรู้ของผู้เรียน (Student learning)
3. บริบท (Context)
4. วัตถุประสงค์ (Purpose)
5. หลักสูตร (Curriculum)
6. กลยุทธ์การสอน (Instructional strategies)
7. การประเมินผล (Assessment)

มีนักวิชาการกล่าวถึง องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของการจัดการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษา ดังนี้

Shulman (1987) ได้ให้ความสำคัญไว้ว่า เป็นการแยกความรู้ในเนื้อหาบูรณาการวิธีสอนออกจากความรู้ในเนื้อหา และจำแนกความรู้ที่เป็นพื้นฐานของครูเพื่อใช้ประกอบการสอนออกเป็น 7 ประเภท คือ 1) ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา 2) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา 3) ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน 4) ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา 5) ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ 6) ความรู้เกี่ยวกับบริบทการเรียนรู้ และ 7) ความรู้ในเนื้อหาสาระ

Grossman (1992) กล่าวว่า ความรู้สะเต็มศึกษาในเนื้อหาผนวกวิธีสอนนั้นมีความสำคัญยิ่ง เนื่องจากเป็นรูปแบบของความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิธีการนำเสนอเนื้อหาเพื่อให้ ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 1) ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา 2) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา 3) ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน 4) ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา และ 5) ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้

Magnusson Krajucik & Borko (1999) กล่าวว่า ความรู้ในเนื้อหาบูรณาการวิธีสอนสะเต็มศึกษา แสดงถึงการผสมผสานความรู้ในเนื้อหาและความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจว่าควรจัดเรียง ดัดแปลง และนำเสนอเนื้อหาอย่างไรให้สอดคล้อง และเหมาะสมกับความสนใจ และความสามารถที่หลากหลายของผู้เรียน ประกอบด้วย 1) ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมาย

การสอนสะเต็มศึกษา 2) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา 3) ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน 4) ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา และ 5) ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้

อนุศร หงษ์ขุนทด (2558) กล่าวไว้ว่า ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และเป็นผู้ออกแบบการสอนเพื่อให้ได้วิธีการที่ดีที่สุดในการถ่ายทอดเนื้อหาไปยังผู้เรียน เพื่อให้สามารถครอบคลุมไปถึงภารกิจหลักของกระบวนการเรียนการสอนทั้งหมด องค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอน สะเต็มศึกษา ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน ความรู้ เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ความรู้เกี่ยวกับบริบท การเรียนรู้และความรู้ในเนื้อหาสาระ

ชุติมา วิชัยดิษฐ และชาตรี ฝ่ายคำตา (2561) กล่าวว่า ความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาเป็นเนื้อหา สาระที่สำคัญต่อการออกแบบ และพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้สอนได้ทำความเข้าใจอัตลักษณ์เพื่อธรรมชาติของการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา ความรู้เกี่ยวกับ หลักสูตรสะเต็มศึกษา ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา และความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้

เทอดชัย บัวผาย (2560) ได้ศึกษาเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่บูรณาการสู่การเรียนการสอนในระดับบัณฑิตศึกษา ได้สรุปองค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนี้ ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอน สะเต็มศึกษา ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา และความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้

วรกันยา แก้วกลม (2560) ได้ศึกษาเรื่อง สภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา ได้สรุปองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนี้ ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการ สอนสะเต็มศึกษา และความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้

ในการวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับความต้องการจำเป็นกระบวนการพัฒนา และปัจจัยที่มีผลต่อพัฒนาเพื่อส่งเสริมและสร้างแนวทางให้ครูสามารถจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา ข้างต้นนำมาสังเคราะห์ องค์ประกอบได้ปรากฏดังตาราง 2

ตาราง 2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู

องค์ประกอบของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู	Shulman (1987)	Grossman (199 2)	Magnusson, Krajckik, & Borko (1999)	อนุศร หงษ์ขุนทด (2558)	ชูติมา วิชัยดิษฐ และชาตรี ฝ่ายคำตา (2561)	เทอดชัย บ้วมาย (2560)	วรกันยา แก้วกลม (2560)	ความถี่
1. ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7
2. ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7
3. ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7
4. ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7
5. ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7
6. ความรู้ของครูเกี่ยวกับบริบทการเรียนรู้	✓			✓				2
7. ความรู้ของครูในเนื้อหาสาระ	✓			✓				2

จากตาราง 2 สามารถสังเคราะห์องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู โดยใช้องค์ประกอบที่มีความถี่สูงและนำองค์ประกอบที่มีความถี่ต่อมารวมเข้ากับองค์ประกอบที่มีความสอดคล้องคล้ายคลึงกันได้ 5 องค์ประกอบ ซึ่งประกอบด้วย 1) ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา 2) ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา 3) ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน 4) ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา 5) ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้

องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู มีรายละเอียด ดังนี้

1. ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา

นักวิชาการได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาไว้ว่า

STEM Education Thailand (2014) ได้ให้แนวคิดไว้ว่า การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการศาสตร์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ผ่านรูปแบบกระบวนการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมเพื่อเน้นทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหา โดยการเชื่อมโยงความรู้ที่มีทั้งหมดสู่การประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้จริงทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานในอนาคตของผู้เรียน โดยผู้เรียนจะเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการแก้ปัญหา จนนำไปสู่การพิสูจน์ข้อเท็จจริงและกระบวนการในหาคำตอบเพื่อนำมาสู่การรู้แจ้ง เห็นจริงได้ด้วย การอธิบายถึงความเป็นเหตุเป็นผลของข้อมูลและหลักฐานที่ปรากฏได้ ซึ่งครูจะทำ หน้าที่เป็นเพียงผู้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ฝึกฝนให้ตนเองเป็นเสมือนผู้ฝึกสอนและพี่เลี้ยงในการเรียนรู้ (Coaching and mentoring) อีกทั้งยังเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

Bybee (2010) ได้ให้แนวคิดไว้ว่า กิจกรรมสะเต็มจึงต้องเน้นการบูรณาการที่มุ่งสู่เป้าหมาย คือ การพัฒนาการรู้เรื่องสะเต็ม ซึ่งหมายถึง ความสามารถของบุคคลในการทำความเข้าใจและประยุกต์แนวคิด กระบวนการ เจตคติ วิธีคิดและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ร่วมกัน เพื่อสืบเสาะ อธิบาย แก้ปัญหา สร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2557) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง การที่ครูนำความรู้ STEM education มาใช้ในประเทศไทยให้บรรลุ เป้าหมาย และจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ การทำความเข้าใจที่ถูกต้อง การศึกษาถึง ข้อดี ผลการศึกษาวิจัย องค์ประกอบหรือปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ขจรเดช บุตรพรม (2557) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง การที่ครูสามารถนำความรู้ ทักษะ ประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและประกอบอาชีพในอนาคต เพราะจะทำให้มนุษย์คิดอย่างมีเหตุผลเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี จึงมีความพยายามนำการเรียนรู้ลักษณะนี้มาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อบูรณาการ ทั้งแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมของประเทศไทยเรา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2557) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงงานที่บูรณาการ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผนวกเข้ากับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และได้นำความรู้

มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อตอบสนองความ ต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันเพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม

เทอดชัย บัวผาย (2560) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง การที่ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้และความสามารถที่จะดารงชีวิตได้ดี และมีคุณภาพในโลกของศตวรรษที่21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกาภิวัตน์ที่ตั้งอยู่บนฐานความรู้และเต็มไปด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี

วรกันยา แก้วกลม (2560) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง การที่ครูบูรณาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ผู้เรียนจะใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหา ช่วยเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของชาติและสามารถพัฒนาประเทศเป็นประเทศไทย 4.0 ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา มีความสำคัญเนื่องจาก ความรู้ และความเชื่อของครูเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ และเป้าหมายของการสอนสะเต็มศึกษา ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 2 องค์ประกอบย่อย ได้แก่

1. การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการรู้สะเต็ม (STEM literacy) และการบูรณาการความรู้ต่าง ๆ ในแต่ละระดับชั้น ซึ่งองค์ประกอบนี้ทำหน้าที่เหมือนแผนผังแนวคิดที่ชี้แนวทางการตัดสินใจเกี่ยวกับการเรียนการสอนในประเด็นต่าง ๆ เช่น วัตถุประสงค์ของการสอนหัวข้อนั้น กิจกรรมการเรียนการสอน การใช้คู่มือ และสื่อการเรียนรู้ การประเมินผล เป็นต้น ซึ่งองค์ประกอบนี้เป็นส่วนสำคัญที่มีอิทธิพลต่อความรู้ในองค์ประกอบอื่น ๆ โดยสะเต็มศึกษานั้นเป็นรูปแบบการสอนเน้นการลงมือปฏิบัติ เพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบด้วยกระบวนคิดเชิงวิศวกรรม รูปแบบการสอนอาจเป็นการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based approach) หรือการสืบเสาะ (Inquiry-based learning) ก็ได้ เช่น หากเป้าหมายของครูมีลักษณะสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยโครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาจะเป็นในลักษณะที่ครูมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน โดยคำนึงถึงความท้าทาย และความเป็นไปได้ที่สามารถจะแก้ไขสิ่งนั้น

2. การวางแผนการสอนสะเต็มศึกษา เป็นวางแผน และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย

2.1 ระบุปัญหาหรือความต้องการ

2.2 การรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2.3 การออกแบบเพื่อแก้ปัญหา

2.4 การวางแผนและลงมือปฏิบัติ

2.5 ทดสอบและประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหา และ

2.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน อีกทั้งมีการประยุกต์ใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการเชื่อมโยง และบูรณาการเนื้อหาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาตามเป้าหมายของการสอนสะเต็มศึกษา

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา มีตัวบ่งชี้ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาและการวางแผนการสอนสะเต็มศึกษา

2. ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา

นักวิชาการได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษาไว้ว่า

หลักสูตร STEM คือ หลักสูตรที่ให้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แก่ผู้เรียนในลักษณะของสหวิทยาการ ไม่สอนสี่วิชานี้ออกจากกัน ซึ่งจะนำไปสู่การนำไปใช้ได้ในชีวิตจริงและมุ่งให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปพัฒนาประเทศให้เติบโตเพิ่มมากขึ้น

Glen Hass (1980) กล่าวว่า หลักสูตร หมายถึงมวลประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้รับจากโปรแกรมการศึกษา ซึ่งจัดขึ้นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยอาศัยกรอบของ ทฤษฎี และการวิจัยในอดีตและปัจจุบันเป็นพื้นฐาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และ คณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือ ผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน

ธำรง บัวศรี (2542) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับแผนซึ่งได้ออกแบบจัดทำขึ้นเพื่อแสดงถึงจุดหมายการจัดเนื้อหา กิจกรรมและมวลประสบการณ์ ในแต่ละโปรแกรมการศึกษา เพื่อผู้เรียนมีพัฒนาการในด้านต่าง ๆ ตามจุดหมายที่ได้กำหนดไว้

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2544) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับศาสตร์ที่มีทฤษฎี หลักการและการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งหมายไว้ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่มุ่งประสงค์จะอบรมฝึกฝนผู้เรียนให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการ ระบบในการจัดการศึกษาโดยมีปัจจัยนำเข้า (Input) ได้แก่ ครู นักเรียน วัสดุอุปกรณ์ อาคารสถานที่ กระบวนการ (Process) ผลผลิต (Output) ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสำเร็จทางการศึกษา เป็นต้น

ธีระ รุญเจริญ (2550) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับประสบการณ์ทั้งหมดที่จัดให้นักเรียนโดยการควบคุมแนะนำของสถานศึกษาอันเป็นเครื่องมือที่ช่วยบรรลุวัตถุประสงค์ หรือความคาดหวังทางการศึกษาที่ตั้งไว้ สื่อในการสอนที่โรงเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

เทอดชัย บัวผาย (2560) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการนำวิชาที่มีความสำคัญกับการเพิ่มขีดความสามารถ ในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิตและความมั่งคั่งของประเทศได้

วรกันยา แก้วกลม (2560) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตร สะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการใช้สถานการณ์ปัญหาในการจัดการเรียนรู้โดยเป็น ปัญหาที่เฉพาะเจาะจง มีคำตอบเดียว เพื่อให้ผู้เรียนหาคำตอบได้ถูกต้องตรงกัน เน้นการเชื่อมโยงเนื้อหากับชีวิตจริง ทั้งในระดับชุมชน สังคม และนานาชาติ เป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ให้แก่ผู้เรียนได้

ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา มีความสำคัญเนื่องจากความรู้และความเข้าใจของครูเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ และเป้าหมายของหลักสูตรสะเต็มศึกษา ที่เป็นเนื้อหาสาระสำคัญ กิจกรรมต่าง ๆ ที่ออกแบบขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ พัฒนาตนเอง เปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ตามคุณลักษณะที่พึงประสงค์ มี 2 องค์ประกอบย่อย ได้แก่

1. ความรู้ของครูเกี่ยวกับการบูรณาการความเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของเนื้อหาทั้งภายใน สาระวิชาและระหว่างสาระวิชา โดยครูจะต้องแสดงจุดประสงค์ในการสอนทั้งด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการ (รวมถึงทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (4C) และเจตคติ อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงการบูรณาการ ความเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของแนวคิดในแต่ละศาสตร์ นั่นคือ ในส่วนของเนื้อหา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และการเชื่อมโยง การเรียนรู้กับกระบวนการทางวิศวกรรมที่สอดคล้องกับมาตรฐาน หลักสูตรในแต่ละระดับชั้นของ ผู้เรียน ซึ่งความรู้ดังกล่าวนี้มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจของครูในการเลือก และจัดเรียงเนื้อหาที่ผู้เรียน ควรรู้ในระหว่างชั้นปีและตลอดหลักสูตร

2. ความรู้ของครูเกี่ยวกับกิจกรรม สื่อการสอน วัสดุ และแหล่งการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตร เพื่อช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น เช่น ครูควรใช้สื่อ วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายทั้งสื่อสิ่งพิมพ์ และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ตลอดจนแหล่งการเรียนรู้ทั้งใน และนอกห้องเรียน (เช่น ชุมชน) รวมถึง แหล่งการเรียนรู้ที่เป็นบุคคล (ปราชญ์ชาวบ้าน ผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น) ที่เหมาะสมกับเนื้อหาในหน่วยนั้น ๆ

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา มีตัวบ่งชี้ ได้แก่ ความรู้ของครูเกี่ยวกับการบูรณาการ ความเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของเนื้อหาทั้งภายในสาระวิชา และระหว่างสาระวิชา และความรู้ของครูเกี่ยวกับ กิจกรรม สื่อการสอน วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตร

3. ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน

นักวิชาการได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียนไว้ว่า

Brophy (1992) นักจิตวิทยาการศึกษาที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสอนการเรียนรู้ ได้ทำการศึกษาเรื่องนี้และให้ความหมายของการเป็นครูที่ดี และมีประสิทธิภาพว่าเป็นครูที่สามารถสอนให้นักเรียนมีสัมฤทธิผลในการเรียน และสามารถนำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

Angelo (1991) ได้ให้แนวคิดไว้ดังนี้วิธีง่าย ๆ ที่ผู้สอนใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เริ่มแรกอย่างสม่ำเสมอเกี่ยวกับการเรียนรู้และการสอน โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อนำเสนอข้อมูลที่ทำ ให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนสามารถนำไปใช้ปรับปรุงประสิทธิภาพการสอนและคุณภาพของการเรียนรู้

พระมหาบุญนา ฐานวีโร ประทุมชาติ (2560) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการเตรียมตัวอย่างรอบคอบในการวางแผนเพื่อให้สามารถนำทางผู้เรียนได้ดีโดยการใช้หลัก 4 ได้แก่ ผู้เรียนมีความสำคัญมากเท่ากับเนื้อหาวิชา โดยคำนึงถึงการเรียนรู้ทั้งด้านร่างกาย ด้านสังคมอารมณ์และสติปัญญา การคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลผู้เรียน การสร้างบรรยากาศการท างานที่พึงพอใจแก่ผู้เรียน และกิจกรรมการเรียนควรสัมพันธ์กับปัญหาในชีวิตจริง ความต้องการและความสนใจของผู้เรียนเป็นเกณฑ์

เทอดชัย บัวผาย (2560) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการจัดการศึกษาที่สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนาความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ทักษะการคิดและทักษะอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า สร้าง และพัฒนาคิดค้นสิ่งต่าง ๆ ในโลกปัจจุบัน

วรกันยา แก้วกลม (2560) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการช่วยให้ผู้เรียนมีแรงบันดาลใจในการทำอาชีพ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรม และคณิตศาสตร์โดยไม่เน้นให้ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น แต่เน้นให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะการคิดขั้นสูงและการสร้างนวัตกรรม

ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน มีความสำคัญเนื่องจาก ความรู้ของครูเกี่ยวกับความรู้พื้นฐาน ความรู้ที่จำเป็นในการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ที่ต่างกันของผู้เรียน และ

เนื้อหาวิชา ทักษะกระบวนการ และการบูรณาการศาสตร์ที่ยากสำหรับความเข้าใจของผู้เรียน รวมไปถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบย่อย คือ

1. ความรู้ของครูเกี่ยวกับความรู้พื้นฐาน และทักษะที่จำเป็นของผู้เรียน ก่อนทำกิจกรรม รวมถึงวิธีการเรียนรู้ที่ต่างกันของผู้เรียน ซึ่งความรู้ในส่วนนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เข้าใจเนื้อหา และกระบวนการได้ง่ายขึ้น ตัวอย่าง เช่น หากครูต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงของโลก ด้วยการทดลองเกี่ยวกับการตกของวัตถุสู่พื้นโลก และอธิบายแรงที่โลกดึงดูดวัตถุ ดังนั้น ครูควรทราบวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความเข้าใจ และทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการรวบรวม และการตีความความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแรงโน้มถ่วงของโลก นอกจากครูจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ที่ต่างกันของผู้เรียน โดยเข้าใจว่าการเรียนรู้ที่ต่างกันนั้น ขึ้นอยู่กับพัฒนาการ ความสนใจ ระดับความสามารถ และรูปแบบการเรียนรู้ที่ต่างกัน เช่น หากครูต้องการให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศที่มีผลต่อปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ทั้งนี้ผู้เรียนบางคนอาจจะเรียนรู้ได้จากการลงมือปฏิบัติ (Hand on) หรือบางคนสามารถเรียนรู้ได้จากภาพจำลองในยูทูป (YouTube) อย่างไรก็ตามครูควรจะต้องตระหนักถึงความแตกต่างของผู้เรียน และการตอบสนองความต้องการของผู้เรียนในการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม

2. ความรู้ของครูเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ทักษะกระบวนการและ การบูรณาการศาสตร์ที่ยาก สำหรับความเข้าใจของผู้เรียน เป็นความรู้ของครูเกี่ยวกับอุปสรรคที่ เกิดขึ้น และขัดขวางการเรียนรู้ของผู้เรียน อาทิเช่น การเรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ในบางเนื้อหานั้นมี ความเป็นนามธรรมมาก ทำให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) ได้ เช่น แนวคิดเกี่ยวกับคลื่นเสียง การไหลของกระแสไฟฟ้า เป็นต้น นอกจากนี้ลักษณะการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษาจะมุ่งเน้นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน หากผู้เรียนไม่รู้วิธีคิดเกี่ยวกับ การแก้ปัญหาอีกทั้งไม่รู้จักกลวิธีในการวางแผนเพื่อหาคำตอบจากปัญหาเหล่านั้นได้อย่างมี ประสิทธิภาพแล้วส่งผลให้ผู้เรียนอาจไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้จากกิจกรรมสะเต็มศึกษา รวมถึงความจำเพาะของแนวทางการสอนสะเต็มศึกษาที่มีการบูรณาการความรู้ ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียน สับสนในการวิเคราะห์แนวคิดของแต่ละศาสตร์ที่เชื่อมโยงกัน เช่น กิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ให้ผู้เรียน ออกแบบ เก้าอี้ ที่ทำด้วยขวดน้ำพลาสติกเหลือทิ้งที่รองรับน้ำหนักได้จริง ซึ่งในกิจกรรมดังกล่าว ผู้เรียนจะต้องสามารถวิเคราะห์ได้ว่าแนวคิดที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) คณิตศาสตร์ (M) ที่มีการบูรณาการศาสตร์ ในกิจกรรมนี้คืออะไร ซึ่งหากผู้เรียน ไม่เข้าใจแนวคิดที่สำคัญของศาสตร์ต่าง ๆ แล้วอาจทำให้ผู้เรียนสับสนหรือเกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ได้ ฉะนั้นครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความเข้าใจในเนื้อหาหลักของกิจกรรม ทั้งนี้ครู สามารถรู้ได้จากการสะท้อนการเรียนรู้

ของผู้เรียนด้านเนื้อหาด้านกระบวนการ และการเชื่อมโยง สะเต็มศึกษากับชีวิตประจำวัน โดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงถึงความเข้าใจในเรื่องเหล่านี้

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน มีตัวบ่งชี้ได้แก่ ความรู้ของครูเกี่ยวกับความรู้พื้นฐาน และทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนก่อนทำกิจกรรมรวมถึงวิธีการเรียนรู้ที่ต่างกันของผู้เรียน และความรู้ของครูเกี่ยวกับ เนื้อหาวิชา ทักษะกระบวนการและการบูรณาการศาสตร์ที่ยากสำหรับผู้เรียน

4. ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา

นักวิชาการได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษาไว้ว่า

ทิศนา แขมมณี (2548) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีต่าง ๆ ที่ใช้เสริมกระบวนการ ขั้นตอน วิธีการ หรือการกระทำใด ๆ เพื่อช่วยให้กระบวนการ ขั้นตอน วิธีการ หรือการกระทำนั้น ๆ มีคุณภาพและประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้น เทคนิคการสอน จึงหมายถึง กลวิธีต่าง ๆ ที่ใช้เสริมกระบวนการสอน ขั้นตอนการสอน วิธีการสอน หรือการดำเนินการทางการสอนใด ๆ เพื่อช่วยให้การสอนมีคุณภาพและประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น ในการบรรยาย ผู้สอนอาจใช้เทคนิคต่าง ๆ ที่สามารถช่วยให้การบรรยายมีคุณภาพและประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การยกตัวอย่าง การใช้สื่อ การใช้คำถาม เป็นต้น

กัญญา ชัยรัตน์ (2552) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอน สะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แม้ว่าจะมีวิธีการ และกิจกรรมที่หลากหลายและเลือกใช้วิธีสอนที่เหมาะกับเนื้อหาตามมาตรฐานการเรียนรู้ของ หลักสูตรแล้ว ครูจำเป็นต้องมีกลวิธี (เทคนิค + วิธีการ) ต่าง ๆ ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อกระตุ้นความคิด การตั้ง คำถาม และส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างจริงจัง และทั่วถึง รวมทั้งเป็นการสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ ให้นักเรียนเกิดความตื่นเต้น กระตือรือร้น และไม่น่าเบื่อหน่ายอีกด้วย

สุวิชา วิริยมานุวงษ์ (2557) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับความสามารถในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น สนใจที่จะเรียน หรือติดตามการเรียนการสอนตลอดเวลา ทักษะการเร้าความสนใจจึงจำเป็นและสำคัญยิ่งสำหรับผู้สอนในอันที่จะปรับปรุงกลวิธีในการสอนของตนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น กล่าวคือช่วยให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายในการเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนอยู่ตลอดเวลา ดังนั้น ในช่วงเวลาของการสอน ผู้สอนควรจะต้องพยายามใช้เทคนิคต่าง ๆ มากระตุ้นให้นักเรียนสนใจอยู่ตลอดเวลาคือตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งการสอนสิ้นสุดลง

เทอดชัย บัวผาย (2560) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอน สะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในการมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับข้อมูล

เครื่องมือทางเทคโนโลยีการสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชา ความท้าทาย ความสร้างสรรค์ ความแปลกใหม่และการแก้ปัญหาอย่างมีความหมาย จึงเหมาะที่จะทำให้เยาวชนรุ่นใหม่เกิดการเรียนรู้ และอยู่ในโลกแห่งอนาคตได้อย่างแท้จริง

วรกันยา แก้วกลม (2560) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอน สะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการเน้นให้ผู้เรียนทำการออกแบบอย่างสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหา เน้นกิจกรรมส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์การคิดสร้างสรรค์และการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียน เลือกใช้ระดับการบูรณาการในชั้นเรียนสะเต็มได้หลายระดับ ขึ้นอยู่กับเนื้อหาและบริบท ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างสี่สาขาวิชากับชีวิตจริงและการประกอบอาชีพ

ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา มีความสำคัญเนื่องจาก ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอน และลำดับของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สามารถจำแนกได้ออกเป็น 2 องค์ประกอบย่อย คือ

1. ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ความรู้และความเข้าใจในการเลือกวิธีการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติ และเป้าหมายของการสอนสะเต็มศึกษาได้ชัดเจน โดยเป้าหมายในการสอนสะเต็มศึกษาจะเน้นการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา อย่างเป็นระบบ ฉะนั้นหากครูเชื่อว่าการสอนสะเต็มศึกษานั้นเป็นแบบแก้ปัญหาครูอาจจะใช้กิจกรรมที่มีปัญหาเป็นฐาน เป็นต้น

2. ความรู้ของครูเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา คือ ความรู้ และความเข้าใจของครูเกี่ยวกับการเลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่จะสอน ลำดับของกิจกรรมการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงสาระสำคัญ แนวความคิดหลักของกิจกรรม การบูรณาการศาสตร์ การใช้เทคโนโลยี เครื่องมือ สื่อการสอน และแหล่งข้อมูลในแต่ละช่วงของกิจกรรม และรวมถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ครูจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ระบุปัญหา วิเคราะห์สถานการณ์ รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการแก้ปัญหา ออกแบบ และพัฒนาแนวทางในการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแนวทางในการแก้ปัญหา รวมทั้งการสื่อสาร นำเสนอความคิดในระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไรก็ตามความรู้ของครูเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษานั้นครูควรจะต้องคำนึงถึงจุดอ่อน และจุดแข็งของกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรมด้วย เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษามีตัวบ่งชี้ ได้แก่ ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา และความรู้ของครูเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

5. ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้

นักวิชาการได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ไว้ว่า

ภูมิชนะ เกิดพงษ์ (2559) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมิน การเรียนรู้ หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องอยู่บน หลักการพื้นฐานสองประการคือการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนและเพื่อตัดสินผลการเรียน ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ประสบผลสำเร็จนั้น ผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนา และประเมินตามตัวชี้วัด เพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ สะท้อนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

ทิวัตถ์ มณีโชติ (2549) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับกระบวนการต่อเนื่องจากการวัด คือ นำตัวเลขหรือสัญลักษณ์ที่ได้จากการวัดมาตีค่าอย่างมีเหตุผล โดยเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

สมนึก นนทิจันทร์ (2544) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับกระบวนการนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการวัดมาพิจารณาตัดสินว่า ผู้เรียนสามารถบรรลุตามเป้าหมายหรือจุดประสงค์ของการจัดการศึกษาเพียงใด มีสิ่งใดที่ต้องการปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น ซึ่งประโยชน์ของการวัดและการประเมินผลของการจัดการเรียนการสอนจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ นอกจากนี้แล้วผลจากการวัดและการประเมินยังเป็นข้อมูลที่ครูนำมาใช้ในการปรับปรุงการสอนของตนให้มีคุณภาพ และเกิดแนวทางในการปรับปรุงหลักสูตรให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น การวัดและการประเมินผลจึงมีความเกี่ยวพันกับการกำหนดความมุ่งหมายของการเรียนการสอน และการจัดประสบการณ์เรียนรู้

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2545) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับ การประเมินการเรียนรู้หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการวัดการปฏิบัติของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ เพื่อตัดสินระดับความสำเร็จในการเรียนรู้หรือกระบวนการที่กำหนด แบบทดสอบ อาจใช้วัด ความสามารถในการเรียนรู้ระดับทักษะที่ได้จากการปฏิบัติ

วรกันยา แก้วกลม (2560) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลจากสภาพจริง และวัดผลจากความสำเร็จของงานเป็นหลักสำคัญ โดยการศึกษาที่เน้นการเชื่อมโยงกับการประกอบอาชีพในชีวิตจริง ครูมีหน้าที่ในการอำนวยความสะดวก การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามีขั้นตอนสำคัญ คือ การระบุปัญหาการออกแบบชิ้นงาน และการบูรณาการองค์ความรู้

ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้มีความสำคัญเนื่องจาก ความรู้ด้านนี้ ครูจะต้องรู้ว่าควรจะวัดอะไร และวัดอย่างไรเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 2 องค์ประกอบย่อย คือ

1. ความรู้ของครูเกี่ยวกับมิติของการประเมินการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งในมิติของการประเมินการเรียนรู้นี้จะขึ้นอยู่กับความรู้ของครูเกี่ยวกับการรู้สะเต็ม (STEM Literacy) ด้วย ซึ่งตัวอย่างของมิติการรู้สะเต็ม คือ สามารถใช้แนวคิดจากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ (ITEEA, 2009) ทั้งส่วนที่เป็นทักษะ แนวคิด และกระบวนการ เพื่อทำความเข้าใจปัญหาที่ซับซ้อนรวมถึงการคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ เพื่อแก้ปัญหารวมถึงทักษะที่จำเป็น ในศตวรรษที่ 21 เพื่อใช้ในการระบุคำถามปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ ร่วมมือกันเพื่อหาแนวทาง แก้ปัญหา และตระหนักถึงบทบาทของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ในสังคม สมัยใหม่ ซึ่งมิติเหล่านี้มีสำคัญมากในการประเมินผลการเรียนสะเต็มศึกษา ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ครู จะต้องรู้ว่ามิติในด้านใดหรือคุณลักษณะใดที่ครูควรจะประเมินในหน่วยการเรียนรู้นั้น

2. ความรู้ของครูเกี่ยวกับวิธีประเมินการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นความรู้ ของครูเกี่ยวกับวิธีการประเมินการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนในมิติต่าง ๆ ของแนวคิดจากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ทั้งส่วนที่เป็นทักษะแนวคิดและกระบวนการรวมถึงความรู้ของครูเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินกระบวนการเฉพาะที่ใช้ในการประเมินวิธีการหรือกิจกรรมต่าง ๆ ในระหว่างการเรียนการสอนในหน่วยนั้น ๆ รวมถึงพิจารณาจุดแข็ง และจุดอ่อนของวิธีการประเมินด้วย และที่สำคัญการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้นควรสอดคล้องกับเป้าหมายของการสอนสะเต็มศึกษาอีกทั้งต้องคำนึงถึงช่วงเวลาในการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการสอน ตลอดจนการประเมินที่หลากหลาย เช่น การประเมิน ชิ้นงาน การประเมินการนำเสนอ การสะท้อนความคิด การเขียนรายงานใบงาน เป็นต้น นอกจากนี้ ถึงแม้ครูจะมีความรู้เกี่ยวกับวิธีการประเมินที่หลากหลายก็ตาม แต่ครูก็จะต้องรู้ว่าการประเมินบางวิธี อาจเหมาะสมกับการประเมินคุณลักษณะบางอย่างเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียนมากกว่าวิธีอื่น ๆ เช่น การประเมินการออกแบบชิ้นงานครูก็สามารถที่จะประเมินจากชิ้นงานจากการนำเสนอชิ้นงาน นอกจากนั้น หากต้องการประเมินการทำงานร่วมกันก็สามารถที่จะประเมินการทำงานเป็นทีมร่วมกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของกิจกรรมจะต้องสอดคล้องกับเป้าหมายของการสอน

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้มีตัวบ่งชี้ ได้แก่ ความรู้ของครูเกี่ยวกับมิติของการประเมินการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และความรู้ของครูเกี่ยวกับวิธีประเมินการเรียนรู้

อย่างไรก็ตามทุกองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนสะเต็มศึกษานั้น จะมีหลายองค์ประกอบย่อย แต่ทุกองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน ยกตัวอย่างเช่น ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา ซึ่งองค์ประกอบนี้ ทำหน้าที่เหมือนแผนผังแนวคิดที่ชี้แนวทางการตัดสินใจเกี่ยวกับการเรียนการสอนในประเด็นต่าง ๆ เช่น วัตถุประสงค์ของ

การสอนหัวข้อนั้น กิจกรรมการเรียนการสอน การใช้คู่มือ และสื่อการเรียนรู้ การประเมินผล เป็นต้น ซึ่งองค์ประกอบนี้เป็นส่วนสำคัญที่มีอิทธิพลต่อความรู้ในองค์ประกอบอื่น นั่นคือ หากเป้าหมายของครูมีลักษณะสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยโครงงานเป็นฐานการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา จะเป็นในลักษณะที่ครูมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนจะได้วางแผน และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีการประเมินผลการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับรูปแบบการสอน เช่น การประเมินแม่แบบ การประเมินชิ้นงาน การประเมินการนำเสนอจะเห็นได้ว่า การบูรณาการทุกองค์ประกอบเข้าด้วยกันเป็นสิ่งจำเป็น และสำคัญยิ่งในการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน เนื่องจากการสอนที่มีประสิทธิภาพนั้นต้องมีการบูรณาการความรู้ในทุกองค์ประกอบ และนำไปใช้สอนอย่างเหมาะสมต่อผู้เรียนและบริบท จึงจะส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ระหว่างวิชาต่าง ๆ ได้ ซึ่งเป็นวิธีการที่สอดคล้องกับหลักธรรมชาติเนื่องจากในวิถีชีวิตของมนุษย์นั้นการแก้ปัญหาจะมีลักษณะของการเชื่อมโยงเป็นองค์รวมมากกว่าการมองปัญหาเพียงแง่มุมใดแง่มุมหนึ่ง ทั้งนี้หากแต่ละองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนขาดการบูรณาการระหว่างกันแล้ว ย่อมส่งผลต่อความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของแต่ละบุคคลเช่นกัน และความรู้ที่สูงขึ้นเพียงองค์ประกอบเดียวไม่เพียงพอที่จะกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงในการปฏิบัติการสอนได้ เพราะการสอนเพื่อความเข้าใจของผู้เรียนต้องอาศัยความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีสอนว่าเนื้อหานั้นควรนำเสนออย่างไรที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจของผู้เรียน

จากคำจำกัดความของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู จำนวน 5 องค์ประกอบ ข้างต้นผู้วิจัยได้วิเคราะห์ตัวบ่งชี้ครอบคลุมแต่ละองค์ประกอบ ปรากฏดังตาราง 3

ตาราง 3 วิเคราะห์องค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ และตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้ตามแบบสะเต็มศึกษาของครู

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	ตัวชี้วัด
1. ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา	1. การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา	1. ครูสามารถระบุรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคลองกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้ 2. ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้โดยกำหนดวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลเพื่อให้บรรลุผลตามเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้

ตาราง 3 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	ตัวชี้วัด
	2. การวางแผนการสอนสะเต็มศึกษา	3. ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่เน้นการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม 4. ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่มีความเชื่อมโยงของเนื้อหาการบูรณาการเหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้
2. ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา	1. ความรู้ของครูเกี่ยวกับการบูรณาการ ความเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของเนื้อหา ทั้ง ภายในสาระวิชา และระหว่างสาระวิชา	1. ครูสามารถเลือกและจัดเรียงเนื้อหา ทักษะกระบวนการที่ผู้เรียนควรรู้ในระหว่างชั้นปีและตลอดหลักสูตร 2. ครูสามารถออกแบบกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของเนื้อหาที่ สอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตร ในแต่ละระดับชั้นได้ชัดเจนและเหมาะสม
	2. ความรู้ของครูเกี่ยวกับกิจกรรม สื่อการสอน วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และเป้าหมายของหลักสูตร	3. ครูสามารถวางแผนออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (4C) ได้เหมาะสม 4. ครูสามารถเลือกใช้สื่อการสอน วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตร
3. ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน	1. ความรู้ของครู เกี่ยวกับความรู้พื้นฐานและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนก่อนทำกิจกรรมรวมถึงวิธีการเรียนรู้ที่ต่างกันของผู้เรียน	1. ครูสามารถตรวจสอบถึงความรู้พื้นฐาน และทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนก่อนทำกิจกรรมได้ 2. ครูสามารถวิเคราะห์ถึงวิธีการเรียนรู้เกี่ยวกับ แนวคิด ทักษะกระบวนการที่ขึ้นอยู่กับพัฒนาการ ความสนใจและระดับความสามารถ ของผู้เรียนได้

ตาราง 3 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	ตัวชี้วัด
		3. ครูสามารถตรวจสอบแนวคิดที่เป็นนามธรรม ซึ่งยากต่อการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้
	2. ความรู้ของครูเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ทักษะกระบวนการ และการบูรณาการศาสตร์ที่ยากสำหรับผู้เรียน	4. ครูสามารถตรวจสอบทักษะต่าง ๆ ที่ผู้เรียนยังไม่มีความชัดเจนหรือเข้าใจความคลาดเคลื่อนได้ 5. ครูออกแบบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ สะท้อนถึงการเรียนรู้ด้านเนื้อหา ด้านการบูรณาการ การบูรณาการศาสตร์ เพื่อตรวจสอบ ถึงวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้หรือสิ่งที่ยากสำหรับการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้
4. ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา	1. ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา	1. ครูสามารถเลือกวิธีการสอนที่สอดคล้องกับธรรมชาติและเป้าหมายของการสอนสะเต็มศึกษาได้อย่างชัดเจน 2. ครูสามารถตัดสินใจเลือกกิจกรรม สะเต็มศึกษาเหมาะกับเนื้อหาที่สอน และสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้
	2. ความรู้ของครู เกี่ยวกับกิจกรรมการ เรียนรู้สะเต็มศึกษา	3. ครูแสดงสาระสำคัญแนวคิดหลัก และทักษะ ของกิจกรรมและแสดงขั้นตอนการทำกิจกรรมได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ 4. ครูแสดงการใช้เทคโนโลยี สื่อการสอน และแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมและหลากหลายสอดคล้องกับกิจกรรมสะเต็มศึกษานั้น ๆ ได้ 5. ครูสามารถแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ระบุปัญหา วิเคราะห์สถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม

ตาราง 3 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	ตัวชี้วัด
		6. ครูสามารถจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7. ครูสามารถแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ไขในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม 8. ครูแสดงขั้นตอนกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม 9. ครูแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้สื่อสาร แลกเปลี่ยนแนวคิดในระหว่างการทำกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม
5. ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้	1. ความรู้ของครูเกี่ยวกับมิติของการประเมินการเรียนรู้สะเต็มศึกษา	1. ครูสามารถระบุมิติความรู้ที่ใช้ในการประเมินการเรียนรู้กิจกรรมสะเต็มศึกษาได้ 2. ครูสามารถออกแบบการประเมินการเรียนรู้กิจกรรมสะเต็มศึกษาได้เหมาะสมและสอดคล้องกับมิติการรู้สะเต็มศึกษา
	2. ความรู้ของครูเกี่ยวกับวิธีประเมินการเรียนรู้	3. ครูสามารถใช้วิธีการประเมินที่เหมาะสมกับมิติการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา 4. ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเอง 5. ครูสามารถใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย

กล่าวโดยสรุป จากวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับการบูรณาการระหว่างความรู้ด้านเนื้อหากับความรู้ด้านการสอนในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่อง และสามารถวิเคราะห์เนื้อหาสาระนั้นในเชิงการสอน เพื่อการจัดโครงสร้างและลำดับของเนื้อหา ปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงเนื้อหาให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม ง่ายและสะดวกต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ฉะนั้นแล้ว ครูจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้เนื้อหา ผนวกวิธี

สอนที่สอดคล้องกับความสนใจ และความสามารถที่แตกต่างกันของผู้เรียน และครูควรได้รับการส่งเสริมให้สามารถบูรณาการองค์ประกอบแต่ละด้านของความรู้ของเนื้อหาผนวกวิธีสอนนั้นให้เหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางปฏิรูปการจัดการเรียนรู้ ดังนั้น หากครูสามารถพัฒนาความรู้ในแต่ละองค์ประกอบดังที่ได้กล่าวไปแล้ว และสามารถบูรณาการทุกองค์ประกอบเข้าด้วยกันเป็นความรู้ในเนื้อหาบูรณาการวิธีสอนเพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา หลักสูตร และพื้นฐานของผู้เรียน ก็จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ แนวคิด ทักษะและกระบวนการของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้ดียิ่งขึ้น ทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู

1. การเสริมสร้าง

1.1 ความหมายของการเสริมสร้าง

นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการเสริมสร้าง ไว้ดังนี้

ยนต์ ชุ่มจิต (2535) ให้ความหมายว่า การเสริมสร้าง หมายถึง การดำเนินงานที่พยายามจะเสริมสร้างให้ครูมีความรู้ ความสามารถ มีทักษะในการทำงานตลอดจนมีเจตคติที่ดีในการทำงานรวมถึงการมิบุคลิกภาพและคุณธรรมของความเป็นครูที่ดีด้วย

ดนัย เทียนพุฒ (2545) ให้ความหมายว่า การเสริมสร้าง หมายถึงการพัฒนาทรัพยากรบุคคล ซึ่งเป็นวิธีการที่มุ่งให้พนักงานได้รับรู้สิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อองค์การงาน และตัวพนักงานเองหรืออาจมองในลักษณะเป็นการใช้คนให้เต็มเท่าที่บุคคลนั้นมีอยู่ จึงมีลักษณะเป็นการยกระดับ หน้าที่ความรับผิดขอบชองพนักงานให้เท่าเทียมกับระดับขีดความสามารถชองพนักงาน

กิรติ ยศยิ่งยง (2549) ให้ความหมายว่า การเสริมสร้างมนุษย์ หมายถึงกระบวนการเพิ่มพูนความรู้ ทักษะ ความสามารถ และปรับปรุงพฤติกรรมของบุคลากรในระยะเวลาที่จำกัด ผ่านกระบวนการพัฒนาปัจเจกบุคคล เช่น การฝึกอบรม การศึกษา และการพัฒนากระบวนการพัฒนาอาชีพ และกระบวนการพัฒนาองค์การ เป็นต้น ทั้งนี้ เพื่อดึงเอาศักยภาพของทรัพยากรมนุษย์ที่มีอยู่ออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อเอื้ออำนวยต่อการช่วยให้องค์การบรรลุถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยมีเป้าหมายเพื่อองค์การ ลูกค้า บุคลากร และประชาชน/ลังคม

สรุปได้ว่า การเสริมสร้างเป็นกระบวนการพัฒนาความรู้ ทักษะ ความสามารถและปรับปรุงพฤติกรรมของบุคลากรซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จในการพัฒนาภาพรวมขององค์กร ทั้งนี้

เพื่อดึงเอาศักยภาพของทรัพยากรมนุษย์ที่มีอยู่ ออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเอื้ออำนวยต่อการช่วยให้องค์กรบรรลุถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้

1.2 วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู

นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ไว้ดังนี้

กิติมา ปรีดีดิลก (2532) ให้ความคิดเห็นว่า การจัดกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างบุคคลในทางปฏิบัติ ได้แก่ 1) การปฐมนิเทศ 2) การสอนงาน 3) การมอบอำนาจให้ปฏิบัติงาน ให้รู้จักรับผิดขอบงาน 4) การสับเปลี่ยนโยกย้ายหน้าที่ 5) การหาพี่เลี้ยงช่วยสอนงาน 6) ให้ทำหน้าที่ผู้ช่วยแทน 7) การให้รักษาการแทน 8) พาไปสังเกตการณ์ทำงานในบางโอกาส 9) ส่งไปศึกษาดูงาน 10) จัดประชุม สัมมนาและฝึกอบรม 11) ส่งเข้าประชุมเรื่องที่เกี่ยวกับงาน 11) จัดเอกสารทางวิชาการให้เพียงพอ 12) จัดให้มีคู่มือการปฏิบัติงานให้พอใช้ 13) การอ่านแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ฟังปาฐกถาทางวิชาการ 15) ให้ทำการทดลอง วิจัย โดยเฉพาะวิจัยในงานที่ทำอยู่เป็นประจำ 16) ให้มีส่วนร่วมในกิจกรรมของชุมชน 17) ให้มีการปรึกษางานก่อนเปิดโรงเรียน และ 18) การนิเทศของครูใหญ่

ยนต์ ชุ่มจิต (2535) ให้ความคิดเห็นว่าวิธีการเสริมสร้างครูแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การเสริมสร้างและพัฒนาครูเป็นรายบุคคลในห้องเรียน ได้แก่ 1) การเยี่ยมและการสังเกตชั้นเรียน 2) การประชุมหารือกับครู 3) การช่วยครูปรับปรุงการเรียนของนักเรียน และ 4) การพัฒนาการสอนของครูเป็นรายบุคคลด้วยวิธีการอื่น ๆ เช่น การสอนแบบจุลภาค (Micro teaching) การสาธิตการสอน การประเมินตนเองของครู การให้เพื่อนครูนิเทศกันเอง การนิเทศแบบคลินิก และการนิเทศโดยเน้นจุดประสงค์

2. การเสริมสร้างและพัฒนาครูเป็นรายบุคคลในสภาพแวดล้อมนอกห้องเรียน ได้แก่ 1) การเข้ารับการศึกษาอบรมเป็นรายวิชาในสถาบันอุดมศึกษา 2) การเข้าร่วมในการประเมินผลโรงเรียนโดยส่วนรวม 3) การเข้าร่วมกิจกรรมและการประชุมหารือในองค์กรวิชาชีพ 4) การอ่านเอกสารทางวิชาชีพ 5) การเขียนบทความทางวิชาการ 6) การเลือกหนังสือแบบเรียนและสื่อการสอนอื่น ๆ 7) การคัดเลือกคณะบุคลากรทางวิชาชีพ 8) การจัดจุลสารทางวิชาชีพ 9) การส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ชองครู 10) การปรับปรุงการสั่งงานด้วยตนเองชองครู 11) การทำงานกับครูที่มีปัญหา และ 12) การช่วยเหลือครูที่มีปัญหาส่วนตัว

3. การเสริมสร้างและพัฒนาครูเป็นกลุ่มเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน ได้แก่ 1) การปฐมนิเทศครูใหม่ 2) การประชุมเชิงปฏิบัติการ 3) การดำเนินการประชุมที่มีประสิทธิภาพ 4) การเยี่ยมชมการสอนชองครูคนอื่น ๆ 5) การทดลองและการวิจัยเชิงปฏิบัติการในห้องเรียน

6) เทคนิคกลุ่มสร้างคุณภาพ (Quality Circle - Q.C.) และ 7) เทคนิคกลุ่มเฉพาะ (Nominal group technique)

ปภาวดี ประจักษ์ศุภนิติ และกิ่งพร ทองใบ (2544) ให้ความคิดเห็นในเรื่องรูปแบบของการเสริมสร้างบุคลากรในองค์การว่า เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์จะมีอยู่ 3 ประเภท คือ การฝึกอบรม การศึกษา และการพัฒนา ดังนี้

1. การฝึกอบรม เป็นกิจกรรมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการปฏิบัติหน้าที่การงานให้บุคคลมีโอกาสเลื่อนตำแหน่งหน้าที่ ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้สอดคล้องกับนโยบายขององค์การ โดยมุ่งเน้นสิ่งสำคัญ 3 ด้าน คือ ความรู้ ทักษะ และเจตคติ วิธีการฝึกอบรม ได้แก่ การฝึกปฏิบัติงาน การสอนในห้องเรียน การให้คำแนะนำ และการฝึกอบรมที่จัดสถานที่จัดโดยสถานศึกษา สถาบัน ชมรมต่าง ๆ

2. การศึกษา เป็นกิจกรรมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงสมรรถภาพของพนักงาน โดยมีจุดเน้นที่บุคคลมากกว่างาน และเตรียมบุคลากรสำหรับการเลื่อนตำแหน่ง เพื่อรองรับความก้าวหน้าในสายอาชีพ การให้การศึกษาทางด้านทัศนคติเกี่ยวกับมนุษยสัมพันธ์ และการบังคับบัญชา เป็นการเตรียมเพื่อจะปรับตนให้ทำหน้าที่หรือเข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ สำหรับวิธีการให้การศึกษานั้น จะใช้วิธีการฝึกอบรม ได้แก่ การสัมมนา การศึกษาดูงาน การศึกษาต่อในสถาบันทางการศึกษา ฯลฯ

3. การพัฒนา เป็นการเตรียมพนักงานให้สามารถก้าวทันกับความเจริญก้าวหน้า หรือการเปลี่ยนแปลงองค์การ วัตถุประสงค์ ก็คือต้องการให้พนักงานได้เตรียมพร้อมที่จะรองรับสิ่งใหม่ๆ ที่จะเกิดขึ้นเพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นคล่องตัว องค์การอยู่รอดในอนาคต เช่น การลดขนาดขององค์การ การปรับปรุงองค์การใหม่ วิธีการพัฒนาทำได้โดยการเพิ่มพูนทักษะ ปรับปรุงบุคลิกภาพ เปลี่ยนแปลงทัศนคติ การเรียนรู้อย่างเป็นระบบการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้เพื่อให้เกิดความริเริ่มมีวิสัยทัศน์ เป็นการบูรณาการความต้องการของบุคลากรเข้ากับความต้องการขององค์การ ซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จในการพัฒนาภาพรวมขององค์การในที่สุด

พศิน แตงจวง (2558) ให้ความคิดเห็นว่า หลักการเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพของครู สามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. การเสริมสร้างและพัฒนาตนเอง เช่น การฝึกอบรมปฏิบัติงาน การประชุมทางวิชาการ การจัดกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน การช่วยเหลือเพื่อนครูในการทำงาน การเสนอรายงาน พัฒนาผู้เรียนและกิจกรรมอื่น ๆ ซึ่งเป็นการฝึกฝนที่ครูเลือกปฏิบัติด้วยตนเองตามศักยภาพ จุดเด่น จุดด้อย และโอกาสของตน

2. การส่งเสริมเพิ่มพูนให้บุคลากรมีความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถและทัศนคติที่ดีขึ้น รวมทั้งการส่งเสริมสนับสนุนให้ครูเข้ารับการประชุม อบรม สัมมนา ส่งเสริมให้ครู

พัฒนาตนเองให้มีความรู้ และทักษะ เจตคติที่ดีต่อการปฏิบัติงานที่ตนเอง รับผิดชอบ รวมทั้งการส่งเสริมสนับสนุนให้ครูให้มีคุณภาพทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคม

3. การเสริมสร้างและพัฒนาโดยองค์การหรือสถานศึกษา เป็นการพัฒนาศักยภาพของบุคคลอย่างเป็นกระบวนการ และเป็นระบบมีกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การส่งเสริมให้ไปศึกษาอบรมดูงานสาขาที่ปฏิบัติงานอยู่ สนับสนุนให้ไปศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ให้ทุนการวิจัย ให้ไปเป็นวิทยากรในหน่วยงานอื่น ๆ และการแลกเปลี่ยนบุคลากร ส่งเสริมการเขียนตำรา สนับสนุนให้เป็นสมาชิกขององค์การวิชาชีพ ทั้งในและต่างประเทศ และอนุญาตให้ไปปฏิบัติงานด้านวิชาการโดยถือว่าไม่เป็นการลา เหล่านี้เป็นต้น

4. การเสริมสร้างและพัฒนาครูโดยหน่วยงานกลาง อาจเป็นหน่วยงานต้นสังกัด การบริหารบุคคล เช่น สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขึ้นพื้นฐานหรือหน่วยงานอื่นของกระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงมหาดไทย เป็นต้น ที่มีการพัฒนาทุกด้านอย่างต่อเนื่องและการพัฒนาโดยองค์การวิชาชีพครู คือ คุรุสภา เพื่อให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานแห่งวิชาชีพครูและการถือครองใบอนุญาตการประกอบวิชาชีพอีกด้วย นอกจากนั้น อาจมีการพัฒนาโดยองค์การชมรมสมาคมหรือกลุ่มวิชาชีพที่ผู้ประกอบวิชาชีพรวมตัวกัน เพื่อดำเนินการเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือหลายอย่างเพื่อผลประโยชน์แห่งวิชาชีพของพวกตนทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ

วีระชัย จิวะชาติ (2558) ได้ให้ความคิดเห็นว่า การเสริมสร้างและพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา มีรูปแบบและวิธีการการเสริมสร้างและพัฒนา ดังนี้

1. การพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา มุ่งเน้นให้มีสมรรถนะตามมาตรฐานตำแหน่ง และมาตรฐานวิชาชีพทั้งสมรรถนะหลัก (Core competency) สมรรถนะการปฏิบัติงานในหน้าที่ (Functional competency) และสมรรถนะเฉพาะตามกลุ่มสาระ (Specification competency) ตามที่ ก.ค.ศ. กำหนด

2. รูปแบบของการเสริมสร้างและพัฒนามุ่งเน้นการสร้างเครือข่ายที่มีคุณภาพตามมาตรฐานที่ สถาบันพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา (สคบศ.) กำหนดให้กระจายอยู่ทั้งประเทศเพื่อความสะดวกในการเข้ารับการพัฒนาของครูและบุคลากรทางการศึกษา ทั้งที่เป็นองค์การเครือข่าย บุคคลเครือข่าย และเครือข่ายทางไกล

3. วิธีการเสริมสร้างและพัฒนาต้องมีความหลากหลาย สอดคล้องกับความต้องการพัฒนาของครูและบุคลากรทางการศึกษา แต่มุ่งเน้นวิธีการพัฒนาที่ใช้โรงเรียน/หน่วยงานเป็นฐาน (School based development/inside based development) เป็นสำคัญ

สรุปได้ว่า การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในด้านทักษะ ด้านความรู้ความชำนาญในการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อพัฒนาคุณภาพ

ผู้เรียน ซึ่งการเสริมสร้างครูให้มีประสิทธิภาพ ต้องเป็นไปตามความต้องการของครู และไม่ส่งผลกระทบต่อการเรียนของนักเรียน

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้ ของ กิติมา ปรีดีดิลก (2532); ยนต์ ชุ่มจิต (2335); ปภาวดี ประจักษ์ศุภนิติ และกิ่งพร ทองใบ (2544); พศิน แตงจวง (2558); วีระชัย จิระชาติ (2558) ผู้วิจัยจึงได้นำมาวิเคราะห์วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ได้ดังตาราง 4

ตาราง 4 การสังเคราะห์วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู	กิติมา ปรีดีดิลก (2532)	ยนต์ ชุ่มจิต (2335)	ปภาวดี ประจักษ์ศุภนิติ และกิ่งพร ทองใบ (2544)	พศิน แตงจวง (2558)	วีระชัย จิระชาติ (2558)	ความถี่
1. การฝึกอบรมและสัมมนา	✓		✓	✓	✓	4
2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง	✓	✓	✓			3
3. การศึกษาต่อ			✓			1
4. การประชุมเชิงปฏิบัติการ	✓	✓	✓			3
5. การทดลองและวิจัยเชิงปฏิบัติการ		✓				1
6. การเยี่ยมชมการสอนของคนอื่น	✓	✓				2
8. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	✓	✓				2
9. การระดมสมอง	✓			✓		2
10. การนิเทศ	✓	✓		✓	✓	4
11. การเรียนรู้เป็นกลุ่ม	✓	✓			✓	3
12. การสืบค้น			✓		✓	2

จากตาราง 4 พบว่า ค่าคะแนนความถี่ของการฝึกอบรมและสัมมนา และการนิเทศมีค่าสูงสุด รองลงมา คือ การเรียนรู้ด้วยตนเอง การประชุมเชิงปฏิบัติการ การเรียนรู้เป็นกลุ่ม สำหรับการเลือกวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ผู้วิจัยใช้หลักเกณฑ์การพิจารณาจากความถี่ในระดับสูงสุด 5 ลำดับแรก ได้วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ดังนี้ 1) การฝึกอบรมและสัมมนา 2) การนิเทศ 3) การเรียนรู้ด้วยตนเอง 4) การประชุมเชิงปฏิบัติการ และ 5) การเรียนรู้เป็นกลุ่ม ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาปรับใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) การประชุมเชิงปฏิบัติการ 2) การเรียนรู้ด้วยตนเองและการปฏิบัติจริง 3) การเรียนรู้เป็นกลุ่ม และ 4) การนิเทศ

1.3 การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูโดยใช้รูปแบบ 70-20-10

หลักการพัฒนาบุคลากร ซึ่งเรียกว่ารูปแบบ 70-20-10 เป็นรูปแบบที่ถูกสร้างขึ้นโดยนักวิจัยชาวต่างชาติ 3 คน ซึ่งได้กำหนดสัดส่วนการพัฒนาบุคลากรเป็น 3 ส่วน คือ การพัฒนาโดยใช้ประสบการณ์การทำงาน การพัฒนาโดยใช้การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และการพัฒนาโดยการเรียนการสอนหรือการฝึกอบรมตามปกติ ซึ่งรายละเอียดของรูปแบบมีดังต่อไปนี้

1.3.1 ที่มาของรูปแบบ 70-20-10

กฎ 70-20-10 เป็น Model หรือรูปแบบ เพื่อการเรียนรู้และการพัฒนา บางครั้งเขียนว่า 70:20:10 หรือ 70/20/10 รูปแบบนี้เป็นการแตกวิธีการเรียนรู้ของบุคคลออกเป็นส่วน ๆ สัดส่วนของกฎ 70-20-10 ได้มาจากการสำรวจสอบถามผู้บริหารระดับสูงประมาณ 200 คนว่าพวกเขาเรียนรู้หรือได้ความรู้ในการทำงานมาอย่างไร วัตถุประสงค์ของการสำรวจ เพื่อชี้ให้เห็นผู้บริหารที่ประสบความสำเร็จเหล่านั้น มีวิธีการพัฒนาความรู้ความสามารถของพวกเขามาอย่างไร จากการสำรวจผู้บริหารได้แจกแจงการเรียนรู้ของพวกเขาว่า (ปิยนันท์ สวัสดิ์ศฤงฆาร, 2563)

1. 70% มาจากประสบการณ์ (Experience) ในการทำงานที่ท้าทาย
2. 20% มาจากการมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับผู้อื่น
3. 10% มาจากการเรียนการสอน (Education) และการฝึกอบรมตามปกติ

รูปแบบการเรียนรู้นี้ สร้างขึ้นมาในทศวรรษที่ 1980 จากนักวิจัยสามท่าน ได้แก่ Morgan McCall, Michael M. Lombardo และ Robert A. Eichinger ร่วมกับ the Center for Creative Leadership ซึ่งเป็นสถาบันการศึกษาที่ไม่ได้มุ่งหวังผลกำไร ตั้งอยู่ใน Greensboro, North Carolina ผลการศึกษาพบว่า การเรียนรู้ที่นอกเหนือจากหลักสูตรการอบรมตามปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed) เป็นการเรียนรู้ที่ง่าย ๆ มีประสิทธิผล แต่นายจ้างส่วนมาก นอกจากจะไม่เห็นคุณค่าแล้ว ยังไม่ค่อยให้การสนับสนุนเท่าที่ควร

1.3.2 ลักษณะและความมุ่งหมายของกฎ 70-20-10 (ปิยนันท์ สวัสดิ์ศฤงฆาร, 2563)

กฎ 70-20-10 เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ช่วยให้โครงการเรียนรู้และการพัฒนาขององค์กร มีประสิทธิผลสูงสุดด้วยการนำกิจกรรมและปัจจัยนำเข้าอื่น ๆ มาใช้ในการฝึกอบรมหรือให้ความรู้แก่พนักงาน นอกเหนือไปจากการเรียนรู้หรือการฝึกอบรมในห้องเรียน ตัวเลขที่ปรากฏเป็นสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของเวลาและทรัพยากรที่ใช้ไปในการสร้างการเรียนรู้ให้แก่พนักงาน โดย

70% ใช้ไปในการฝึกงาน สอนงาน เรียนรู้งานจากการปฏิบัติจริง (On-the-job Training) ผู้สร้างรูปแบบนี้ให้ความเห็นว่า ประสบการณ์ที่ได้จากการทำงาน มีประโยชน์แก่พนักงานมากที่สุด เพราะทำให้พนักงานได้ค้นพบทักษะที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของตน สามารถตัดสินใจมีความรู้สึกท้าทาย และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ นอกจากนั้น พนักงานยังได้เรียนรู้ความผิดพลาดของตนและได้รับข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับผลการปฏิบัติงานของเขาได้ในเวลาเดียวกัน

20% ใช้ไปในการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การเรียนรู้ทางสังคม, การสอน (Coaching), การช่วยเหลือแนะนำ (Mentoring), การเรียนรู้ร่วมกัน และจากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน ประโยชน์สำคัญที่ได้จากวิธีการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ คือ กำลังใจและข้อมูลป้อนกลับ

10% ใช้ไปในการเรียนการสอนแบบเป็นทางการ เช่น การฝึกอบรมในห้อง

ความมุ่งหมายของรูปแบบไม่ใช่เพื่อไม่ให้เห็นความสำคัญของการฝึกอบรม แต่เพื่อสนับสนุนการนำความรู้ที่เรียนมาในห้องเรียนไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง โดยมีโค้ชและเพื่อนร่วมงานเป็นผู้ให้ข้อมูลป้อนกลับว่า ความรู้ที่เรียนมานั้นได้ถูกนำไปปรับใช้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมหรือมีสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมหรือไม่

1.3.3 การนำแนวคิด กฎ 70-20-10 มาใช้ในการพัฒนา

การพัฒนาความรู้ความสามารถของพนักงาน เพื่อให้มีทักษะและความสามารถในการปฏิบัติงาน เป็นนโยบายที่องค์กรทั้งหลายยอมรับและถือปฏิบัติกันมานานแล้ว แต่ส่วนมากจะเน้นไปที่การฝึกอบรมในห้องเรียนเพราะมองปัจจัยที่เกี่ยวข้องว่าน่าจะเป็นวิธีการที่มีประสิทธิผลมากที่สุด กล่าวคือ 1) ผู้ให้การฝึกอบรม เป็นผู้ที่มีเลือกสรรมาแล้วว่ามีความรู้ความสามารถในเรื่องนั้น 2) หัวข้อการฝึกอบรม เป็นเรื่องที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน 3) เวลาที่ใช้พอเหมาะกับการถ่ายทอดความรู้และการจัดสรรเวลาทำงาน 4) ผู้รับการฝึกอบรมเป็นผู้ที่ได้รับการเลือกมาแล้วว่ามีความจำเป็นที่จะได้รับการฝึกอบรม แต่เนื่องจากการฝึกอบรมแบบเป็นทางการในห้องฝึกอบรม มีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง, เอาเวลาทำงานไปรับการฝึกอบรม, และยุ่งยากในการวางแผนการผลิตและวางแผนกำลังคนทดแทนผู้ที่เข้ารับการฝึกอบรม จึงเกิดแนวคิดการพัฒนา

พนักงานในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-learning), การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Knowledge Sharing), การเรียนรู้จากผู้มีประสบการณ์ตรง (On-the-job Training), และการสอนงานและให้คำแนะนำ (Coaching and Mentoring) (ปิยนันท์ สวัสดิ์ศฤงฆาร, 2563)

เมื่อมีแนวคิดกฎ 70-20-10 เกิดขึ้นและอ้างอิงว่าเป็นสัดส่วนการเรียนรู้ที่สามารถสร้างผู้บริหารที่ประสบความสำเร็จได้ จึงมีการนำการเรียนรู้แบบอื่น ๆ ที่ทำอยู่มาจัดกลุ่มให้เป็นการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blend learning) ที่มีกรอบการใช้เวลาและทรัพยากรที่สอดคล้องกับกฎ 70-20-10 อย่างไรก็ตาม การให้ได้รับประโยชน์จากกฎ 70-20-10 ไม่ได้เกิดขึ้นจากเพียงการจัดกลุ่มกิจกรรมให้ได้สัดส่วนเท่านั้น แต่จะต้องดำเนินการอย่างมีระบบและเป็นขั้นเป็นตอนด้วย กล่าวคือ

1. ประเมินผู้เข้าร่วมโครงการแต่ละคนด้วยการประเมิน 360 องศา เพื่อดูว่าผู้เข้าร่วมโครงการแต่ละคนควรได้รับการพัฒนาในเรื่องใดบ้าง

2. เริ่มกระบวนการพัฒนาที่สัดส่วน 10% ก่อน คือการเรียนรู้อย่างเป็นทางการเพื่อให้เข้าใจทฤษฎีและหลักการ โดยอาจใช้การเรียนรู้ในหลากหลายรูปแบบ เช่น การอบรมสัมมนา การฟังเสวนาหรือการบรรยาย การเรียนผ่านสื่อออนไลน์ต่าง ๆ ขั้นตอนนี้ จะเป็นการให้ความรู้เบื้องต้นเพื่อปูพื้นและปรับฐานความรู้ทางทฤษฎีของผู้เข้าร่วมโครงการทุกคนให้เท่าเทียมกัน

3. เข้าสู่สัดส่วน 20% ผู้เข้าร่วมโครงการแต่ละคนจะต้องอ่านและทำความเข้าใจผลการประเมิน 360 องศาที่จัดทำไว้ก่อนหน้านี้ จากนั้น จึงกำหนดเป้าหมายที่ต้องการพัฒนาอย่างน้อย 3 ประเด็น อย่างมากไม่เกิน 5 ประเด็น โดยจะผสมกันระหว่างการพัฒนาจุดแข็ง (Strengths) และจุดอ่อน (Weaknesses) เช่น จุดแข็ง 1 เรื่องและจุดอ่อน 2 เรื่องก็ได้ การเรียนรู้อาจเรียนจากพี่เลี้ยง (Mentor), โค้ช (Coach) หรือติดสอยห้อยตามผู้ใหญ่ไปดูงาน (Job shadowing) รวมถึงการทำงานโครงการพิเศษร่วมกับคนอื่น ๆ โดยโค้ชจะเป็นผู้มีบทบาทมากที่สุดในขั้นตอนนี้

4. เข้าสู่ 70% สุดท้าย ผู้เข้าร่วมโครงการทุกคนต้องนำหลักการหรือแนวคิดที่ได้เรียนรู้แบบเป็นทางการและจากการโค้ชแต่ละครั้งกลับไปปฏิบัติจริงในการทำงาน (On-the-job training) เมื่อครบ 1 เดือนพวกเขาจะกลับมาหาโค้ชใหม่อีกครั้งพร้อมทั้งบอกเล่าความคืบหน้าในสิ่งที่ได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริงจากการทำงาน (Experiential learning) ไม่ว่าจะได้ผลหรือไม่ก็ตาม ขณะเดียวกัน โค้ชจะเป็นผู้นำข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ที่ได้จากผู้มีส่วนได้เสียที่มีโอกาสทำงานกับผู้เข้าร่วมโครงการ อันได้แก่ หัวหน้า ลูกน้องและเพื่อนร่วมงานของพวกเขามาแจ้งให้ผู้ปฏิบัติได้ทราบเพื่อการแก้ไขปรับปรุงพฤติกรรมและทักษะในการทำงาน

การพัฒนาด้วยการโค้ชในลักษณะนี้ จะทำไปจนครบระยะเวลาที่กำหนดไว้ ซึ่งโดยปกติจะใช้เวลาประมาณ 3-4 เดือน เมื่อถึงเวลาดังกล่าว โค้ชจะประเมิน 360 องศาอีกครั้ง เพื่อวัดความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ หลังจากนั้นจึงสรุปผลให้กับผู้เข้าร่วมโครงการและผู้บังคับบัญชากับผู้บริหารทราบต่อไป

1.3.4 ปัญหาในทางปฏิบัติของกฎ 70-20-10

ปัญหาการนำ Model นี้มาใช้และไม่ประสบความสำเร็จ มาจากสาเหตุสำคัญสามประการ (ปิยนันท์ สวัสดิ์ศฤงฆาร, 2563) ดังนี้

1.3.4.1 ลักษณะงาน งานบางชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสายการผลิตออกแบบมาเพื่อให้ลูกจ้างไร้ฝีมือหรือกึ่งฝีมือสามารถทำงานได้ กระบวนการทำงานจึงมีขั้นตอนที่สั้นและซ้ำ ๆ ไม่มีประเด็นให้ต้องเรียนรู้ เพียงใช้ความระมัดระวังก็สามารถปฏิบัติงานได้ผลสำเร็จเท่าเทียมกัน การนำแนวคิดนี้มาใช้ในกระบวนการทำงานเช่นนี้จึงเป็นสิ่งที่เกินจำเป็น

1.3.4.2 หัวหน้างานไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตน

รูปแบบนี้เน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยหัวหน้างานเป็นผู้มีบทบาทสำคัญมากที่สุดในการให้เกิดการเรียนรู้แก่พนักงาน เริ่มตั้งแต่การประเมิน 360 องศา เพื่อค้นหาสิ่งที่ควรพัฒนา, การเป็นโค้ชสอนวิธีการทำงานที่ถูกต้องและให้คำปรึกษาในการแก้ไขปัญหา, การมอบหมายงานใหม่ที่ท้าทาย, การรวบรวมข้อมูลป้อนกลับจากบุคคลทั้งหลายที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานของพนักงานการประเมิน 360 อีกครั้งหลังครบกำหนดเวลาเพื่อดูความก้าวหน้า แต่เป็นที่น่าเสียดายที่หัวหน้างานส่วนมากยังไม่มีทักษะในบทบาทดังกล่าว พนักงานจึงพลาดโอกาสที่จะได้เรียนรู้งานและไม่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเท่าที่ควร

1.3.4.3 ขาดการประชาสัมพันธ์และการพัฒนาหัวหน้างาน

การนำกฎ 70-20-10 มาใช้ ต้องจัดทำเป็นโครงการ มีขั้นตอน ระยะเวลา และระเบียบวิธีปฏิบัติที่ชัดเจน การไม่ได้ประชาสัมพันธ์ให้ผู้เข้าร่วมโครงการได้ทราบถึงวัตถุประสงค์และรายละเอียดของโครงการ อาจทำให้พนักงานเข้าใจผิดว่าองค์กรกำลังหาเรื่องจับผิดการทำงานของพวกเขา นอกจากนั้น การไม่ได้พัฒนาทักษะในการเป็นโค้ชและพี่เลี้ยงที่ดีให้แก่หัวหน้างานก่อนนำ Model นี้ไปปฏิบัติ เป็นเหตุให้หัวหน้างานไม่สามารถทำหน้าที่ตามบทบาทในการสร้างการเรียนรู้แก่พนักงาน แต่กลับทำบทบาทเดิมที่เคยชิน คือ การควบคุมพนักงานให้ทำงานได้ตามเป้าเท่านั้น

จากการศึกษา Adult Learning Model รูปแบบ 70-20-10 สรุปได้ว่า รูปแบบการพัฒนาบุคลากร 70-20-10 เป็นการพัฒนาโดยเน้นการปฏิบัติจากประสบการณ์การทำงานและพัฒนาโดยใช้การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และการพัฒนาโดยการเรียนการสอนหรือการฝึกอบรมตามปกติ ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำหลักการพัฒนาบุคลากร 70-20-10 นี้มาประยุกต์ใช้ในโปรแกรมเสริมสร้าง

การจัดการเรียนรู้ของครูครั้งนี้ โดยเลือกใช้วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้ของครูที่ได้จากการสังเคราะห์เอกสารมาใช้ ดังนี้

1. เสริมสร้างความรู้ (10% Education) โดยการประชุมเชิงปฏิบัติการ

2. พัฒนาประสบการณ์ (70% Experience) โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองและการปฏิบัติจริง

3. ปฏิสัมพันธ์เชิงสร้างสรรค์ (20% Interaction) โดย

3.1 การเรียนรู้เป็นกลุ่ม

3.2 การนิเทศ

โปรแกรมและการพัฒนาโปรแกรม

1. ความหมายของโปรแกรม (Program)

Barr และ Keating (1990) กล่าวว่า โปรแกรมมีความหมายได้หลายอย่างขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล โดยทั่วไปคำว่าโปรแกรมใช้ใน 3 ความหมาย คือ

1. โปรแกรม หมายถึง หน่วย (Units) ที่จัดขึ้นเพื่อทำกิจกรรมพิเศษหรือให้บริการความต้องการของสถาบันหรือบุคคล

2. โปรแกรม หมายถึง ลำดับการปฏิบัติตามที่วางแผนไว้ (Series of Planned Intervention) เพื่อวัตถุประสงค์โดยเฉพาะสำหรับกลุ่มเป้าหมายโดยเฉพาะ

3. โปรแกรม หมายถึง กิจกรรมที่วางไว้ (Planned Activity) เพื่อเป้าหมายโดยเฉพาะ

อุ่นตา นพคุณ (2546) กล่าวว่า โปรแกรม คืองานประจำที่มีการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ส่วนโครงการจะมีลักษณะที่เป็นงานเฉพาะกิจตามความจำเป็นในสังคมเพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ แต่ถ้าหากโครงการมีการปฏิบัติอย่างต่อเนื่องในระยะเวลาที่ยาวนาน กรณีเช่นนี้โครงการก็จะกลายเป็นโปรแกรม ดังนั้นระยะเวลาจึงจำเป็นในการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง และมีการพัฒนาประเมินผลเพื่อการคงอยู่ของกิจกรรม เป็นปัจจัยที่สำคัญของโปรแกรม

วิเชียร วิทยอุดม (2550) กล่าวว่า โปรแกรม หมายถึง วิธีการพัฒนาทักษะความเป็นผู้นำ มีโปรแกรมการฝึกอบรม และกิจกรรมเพื่อพัฒนา โปรแกรมการฝึกอบรมส่วนใหญ่เกิดขึ้นมาจากการกำหนดเวลา เช่น การประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการที่ศูนย์ฝึกอบรมหลักสูตรการจัดการที่มหาวิทยาลัย ส่วนกิจกรรมเพื่อพัฒนาจะถูกจัดให้อยู่ในกระบวนการการทำงานที่ได้รับมอบหมาย นอกจากนี้ยังมีวิธีการพัฒนาทักษะความเป็นผู้นำอีกประเภท คือ กิจกรรมเพื่อพัฒนา

ตนเองซึ่งจะถูกจัดขึ้นเฉพาะบุคคล จะเห็นได้ว่าโปรแกรม หมายถึง การจัดกิจกรรมที่มีการกำหนดระยะเวลาหลักสูตรเนื้อหาที่แน่นอน รวมทั้งการกำหนดสถานที่ในการใช้โปรแกรมด้วย

พวงแก้ว กิจธรรม (2552) กล่าวว่าโปรแกรมการพัฒนา หมายถึง แผนการจัดกิจกรรมที่มีขั้นตอน กระบวนการ วิธีการพัฒนา อย่างชัดเจน โดยให้ความสำคัญกับผู้ที่จะพัฒนาได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ เพื่อสนองตอบวัตถุประสงค์ของการพัฒนาที่ตั้งไว้

จากการศึกษาความหมายของโปรแกรม สรุปได้ว่าโปรแกรม หมายถึง แผนหรือกิจกรรมที่มีการวางแผนไว้อย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนในการพัฒนาที่ออกแบบมาจากการนำเอาองค์ประกอบที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กับหลักการแนวคิด ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติให้ได้ตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมาย ภายใต้บริบทของการพัฒนาในแต่ละองค์กรเพื่อให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรม

2. ทฤษฎีโปรแกรม

มีนักวิชาการหลายท่านได้นิยามทฤษฎีโปรแกรมไว้ดังนี้

Scheirer (1987) ได้นิยามทฤษฎีโปรแกรมไว้ว่า “เป็นเซ็ตของความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล (Cause-and-effect relationships) จัดหาเหตุผลสำหรับธรรมชาติของสิ่งทดลอง (Treatment)”

Bickman (1987) ได้นิยามทฤษฎีโปรแกรมไว้ว่า “เป็นโครงสร้างของโมเดลที่มีเหตุผล และรู้สาเหตุว่าควรทำอย่างไรให้โปรแกรมดำเนินไปได้”

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (2544) ให้ความหมายไว้ว่า “ทฤษฎีโปรแกรม หมายถึง พิมพ์เขียวที่บ่งบอกว่าจะต้องทำอะไรบ้างจึงจะบรรลุตามเป้าหมายที่พึงประสงค์ของโปรแกรม ผลกระทบอื่นๆ ที่สำคัญน่าจะมีอะไรบ้าง และจะทำอย่างไรเป้าหมายที่พึงประสงค์ และผลกระทบที่สำคัญจึงจะเกิดขึ้นจริง” อย่างไรก็ตาม จากความหมายของทฤษฎีโปรแกรมจะเห็นว่า ทฤษฎีของโปรแกรมนั้นเน้นความสัมพันธ์ของเป้าหมายกับวิธีการ เพื่อที่จะให้มีความชัดเจนว่าอะไรที่สามารถคาดหวังได้จากโปรแกรม และใช้ทฤษฎีโปรแกรมเป็นเครื่องนำทางในการเลือกสรรกระบวนการวัดเพื่อประเมินทั้งในส่วนของปัจจัย กระบวนการ และผลลัพธ์

สรุปได้ว่า ทฤษฎีโปรแกรม เป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับว่าโปรแกรมนี้สามารถดำเนินการไปได้อย่างไรและเพราะอะไร ดังนั้นทฤษฎีโปรแกรมจึงเกี่ยวข้องกับกระบวนการปฏิบัติภายในโปรแกรมนั้น เน้นความสัมพันธ์ของเป้าหมายกับวิธีการ เพื่อที่จะให้มีความชัดเจนว่าอะไรที่สามารถคาดหวังได้จากโปรแกรม และใช้ทฤษฎีโปรแกรมเป็นเครื่องนำทางในการเลือกสรรกระบวนการวัด เพื่อประเมินทั้งในส่วนของปัจจัย กระบวนการ และผลลัพธ์

3. องค์ประกอบของโปรแกรม

มีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึง องค์ประกอบของโปรแกรมไว้ดังนี้

Boone (1992) กล่าวว่า โปรแกรมควรมีองค์ประกอบดังนี้

1. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจน ครอบคลุมด้านความรู้ ความตระหนักและพฤติกรรมการรับผิดชอบ

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ที่อยู่ในแผนการสอนของโปรแกรม ครอบคลุมประเด็นปัญหาที่กำหนดในโปรแกรม

3. แผนการจัดการเรียนการสอนตรงตามจุดประสงค์ของโปรแกรม

4. จัดวัสดุ/อุปกรณ์ สื่อการสอนต่างๆ ให้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้

5. รายละเอียดของเนื้อหามีความน่าสนใจ

6. มีแบบประเมินผล หรือเครื่องมือที่ใช้วัดกระบวนการพัฒนาด้านต่าง ๆ หรือการปฏิบัติของนักเรียนตามวัตถุประสงค์

7. วัตถุประสงค์ สื่อการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน และการประเมินผลของโปรแกรม มีความสอดคล้องกับเนื้อหา

8. นำโปรแกรมไปใช้ เพื่อดูว่าสื่อการสอนและกิจกรรมนั้นเหมาะสมหรือไม่

9. มีการรวบรวมข้อมูลจากผลการเรียนรู้ว่าบรรลุวัตถุประสงค์ของโปรแกรมหรือไม่

Caffarella (2002) กล่าวถึงองค์ประกอบของโปรแกรมการพัฒนาการศึกษาไว้ 9 องค์ประกอบ คือ การสร้างข้อมูลพื้นฐานสำหรับกระบวนการวางแผน การระบุแนวคิดของโปรแกรม การจัดลำดับแนวความคิดของโปรแกรม การพัฒนาวัตถุประสงค์ของโปรแกรม การเตรียมการสำหรับถ่ายโอนการเรียนรู้ การสร้างแผนการประเมินผล/การกำหนดรูปแบบ/ตารางเวลาและความต้องการทางด้านเจ้าหน้าที่ การออกแบบแผนการสอน การประสานงานผู้เกี่ยวข้อง และการศึกษาคุณค่าของโปรแกรม

ธำรง บัวศรี (2542) กล่าวถึงองค์ประกอบหลักของโปรแกรม แบ่งออกได้ดังต่อไปนี้ 1) เป้าหมายและนโยบายทางการศึกษา 2) จุดมุ่งหมายโปรแกรม 3) รูปแบบและโครงสร้างหลักสูตร 4) จุดประสงค์รายวิชา 5) เนื้อหา 6) จุดประสงค์ของการเรียนการสอน 7) กลยุทธ์การเรียนการสอน 8) การประเมินผล 9) วัสดุหลักสูตรและสื่อการเรียนการสอน

สุมิตรา พงศธร (2550) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญของโปรแกรม ประกอบด้วย จุดมุ่งหมาย (Aims) เป้าหมาย (Goals) วัตถุประสงค์ (Objectives) เนื้อหาวิชา (Content) และ

กิจกรรมการเรียนการสอน (Learning Activities) หัวใจของหลักสูตรอยู่ที่กิจกรรมการเรียนการสอน เพราะเป็นเรื่องของการหล่อหลอม กำหนดประสบการณ์เรียนรู้และการศึกษาของผู้เรียน

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับองค์ประกอบของโปรแกรม สามารถสังเคราะห์องค์ประกอบของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ดังตาราง 5

ตาราง 5 การสังเคราะห์องค์ประกอบโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู

องค์ประกอบของโปรแกรม	Boone (1992)	Caffarella (2002)	ชำรง บัวศรี (2542)	สุมิตรา พงศธร (2550)	ความถี่
1. หลักการ	✓	✓	✓	✓	4
2. วัตถุประสงค์	✓	✓	✓	✓	4
3. เป้าหมาย			✓	✓	2
4. วิธีการพัฒนา	✓	✓	✓	✓	4
5. โครงสร้าง			✓		1
6. เนื้อหาและสาระสำคัญ	✓		✓	✓	3
7. การจัดการเรียนรู้ในโปรแกรม			✓		1
8. การวัดและประเมินผลโปรแกรม	✓	✓	✓	✓	4

จากตาราง 5 พบว่าคะแนนความถี่ของหลักการ วัตถุประสงค์ วิธีการพัฒนา การวัดและประเมินผลโปรแกรม มีค่าสูงสุด รองลงมาคือเนื้อหาและสาระสำคัญ สำหรับการเลือกองค์ประกอบของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ผู้วิจัยใช้หลักเกณฑ์การพิจารณาจากความถี่ในระดับสูงสุด 5 ลำดับแรก คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) วิธีการพัฒนา 4) เนื้อหา และ 5) การวัดและประเมินผลโปรแกรม

การศึกษาความต้องการจำเป็น

1. ความหมายของความต้องการจำเป็น

มีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของความต้องการจำเป็นไว้ดังนี้

Kaufman และ English (สุวิมล ว่องวาณิช, 2548; อ้างอิงมาจาก Kaufman and English, 1992) กล่าวไว้ว่า ความต้องการจำเป็น หมายถึง ความขัดแย้งระหว่างสิ่งที่เป็นอยู่ในปัจจุบันและสิ่งที่ปรารถนาจะให้เกิดขึ้นหรือต้องการให้เกิดขึ้น

Stufllebeam และคณะ (ปานจันทร์ โหทอง, 2542; อ้างอิงมาจาก Stufllebeam and others, 1985) กล่าวไว้ว่า ความต้องการจำเป็น หมายถึง สิ่งที่จำเป็นต้องได้รับการตอบสนองหรือก่อให้เกิดประโยชน์เมื่อได้รับการตอบสนองโดยให้ความหมายความต้องการจำเป็นตามมุมมอง (View) 4 ด้าน ดังนี้

1. มุมมองด้านความแตกต่าง (Discrepancy view) ความต้องการจำเป็น หมายถึง ความแตกต่างระหว่างการกระทำหรือผลการปฏิบัติงานที่ต้องการ (Desired performance) กับการกระทำหรือผลการปฏิบัติงานที่สังเกตได้จากการปฏิบัติจริง (Observed performance)

2. มุมมองด้านความเป็นประชาธิปไตย (Democratic View) ความต้องการจำเป็น หมายถึง ความปรารถนา ความต้องการของคนส่วนใหญ่ ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มอ้างอิงที่เชื่อถือได้

3. มุมมองด้านการวิเคราะห์ (Analytic view) ความต้องการจำเป็น หมายถึง สารสนเทศของสิ่งหนึ่งสิ่งใดในหน่วยงานที่บุคลากรผู้มีความสามารถได้พิจารณาลงความเห็นว่ามีความสำคัญต่อหน่วยงานและทาให้เกิดการพัฒนาในหน่วยงาน

4. มุมมองด้านการวินิจฉัย (Diagnostic view) ความต้องการจำเป็น หมายถึง สิ่งที่บุคคลได้พิจารณาแล้วว่า มีความบกพร่อง หรือขาดหายไป (Deficiency of absence) และพิสูจน์ความแตกต่างหรือช่องว่าง (Gap) ระหว่างสิ่งที่เป็นอยู่ หรือสภาพที่เป็นจริงในปัจจุบัน (What is?) กับสิ่งที่ควรจะเป็นหรือสภาพที่คาดหวัง (What should be?)

Mckillip (ถนอมจิตต์ ขุททะกะพันธ์, 2546; อ้างอิงมาจาก Mckillip, 1995) กล่าวว่า ความต้องการจำเป็น หมายถึง การตัดสินคุณค่าของกลุ่มบุคคลใดบุคคลหนึ่งเกี่ยวกับปัญหาที่พบและพยายามในการแก้ปัญหา 4 ประการ ดังนี้

1. ความต้องการจำเป็น เป็นเรื่องเกี่ยวข้องกับคุณค่า แตกต่างกันแต่ละบุคคล
2. ความต้องการจำเป็น เป็นเรื่องเฉพาะของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง
3. ความต้องการจำเป็น อยู่ในรูปของปัญหาเมื่อผลผลิตไม่เพียงพอ
4. ความต้องการจำเป็น เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการตัดสินใจหรือการแก้ปัญหา

ทิพวรรณ ประเสริฐอำไพสกุล (2544) กล่าวว่า ความต้องการจำเป็น เป็นความแตกต่างระหว่างสภาพที่เป็นอยู่กับสภาพที่คาดหวัง ซึ่งผลการประเมินความต้องการจำเป็นจะชี้สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบันที่ต้องได้รับการพัฒนา ปรับปรุง แก้ไข ตามการรับรู้ของผู้ให้ข้อมูล

สรุปได้ว่า ความต้องการจำเป็น เป็นความแตกต่างระหว่างสิ่งที่คาดหวังกับสิ่งที่เป็นอยู่จริงในปัจจุบัน เป็นสภาพที่ต้องได้รับการพัฒนาและปรับปรุง แก้ไขตามการรับรู้ของกลุ่มผู้ให้ข้อมูล

2. ประเภทของความต้องการจำเป็น

มีนักวิชาการได้จัดประเภทความต้องการจำเป็นไว้ดังนี้

Witkins (สุวิมล ว่องวาณิช, 2548; อ้างอิงมาจาก Witkins, 1994) ได้จำแนกความต้องการจำเป็นตามองค์กรผู้รับและผู้ให้บริการออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ความต้องการจำเป็นระดับปฐมภูมิ (Primary needs) เป็นความต้องการจำเป็นของผู้รับบริการ (Service receivers) หรือลูกค้าในทางการศึกษา ส่วนใหญ่เป็นความต้องการจำเป็นของนักเรียน ความต้องการจำเป็นระดับทุติยภูมิ (Secondary needs) เป็นความต้องการจำเป็นของผู้ให้บริการ (Service providers) เช่น ความต้องการจำเป็นของบุคลากรในหน่วยงาน ความต้องการจำเป็นของผู้บริหาร และความต้องการจำเป็นระดับตติยภูมิ (Tertiary needs) เป็นความต้องการจำเป็นด้านทรัพยากรและการแก้ปัญหา (Resources solution) ซึ่งช่วยในการดำเนินงานของหน่วยงาน ในบรรดาความต้องการจำเป็นทั้งหมด Witkins เห็นว่า ความต้องการที่มีความสำคัญที่สุด คือ ความต้องการจำเป็นเป็นระดับปฐมภูมิ เนื่องจากเป็นกลุ่มเป้าหมายที่องค์กรต้องรับใช้

Witkins และ Alschuld (ปานจันทร์ โหทอง, 2542; อ้างอิงมาจาก Witkins and Alschuld, 1995) ได้จำแนกประเภทของความต้องการจำเป็น ออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 (Primary) ความต้องการจำเป็นของผู้รับบริการ (Service receivers) เช่น นักเรียน ลูกค้า คนไข้ ผู้ใช้ข้อมูล พนักงาน เป็นต้น

ระดับที่ 2 (Secondary) เป็นความต้องการจำเป็นของผู้ให้บริการและกำหนดนโยบาย (Service providers and policymakers) เช่น ครู ผู้ปกครอง บรรณารักษ์ ผู้บริหาร ผู้จัดการ

ระดับที่ 3 (Tertiary) ความต้องการจำเป็นเกี่ยวกับทรัพยากรหรือวิธีแก้ปัญหา (Resources or solutions) เช่น อาคารสถานที่ การอำนวยความสะดวก วัสดุ เทคโนโลยี การขนส่ง เงินเดือน และผลตอบแทน เงื่อนไขการทำงาน เป็นต้น

Kaufman (สุวิมล ว่องวาณิช, 2548; อ้างอิงมาจาก Kaufman และคณะ, 1993) ได้จำแนกความจำเป็นใหม่ตามแนวคิดเชิงระบบได้เป็น 4 ประเภท คือ ความต้องการจำเป็นด้านปัจจัย (Input needs) ความต้องการจำเป็นด้านกระบวน (Process needs) ความต้องการจำเป็น

ด้านผลลัพธ์ (Outcome needs) ความต้องการจำเป็นด้านการแก้ปัญหา (Solution needs) ตามความคิดของ Kaufman และคณะ ความต้องการจำเป็นด้านผลลัพธ์ถือเป็นความต้องการจำเป็นที่แท้จริง (Needs) ส่วนความต้องการจำเป็นด้านปัจจัยและกระบวนการถือเป็นความต้องการจำเป็นเทียม (Quasi needs) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความต้องการจำเป็นที่แท้จริง (Needs) มีการจำแนกเป็น

1.1 ความต้องการจำเป็นระดับจุลภาค เน้นการวัดผลผลิต

1.2 ความต้องการจำเป็นระดับมหภาค เน้นการผลิตผล

1.3 ความต้องการจำเป็นระดับเมกะ เน้นการวัดผลลัพธ์ โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของสภาพที่เป็นจริง กับสภาพที่ควรจะเป็นด้านผลผลิต (Product gap) ผลิตผล (Output gap) และผลลัพธ์ (Outcome gap) ตามลำดับ

2. ความต้องการจำเป็นเทียม (Quasi needs) ความต้องการจำเป็น จำแนกเป็นต้องการจำเป็นด้านกระบวนการ และปัจจัยโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของสภาพที่เป็นอยู่จริงกับสภาพที่ควรจะเป็นด้านกระบวนการ (Process gap) และด้านปัจจัย (Input gap)

ถนอมจิตต์ ขุททะกะพันธ์ (2546) ได้จำแนกประเภทของความต้องการจำเป็นโดยใช้หลักการจัดประเภทตามคุณลักษณะ ดังนี้

1. ระดับความต้องการจำเป็น ได้แก่ ความต้องการจำเป็นของสังคม (Mega needs, Social needs) ความต้องการจำเป็นขององค์การ (Macro needs, Organizational needs) ความต้องการจำเป็นของกลุ่มบุคคล (Group needs) ความต้องการจำเป็นของบุคคล (Micro needs, Personal needs) ความต้องการจำเป็นด้านปัจจัยและกระบวนการ (Quasi needs)

2. สิ่งที่ถูกประเมิน ได้แก่ ความต้องการจำเป็นด้านผลลัพธ์ (Outcome needs) ความต้องการจำเป็นด้านผลผลิต (Output needs) ความต้องการจำเป็นด้านผลผลิตและความต้องการ (Product needs, Input needs) ความต้องการจำเป็นด้านการแก้ปัญหา (Solution needs)

3. เจ้าของความต้องการจำเป็น แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ความต้องการจำเป็นปฐมภูมิ (Primary needs) เป็นความต้องการจำเป็นของผู้รับบริการ ความต้องการจำเป็นทุติยภูมิ (Secondary needs) เป็นความต้องการจำเป็นของผู้ให้บริการ ความต้องการจำเป็นตติยภูมิ (Tertiary needs) เป็นความต้องการจำเป็นด้านทรัพยากร (Resources) และการแก้ไขปัญหา

สุวิมล ว่องวาณิช (2548) ได้จำแนกความต้องการจำเป็นตามช่วงเวลาที่ต้องการกำหนดความต้องการจำเป็น ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ความต้องการจำเป็นในปัจจุบัน (Present หรือ Current needs) เช่น ความต้องการจำเป็นของครูในปัจจุบันเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียน

2. ความต้องการจำเป็นในอนาคต (Future needs) เป็นความต้องการจำเป็นที่กำหนดล่วงหน้าว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้าง เพื่อเตรียมการรับมือ หรือป้องกันปัญหาที่คาดว่าจะเกิด เช่น ความต้องการจำเป็นในการผลิตบัณฑิตศึกษาในอีก 10 ปีข้างหน้าจะมีลักษณะเช่นใด หากประเทศไทยจะเปลี่ยนผ่านตนเองเข้าสู่สังคมฐานความรู้ในยุคเศรษฐกิจฐานความรู้ ความต้องการจำเป็นในการพัฒนากำลังคนระดับช่างฝีมือ เพื่อสร้างขีดสมรรถนะในการแข่งขันของประเทศ นอกจากนี้ สุวิมล ว่องวาณิช ยังแบ่งประเภทความต้องการจำเป็นตามขอบเขตการวิจัยดังนี้ การวิจัยประเมินความต้องการจำเป็นแบบสมบูรณ์ (Complete needs assessment) มีกิจกรรมต้องดำเนินการ 3 ขั้นตอน คือ การระบุความต้องการจำเป็นที่มีความสำคัญที่สุด (Needs identification) การวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดความต้องการจำเป็น (Needs analysis) และการกำหนดทางเลือกของการแก้ปัญหา (Needs solution)

สรุปได้ว่า ประเภทของความต้องการจำเป็น มีการแบ่งไว้หลากหลาย ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้วิจัยว่าต้องการข้อมูลประเภทใด ซึ่งจะช่วยในการออกแบบการวิจัยและการเก็บข้อมูลได้ตรงตามความต้องการหรือจุดมุ่งหมายในการประเมินความต้องการจำเป็น

3. ขั้นตอนการประเมินความต้องการจำเป็น

การประเมินความต้องการจำเป็น เป็นการวางแผนการดำเนินงานเพื่อขจัดปัญหาที่เกิดจากความต้องการจำเป็น มีนักวิชาการได้จำแนกขั้นตอนการประเมินไว้ดังนี้

มยุรีย์ เขียวฉะอ้อน (2541) ได้จำแนกขั้นตอนการประเมินความต้องการจำเป็นไว้ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของการประเมินความต้องการจำเป็นให้ชัดเจน โดยขั้นตอนต่าง ๆ จะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กัน

2. ออกแบบประเมินความต้องการจำเป็น โดยทาการกำหนดรายการที่จะศึกษาให้ชัดเจนซึ่งรวมถึงจุดมุ่งหมายเฉพาะในการศึกษา ขอบเขตเนื้อหาของความต้องการจำเป็นที่จะประเมิน และชนิดของความต้องการจำเป็นที่ต้องการจำแนก จุดมุ่งหมายที่ชัดเจนและตรงเป้าหมายจะนาไปสู่การเก็บรวบรวมการวิเคราะห์ข้อมูลและกระบวนการรายงานผลที่ดี ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลอาจรวมถึงการจัดการเรื่อง การสำรวจ การสัมภาษณ์ และการจัดลำดับ

3. ประเมินความต้องการจำเป็นโดยการหาความแตกต่างระหว่างสถานะที่เป็นเป้าหมายกับสถานะที่เป็นจริง จากนั้นจึงศึกษาสาเหตุที่ทำให้เกิดความแตกต่างซึ่งเป็นปัญหา

4. จัดลำดับความต้องการจำเป็นหรือการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาซึ่งควรทำในรูปแบบของความจำเป็นสูงสุดและต่ำสุด โดยการวางขั้นตอนการเชิงปริมาณเพื่อจัดลำดับความสำคัญรวมทั้งการจัดหมวดหมู่ของความต้องการจำเป็นมีความสมบูรณ์สามารถใช้ในการวางแผนปฏิบัติการได้

5. การรายงานผลและการใช้ผล ผลที่ได้จากการประเมินความต้องการจำเป็นจะทำให้เราทราบถึงปัญหาและอุปสรรคที่จะต้องแก้ไข ทาให้เราสามารถกำหนดเป้าหมายของโครงการหรือการวางแผนโครงการต่างๆ ตลอดจนสามารถตัดสินใจเลือกหนทางแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้องกับองค์กร ซึ่งคุณลักษณะเฉพาะประการหนึ่งของการประเมินความต้องการจำเป็นคือการใช้ผลเพื่อการวางแผน การแก้ปัญหา การกำหนดเกณฑ์สำหรับการวัดผลสัมฤทธิ์ หรือการยกระดับมาตรฐานและการตรวจสอบมาตรฐานการศึกษา ดังนั้นในขั้นสุดท้ายของกระบวนการคือ การนำผลที่ค้นพบไปใช้ให้เกิดประโยชน์ การใช้ประโยชน์จากการศึกษาการประเมิน ความต้องการจำเป็นต้องใช้การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพในช่วงเวลาที่จำกัด คือ สามารถส่งข่าวสารไปยังผู้รับสารได้เหมาะสมในช่วงเวลาที่มีอยู่

สุวิมล ว่องวาณิช (2548) ได้จำแนกขั้นตอนการประเมินความต้องการจำเป็นออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาที่ที่มุ่งหวัง (What should be?)

2. การศึกษาสภาพที่เป็นอยู่จริงในปัจจุบัน (What is?)

3. การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ได้จากข้อ 1) และ ข้อ 2) และจัดลำดับความสำคัญของผลที่เกิดขึ้น เพื่อกำหนดความต้องการจำเป็น

4. การวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดความแตกต่างในข้อ 3) และจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดความต้องการจำเป็น

5. การศึกษากำหนดแนวทางเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากสาเหตุที่ทำให้เกิดความต้องการจำเป็นที่วิเคราะห์ได้จากข้อ 4)

นอกจากนี้ สุวิมล ว่องวาณิช (2548) ยังได้สังเคราะห์ขั้นตอนการวิจัยประเมินความต้องการจำเป็นจากนักวิชาการด้านการประเมินไว้ โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินการออกเป็น 3 ระยะ

ระยะแรก เป็นระยะก่อนการประเมินประกอบด้วยขั้นตอนการเตรียมการ มีการกำหนดจุดมุ่งหมายหรือวิสัยทัศน์ที่ต้องการจะให้เกิด กำหนดกลุ่มผู้ใช้ประโยชน์จากผลการประเมินความต้องการจำเป็น กลุ่มเป้าหมายและกลุ่มผู้เกี่ยวข้องกับการประเมินความต้องการจำเป็นและขั้นการออกแบบการประเมิน เกี่ยวข้องกับการกำหนดนิยามประเภท ขอบข่ายของการประเมินความต้องการจำเป็น การวางแผนงานด้านทรัพยากรค่าใช้จ่าย และระยะในการดำเนินงาน

ระยะที่สอง เป็นระยะระหว่างการประเมิน มีการกำหนดวิธีการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อกำหนดความต้องการจำเป็น และการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น

ระยะที่สาม ระยะหลังการประเมิน มีการนำผลไปใช้ประโยชน์ การเสนอผลหรือรายงานให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ กำหนดแนวทางการแก้ไขขจัดปัญหาที่เกิดจากความต้องการจำเป็นในขั้นของการนำผลไปใช้ประโยชน์นี้ แนวคิดของ Witkins และ Altschuld จะแตกต่างจากแนวคิดอื่นตรงที่มีการนำเสนอให้มีการวางแผนการดำเนินงานเพื่อขจัดปัญหาที่เกิดจากความต้องการจำเป็นมิได้หยุดแค่ขั้น การกำหนดทางเลือกในการแก้ไขปัญหาเท่านั้นแต่ต้องวางแผนว่าจะนำเอาแนวทางที่กำหนดไปปฏิบัติให้เกิดผลอย่างไร เพื่อบรรลุเป้าหมายที่พึงประสงค์

สรุปได้ว่า การประเมินความต้องการจำเป็น มีขั้นตอนการดำเนินงานเหมือนกับการวิจัยโดยทั่วไป กล่าวคือ มีการกำหนดจุดมุ่งหมาย กรอบการวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น เทคนิควิธีการประเมิน การเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีวิเคราะห์ข้อมูล การจัดทำรายงาน และผลสมบูรณ์ถ้าในขั้นตอนสุดท้ายมีการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นที่เกิดขึ้น เพื่อเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาต่อไป

4. การจัดลำดับความต้องการจำเป็น

สุวิมล ว่องวาณิช (2548) กล่าวว่า การจัดลำดับความสำคัญ (Priority setting) ของความต้องการจำเป็นเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการระบุความต้องการจำเป็น การวิเคราะห์หาสาเหตุและการกำหนดแนวทางแก้ไข ปัญหา ซึ่งจะทำให้การประเมินความต้องการจำเป็นมีความสมบูรณ์สามารถนำผลไปใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุและวิธีการแก้ไขต่อไป การจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น เป็นการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นแต่ละประเด็น จากนั้นนำความต้องการจำเป็นมาเรียงลำดับ (Sort) ตั้งแต่ความสำคัญมากไปหาน้อย จะช่วยให้ผู้ประเมินความต้องการจำเป็นทราบถึงความต้องการจำเป็น หรือปัญหาที่แท้จริงที่ควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วนก่อนปัญหาอื่นซึ่งวิธีที่ใช้จัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นนั้นมีหลายวิธีด้วยกัน ผู้ประเมินจะต้องเลือกใช้และดำเนินการด้วยความระมัดระวังภายในระยะเวลาและทรัพยากรที่จำกัด

วิธีการจัดลำดับความสำคัญความต้องการจำเป็นมีหลายวิธีแต่ละวิธีจะแตกต่างกันออกไป แต่วิธีการจัดลำดับความสำคัญความต้องการจำเป็นโดยใช้สูตร Modified Priority Needs Index (PNI Modified) ซึ่งสูตรในการคำนวณ คือ (PNI Modified) = I-D/D

โดยการหาค่าผลต่างของ (I-D) หารด้วยค่า (D) เพื่อควบคุมขนาดของความต้องการจำเป็นให้อยู่ในพิสัยที่ไม่มีช่องกว้างมากเกินไปและให้ความหมายเชิงเปรียบเทียบ เมื่อใช้ระดับของสภาพที่เป็นอยู่เป็นฐานในการคำนวณอัตราการพัฒนาเข้าสู่สภาพที่คาดหวังของกลุ่ม

บริบทสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

1. สถานที่ตั้ง

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ตั้งอยู่ที่ 312 หมู่ที่ 4 ถนนฮ่องฮี-กระนวน ตำบล ห้วยเม็ก อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ 46170 โทรศัพท์ 043-889546-9 โทรสาร 043-889534

2. สภาพทั่วไป

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 เป็นหน่วยงานที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหน้าที่ดำเนินการให้เป็นไปตามอำนาจหน้าที่ตามมาตรา 37 แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2546 อำนาจหน้าที่ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

พระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ.2546 มาตรา 36 กำหนดให้เขตพื้นที่การศึกษามีคณะกรรมการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา โดยมีอำนาจหน้าที่ในการกำกับดูแลจัดตั้งยุบรวม หรือเลิกสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตพื้นที่การศึกษา ประสาน ส่งเสริม และสนับสนุนสถานศึกษาเอกชนในเขตพื้นที่การศึกษา ประสานส่งเสริมองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นให้สามารถจัดการศึกษาสอดคล้องกับนโยบายและมาตรฐานการศึกษา ส่งเสริมสนับสนุนการศึกษาการจัดการศึกษาของบุคคล ครอบครัว องค์กรชุมชน องค์กรเอกชน องค์กรวิชาชีพ สถาบันศาสนา สถานประกอบการ และสถาบันสังคมอื่น ที่จัดการศึกษาในรูปแบบที่หลากหลายในเขตพื้นที่การศึกษา และปฏิบัติหน้าที่อื่นที่เกี่ยวข้องกับอำนาจหน้าที่ที่ระบุไว้ข้างต้น ทั้งนี้ตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบบริหารราชการกระทรวงศึกษาธิการ กฎกระทรวงกำหนดหลักเกณฑ์การแบ่งส่วนราชการภายในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา พ.ศ. 2546 และประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องการแบ่งส่วนราชการภายในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา พ.ศ.2553 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามีอำนาจหน้าที่

1. จัดทำนโยบาย แผนพัฒนา และมาตรฐานการศึกษาของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาให้สอดคล้องกับนโยบาย มาตรฐานการศึกษา แผนการศึกษา แผนพัฒนาการศึกษาขั้นพื้นฐานและความต้องการของท้องถิ่น

2. วิเคราะห์จัดตั้งงบประมาณเงินอุดหนุนทั่วไปของสถานศึกษาขั้นและหน่วยงานในเขตพื้นที่การศึกษา และแจ้งจัดสรรงบประมาณที่ได้รับให้หน่วยงานข้างต้นรับทราบ รวมทั้งกำกับตรวจสอบ ติดตามการใช้จ่ายงบประมาณของหน่วยงานดังกล่าว

3. ประสานส่งเสริม สนับสนุน และพัฒนาหลักสูตรร่วมกับสถานศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษา

4. กำกับดูแล ติดตาม และประเมินผลสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน และในเขตพื้นที่การศึกษา

5. ศึกษา วิเคราะห์ วิจัย และรวบรวมข้อมูลสารสนเทศด้านการศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษา

6. ประสาน ระดมทรัพยากรด้านต่างๆ รวมทั้งทรัพยากรบุคคลเพื่อส่งเสริมสนับสนุนการจัดและพัฒนาการศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษา

7. จัดระบบประกันคุณภาพการศึกษา และประเมินผลสถานศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษา

8. ประสาน ส่งเสริม สนับสนุน การจัดการศึกษาของถานศึกษาเอกชน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นรวมทั้งบุคคล องค์กรชุมชน องค์กรวิชาชีพ สถาบันศาสนา สถานประกอบการและสถาบันอื่นที่จัดการศึกษารูปแบบที่หลากหลายในเขตพื้นที่การศึกษา

9. ดำเนินประสาน ส่งเสริม สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาการศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษา

10. ประสาน ส่งเสริม การดำเนินการของอนุกรรมการ และคณะทำงานด้านการศึกษา

11. ประสานการปฏิบัติราชการทั่วไปกับองค์กรหรือหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐเอกชน และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในฐานะสำนักงานผู้แทนกระทรวงศึกษาธิการในเขตพื้นที่การศึกษา

12. ปฏิบัติหน้าที่อื่นที่เกี่ยวกับกิจการภายในเขตพื้นที่การศึกษาที่มิได้ระบุให้เป็นหน้าที่ของหน่วยงานใดโดยเฉพาะหรือปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย

3. ข้อมูลพื้นฐานทางการศึกษา

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์เขต 2 จัดการศึกษา 3 ระดับ ได้แก่ ระดับก่อนประถมศึกษา ระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีศูนย์เครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาทั้งหมด 9 ศูนย์ มีโรงเรียนที่อยู่ภายในการกำกับดูแลทั้งหมด 168 โรงเรียน แบ่งเป็นโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 109 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 54 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 6 โรงเรียน มีจำนวนนักเรียน ทั้งหมด 19,403 คน (ข้อมูล ณ วันที่ 10 มิถุนายน 2564)

4. ทิศทางการจัดการศึกษาสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

วิสัยทัศน์

“สร้างคุณภาพผู้เรียน สู่วิถีไทยในศตวรรษที่ 21 อย่างยั่งยืน และเป็นสุข”

พันธกิจ

1. จัดการศึกษาเพื่อเสริมสร้างความมั่นคง ของสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์

2. สร้างโอกาสทางการศึกษาให้ประชากรวัยเรียนทุกคนทุกกลุ่มอย่างทั่งถึง เสมอภาค เท่าเทียมและลดความเหลื่อมล้ำ

3. เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณธรรมจริยธรรม ความรู้ ทักษะวิชาการ ทักษะชีวิต ทักษะวิชาชีพ และคุณลักษณะในศตวรรษที่ 21

4. ส่งเสริมการพัฒนาข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาให้เป็นมืออาชีพ

5. พัฒนาสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา สถานศึกษา ให้มีมาตรฐานและความเป็นเลิศในการบริหารจัดการศึกษา

เป้าประสงค์

1. ผู้เรียน เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ คิดริเริ่มและสร้างสรรค์นวัตกรรม มีความรู้ มีทักษะและคุณลักษณะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 มีสุขภาวะที่เหมาะสมตามวัย มีความสามารถในการพึ่งพาตนเอง และปรับตัวต่อ การเป็นผลเมืองและพลโลกที่ดี

2. ประชากรวัยเรียนในเขตพื้นที่บริการทุกคนได้รับการศึกษาอย่างทั่วถึง เท่าเทียม และมีคุณภาพตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงพร้อมก้าวสู่สากล

3. ครูและบุคลากรทางการศึกษาเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ มีจรรยาบรรณและทักษะในวิชาชีพ เป็นผู้สร้างสรรค์นวัตกรรม และมีทักษะในการใช้เทคโนโลยี

4. ผู้บริหารการศึกษา ผู้บริหารสถานศึกษา มีความเป็นเลิศส่วนบุคคล คิดเชิงกลยุทธ์ และพัฒนานวัตกรรม มีภาวะผู้นำ และบริหารจัดการตามหลักธรรมาภิบาล

5. สถานศึกษา มีความเป็นอิสระในการบริหารงานและการเรียนรู้ ร่วมมือกับชุมชน ภาคเอกชนและผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดการศึกษาระดับพื้นที่ จัดสภาพแวดล้อมในโรงเรียน เพื่อการเรียนรู้ในทุกมิติเป็นโรงเรียนนวัตกรรม

6. สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มีการบริหารงานเชิงบูรณาการปรับเปลี่ยนวัฒนธรรมการทำงาน เป็นสำนักงานแห่งนวัตกรรมยุคใหม่ ใช้เทคโนโลยี มีข้อมูลสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพ มีการวิจัยและพัฒนาในการขับเคลื่อนคุณภาพ กำกับ ติดตาม ประเมินและรายงานผลอย่างเป็นระบบ

ค่านิยมองค์กร

“ความรู้คู่ความดี สามัคคี รักษ์วัฒนธรรมถิ่นไทย”

นโยบาย

เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุผลสำเร็จตามวิสัยทัศน์ พันธกิจ และเป้าประสงค์ที่กำหนดไว้ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 จึงกำหนดนโยบายการดำเนินงานไว้ 5 นโยบายดังนี้

1. การจัดการศึกษาเพื่อความมั่นคง
2. พัฒนาคุณภาพผู้เรียน
3. ส่งเสริม สนับสนุนการพัฒนาครูและบุคลกรทางการศึกษา
4. สร้างโอกาสในการเข้าถึงบริการการศึกษาที่มีคุณภาพ มีมาตรฐาน และลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษา
5. เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา พบว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) ในบริบทของต่างประเทศและประเทศไทยมีความหมายที่แตกต่างกัน ดังนั้น ในการนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามาใช้ในประเทศไทย ผู้สอนควรศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ให้เข้าใจอย่างลึกซึ้งโดยเฉพาะสาระสำคัญในสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีที่มีความแตกต่างกัน สะเต็มศึกษามีความสำคัญต่อผู้สอนและผู้เรียน ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ มีระดับของการบูรณาการออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1) การบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion integration) 2) การบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel integration) 3) การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary integration) 4) การบูรณาการแบบข้ามวิชา ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรศึกษาและทำความเข้าใจระดับของการบูรณาการทั้ง 4 ระดับให้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ผู้สอนทั้ง 3 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ควรวางแผนในการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นการประเมินผู้เรียนตามสภาพจริง (Authentic assessment) ผู้สอนควรใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย

นัสรินทร์ บือซา (2558) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อศึกษาคะแนนพัฒนาการ (Gain score) ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการ ร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก โดยนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนชีววิทยาความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) อยู่ในระดับมาก

กมลฉัตร กล่อมอิ่ม (2559) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู พบว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะด้านความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีให้กับนักศึกษาวิชาชีพครู โดยให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ผ่านกระบวนการและกิจกรรม (Process and content) ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวเปิดโอกาสให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักศึกษาร่วมกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอนฝึกปฏิบัติการวางแผนการทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันช่วยกันออกแบบชิ้นงานโดยมีอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้คอยให้คำปรึกษา (Coach and mentor) นักศึกษารับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองได้ลงมือปฏิบัติ ทำกิจกรรมกลุ่ม ฝึกฝนทักษะการเรียนรู้ ทักษะการบริหาร การเป็นผู้นำ ผู้ตามและที่สำคัญเป็นการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับ ชีวิตจริงของนักศึกษา

ชัยนาท พลอยบุตร (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ สำหรับสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30 โดยมีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของสมรรถนะครูด้านการบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ ศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของสมรรถนะครูด้านการบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ และพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครู ด้านการบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้สำหรับสถานศึกษา สังกัด

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30 กลุ่มตัวอย่างคือ ผู้บริหารสถานศึกษาและครูผู้สอนในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30 ประจำปีการศึกษา 2557 จำนวน 320 คน ได้มาโดยการเลือกแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของสมรรถนะครูด้านการบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ แบบสอบถามสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของสมรรถนะครูด้านการบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ และแบบประเมินโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูด้านการบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ การสร้างและพัฒนาหลักสูตร การออกแบบการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การใช้และพัฒนาสื่อนวัตกรรมเทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งทุกองค์ประกอบและตัวบ่งชี้มีความเหมาะสมในระดับมาก มีความเป็นไปได้ในระดับมากที่สุด 2) สภาพปัจจุบันของสมรรถนะครูด้านการบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้โดยรวมทุกองค์ประกอบและแต่ละองค์ประกอบอยู่ในระดับมากและสภาพที่พึงประสงค์โดยรวมทุกองค์ประกอบ อยู่ในระดับมากที่สุด 3) โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ 9 ส่วน ได้แก่ ที่มาและความสำคัญของโปรแกรม วัตถุประสงค์ของโปรแกรม เป้าหมาย รูปแบบและวิธีการพัฒนา โครงสร้างของโปรแกรม เนื้อหา แนวการจัดกิจกรรม เทคนิคและเครื่องมือ และการประเมินผล ขอบข่ายเนื้อหาของโปรแกรมฯ แบ่งออก 3 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 การออกแบบการเรียนรู้ ชุดที่ 2 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และชุดที่ 3 การวัดและระเมินผลการเรียนรู้ 4) โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครู ด้านการบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ระดับมากที่สุด และมีความเป็นไปได้ โดยรวมอยู่ในระดับมาก

ยุวลี โพยนอก (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมพัฒนาครูผู้ช่วยด้านการจัดการเรียนรู้ ในสถานศึกษาสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ โดยมีความมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบและตัวชี้วัดด้านการจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษาสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ 2) เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และวิธีการพัฒนาครูผู้ช่วยด้านการจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษาสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ 3) เพื่อพัฒนาโปรแกรมพัฒนาครูผู้ช่วยด้านการจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษาสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ มีวิธีดำเนินการวิจัยและพัฒนา 3 ระยะ (Research and Development) โดยดำเนินการเป็น 3 ระยะ ระยะที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบและตัวชี้วัดด้านการจัดการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมาย ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน โดยเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการพรรณนาสังเคราะห์เนื้อหา ระยะที่ 2 ศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิธีการพัฒนาครูผู้ช่วยด้านการจัดการเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้ช่วย จานวน 64 คน โดยใช้ประชากรเป็นกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบถาม สถิติทีใช้ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระยะที่ 3 พัฒนาโปรแกรมพัฒนาครูผู้ช่วยด้านการจัดการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมาย ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน โดยเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้คือ แบบประเมิน สถิติที่ใช้ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้ 1) องค์ประกอบและตัวชี้วัดด้านการจัดการเรียนรู้ ในสถานศึกษาสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ พบว่า องค์ประกอบด้านการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ 12 ตัวชี้วัด 2) ผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิธีการพัฒนาครูผู้ช่วยด้านการจัดการเรียนรู้ ในสถานศึกษาสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ (2.1) สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ของครูผู้ช่วยด้านการจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษา สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิพบว่า สภาพปัจจุบันโดยรวมอยู่ในระดับมาก สภาพที่พึงประสงค์ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (2.2) การวิเคราะห์ความสำคัญของความต้องการจำเป็นในการพัฒนาครูผู้ช่วย ด้านการจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษาสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ เรียงลำดับความต้องการจากสูงสุดไปต่ำสุดคือ การวิจัยเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาผู้เรียน (PNI=0.2967) การวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ (PNI=0.2953) การออกแบบการจัดการเรียนรู้ (PNI=0.2765) การรายงานผลการเรียนรู้ (PNI=0.2527) (2.3) วิธีการพัฒนาครูผู้ช่วยด้านการจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษาสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ ที่ครูผู้ช่วยมีความเชื่อมั่นว่ามีประสิทธิภาพสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ การเรียนรู้จากการปฏิบัติ การอบรม และการประชุมปฏิบัติการ

วรนิษฐา เลขนอก (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง โปรแกรมการพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้สำหรับสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 โดยมีความมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ในการพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้สำหรับสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 2) เพื่อพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้สำหรับสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ กลุ่มแรก คือ ครูผู้สอนในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 6 ปีการศึกษา 2557 จากโรงเรียนจำนวน 182 โรงเรียน จำนวน 308 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของเครจซี่ และมอร์แกน (Krejcie and Morgan) กลุ่มที่สอง ได้แก่ กลุ่มผู้ให้ข้อมูลจากโรงเรียน (Best Practices) ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน ประเมิน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปและจัดเรียงลำดับความคาดหวังโดย ใช้วิธี Modified Priority Needs Index (PNI Modified) ผลการวิจัยพบว่า 1) สภาพปัจจุบันการพัฒนาครู ด้านการจัดการเรียนรู้สำหรับสถานศึกษาโดยรวมมีการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก และรายด้านมีการปฏิบัติ

อยู่ในระดับมากทุกด้าน 2) สภาพที่พึงประสงค์การพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้สำหรับสถานศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดและรายด้านอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน 3) โปรแกรมการพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลัก คือ ด้านหลักสูตรและการบูรณาการเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้ ด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับวัยผู้เรียน ด้านการใช้รูปแบบและเทคนิควิธีการสอนอย่างหลากหลาย ด้านการพัฒนาสื่อ และนวัตกรรม และด้านการวัดและประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริง 4) โปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมและความเป็นไปได้โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

กาญจนา จันทะโยธา (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ สำหรับสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 โดยมีความมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาองค์ประกอบ และตัวชี้วัดของการพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้สำหรับสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ดเขต 3 2) ศึกษาสภาพปัจจุบัน และสภาพที่พึงประสงค์ของการพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ สำหรับสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 3) เพื่อพัฒนาโปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ สำหรับสถานศึกษา สังกัดสานักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้บริหาร และครู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถม ศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 รวม 327 คน โดยการเทียบประชากรทั้งหมดกับตารางกำหนดขนาดของ Krejcie and Morgan และใช้เทคนิคการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling technique) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปและจัดเรียงลำดับความต้องการจำเป็นโดย ใช้วิธี Modified Priority Needs Index (PNI Modified) ผลการวิจัยพบว่า 1) องค์ประกอบและตัวชี้วัดของการพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ 15 ตัวชี้วัด ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 การใช้วิธีสอนที่หลากหลายมี 5 ตัวชี้วัด องค์ประกอบที่ 2 การส่งเสริมผู้เรียนให้เรียนรู้ด้วยตนเองมี 5 ตัวชี้วัด และ องค์ประกอบที่ 3 การส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้ มี 5 ตัวชี้วัด 2) สภาพปัจจุบันของการพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง 3) โปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบดังนี้ บทนำ หลักการและเหตุผล ความมุ่งหมาย ผู้เข้ารับการพัฒนา ระยะเวลา โครงสร้างขอบข่ายเนื้อหา วิธีการพัฒนา สื่อ การวัดและการประเมิน 4) โปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ โดยรวมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด และความเป็นไปได้อยู่ในระดับมาก

คมกริช ภูคงกิ่ง (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 โดยมีจุดมุ่งหมาย คือ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบ และตัวชี้วัด สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครู สังกัดสำนักงาน

เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 2) เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิธีการเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 และ 3) เพื่อสร้างโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 การวิจัยครั้งนี้มีลักษณะเป็นการวิจัยและพัฒนา กลุ่มตัวอย่างคือ ครู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 24 จำนวน 570 คน ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวชี้วัดสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ แบบสอบถามสภาพปัจจุบันสภาพที่พึงประสงค์และวิธีเสริมสร้างสมรรถนะ แบบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า 1) องค์ประกอบและตัวชี้วัดสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ 30 ตัวชี้วัด คือ การสร้างและพัฒนาหลักสูตรมี 5 ตัวชี้วัด การออกแบบการเรียนรู้มี 6 ตัวชี้วัด การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมี 7 ตัวชี้วัด การใช้และพัฒนาสื่อนวัตกรรมเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้มี 6 ตัวชี้วัด และ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้มี 6 ตัวชี้วัด 2) สภาพปัจจุบันของสมรรถนะการจัดการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนสภาพที่พึงประสงค์สมรรถนะการจัดการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมาก และวิธีเสริมสร้างสมรรถนะมี 5 วิธี คือ การประชุมปฏิบัติการ การเรียนรู้ด้วยตนเอง การสอนงาน การนิเทศ และกระบวนการพี่เลี้ยง 3) โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบของโปรแกรม 5 องค์ประกอบ คือ (1) หลักการ (2) วัตถุประสงค์ (3) รูปแบบและวิธีการพัฒนา (4) เนื้อหาและสาระ สำคัญประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ การออกแบบการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และ (5) การวัดและประเมินผลโปรแกรม ส่วนรูปแบบและวิธีการพัฒนามี 4 ขั้นตอน (1) เตรียมการ (2) พัฒนา (3) บูรณาการระหว่างปฏิบัติงาน และ (4) ประเมินผลหลังการพัฒนา

สุดารัตน์ ขวัญบาง (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่อง โปรแกรมพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 2 โดยมีความมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ การจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ 2) เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ด้านการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ และ 3) เพื่อพัฒนาโปรแกรมในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครูที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ จัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ ระยะที่ 2 ศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ ระยะที่ 3 พัฒนาโปรแกรมพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ ด้วยการสังเคราะห์ข้อมูลจากค่าดัชนี

ความต้องการจำเป็นปรับปรุงและการ ศึกษาครูผู้สอนที่มีวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศในการสอนที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 1 คือ ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน ระยะที่ 2 ครูผู้สอน จำนวน 315 คน จาก 200 โรงเรียน ได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) และระยะที่ 3 พัฒนาโปรแกรมพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ กลุ่มที่ศึกษาคือครูผู้สอนที่มีวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศในการสอนที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ จำนวน 3 คน และผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน ประเมินโปรแกรม เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยแบบประเมินความเหมาะสม แบบสอบถาม สภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ และแบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าดัชนีความต้องการจำเป็นปรับปรุง ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ มีองค์ประกอบจำนวน 4 ด้าน และ 24 ตัวบ่งชี้ ซึ่งประกอบด้วย (1) ด้านความรู้ความเข้าใจการสอนคิดวิเคราะห์ จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ (2) ด้านบูรณาการฝึกทักษะการคิดในการจัดการเรียนรู้เนื้อหาสาระวิชา จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ (3) ด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ จำนวน 7 ตัวบ่งชี้ (4) ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 7 ตัวบ่งชี้ ผลการประเมินองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ พบว่าทั้งองค์ประกอบและตัวบ่งชี้มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด 2) ผลการศึกษาสภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 2 มีสภาพปัจจุบันทั้งโดยรวมและรายด้านทุกด้านมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ผลการศึกษาสภาพที่พึงประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 2 ทั้งโดยรวมและรายด้านทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด 3) โปรแกรมพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์มีองค์ประกอบดังนี้คือ หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา รูปแบบวิธีการพัฒนา สื่อและทรัพยากร การวัดและประเมินผล เพื่อให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ จึงออกแบบเนื้อหาของโปรแกรมโดยเน้นเนื้อหาตามค่าดัชนีความต้องการจำเป็นปรับปรุงที่มีเป็นความต้องการลำดับแรกคือ ด้านการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ด้านการบูรณาการ ฝึกทักษะการคิดในการจัดการเรียนรู้เนื้อหาสาระวิชา ด้านความรู้ความเข้าใจการสอนคิดวิเคราะห์ตามลำดับ รูปแบบวิธีการพัฒนา ได้แก่ การอบรมเชิงปฏิบัติการที่ประกอบด้วยการให้ความรู้ตามองค์ประกอบ 4 ด้าน การฝึกปฏิบัติเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการการคิดวิเคราะห์ และการนิเทศ การปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ในห้องเรียนจำนวน 2 ครั้ง และร่วมสะท้อนผลการสังเกตการสอนของครูที่เข้าอบรมกับผู้นิเทศ ผลการประเมินโปรแกรมพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ สังกัด

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 2 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

อติกานต์ โชติสวัสดิ์ (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่อง โปรแกรมการจัดการความรู้ของครูด้านการจัดการเรียนรู้สำหรับสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 24 โดยมีความมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์การจัดการความรู้ของครูด้านการจัดการเรียนรู้สำหรับสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 24 และ 2) สร้างโปรแกรมการจัดการความรู้ของครูด้านการจัดการเรียนรู้สำหรับสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 24 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา/ครูผู้สอนโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 24 จำนวน 346 คน โดยใช้ตารางของเครซี่และมอร์แกน (Krejcie and Morgan) และผู้ทรงคุณวุฒิ ได้แก่ผู้บริหารและครูในโรงเรียนคุณภาพ (Best practice) ที่มีความรู้ ความสามารถ และเชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 คน เครื่องมือได้แก่ แบบสอบถาม มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.34-0.76 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.82 แบบสัมภาษณ์ และแบบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) สภาพปัจจุบันของการจัดการความรู้ของครู ด้านการจัดการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมาก ส่วนสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการความรู้ของครูด้านการจัดการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมาก และความต้องการจำเป็นในการจัดการความรู้ของครูด้านการจัดการเรียนรู้มากที่สุด คือ การให้ครูสามารถลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ที่สามารถวางโครงการการสอนและมอบงานให้ผู้เรียนปฏิบัติร่วมกันได้ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นบรรยากาศที่ดีในการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกอบอุ่นและเรียนรู้ได้อย่างมีความสุข การมีความรู้ความเข้าใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT) ในการเรียนรู้ ครูควรได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการนำสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อการเรียนการกำหนดเป้าหมายการประเมินการสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลสอดคล้องกับหลักสูตร การสอนไปกระจายและเผยแพร่ เช่น การนำไปใช้ การส่งผลงานเข้าประกวดการจัดนิทรรศการ 2) โปรแกรมการจัดการความรู้ของครูด้านการจัดการเรียนรู้สำหรับสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 24 มีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้เพื่อพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้สำหรับสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 24 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.65 และ 4.24 ตามลำดับ

อรุโณทัย ระหา (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 โดยมีความมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของโปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ของโรงเรียนใน

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 2) เพื่อพัฒนาโปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา และครูผู้สอนระดับปฐมวัยของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 จำนวน 248 คน แยกเป็นผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 48 คน และ ครูผู้สอนระดับปฐมวัย จำนวน 200 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น โดยวิธีการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางของ Krejcie และ Morgan ผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ จำนวน 5 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบสอบถามแบบสัมภาษณ์ และแบบประเมิน ซึ่งทดสอบค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ .95 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) สภาพปัจจุบันจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) โดยรวมอยู่ในระดับมาก ส่วนสภาพที่พึงประสงค์จัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และผลการศึกษาลำดับความต้องการจำเป็นในการพัฒนาโปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 เรียงลำดับตามความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ด้านหนังสือเรียนและใบงาน/ด้านห้องเรียนเปลี่ยนสมอง/ด้านสนามเด็กเล่น/ด้านพลิกกระบวนการเรียนรู้/และด้านสื่อและนวัตกรรมการเรียนรู้ 2) โปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) มีองค์ประกอบดังนี้ (1) ที่มาและความสำคัญของโปรแกรม (2) วัตถุประสงค์ของโปรแกรม (3) เป้าหมาย (4) วิธีการพัฒนา (5) องค์ประกอบของโปรแกรม (6) รายละเอียดของเนื้อหา 3) ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 พบว่า มีความเหมาะสมและความเป็นไปได้ อยู่ในระดับมากที่สุดทุกองค์ประกอบ

รสริน พันธุ (2562) ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการพัฒนาครูสะเต็มศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และเพื่อพัฒนารูปแบบและคู่มือการพัฒนาผู้นำครูสะเต็มศึกษาสำหรับสถานศึกษาในสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 2 ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบการวิจัยและพัฒนา ประชากร คือ ครูผู้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 2 จำนวน 614 คน กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 18 คน การเก็บรวบรวมข้อมูล คือ การจัดอบรมครูสะเต็มศึกษา การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและศักยภาพ การประชุมสัมมนาอิงผู้เชี่ยวชาญ และการทดลองใช้รูปแบบและคู่มือการพัฒนา ผู้นำครูสะเต็มศึกษา เครื่องมือประกอบด้วย แบบทดสอบความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา แบบสังเกตพฤติกรรมเชิงคุณภาพ แบบสัมภาษณ์ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ

แบบประเมินคุณภาพรูปแบบและคู่มือ ผลการศึกษาพบว่า 1) ผลการศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการพัฒนาครูสะเต็มศึกษา มีการขับเคลื่อน 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและหน่วยงาน ที่เกี่ยวข้อง ระดับที่ 2 ศูนย์สะเต็มศึกษาภาค มหาวิทยาลัย พี่เลี้ยง และมหาวิทยาลัยเครือข่ายของ สสวท. และระดับที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาและสถานศึกษา ปัญหาที่พบ คือ ครูสะเต็มศึกษาไม่สามารถสร้างแผนกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ที่สอดคล้องกับสาขาวิชา บริบท และตอบสนองต่อศักยภาพของนักเรียนในสถานศึกษาของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 2 และ 2) ผลการพัฒนารูปแบบและคู่มือการพัฒนาผู้นำครูสะเต็มศึกษาสำหรับสถานศึกษาใน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 2 ได้รูปแบบ คือ Leader Teacher STEM Model : LT STEM Model และคู่มือการพัฒนาผู้นำครูสะเต็มศึกษาให้สามารถสร้างแผนกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่สอดคล้องกับ สาขาวิชาบริบท และตอบสนองต่อศักยภาพของนักเรียนสำหรับสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา เชียงใหม่ เขต 2 ที่มีผลการประเมินคุณภาพ ค่าเฉลี่ย 4.29 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.69 อยู่ในระดับคุณภาพมาก

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Chuang (2009) ศึกษากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้การสอนแบบโครงงาน (Project-based teaching) กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ที่กำลังเรียนในปีสุดท้าย เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม และแบบสัมภาษณ์ และเว็บไซต์สะเต็มเป็นเครื่องมือเสริมในการเรียนรู้ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนในชั้นปีสุดท้ายระดับอาชีวศึกษา มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ดีขึ้น และมีทักษะในการผลิตเสียง (Sound effect) ได้ดี ผลการวิจัยยังพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของ Browsing ของเว็บไซต์สะเต็มและผลลัพธ์ของผลิตภัณฑ์ นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อเว็บไซต์สะเต็มและความช่วยเหลือทางออนไลน์ที่ได้รับ นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่ากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมการทำงานเป็นทีม สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ และสามารถประยุกต์ความรู้สะเต็มเข้ากับกระบวนการแก้ปัญหา

Anila Asghar และคณะ (2012) พัฒนาโปรแกรมสำหรับครู วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ตามแนว สะเต็มศึกษา โดยใช้สถานการณ์ที่เน้นปัญหา โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาแนวคิดหลักใน การจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาที่มีต่อการบูรณาการสะเต็ม (STEM) อุปสรรคของการใช้การจัดการ เรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหา ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลพื้นฐานโดยการสำรวจ สัมภาษณ์ และการสนทนากลุ่ม และศึกษาความเข้าใจและการรับรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาของครู เพื่อใช้ในการบรูณาการรายวิชาในสะเต็ม (STEM) ผู้วิจัยประเมินผลการจัดการ เรียนรู้

แบบเน้นปัญหาของครู โดยการสังเกตพฤติกรรมของครู การสนทนากลุ่มเมื่อสิ้นสุดการอบรมเชิงปฏิบัติการและสัมภาษณ์ครูจำนวน 12 คน เป็นเวลา 15-20 นาที และให้ครูสะท้อนผลการอบรมเชิง ปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาโปรแกรมสำหรับครูในระดับมหาวิทยาลัยสามารถส่งเสริมความ เข้าใจและความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการของครูในระดับมัธยมศึกษาในโรงเรียน นอกจากนี้ ควรพัฒนาครูให้มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในอนาคต

Scott (2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนในประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมห้องเรียน STEM มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีกว่าเด็กนักเรียนระดับเดียวกันแต่ไม่ได้เข้าร่วม และนักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมนี้ยังให้บอกอีกว่า หากพวกเขาได้รับโอกาสและการสนับสนุนส่งเสริมให้สามารถเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิตและฝึกงานจริงหรือให้รับผิดชอบทำโครงงานขึ้นมาสักชิ้นเพื่อใช้ขอสำเร็จการศึกษา ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ และมั่นใจว่าสามารถสำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐานได้อย่างแน่นอน จึงเป็นการบ่งบอกว่านักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการการเรียนวิทยาศาสตร์หรือวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM

Barak (2013) ศึกษาเจตคติและการรับรู้เกี่ยวกับประสิทธิภาพของวิธีการจัดการเรียนรู้ 3 แบบ ได้แก่ 1) วิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เทคโนโลยี (Technology-enhanced learning) 2) วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น (In-class active learning) และ 3) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ (Collaborative learning) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาครูจำนวน 103 คน เก็บข้อมูลในปี ค.ศ. 2006 และ ค.ศ. 2012 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้วิธีการวิจัย แบบผสมผสาน (Mixed method approach) โดยเก็บข้อมูล 2 กลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามวัด เจตคติ และแบบวัดการสะท้อนคิด ผลการวิจัยช่วงแรกพบว่ามีความขัดแย้งระหว่างเจตคติและการรับรู้เกี่ยวกับ ประสิทธิภาพของวิธีการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากเกิดช่องว่างระหว่างแนวโน้มทางการศึกษาและมุมมอง เกี่ยวกับการใช้ ICTs ในห้องเรียน ข้อสรุปของผลการวิจัยกลุ่มแรก พบว่า เทคโนโลยีสารสนเทศเป็น เทคโนโลยีที่ทำให้เกิดความรู้สึกวิตกกังวลและเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสอนและการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพการบังคับบัญชาของครูแย่ลง มีความผูกพันระหว่างครูและนักเรียนแต่ละคนน้อยลง ข้อสรุปของผลการวิจัยกลุ่มที่สองพบว่า มีช่องว่างระหว่างเจตคติและการรับรู้ลดลง นักศึกษาครูมองว่าเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นสิ่งที่สามารถเรียนรู้ได้

Dillivan และ Dillivan (2014) ได้ศึกษาผลจากการเข้าค่ายภาคฤดูร้อนต่อความสนใจในสาขาวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้เข้าร่วมกิจกรรมเป็น

นักเรียนในโรงเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามนักเรียน แบบสอบถามพ่อแม่และผู้ปกครอง จากผลการวิจัยพบว่า การเข้าร่วมค่ายภาคฤดูร้อนมีผลต่อความสนใจทางด้านวิทยาศาสตร์ ผลการเรียน การเลือกวิชาเอก วิทยาลัยและการประกอบอาชีพในอนาคตของนักเรียน ผลการสอบถามแสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีทัศนคติในเชิงบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และยังพบว่าค่ายสะเต็มศึกษาสามารถเพิ่มเจตคติและกระตุ้นความสนใจในสาขาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

Han และคณะ (2014) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานว่า มีผลต่อนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไร โดยตลอดระยะเวลาการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ โรงเรียนแต่ละแห่งมีการใช้ STEM PBL มาก่อนหน้าแล้วและมีการปรับปรุงทุก ๆ 6 เดือน เป็นเวลา 3 ปี ส่วนครูผู้สอนก็ได้เข้าร่วมเพื่อรับการพัฒนาสู่ครูมืออาชีพทางด้าน STEM อีกด้วย ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ STEM PBL ส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นและมีอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดในกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ

Billiar Hubelbank Oliva และ Camesano (2014) ศึกษาการพัฒนานวัตกรรมหลักสูตรตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับครูในระดับปฐมวัยถึงเกรด 12 โดยสร้าง หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ เวลา สาระการเรียนรู้ และการออกแบบงานที่ท้าทายสำหรับครูในการออกแบบหลักสูตรและการออกแบบวิศวกรรม ใช้กระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรม (Engineering Design Process : EDS) เป็นนวัตกรรมที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนสะเต็มและเป็นโมเดลการพัฒนาการสอนที่ใช้แนวคิดที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) การเรียนรู้จากการปฏิบัติ (Active learning) ในบริบทของปัญหาที่เป็นจริง เก็บรวบรวมข้อมูลกับครูใน Middle school จำนวน 15 คน เป็นระยะเวลามากกว่า 3 ปี เพื่อสร้างโมดูลหน่วยการเรียนรู้สำหรับสอนแนวคิดสะเต็มที่ยากให้แก่ผู้เรียนมากกว่า 2,000 คน

Han Capraro และ Capraro (2015) ศึกษาการทดลองสอนและความเข้าใจของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project based learning) ทีมผู้วิจัยที่ศูนย์สะเต็มดำเนินการพัฒนาครูโดยทดลองจัดกิจกรรมให้กับครู จำนวน 92 คน ในโรงเรียนที่อยู่ในเมืองทางตอนใต้ของประเทศอเมริกา รวบรวมข้อมูลเป็นรายบุคคลกับครูจำนวน 5 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบการสัมภาษณ์ การสังเกตในชั้นเรียน และการออกแบบ แผนการสอนและทดลองสอนโดยครู ผลการวิจัย พบว่า การพัฒนาครู เป็นสิ่งที่มีประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้อง กับแนวคิดสำคัญของการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และพบว่าครู จำนวน 5 คนต้องปฏิบัติในชั้นเรียน ตามที่กฎหมายกำหนด แต่ไม่ได้แสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา

กล่าวโดยสรุป จากการศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปแนวคิดของนักวิชาการและหน่วยงานต่าง ๆ ที่ได้กล่าวถึงองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่จะเกื้อหนุนให้เกิดความสามารถในการพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เพื่อที่จะได้นำความรู้ที่เหมาะสม มาใช้ในเวลาที่ต้องการ และช่วยให้องค์กรประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย แต่เนื่องจากงานวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่มีศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูที่ครอบคลุม และชัดเจนเฉพาะด้านที่เกี่ยวกับสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีเพียงการพัฒนาในภาพรวมเท่านั้น ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาและพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยเรียงลำดับความสำคัญให้เหมาะสมตรงกับความต้องการของครูผู้สอนให้มากที่สุด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ดำเนินการวิจัยโดยแบ่งระยะการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และความต้องการจำเป็นในการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

ระยะการวิจัย ขั้นตอนดำเนินการ และผลที่คาดหวัง แสดงดังในภาพประกอบ 4

ภาพประกอบ 4 แสดงระยะการวิจัย ขั้นตอนดำเนินการ และผลที่คาดหวัง

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และความต้องการจำเป็นในการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

1. ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาเอกสาร สรุป วิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษา โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อให้ได้องค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ และตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู

2. ผู้วิจัยนำองค์ประกอบและตัวชี้วัด การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูที่ได้จากการสังเคราะห์ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาพร้อมให้ข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น

3. ปรับปรุงพัฒนาองค์ประกอบและตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 จำนวน 549 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 จำนวน 226 คน กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยการเทียบจำนวนประชากรทั้งหมดกับตาราง Krejcie และ Morgan และใช้เทคนิคการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Samplings) โดยดำเนินการดังนี้

1.2.1 สุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) จำแนกตามขนาดสถานศึกษา ได้แก่ สถานศึกษาขนาดใหญ่ สถานศึกษาขนาดกลาง และสถานศึกษาขนาดเล็ก

1.2.2 คำนวณหาจำนวนกลุ่มตัวอย่างจากสถานศึกษาแต่ละขนาด โดยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 40-45 ของจำนวนประชากร แล้วทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เพื่อให้ได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง ดำเนินการดังนี้

1.2.2.1 สถานศึกษาขนาดใหญ่มี 1 แห่ง จึงเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างจากสถานศึกษาขนาดใหญ่เพียงแห่งเดียว

1.2.2.2 สถานศึกษาขนาดกลางและขนาดเล็ก ผู้วิจัยจัดทำสลากรายชื่อสถานศึกษาจำแนกตามขนาดโรงเรียน และจับสลากเลือกสถานศึกษา จนได้กลุ่มตัวอย่างครบตามจำนวนที่ต้องการ รายละเอียดจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 แสดงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามขนาดสถานศึกษา

ขนาดสถานศึกษา	จำนวนประชากร (N)	กลุ่มตัวอย่าง (n)
สถานศึกษาขนาดเล็ก	263	108
สถานศึกษาขนาดกลาง	256	105
สถานศึกษาขนาดใหญ่	30	13
รวม	549	226

ขั้นตอนที่ 3 นำค่าเฉลี่ยสภาพปัจจุบัน และสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มาหาค่าดัชนีความต้องการจำเป็น $PNI_{Modified}$ (Modified Priority Needs Index) เพื่อจัดลำดับความต้องการจำเป็น ค่าดัชนีจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น คำนวณโดยใช้สูตรดังนี้ (สุวิมล ว่องวาณิช, 2548)

$$\text{ค่า } PNI_{Modified} = (I-D)/D$$

ค่า $PNI_{Modified}$ หมายถึง ดัชนีการจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น

I หมายถึง ค่าเฉลี่ยสภาพที่พึงประสงค์

D หมายถึง ค่าเฉลี่ยสภาพปัจจุบัน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ประเภทและลักษณะของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) จำนวน 3 ข้อ เพื่อสอบถามเกี่ยวกับประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาตนเองเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 2 สภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ในการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับและได้กำหนดน้ำหนักคะแนนตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert scale) ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์มากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์มาก

ระดับ 3 หมายถึง สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์น้อย

ระดับ 1 หมายถึง สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์น้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เป็นแบบสอบถามแบบปลายเปิด เพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามระบุเกี่ยวกับข้อเสนอแนะเพิ่มเติมได้อย่างอิสระ (ถ้ามี)

2. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู และการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา นำข้อค้นพบที่ได้มาทำการวิเคราะห์ประเด็นที่สำคัญเกี่ยวกับการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู เพื่อใช้เป็นกรอบในการสร้างแบบสอบถาม

2.2 ดำเนินการสร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

2.3 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและความครอบคลุมของเนื้อหา แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.4 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity)

ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ (Wording) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence) IOC โดยเกณฑ์การตรวจสอบและให้คะแนนในการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหามีดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่า ข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

-1 หมายถึง แน่ใจว่า ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

2.4.1 มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโทเป็นต้นไป ด้านการศึกษา การบริหารการศึกษา หรือการวัดผลและประเมินผลการศึกษา หรือ

2.4.2 มีประสบการณ์ด้านการบริหารการศึกษา อย่างน้อย 5 ปี หรือ

2.4.3 มีประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนรู้ หรือการวัดผลและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ อย่างน้อย 5 ปี

ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน มีรายละเอียดดังนี้

1) นายเฉลิมพล สุปัญญาบุตร ตำแหน่งรองผู้อำนวยการ โรงเรียนบ้านนาคูพัฒนา กรป.กลางอุปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากาฬสินธุ์ วุฒิการศึกษา กศ.ม. สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2) นางรักชนก โพธิ์สก ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพินิจราษฎร์บำรุง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 วุฒิการศึกษา ศษ.ม. สาขาวิชาการวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น

3) นางสุจิตรา พงษ์วัน ตำแหน่งครูเชี่ยวชาญ โรงเรียนเมืองเตาวิทยาคม สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม วุฒิการศึกษา ค.ม. สาขาวิชาบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

4) นางสาวพัชรี บุญค้ำ ตำแหน่งครูเชี่ยวชาญ โรงเรียนดอนเงินพิทยาคาร สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม วุฒิการศึกษา กศ.ม. สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

5) นางสาวชุษณมน ชัยโยธา ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเวียงสะอาดพิทยาคม สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม วุฒิการศึกษา ศษ.ม. สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง

2.5 นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้เพื่อหาคุณภาพของแบบสอบถาม โดยนำไปทดลองใช้ (Try out) กับครูที่ปฏิบัติงานในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

2.6 วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) ตามวิธี Item-total Correlation (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ระหว่างคะแนนรายข้อคำถามกับคะแนนรวม ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ มีดังนี้

2.6.1 แบบสอบถามสภาพปัจจุบัน ข้อคำถาม มีค่า IOC ระหว่าง 0.60-1.00 ทุกข้อ และมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ระหว่าง 0.286-0.844 ทุกข้อ

2.6.2 แบบสอบถามสภาพที่พึงประสงค์ ข้อคำถาม มีค่า IOC ระหว่าง 0.60-1.00 ทุกข้อ และมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ระหว่าง 0.277-0.769 ทุกข้อ

2.7 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient: ∝) ของครอนบาค (Cronbach) โดยเกณฑ์ความเชื่อมั่นที่ยอมรับได้จะมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น พบว่า

2.7.1 แบบสอบถามสภาพปัจจุบันมีค่าความเชื่อมั่น (∝) ทั้งฉบับ เท่ากับ 0.893

2.7.2 แบบสอบถามสภาพที่พึงประสงค์มีค่าความเชื่อมั่น (∝) ทั้งฉบับ เท่ากับ 0.914

2.8 หลังจากหาคุณภาพของแบบสอบถามและพบว่า มีคุณภาพในเกณฑ์ที่ใช้ได้แล้ว ผู้วิจัยได้จัดทำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ และนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการขอหนังสือราชการเพื่อขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อขอความอนุเคราะห์และขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามสภาพปัจจุบัน และสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 เป็นหนังสือราชการ เลขที่ อว 0605.5(2)/ว1288 ลงวันที่ 27 พฤษภาคม 2565 เรื่องขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการทำวิทยานิพนธ์

2. ติดต่อประสานงานเบื้องต้นไปยังสถานศึกษาซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความอนุเคราะห์เบื้องต้น และจัดส่งหนังสือราชการทางออนไลน์หรือแฟกซ์ ไปยังสถานศึกษา ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในวันที่ 18 มิถุนายน 2565

3. จัดส่งหนังสือราชการ แบบสอบถาม และซองเปล่าติดแสตมป์ จ่าหน้าซองถึงผู้วิจัย ไปยังสถานศึกษาซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการในวันที่ 21-24 มิถุนายน 2565 และติดต่อประสานงานไปยังสถานศึกษากลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบการได้รับเอกสารและขอรายชื่อผู้ประสานงาน ข้อมูลการติดต่อและนัดหมายวันเพื่อส่งคืนเอกสารมายังผู้วิจัยทางไปรษณีย์

โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งหมดในช่วงวันที่ 25 มิถุนายน 2565 ถึง 31 สิงหาคม 2565 ได้แบบสอบถามกลับคืนมา จำนวน 197 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 87.17

การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การจัดกระทำข้อมูล

1.1 ตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ของแบบสอบถาม

1.2 กำหนดรหัส ให้คะแนน และบันทึกข้อมูลในคอมพิวเตอร์

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ตอนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา เป็นค่าความถี่ และร้อยละ

2.2 ตอนที่ 2 สภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังนี้

2.2.1 ตรวจให้คะแนนแบบสอบถามตามเกณฑ์ต่อไปนี้

มีสภาพปัจจุบัน/มีสภาพที่พึงประสงค์มากที่สุด	ให้ 5 คะแนน
มีสภาพปัจจุบัน/มีสภาพที่พึงประสงค์มาก	ให้ 4 คะแนน
มีสภาพปัจจุบัน/มีสภาพที่พึงประสงค์ปานกลาง	ให้ 3 คะแนน
มีสภาพปัจจุบัน/มีสภาพที่พึงประสงค์น้อย	ให้ 2 คะแนน
มีสภาพปัจจุบัน/มีสภาพที่พึงประสงค์น้อยที่สุด	ให้ 1 คะแนน

2.2.2 นำข้อมูลไปวิเคราะห์ เพื่อหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีการแปลความหมาย ดังนี้

4.51–5.00 หมายถึง มีสภาพปัจจุบัน/มีสภาพที่พึงประสงค์มากที่สุด

3.51–4.50 หมายถึง มีสภาพปัจจุบัน/มีสภาพที่พึงประสงค์มาก

2.51–3.50 หมายถึง มีสภาพปัจจุบัน/มีสภาพที่พึงประสงค์ปานกลาง

1.51–2.50 หมายถึง มีสภาพปัจจุบัน/มีสภาพที่พึงประสงค์น้อย

1.00–1.50 หมายถึง มีสภาพปัจจุบัน/มีสภาพที่พึงประสงค์น้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่

2.1 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

2.2 การตรวจสอบอำนาจจำแนก โดยการใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

2.3 การตรวจสอบความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยการใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษา Best practices เกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู จากสถานศึกษาที่มีแนวปฏิบัติที่ดี (Best practices)

1. สถานศึกษาที่มีแนวปฏิบัติที่ดี (Best practices) ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจงตามเกณฑ์ดังนี้

1.1 เป็นโรงเรียนที่ผ่านการประเมินภายนอกรอบที่ 3 ในระดับดีขึ้นไป

1.2 เป็นโรงเรียนที่มีผลงานเป็นที่ประจักษ์ในด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในระดับเขตพื้นที่การศึกษาเป็นต้นไป โดยเป็นโรงเรียนที่มีผลงานชนะการแข่งขันหรือชนะการประกวดโครงการของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษา

โดยผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา และครูผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง จากสถานศึกษาที่มีวิธีปฏิบัติที่ดี (Best practices) จำนวน 2 โรงเรียน คือ โรงเรียนกุดจิกวิทยาคาร และโรงเรียนพิพัฒน์ราษฎร์บำรุง กลุ่มผู้ให้ข้อมูล รวมจำนวน 4 คน ประกอบด้วย ผู้บริหารสถานศึกษา โรงเรียนละ 1 คน และครูผู้มีความรู้ความสามารถด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โรงเรียนละ 1 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ลักษณะของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ซึ่งใช้คำถามที่ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไป และความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.2 การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

2.2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสัมภาษณ์ การศึกษาวิธีปฏิบัติที่ดี (Best practice) และนำผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความต้องการจำเป็นจากการวิจัยระยะที่ 1 มาใช้กำหนดระดับความสำคัญของคำถามในการสัมภาษณ์

2.2.2 สร้างเป็นข้อคำถามของแบบสัมภาษณ์

2.2.3 นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องของแบบสัมภาษณ์ สำนวนภาษา และปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.2.4 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ (ชุดเดิม) ในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย พิจารณาความสอดคล้องระหว่างประเด็นข้อคำถามในการสัมภาษณ์กับวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ ในขั้นตอนนี้ใช้การวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC : Index of Congruence) ผลการพิจารณาพบว่า ข้อคำถามที่สร้างขึ้น มีค่า IOC ระหว่าง 0.80-1.00 ทุกข้อ ซึ่งถือว่าใช้ได้

2.2.5 จัดพิมพ์แบบสัมภาษณ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ผู้วิจัยติดต่อประสานงานเบื้องต้นไปยังสถานศึกษาซึ่งเป็น Best practice จำนวน 2 แห่ง เพื่อนัดหมายวันเข้าพบ และสัมภาษณ์ผู้บริหารหรือผู้เกี่ยวข้อง โดยส่งสำเนาหนังสือราชการเลขที่ อว 0605.5(2)/ว1288 ลงวันที่ 27 พฤษภาคม 2565 เรื่องขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อการทำวิทยานิพนธ์ และแบบสัมภาษณ์ ไปให้สถานศึกษาเบื้องต้น และนัดหมายวันสัมภาษณ์ โดยสถานศึกษาแห่งที่ 1 นัดหมายสัมภาษณ์ในวันที่ 8 กันยายน 2565 และสถานศึกษาแห่งที่ 2 นัดหมายสัมภาษณ์ในวันที่ 9 กันยายน 2565

3.2 ผู้วิจัยเดินทางไปสัมภาษณ์ผู้บริหารหรือผู้เกี่ยวข้องตามวันที่นัดหมายและทำการสัมภาษณ์ด้วยตนเอง

4. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการสัมภาษณ์มาเรียบเรียง จัดระเบียบข้อมูลจัดกลุ่มเนื้อหาตามองค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อย

4.2 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมและประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

1. การดำเนินการขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสถานศึกษาที่มีวิธีปฏิบัติที่ดีและการศึกษาเอกสาร แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาประมวลและสร้างโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

นำโปรแกรมที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก เพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของโปรแกรม อาจารย์ที่ปรึกษามีมติเห็นชอบและให้นำโปรแกรมไปเสนอคณะผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรม

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ใช้คุณสมบัติในการคัดเลือก ตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. วุฒิการศึกษาปริญญาโทเป็นต้นไป สาขาทางด้านการบริหารการศึกษา การพัฒนาการศึกษา การวิจัยและประเมินผลการศึกษา หรือ

2. เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการบริหารการศึกษาอย่างน้อย 10 ปี หรือ

3. เป็นผู้มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา และมีผลงานเกี่ยวข้องด้านสะเต็มศึกษาเป็นที่ยอมรับ

ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน มีรายละเอียดดังนี้

1. ดร.วีระ อ่างทอง ตำแหน่งผู้อำนวยการสถานศึกษา โรงเรียนอดุลวิหารกิจ (คุรุราษฎร์วิทยา) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 วุฒิการศึกษา ศษ.ม. สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปร.ด. สาขาวิชาวัฒนธรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2. ดร.ประสงค์ สกุลช้าง ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพินิจราษฎร์บำรุง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 วุฒิการศึกษา ปร.ด. สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

3. นายเคน อาจดวงดี ตำแหน่งรองผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 วุฒิการศึกษา กศ.ม. สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

4. นายวิโรจน์ นามโส ตำแหน่งผู้อำนวยการโรงเรียนหนองกุงไทยวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 วุฒิการศึกษา ค.ม. สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

5. นายโกศล สีสังข์ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ วุฒิการศึกษา วท.ม. สาขาวิชาเคมีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ลักษณะของเครื่องมือ

แบบประเมินความเหมาะสม และความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาขึ้นโดยการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.2.1 ศึกษาและกำหนดประเด็นสำคัญของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ที่จะประเมินจากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแล้วนำมาสร้างข้อกระทงให้ครอบคลุมประเด็นดังกล่าวครบทุกประเด็น โดยแบบประเมินที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้ 5 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุด

ให้ 4 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้อยู่ในระดับมาก

ให้ 3 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้อยู่ในระดับปานกลาง

ให้ 2 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้อยู่ในระดับน้อย

ให้ 1 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้อยู่ในระดับน้อยที่สุด

2.2.2 นำโปรแกรมที่สร้างขึ้นไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องของสำนวนภาษา เนื้อหา สาระสำคัญที่ตรงและครอบคลุมทุกประเด็น อาจารย์ที่ปรึกษาเห็นชอบ และให้นำแบบประเมินไปเสนอต่อคณะผู้เชี่ยวชาญ (ชุดเดิม) เพื่อประเมินโปรแกรมต่อไป

2.2.3 นำแบบประเมินเสนอคณะผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณา โดยคณะผู้เชี่ยวชาญมีมติเห็นชอบ และให้นำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ผู้วิจัยติดต่อประสานงานเบื้องต้นไปยังคณะผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรม จำนวน 5 คน โดยประสานงานเบื้องต้นและนัดหมายวันเข้าพบ โดยส่งสำเนาหนังสือราชการเลขที่ อว 0605.5(2)/ว1289 ลงวันที่ 27 พฤษภาคม 2565 เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อประสานเบื้องต้นไปยังคณะผู้ทรงคุณวุฒิและส่งแบบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ โปรแกรม และเค้าโครงการวิจัยไปให้คณะผู้ทรงคุณวุฒิทางอีเมล เพื่อให้มีระยะเวลาในการศึกษาและประเมินโปรแกรม

3.2 ผู้วิจัยเดินทางไปพบผู้ทรงคุณวุฒิตามที่นัดหมาย เพื่อขอรับผลการประเมินโปรแกรมหรือเพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินโปรแกรม และรับแบบประเมินกลับคืนมาด้วยตนเอง

4. การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การจัดกระทำกับข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการดังต่อไปนี้

4.1.1 ตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ในการตอบแบบประเมิน

4.1.2 กำหนดรหัส ให้คะแนน และบันทึกข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลทางสถิติ

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินโดยใช้การหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนความเหมาะสม และความเป็นไปได้ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

4.51-5.00 หมายความว่า มีความเหมาะสม/ ความเป็นไปได้ระดับมากที่สุด

3.51-4.50 หมายความว่า มีความเหมาะสม/ ความเป็นไปได้ระดับมาก

2.51-3.50 หมายความว่า มีความเหมาะสม/ ความเป็นไปได้ระดับปานกลาง

1.51-2.50 หมายความว่า มีความเหมาะสม/ ความเป็นไปได้ระดับน้อย

1.00-1.50 หมายความว่า มีความเหมาะสม/ ความเป็นไปได้ระดับน้อยที่สุด

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

5.2 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 สามารถนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

$\overline{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย (Mean)
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
D	แทน	สภาพปัจจุบัน
I	แทน	สภาพที่พึงประสงค์
$PNI_{(modified)}$	แทน	ค่าดัชนีความต้องการจำเป็นปรับปรุง

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ระยะที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

2. ระยะที่ 2 ผลการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ระยะที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม สภาพปัจจุบัน และสภาพที่พึงประสงค์การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ปรากฏผลดังในตาราง 7–13

ตาราง 7 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน	ร้อยละ
1. ประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้		
1 – 5 ปี	25	11.06
6 – 10 ปี	61	26.99
11 ปี ขึ้นไป	111	49.12
รวม	197	87.17
2. ท่านเคยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาหรือไม่		
เคย	144	63.72
ไม่เคย	53	23.45
รวม	197	87.17
3. ท่านเคยเข้าร่วมโครงการเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หรือไม่		
เคย	131	57.97
ไม่เคย	66	29.20
รวม	197	87.17

จากตาราง 7 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ 11 ปี ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 49.12 เคยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา คิดเป็นร้อยละ

63.72 และเคยเข้าร่วมโครงการเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา คิดเป็นร้อยละ 57.97

ตาราง 8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 โดยรวมและรายด้าน

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2	ระดับความคิดเห็น					
	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์		
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1. ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา	3.29	0.35	ปานกลาง	4.19	0.47	มาก
2. ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา	3.28	0.54	ปานกลาง	4.08	0.59	มาก
3. ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน	3.33	0.51	ปานกลาง	4.33	0.77	มาก
4. ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา	3.30	0.50	ปานกลาง	4.10	0.64	มาก
5. ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้	3.23	0.56	ปานกลาง	4.05	0.77	มาก
โดยรวม	3.29	0.52	ปานกลาง	4.14	0.67	มาก

จากตาราง 8 พบว่า การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 มีสภาพปัจจุบันโดยรวมและรายด้านทุกด้านอยู่ในระดับปานกลาง และมีสภาพที่พึงประสงค์โดยรวมและรายด้านทุกด้านอยู่ในระดับมาก

ตาราง 9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา	ระดับความคิดเห็น					
	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์		
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1.1 ครูสามารถระบุรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคลองกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้	3.24	0.48	ปานกลาง	3.97	0.61	มาก
1.2 ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลเพื่อให้บรรลุผลตามเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้	3.30	0.27	ปานกลาง	4.22	0.38	มาก
1.3 ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่เน้นการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม	3.38	0.28	ปานกลาง	4.27	0.41	มาก

ตาราง 9 (ต่อ)

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา	ระดับความคิดเห็น					
	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์		
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1.4 ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่มีความเชื่อมโยงของเนื้อหาการบูรณาการ เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้	3.25	0.22	ปานกลาง	4.29	0.36	มาก
โดยรวม	3.29	0.35	ปานกลาง	4.19	0.47	มาก

จากตาราง 9 พบว่า การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา มีสภาพปัจจุบันโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.29) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อมีสภาพปัจจุบันอยู่ในระดับปานกลาง และสามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยสามลำดับแรก ได้ดังนี้ ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่เน้นการปฏิบัติ เพื่อแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ($\overline{X}$ = 3.38) ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลเพื่อให้บรรลุผลตามเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้ ($\overline{X}$ = 3.30) และครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่มีความเชื่อมโยงของเนื้อหาการบูรณาการ เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้ ($\overline{X}$ = 3.25) ตามลำดับ

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา มีสภาพที่พึงประสงค์โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.19) เมื่อพิจารณา

เป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อมีสภาพที่พึงประสงค์อยู่ในระดับมาก และสามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยสามลำดับแรก ได้ดังนี้ ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่มีความเชื่อมโยงของเนื้อหาการ บูรณาการ เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้ ($\overline{X}$ = 4.29) ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่เน้นการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ($\overline{X}$ = 4.27) และครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้โดยกำหนดวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลเพื่อให้บรรลุผลตามเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้ ($\overline{X}$ = 4.22) ตามลำดับ

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา	ระดับความคิดเห็น					
	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์		
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
2.1 ครูสามารถเลือกและจัดเรียงเนื้อหา ทักษะกระบวนการที่ผู้เรียนควรรู้ในระหว่างชั้นปีและตลอดหลักสูตร	3.38	0.50	ปานกลาง	4.02	0.60	มาก
2.2 ครูสามารถออกแบบกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของเนื้อหาที่สอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตรในแต่ละระดับชั้นได้ชัดเจนและเหมาะสม	3.19	0.43	ปานกลาง	3.94	0.58	มาก

ตาราง 10 (ต่อ)

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา	ระดับความคิดเห็น					
	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์		
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
2.3 ครูสามารถวางแผนออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (4C) ได้เหมาะสม	3.11	0.37	ปานกลาง	4.21	0.39	มาก
2.4 ครูสามารถเลือกใช้สื่อการสอน วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตร	3.43	0.39	ปานกลาง	4.16	0.42	มาก
โดยรวม	3.28	0.54	ปานกลาง	4.08	0.59	มาก

จากตาราง 10 พบว่า การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา มีสภาพปัจจุบันโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.28) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อมีสภาพปัจจุบันอยู่ในระดับปานกลาง และสามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยสามลำดับแรก ได้ดังนี้ ครูสามารถเลือกใช้สื่อการสอน วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตร ($\overline{X}$ = 3.43) ครูสามารถเลือกและจัดเรียงเนื้อหา ทักษะกระบวนการที่ผู้เรียนควรรู้ในระหว่างชั้นปีและตลอดหลักสูตร ($\overline{X}$ = 3.38) และครูสามารถออกแบบกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของเนื้อหาที่สอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตรในแต่ละระดับชั้นได้ชัดเจนและเหมาะสม ($\overline{X}$ = 3.19) ตามลำดับ

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา มีสภาพที่พึงประสงค์โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.08) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าทุกข้อมีสภาพที่พึงประสงค์อยู่ในระดับมาก และสามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยสามลำดับแรก ได้ดังนี้ ครูสามารถวางแผนออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (4C) ได้เหมาะสม ($\overline{X}$ = 4.21) ครูสามารถเลือกใช้สื่อการสอน วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตร ($\overline{X}$ = 4.16) และครูสามารถเลือกและจัดเรียงเนื้อหา ทักษะกระบวนการที่ผู้เรียนควรรู้ในระหว่างชั้นปีและตลอดหลักสูตร ($\overline{X}$ = 4.02) ตามลำดับ

ตาราง 11 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน	ระดับความคิดเห็น					
	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์		
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
3.1 ครูสามารถตรวจสอบถึงความรู้พื้นฐานและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนก่อนทำกิจกรรมได้	3.47	0.32	ปานกลาง	4.37	0.45	มาก
3.2 ครูสามารถวิเคราะห์ถึงวิธีการเรียนรู้เกี่ยวกับ แนวคิด ทักษะกระบวนการที่ขึ้นอยู่กับพัฒนาการ ความสนใจและระดับความสามารถของผู้เรียนได้	3.42	0.30	ปานกลาง	4.28	0.43	มาก

ตาราง 11 (ต่อ)

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน	ระดับความคิดเห็น					
	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์		
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
3.3 ครูสามารถตรวจสอบแนวคิดที่เป็นนามธรรมซึ่งยากต่อการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้	3.14	0.41	ปานกลาง	4.43	0.89	มาก
3.4 ครูสามารถตรวจสอบทักษะต่าง ๆ ที่ผู้เรียนยังไม่มีความชัดเจนหรือเข้าใจความคลาดเคลื่อนได้	3.23	0.45	ปานกลาง	4.24	0.92	มาก
3.5 ครูออกแบบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนถึงการเรียนรู้ด้านเนื้อหาด้านการบูรณาการ การบูรณาการศาสตร์ เพื่อตรวจสอบถึงวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้หรือสิ่งที่ยากสำหรับการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้	3.39	0.43	ปานกลาง	4.32	0.89	มาก
โดยรวม	3.33	0.51	ปานกลาง	4.33	0.77	มาก

จากตาราง 11 พบว่า การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน มีสภาพปัจจุบันโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.33) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อมีสภาพปัจจุบันอยู่ในระดับปานกลาง และสามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยสามลำดับแรก ได้ดังนี้ ครูสามารถตรวจสอบถึงความรู้พื้นฐานและทักษะ

ที่จำเป็นของผู้เรียนก่อนทำกิจกรรมได้ ($\overline{X}$ = 3.47) ครูสามารถวิเคราะห์ถึงวิธีการเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิด ทักษะกระบวนการที่ขึ้นอยู่กับพัฒนาการ ความสนใจและระดับความสามารถของผู้เรียนได้ ($\overline{X}$ = 3.42) และครูออกแบบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนถึงการเรียนรู้ด้านเนื้อหา ด้านการบูรณาการ การบูรณาการศาสตร์ เพื่อตรวจสอบถึงวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้หรือสิ่งที่ยากสำหรับการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้ ($\overline{X}$ = 3.39) ตามลำดับ

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน มีสภาพที่พึงประสงค์โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.33) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าทุกข้อมีสภาพที่พึงประสงค์อยู่ในระดับมาก และสามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยสามลำดับแรก ได้ดังนี้ ครูสามารถตรวจสอบแนวคิดที่เป็นนามธรรม ซึ่งยากต่อการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้ ($\overline{X}$ = 4.43) ครูสามารถตรวจสอบถึงความรู้พื้นฐานและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนก่อนทำกิจกรรมได้ ($\overline{X}$ = 4.37) และครูออกแบบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนถึงการเรียนรู้ด้านเนื้อหา ด้านการบูรณาการ การบูรณาการศาสตร์ เพื่อตรวจสอบถึงวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้หรือสิ่งที่ยากสำหรับการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้ ($\overline{X}$ = 4.32) ตามลำดับ

ตาราง 12 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา	ระดับความคิดเห็น					
	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์		
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
4.1 ครูสามารถเลือกวิธีการสอนที่สอดคล้องกับ ธรรมชาติและเป้าหมายของการสอน สะเต็มศึกษาได้อย่างชัดเจน	3.24	0.39	ปานกลาง	3.87	0.88	มาก

ตาราง 12 (ต่อ)

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา	ระดับความคิดเห็น					
	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์		
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
4.2 ครูสามารถตัดสินใจเลือกกิจกรรมสะเต็มศึกษาเหมาะกับเนื้อหาที่สอนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้	3.42	0.32	ปานกลาง	4.34	0.40	มาก
4.3 ครูแสดงสาระสำคัญแนวคิดหลักและทักษะของกิจกรรมและแสดงขั้นตอนการทำกิจกรรมได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์	3.28	0.24	ปานกลาง	4.25	0.34	มาก
4.4 ครูแสดงการใช้เทคโนโลยีสื่อการสอนและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมและหลากหลายสอดคล้องกับกิจกรรมสะเต็มศึกษานั้น ๆ ได้	3.40	0.41	ปานกลาง	4.14	0.49	มาก
4.5 ครูสามารถแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ระบุปัญหา วิเคราะห์สถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม	3.29	0.44	ปานกลาง	4.17	0.53	มาก

ตาราง 12 (ต่อ)

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา	ระดับความคิดเห็น					
	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์		
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
4.6 ครูสามารถจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้	3.31	0.40	ปานกลาง	4.13	0.48	มาก
4.7 ครูสามารถแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ไขในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม	3.36	0.27	ปานกลาง	4.30	0.36	มาก
4.8 ครูแสดงขั้นตอนกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม	3.12	0.22	ปานกลาง	3.80	0.88	มาก
4.9 ครูแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้สื่อสารแลกเปลี่ยนแนวคิดในระหว่างการทำกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม	3.28	0.37	ปานกลาง	3.85	0.90	มาก
โดยรวม	3.30	0.50	ปานกลาง	4.10	0.64	มาก

จากตาราง 12 พบว่า การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ความรู้ของครูเกี่ยวกับ

กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา มีสภาพปัจจุบันโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.30) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อมีสภาพปัจจุบันอยู่ในระดับปานกลาง และสามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยสามลำดับแรก ได้ดังนี้ ครูสามารถตัดสินใจเลือกกิจกรรมสะเต็มศึกษาเหมาะกับเนื้อหาที่สอนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้ ($\overline{X}$ = 3.42) ครูแสดงการใช้เทคโนโลยี สื่อการสอนและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมและหลากหลาย สอดคล้องกับกิจกรรมสะเต็มศึกษานั้น ๆ ได้ ($\overline{X}$ = 3.40) และครูสามารถแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ไขในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม ($\overline{X}$ = 3.36) ตามลำดับ

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา มีสภาพที่พึงประสงค์โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.10) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อมีสภาพที่พึงประสงค์อยู่ในระดับมาก และสามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยสามลำดับแรก ได้ดังนี้ ครูสามารถตัดสินใจเลือกกิจกรรมสะเต็มศึกษาเหมาะกับเนื้อหาที่สอนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้ ($\overline{X}$ = 4.34) ครูสามารถแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ไขในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม ($\overline{X}$ = 4.30) และครูแสดงสาระสำคัญแนวคิดหลักและทักษะของกิจกรรมและแสดงขั้นตอนการทำกิจกรรมได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ ($\overline{X}$ = 4.25) ตามลำดับ

ตาราง 13 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้	ระดับความคิดเห็น					
	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์		
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
5.1 ครูสามารถระบุมิติความรู้ที่ใช้ในการประเมินการเรียนรู้	3.22	0.51	ปานกลาง	3.92	0.92	มาก

ตาราง 13 (ต่อ)

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้	ระดับความคิดเห็น					
	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์		
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
กิจกรรมสะเต็มศึกษาได้						
5.2 ครูสามารถออกแบบการประเมินการเรียนรู้กิจกรรมสะเต็มศึกษาได้เหมาะสมและสอดคล้องกับมิติการรู้สะเต็มศึกษา	3.34	0.62	ปานกลาง	3.99	0.93	มาก
5.3 ครูสามารถใช้วิธีการประเมินที่เหมาะสมกับมิติการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา	3.18	0.45	ปานกลาง	3.80	0.86	มาก
5.4 ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเอง	3.26	0.26	ปานกลาง	4.31	0.39	มาก
5.5 ครูสามารถใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย	3.15	0.32	ปานกลาง	4.22	0.45	มาก
โดยรวม	3.23	0.56	ปานกลาง	4.05	0.77	มาก

จากตาราง 13 พบว่า การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ มีสภาพปัจจุบันโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.23) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อมีสภาพปัจจุบันอยู่ในระดับปานกลาง และสามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยสามลำดับแรก ได้ดังนี้ ครูสามารถออกแบบการประเมินการเรียนรู้

กิจกรรมสะเต็มศึกษาได้เหมาะสมและสอดคล้องกับมิติการรู้สะเต็มศึกษา ($\overline{X}$ = 3.34) ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเอง ($\overline{X}$ = 3.26) และครูสามารถระบุมิติความรู้ที่ใช้ในการประเมินการเรียนรู้กิจกรรมสะเต็มศึกษาได้ ($\overline{X}$ = 3.22) ตามลำดับ

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ มีสภาพที่พึงประสงค์โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.05) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าทุกข้อมีสภาพที่พึงประสงค์อยู่ในระดับมาก และสามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยสามลำดับแรก ได้ดังนี้ ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเอง ($\overline{X}$ = 4.31) ครูสามารถใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย ($\overline{X}$ = 4.22) และครูสามารถออกแบบการประเมินการเรียนรู้ กิจกรรมสะเต็มศึกษาได้เหมาะสมและสอดคล้องกับมิติการรู้สะเต็มศึกษา ($\overline{X}$ = 3.99) ตามลำดับ

1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความต้องการจำเป็น ($PNI_{(modified)}$)

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ปรากฏผลดังตาราง 14–19

ตาราง 14 สภาพที่พึงประสงค์ (I) สภาพปัจจุบัน (D) ค่าดัชนีความต้องการจำเป็น ($PNI_{(modified)}$) และลำดับของความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 โดยรวม

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2	I	D	$PNI_{(modified)}$	ลำดับของความต้องการจำเป็น
1. ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา	4.19	3.29	0.273	2
2. ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา	4.08	3.28	0.247	4
3. ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน	4.33	3.33	0.300	1

ตาราง 14 (ต่อ)

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2	I	D	$PNI_{(modified)}$	ลำดับของความต้องการจำเป็น
4. ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา	4.10	3.30	0.241	5
5. ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้	4.05	3.23	0.254	3
โดยรวม	4.14	3.29	0.260	-

จากตาราง 14 พบว่า ลำดับความต้องการจำเป็น ($PNI_{modified}$) ของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 โดยรวม ($PNI_{(modified)}$ = 0.260) สามารถเรียงลำดับความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อย ได้ดังนี้ ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน ($PNI_{(modified)}$ = 0.300) ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา ($PNI_{(modified)}$ = 0.273) ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ ($PNI_{(modified)}$ = 0.254) ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา ($PNI_{(modified)}$ = 0.247) และความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา ($PNI_{(modified)}$ = 0.241) ตามลำดับ

ตาราง 15 สภาพที่พึงประสงค์ (I) สภาพปัจจุบัน (D) ค่าดัชนีความต้องการจำเป็น ($PNI_{(modified)}$) และลำดับของความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา	I	D	$PNI_{(modified)}$	ลำดับของความต้องการจำเป็น
1.1 ครูสามารถระบุรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคลองกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้	3.97	3.24	0.226	4
1.2 ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้โดยกำหนดวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลเพื่อให้บรรลุผลตามเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้	4.22	3.30	0.278	2
1.3 ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่เน้นการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม	4.27	3.38	0.265	3
1.4 ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่มีความเชื่อมโยงของเนื้อหาการบูรณาการ เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้	4.29	3.25	0.322	1
โดยรวม	4.19	3.29	0.273	-

จากตาราง 15 พบว่า ลำดับความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา มีค่าความต้องการจำเป็น ($PNI_{(modified)}$) โดยรวมเท่ากับ 0.273 สามารถเรียงลำดับความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อย สามลำดับแรก ได้ดังนี้ ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่มีความเชื่อมโยงของเนื้อหาการบูรณาการ เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้ ($PNI_{(modified)}$ = 0.322) ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลเพื่อให้บรรลุผลตามเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้ ($PNI_{(modified)}$ = 0.278) และครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่เน้นการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ($PNI_{(modified)}$ = 0.265) ตามลำดับ

ตาราง 16 สภาพที่พึงประสงค์ (I) สภาพปัจจุบัน (D) ค่าดัชนีความต้องการจำเป็น ($PNI_{(modified)}$) และลำดับของความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา	I	D	$PNI_{(modified)}$	ลำดับของความต้องการจำเป็น
2.1 ครูสามารถเลือกและจัดเรียงเนื้อหา ทักษะ กระบวนการที่ผู้เรียนควรรู้ในระหว่างชั้นปีและตลอดหลักสูตร	4.02	3.38	0.189	4
2.2 ครูสามารถออกแบบกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของเนื้อหาที่สอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตรในแต่ละระดับชั้นได้ชัดเจนและเหมาะสม	3.94	3.19	0.235	2

ตาราง 16 (ต่อ)

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา	I	D	$PNI_{(modified)}$	ลำดับของความต้องการจำเป็น
2.3 ครูสามารถวางแผนออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (4C) ได้เหมาะสม	4.21	3.11	0.356	1
2.4 ครูสามารถเลือกใช้สื่อการสอน วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตร	4.16	3.43	0.215	3
โดยรวม	4.08	3.28	0.247	-

จากตาราง 16 พบว่า ลำดับความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา มีค่าความต้องการจำเป็น ($PNI_{(modified)}$) โดยรวมเท่ากับ 0.247 สามารถเรียงลำดับความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อยสามลำดับแรก ได้ดังนี้ ครูสามารถวางแผนออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (4C) ได้เหมาะสม ($PNI_{(modified)}$ = 0.356) ครูสามารถออกแบบกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของเนื้อหาที่สอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตรในแต่ละระดับชั้นได้ชัดเจนและเหมาะสม ($PNI_{(modified)}$ = 0.235) และครูสามารถเลือกใช้สื่อการสอน วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตร ($PNI_{(modified)}$ = 0.215) ตามลำดับ

ตาราง 17 สภาพที่พึงประสงค์ (I) สภาพปัจจุบัน (D) ค่าดัชนีความต้องการจำเป็น ($PNI_{(modified)}$) และลำดับของความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน	I	D	$PNI_{(modified)}$	ลำดับของความต้องการจำเป็น
3.1 ครูสามารถตรวจสอบถึงความรู้พื้นฐานและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนก่อนทำกิจกรรมได้	4.37	3.47	0.259	4
3.2 ครูสามารถวิเคราะห์ถึงวิธีการเรียนรู้เกี่ยวกับ แนวคิด ทักษะกระบวนการที่ขึ้นอยู่กับพัฒนาการ ความสนใจและระดับความสามารถของผู้เรียนได้	4.28	3.42	0.254	5
3.3 ครูสามารถตรวจสอบแนวคิดที่เป็นนามธรรม ซึ่งยากต่อการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้	4.43	3.14	0.409	1
3.4 ครูสามารถตรวจสอบทักษะต่าง ๆ ที่ผู้เรียนยังไม่มีความชัดเจนหรือเข้าใจความคลาดเคลื่อนได้	4.24	3.23	0.312	2

ตาราง 17 (ต่อ)

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน	I	D	$PNI_{(modified)}$	ลำดับของความต้องการจำเป็น
3.5 ครูออกแบบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนถึงการเรียนรู้ด้านเนื้อหา ด้านการบูรณาการ การบูรณาการศาสตร์ เพื่อตรวจสอบถึงวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้หรือสิ่งที่ยากสำหรับการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้	4.32	3.39	0.275	3
โดยรวม	4.33	3.33	0.300	-

จากตาราง 17 พบว่า ลำดับความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน มีค่าความต้องการจำเป็น ($PNI_{(modified)}$) โดยรวมเท่ากับ 0.300 สามารถเรียงลำดับความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อย สามลำดับแรก ได้ดังนี้ ครูสามารถตรวจสอบแนวคิดที่เป็นนามธรรม ซึ่งยากต่อการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้ ($PNI_{(modified)}$ = 0.409) ครูสามารถตรวจสอบทักษะต่าง ๆ ที่ผู้เรียนยังไม่มีความชัดเจนหรือเข้าใจความคลาดเคลื่อนได้ ($PNI_{(modified)}$ = 0.312) และครูออกแบบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนถึงการเรียนรู้ด้านเนื้อหา ด้านการบูรณาการ การบูรณาการศาสตร์ เพื่อตรวจสอบถึงวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้หรือสิ่งที่ยากสำหรับการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้ ($PNI_{(modified)}$ = 0.275) ตามลำดับ

ตาราง 18 สภาพที่พึงประสงค์ (I) สภาพปัจจุบัน (D) ค่าดัชนีความต้องการจำเป็น ($PNI_{(modified)}$) และลำดับของความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา	I	D	$PNI_{(modified)}$	ลำดับของความต้องการจำเป็น
4.1 ครูสามารถเลือกวิธีการสอนที่สอดคล้องกับ ธรรมชาติและเป้าหมายของการสอน สะเต็มศึกษาได้อย่างชัดเจน	3.87	3.24	0.196	6
4.2 ครูสามารถตัดสินใจเลือกกิจกรรมสะเต็มศึกษาเหมาะกับเนื้อหาที่สอนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้	4.34	3.42	0.269	3
4.3 ครูแสดงสาระสำคัญแนวคิดหลักและทักษะของกิจกรรมและแสดงขั้นตอนการทำกิจกรรมได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์	4.25	3.28	0.296	1
4.4 ครูแสดงการใช้เทคโนโลยี สื่อการสอนและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมและหลากหลาย สอดคล้องกับกิจกรรมสะเต็มศึกษานั้น ๆ ได้	4.14	3.40	0.220	5
4.5 ครูสามารถแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ระบุปัญหา วิเคราะห์สถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม	4.17	3.29	0.269	3
4.6 ครูสามารถจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้	4.13	3.31	0.247	4

ตาราง 18 (ต่อ)

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา	I	D	$PNI_{(modified)}$	ลำดับของความต้องการจำเป็น
4.7 ครูสามารถแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ไขในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม	4.30	3.36	0.283	2
4.8 ครูแสดงขั้นตอนกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม	3.80	3.12	0.220	5
4.9 ครูแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้สื่อสาร แลกเปลี่ยนแนวคิดในระหว่างการทำกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม	3.85	3.28	0.172	7
โดยรวม	4.10	3.30	0.241	-

จากตาราง 18 พบว่า ลำดับความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา มีค่าความต้องการจำเป็น ($PNI_{(modified)}$) โดยรวมเท่ากับ 0.241 สามารถเรียงลำดับความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อยสามลำดับแรก ได้ดังนี้ ครูแสดงสาระสำคัญแนวคิดหลักและทักษะของกิจกรรมและแสดงขั้นตอนการทำกิจกรรมได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ ($PNI_{(modified)}$ = 0.296) ครูสามารถแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ไขในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม ($PNI_{(modified)}$ = 0.283) และลำดับที่สามมีสองข้อ คือ ครูสามารถตัดสินใจเลือก

กิจกรรมสะเต็มศึกษาเหมาะกับเนื้อหาที่สอนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้ และครูสามารถแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ระบุปัญหา วิเคราะห์สถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม ($PNI_{(modified)}$ = 0.269) ตามลำดับ

ตาราง 19 สภาพที่พึงประสงค์ (I) สภาพปัจจุบัน (D) ค่าดัชนีความต้องการจำเป็น ($PNI_{(modified)}$) และลำดับของความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้	I	D	$PNI_{(modified)}$	ลำดับของความต้องการจำเป็น
5.1 ครูสามารถระบุมิติความรู้ที่ใช้ในการประเมินการเรียนรู้กิจกรรมสะเต็มศึกษาได้	3.92	3.22	0.219	3
5.2 ครูสามารถออกแบบการประเมินการเรียนรู้ กิจกรรมสะเต็มศึกษาได้เหมาะสมและสอดคล้องกับมิติการรู้สะเต็มศึกษา	3.99	3.34	0.196	4
5.3 ครูสามารถใช้วิธีการประเมินที่เหมาะสมกับมิติการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา	3.80	3.18	0.193	5
5.4 ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเอง	4.31	3.26	0.322	2
5.5 ครูสามารถใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย	4.22	3.15	0.340	1
โดยรวม	4.05	3.23	0.254	-

จากตาราง 19 พบว่า ลำดับความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ มีค่าความต้องการจำเป็น ($PNI_{(modified)}$) โดยรวมเท่ากับ 0.254 สามารถเรียงลำดับความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อย สามลำดับแรก ได้ดังนี้ ครูสามารถใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย ($PNI_{(modified)}$ = 0.340) ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเอง ($PNI_{(modified)}$ = 0.322) และครูสามารถระบุมิติความรู้ที่ใช้ในการประเมินการเรียนรู้กิจกรรมสะเต็มศึกษาได้ ($PNI_{(modified)}$ = 0.219) ตามลำดับ

2. ระยะที่ 2 ผลการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

2.1 ผลการศึกษาวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practices) ด้านการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู โดยผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา และครูผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจากสถานศึกษาที่มีวิธีปฏิบัติที่ดี (Best Practices) จำนวน 2 โรงเรียน คือ โรงเรียนกุดจิกวิทยาคาร และโรงเรียนพิพัฒน์ราษฎร์บำรุง กลุ่มผู้ให้ข้อมูล รวมจำนวน 4 คน ประกอบด้วย ผู้บริหารสถานศึกษา โรงเรียนละ 1 คน และครูผู้มีความรู้ความสามารถด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โรงเรียนละ 1 คน ผลการสัมภาษณ์วิธีปฏิบัติที่ดี สามารถสรุปและนำเสนอผล ได้ดังนี้

2.1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา

2.1.1.1 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่มีความเชื่อมโยงของเนื้อหาการบูรณาการเหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ครูต้องเข้าใจเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาให้ชัดเจน จัดการเรียนรู้บนพื้นฐานของความเป็นไปได้ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาควรพิจารณาเนื้อหาวิชาหลักก่อน และจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน สอดคล้องกับเป้าหมายการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ครูต้องมีการวิเคราะห์ผู้เรียนในด้านความรู้เดิม ความรู้ตามหลักสูตรที่กำหนดให้เรียนรู้ และสอดแทรกแนวคิดสะเต็มศึกษาในเนื้อหาที่เหมาะสม ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...ครูต้องเข้าใจเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาให้ชัดเจนโดยไม่มองเป็นเรื่องที่ยากเกินไปและไม่ใช่เรื่องที่ง่ายเกินไป ต้องมองภาพให้ออกว่าการจัดการเรียนรู้ให้อยู่บนพื้นฐานของความเป็นไปได้...”

(ผู้บริหารโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

“...ควรต้องมีการวิเคราะห์ผู้เรียนก่อน ว่าผู้เรียนมีความรู้เดิมอยู่ในระดับใด หลักสูตรที่กำหนดให้เรียนรู้ กำหนดว่าอย่างไร และจะสอดแทรกแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมขึ้นมาอย่างไรบ้าง...”

(ครูโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 2 ครูมีการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามปกติไว้ครบถ้วนทุกหน่วยการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้นจะเลือกเนื้อหาโดยพิจารณาเนื้อหาที่เหมาะสมมาบูรณาการเพื่อสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จะมองในเรื่องความเหมาะสมกับนักเรียนและความเป็นไปได้ในการนำมาใช้จัดการเรียนรู้ ครูจะต้องพัฒนาตนเองโดยศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับแนวทางการสอน STEM และดูตัวอย่างจากสื่อการสอนตัวอย่างการสอนต่าง ๆ ที่มีอยู่หลายแหล่งไม่ว่าจะเป็นเว็บ STEM สสวท. หรือเว็บต่างประเทศ โรงเรียนจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในลักษณะโครงงานหรือใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นหลัก ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...โดยปกติครูของเราจะมีการจัดทำแผนการสอนไว้ครบถ้วนอยู่แล้วทุกหน่วยการเรียนรู้หรือแม้กระทั่งเป็นรายคาบเรียนก็มีเพราะฉะนั้นการที่จะนำเนื้อหาบทไหนเรื่องอะไรมาบูรณาการเพื่อสอน STEM เพื่อสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษานั้นก็จะมองในเรื่องความเหมาะสมกับนักเรียนและความเป็นไปได้ในการนำมาใช้จัดการเรียนรู้...”

(ผู้บริหารโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

“...แน่นอนว่าครูจะต้องพัฒนาตนเองโดยการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับแนวทางการสอน STEM และดูตัวอย่างจากสื่อการสอนตัวอย่างการสอนต่าง ๆ ที่มีอยู่หลายแหล่งในเว็บ ในทางปฏิบัติโรงเรียนเรา จะจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEM ในลักษณะโครงงานหรือใช้ปัญหาเป็นฐาน...”

(ผู้บริหารโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

สรุปได้ว่า วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่มีความเชื่อมโยงของเนื้อหาการบูรณาการ เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา มีดังนี้

1) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาควรพิจารณาเนื้อหาวิชาหลักก่อน และจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน สอดคล้องกับเป้าหมายการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2) ต้องมีการวิเคราะห์ผู้เรียนในด้านความรู้เดิม ความรู้ตามหลักสูตรที่กำหนดให้เรียนรู้ และสอดแทรกแนวคิดสะเต็มศึกษาในเนื้อหาที่เหมาะสม

3) เลือกเนื้อหาโดยพิจารณาเนื้อหาที่เหมาะสมมาบูรณาการเพื่อสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ทำไว้

4) ครูพัฒนาตนเองโดยศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับแนวทางการสอน STEM จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และเลือกใช้วิธีการสอนที่สามารถประยุกต์ใช้ได้ เช่น โครงงานการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.1.1.2 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล เพื่อให้บรรลุผลตามเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 1 การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้ของครูใช้การอบรมพัฒนาความรู้ของครูและส่งครูไปอบรม มีการพัฒนาวิชาการอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้และสำหรับวิชาที่จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาก็เช่นเดียวกัน ต้องมองภาพรวมทั้งหมดของการจัดการเรียนรู้ว่าต้องการให้นักเรียนเรียนรู้อะไรในส่วนที่เป็นสะเต็มศึกษาที่บูรณาการทั้ง 4 วิชาหลักนั้น วิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นในเรื่องใด คณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นในส่วนไหน เทคโนโลยีจะเกิดขึ้นด้วยวิธีการใด และการพัฒนานวัตกรรมหรือผลงานของนักเรียนด้วยกระบวนการวิศวกรรมจะต้องออกแบบผลงานให้เป็นลักษณะใดเพื่อความเป็นไปได้ ครูต้องออกแบบและกำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมาย กิจกรรมการสอน และการวัดและประเมินผล ซึ่งต้องสอดคล้องและแสดงผลได้ตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...โดยปกติแล้วเราก็ใช้การอบรมพัฒนาความรู้ของครูโรงเรียนเราก็มีการจัดอบรมบ่อยครั้งและส่งครูไปอบรมก็บ่อยครั้งและมีการพัฒนาวิชาการอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้และสำหรับวิชาที่จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาก็เช่นเดียวกัน...”

(ผู้บริหารโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

“...การจัดการเรียนรู้ต้องบอกได้ว่าต้องการให้นักเรียนเรียนรู้อะไร ในส่วนที่วิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นในเรื่องใด คณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นในส่วนไหน เทคโนโลยีจะเกิดขึ้นด้วยวิธีการใดและการพัฒนานวัตกรรมหรือผลงานของนักเรียนด้วยกระบวนการวิศวกรรมจะต้องออกแบบผลงานให้เป็นลักษณะใดเพื่อความเป็นไปได้ การวัดและประเมินผลก็จะต้องสามารถวัดให้ตอบโจทย์และสอดคล้องกับเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้...”

(ครูโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 2 จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นหลัก หรือบางครั้งใช้วิธีการจัดเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การวัดและประเมินผลผู้เรียนใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรม การตรวจผลงาน การประเมินผลตามสภาพจริง ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEM ศึกษาเราใช้โครงงานเป็นหลัก หรืออาจจะมีบางครั้งใช้วิธีการจัดเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในบางครั้ง...”

(ครูโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

“...การวัดและประเมินผลผู้เรียนเน้นการสังเกตพฤติกรรมการตรวจผลงานการประเมินผลตามสภาพจริง เพราะกิจกรรมโครงงานเป็นการจัดการเรียนรู้ในลักษณะให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานขึ้นมาและครูจึงวัดและประเมินผลโดยการประเมินผลงานของนักเรียน...”

(ครูโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

สรุปได้ว่า วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูเพื่อให้ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลเพื่อให้บรรลุผลตามเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา มีดังนี้

1) การเสริมสร้างสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้ใช้การอบรมพัฒนาความรู้ของครู

2) ต้องมองภาพรวมทั้งหมดของการจัดการเรียนรู้ว่าต้องการให้นักเรียนเรียนรู้อะไรในส่วนที่เป็นสะเต็มศึกษา วิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นในเรื่องใด คณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นในส่วนไหน เทคโนโลยีจะเกิดขึ้นด้วยวิธีการใด และการพัฒนานวัตกรรมหรือผลงานของนักเรียนด้วยกระบวนการวิศวกรรมจะต้องออกแบบผลงานให้เป็นลักษณะใด

3) จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงาน หรือวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

4) การวัดและประเมินผลผู้เรียนใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมการตรวจผลงาน การประเมินผลตามสภาพจริง

2.1.1.3 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่เน้นการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 1 วิธีเสริมสร้างครูเพื่อให้ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่เน้นปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของ สสวท. ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ระบุปัญหาค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง วางแผนและพัฒนา ทดสอบและประเมินผล และการนำเสนอผลลัพธ์ ซึ่งรายละเอียดก็สามารถศึกษาได้จากเอกสารของ สสวท. เรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...วิธีเสริมสร้างสมรรถนะครูเพื่อให้ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่เน้นปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของ สสวท. 5 ขั้นตอน คือ ระบุปัญหาค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง วางแผนและพัฒนา ทดสอบและประเมินผล และการนำเสนอผลลัพธ์ ซึ่งรายละเอียดก็สามารถศึกษาได้จากเอกสารของ สสวท. เรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา...”

(ครูโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 2 การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เน้นการปฏิบัติด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ก็มีกระบวนการให้เห็นหลายรูปแบบแต่ที่เราใช้เราเลือกใช้กระบวนการตามเว็บของ สสวท. 6 ขั้นตอน (เว็บ stemedthailand.org) ได้แก่ 1) ระบุปัญหา2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...การสอนสะเต็มศึกษาเราใช้กระบวนการตามเว็บของ สสวท. 6 ขั้นตอน (เว็บ stemedthailand.org) ได้แก่ 1) ระบุปัญหา2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบประเมินผล

และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน...”

(ครูโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

สรุปได้ว่า วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู เพื่อให้ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่เน้นการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่โรงเรียนทั้ง 2 แห่งใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

1) กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ของ สสวท. 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) วางแผนและพัฒนา 4) ทดสอบและประเมินผล และ 5) การนำเสนอผลลัพธ์

2) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน (เว็บ stemedthailand.org) ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

2.1.2 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา

2.1.2.1 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถวางแผนออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (4C) ได้เหมาะสม

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 1 กิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ทักษะ 4c คือ การเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดร่วมกัน หาข้อสรุปร่วมกันอย่างเสรีนักเรียนได้ฝึกการสื่อสารกันภายในกลุ่มและทำงานร่วมกันเป็นทีม โดยครูเป็นผู้ดูแล นักเรียนร่วมกันขบคิดปัญหาที่พบหรือวิธีการที่ต้องการจะสร้างชิ้นงานนั้น นักเรียนจะได้คิดวิเคราะห์และใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้สามารถสร้างชิ้นงานได้สำเร็จเป็นผลงานของทีมซึ่งกระบวนการนี้จะเป็นการช่วยพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (4C) ของนักเรียน ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...การพัฒนาทักษะ 4C คือ การเปิดโอกาสให้เด็กคิดร่วมกันหาข้อสรุปร่วมกันอย่างเสรี เด็กจะได้ฝึกการสื่อสารกันภายในกลุ่มในการทำงานและได้ทำงานร่วมกัน โดยครูเป็นผู้ดูแลเด็กจะร่วมกันขบคิดปัญหาที่พบหรือวิธีการที่ต้องการจะสร้างชิ้นงานนั้น เด็กจะได้คิดวิเคราะห์และใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้สามารถสร้างชิ้นงานได้สำเร็จเป็นของกลุ่ม...”

(ครูโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 2 การสอนสะเต็มศึกษา นักเรียนต้องแบ่งกลุ่มในการเรียนรู้และทำงานร่วมกันเพื่อพัฒนาเป็นชิ้นงานนักเรียนจะทำงานในลักษณะของงานกลุ่มเป็นหลัก ครูจะเป็นผู้ดูแลเพื่อทำให้นักเรียนสามารถสร้างงานได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ การทำงานร่วมกันจนสำเร็จออกมาเป็นชิ้นงานนักเรียนจะได้รับการเสริมแรงทางบวกด้วยคำชื่นชม และได้นำเสนอผลงานให้เพื่อน ๆ นักเรียนได้รับทราบและเรียนรู้ร่วมกัน ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...การสอน STEM เด็กทุกคนของเราจะต้องแบ่งกลุ่มในการเรียนรู้ร่วมกันทำงานร่วมกันเพื่อพัฒนาเป็นชิ้นงานตั้งแต่กระบวนการแรกของการสอน STEM เด็กจะทำงานในลักษณะของงานกลุ่มเป็นหลัก เด็กก็ให้ความร่วมมือกันครูจะเป็นผู้ดูแลเพื่อทำให้เด็กสามารถสร้างงานได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้...”

(ผู้บริหารโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

“...ในการให้คำแนะนำเด็กครูจะต้องใช้การเสริมแรงทางบวกด้วยคำชื่นชมเสมอ แม้ว่าเด็กจะทำผิด ก็จะได้รับคำแนะนำและคำที่ส่งเสริมสนับสนุน ให้เด็กได้ศึกษา เพื่อพัฒนาผลงานของกลุ่มต่อไป...”

(ครูโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

สรุปได้ว่า วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู เพื่อให้ครูสามารถวางแผนออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (4C) ได้เหมาะสม มีดังนี้

1) กิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ทักษะ 4c คือ การเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดร่วมกัน อภิปราย หาข้อสรุปร่วมกันอย่างเสรีนักเรียนได้ฝึกการสื่อสารกันภายในกลุ่มและทำงานร่วมกันเป็นทีม

2) นักเรียนต้องแบ่งกลุ่มในการเรียนรู้และทำงานร่วมกัน เพื่อพัฒนาเป็นชิ้นงานนักเรียนจะทำงานในลักษณะของงานกลุ่มเป็นหลัก ครูจะเป็นผู้ดูแลเพื่อทำให้นักเรียนสามารถสร้างงานได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

2.1.2.2 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของเนื้อหาที่สอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตรในแต่ละระดับชั้นได้ชัดเจนและเหมาะสม

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 1 การออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ครูต้องศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา ซึ่งยึดตามหลักสูตรตามแกนกลาง พ.ศ. 2551 เป็นหลัก ยึดตามสาระและมาตรฐานที่หลักสูตรแกนกลางได้กำหนดไว้ ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...ในการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ครูต้องศึกษาสถานศึกษาซึ่งยึดตามหลักสูตรแกนกลาง พ.ศ. 2551...”

(ผู้บริหารโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

“...การออกแบบการจัดการเรียนรู้ ถ้าเราจะออกแบบสำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ เราก็ต้องศึกษาหลักสูตรของวิทยาศาสตร์เป็นหลักโดย โดยยึดตามสาระที่หลักสูตรแกนกลางกำหนดและมาตรฐานที่หลักสูตรแกนกลางได้กำหนดไว้ คุณภาพผู้เรียนก็จะยึดตามหลักสูตรเป็นหลักแต่เราจะเพิ่มเติม STEM ขึ้นมาจากหลักสูตรของวิชาหลักนั้นคล้าย ๆ ให้มีความ Advance เพิ่มขึ้น...”

(ครูโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 2 โดยปกติแล้วคุณครูจะมีการวิเคราะห์หลักสูตรและจัดทำแผนการจัดเรียนรู้ซึ่งเป็นวิธีการสอนตามปกติไว้ เราสามารถพิจารณาจากการวิเคราะห์หลักสูตรและแผนเดิมที่มีอยู่ โดยคัดเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมที่จะนำมาสอดแทรกและจัดทำเป็นสาระการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเพิ่มขึ้น อาจจะไม่ใช่หลักสูตรเต็มรูปแบบแต่จะเป็นการสอดแทรกสะเต็มศึกษาเข้าไปในการจัดการเรียนรู้ในบางหน่วย โดยต้องมีความสอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ใช้อยู่ ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...ครูจะมีการวิเคราะห์หลักสูตรและจัดทำแผนการจัดเรียนรู้ไว้อยู่แล้ว ซึ่งเป็นวิธีการสอนตามปกติ เราสามารถพิจารณาจากโดยการวิเคราะห์หลักสูตรและแผนเดิมที่มีอยู่ โดยคัดเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมที่จะนำมาสอดแทรกและทำเป็นสาระการเรียนรู้ STEM...”

(ครูโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

สรุปได้ว่า วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไรเพื่อให้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของเนื้อหาที่สอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตรในแต่ละระดับชั้นได้ชัดเจนและเหมาะสม มีดังนี้

1) การออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา ศึกษายึดตามหลักสูตรสถานศึกษาหลักสูตรตามแกนกลาง พ.ศ. 2551 เป็นหลัก

2) การออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยทำการวิเคราะห์แผนการจัดเรียนรู้ปกติที่มีอยู่ และพิจารณาเนื้อหาที่เหมาะสมที่จะนำมาสอดแทรกและจัดทำเป็นสาระการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นการสอดแทรกสะเต็มศึกษาเข้าไปในการจัดการเรียนรู้ในบางหน่วย ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตรวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง พ.ศ. 2551

2.1.2.3 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถเลือกใช้สื่อการสอน วัสดุ และแหล่งการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตร

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 1 การออกแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ครูต้องสร้างเป็นแผนการสอนขึ้นโดยในแผนจะมีรายละเอียดสำหรับการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระการเรียนรู้ มาตรฐาน สมรรถนะผู้เรียน จุดมุ่งหมาย วิธีการจัดการเรียนรู้ และรวมถึงการเลือกใช้สื่อการสอน วัสดุ และแหล่งการเรียนรู้ ครูจะต้องนำเสนอแผนเพื่อให้ผู้บริหารที่ได้รับมอบหมายตรวจสอบและพิจารณาให้ความเห็นชอบแผนการสอนนั้น รวมถึงการพิจารณาการเลือกใช้สื่อการสอน วัสดุ และแหล่งการเรียนรู้ ก็ต้องได้รับการพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมเพื่อให้จัดการเรียนรู้ได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตรและแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาคุณครูก็ต้องสร้างเป็นแผนการสอนขึ้นมา และนำเสนอหัวหน้ากลุ่มสาระ และผู้บริหารผู้ได้รับมอบหมาย ให้ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของแผนที่สร้างขึ้น ก่อนนำไปใช้จัดการเรียนรู้...”

(ผู้บริหารโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

“...ครูจะสร้างแผนการสอนโดยในแผนก็จะมีรายละเอียดตามรายละเอียดของแผนปกติตั้งแต่การระบุสาระการเรียนรู้มาตรฐานสมรรถนะผู้เรียนจุดมุ่งหมาย วิธีการจัดการเรียนรู้และรวมถึงการเลือกใช้สื่อการสอนวัสดุและแหล่งการเรียนรู้ และต้องนำเสนอแผน เพื่อให้ผู้บริหารตรวจสอบและพิจารณา ความเหมาะสม รวมถึงสื่อ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ด้วย...”

(ครูโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 2 การสอนสะเต็มศึกษาได้รับการส่งเสริมสนับสนุนจากหน่วยงานระดับประเทศ ทำให้มีสื่อการสอนมากมายและแพร่หลาย

มีความทันสมัยและชัดเจน เพื่อให้ครูเข้าไปศึกษาและนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีทั้งสื่อการสอน ตัวอย่างวิธีการสอน แม้กระทั่งเอกสารที่ใช้ในการสอนหรือวิดีโอที่เป็นตัวอย่างการสอน ครูจึงสามารถเข้าไปศึกษาและเลือกใช้สื่อได้อย่างหลากหลาย หรือหากมีความจำเป็นในการจัดหาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน ครูสามารถจัดทำโครงการเพื่อเสนอของบประมาณเพื่อจัดซื้อจัดจ้างสื่อการสอนได้ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

"...โรงเรียนให้การสนับสนุนด้านสื่อ วัสดุ และอุปกรณ์ในการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา ครูสามารถนำเสนอโครงการขึ้นมา เพื่อขอซื้อสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ได้ตามกระบวนการของการของบประมาณ..."

(ผู้บริหารโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

"...การสอนสะเต็มศึกษามีความทันสมัยและชัดเจนในโซเชียลเยอะมาก ทั้งสื่อการสอน ตัวอย่างวิธีการ แม้กระทั่งเอกสารที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้หรือวิดีโอที่เป็นตัวอย่างการสอน ครูก็จะมีแหล่งเรียนรู้ที่จะใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครูเยอะมาก การเลือกใช้สื่อการสอนครูก็สามารถที่จะดูตัวอย่างจากแหล่งเรียนรู้เหล่านั้นได้..."

(ครูโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

สรุปได้ว่า วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู เพื่อให้ครูสามารถเลือกใช้สื่อการสอน วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตร มีดังนี้

1) ครูต้องสร้างเป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งระบุรายละเอียดของแผนครบถ้วน รวมถึงสื่อการสอน วัสดุ และแหล่งเรียนรู้ที่ใช้ และนำเสนอแผน เพื่อให้ผู้บริหารที่ได้รับมอบหมายตรวจสอบและพิจารณาการเลือกใช้สื่อการสอน วัสดุ และแหล่งการเรียนรู้

2) สื่อการสอนสำหรับสะเต็มศึกษามีมากมายและแพร่หลายในเว็บไซต์ ครูสามารถเข้าไปศึกษาและเลือกใช้สื่อได้อย่างหลากหลาย

3) ในกรณีที่มีความขาดแคลนสื่อวัสดุอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โรงเรียนเปิดโอกาสให้ครูสามารถจัดทำโครงการเพื่อจัดซื้อจัดจ้างได้

2.1.3 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน

2.1.3.1 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถตรวจสอบแนวคิดที่เป็นนามธรรม ซึ่งยากต่อการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 1 การตรวจสอบแนวคิดที่เป็นนามธรรม กระทำได้โดยการกระตุ้นให้นักเรียน คิดและแสดงผลการคิดออกมาผ่านการพูด การเขียน การอธิบาย การแสดงความคิดเห็น เป็นต้น ในการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการให้นักเรียนคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมควรออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดและพิจารณา เช่นอาจจะพิจารณาลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนเห็น และบอกลักษณะทั่วไป และลักษณะเฉพาะของสิ่งที่พิจารณานั้น นักเรียนก็จะเกิดความเข้าใจการเชื่อมโยงระหว่างความคิดซึ่งเป็นนามธรรม และสิ่งที่เป็นรูปธรรมโดยผ่านการกระบวนการพิจารณา ดังผลการสัมภาษณ์ดังนี้

“...การตรวจสอบแนวคิดที่เป็นนามธรรม ในการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการให้นักเรียนคิดสิ่งที่เป็นนามธรรม ต้องออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนพิจารณาสิ่งนั้นให้นักเรียนได้คิดและพิจารณาเช่น อาจจะพิจารณาลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนเห็นในลักษณะทั่วไปและลักษณะเฉพาะและมีการจดบันทึกสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้นั้นเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป...”

(ครูโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 2 แนวคิดเชิงนามธรรมเป็นสิ่งที่สำคัญเพราะความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ก็เป็นแนวคิดเชิงนามธรรม การให้นักเรียนได้คิดอย่างกว้างขวางหลากหลายเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน วิธีการตรวจสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาจให้นักเรียนอธิบายออกมาในลักษณะของการวาดภาพ หรือคำพูด โดยให้อิสระกับนักเรียนในการได้นำเสนอแนวคิดเชิงนามธรรมนั้น แต่สำหรับการใช้แนวคิดเชิงนามธรรมในการเรียนกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องใช้แนวคิดเชิงนามธรรม เช่น การกะประมาณจำเป็นที่จะต้องมีการสร้างแบบบันทึกข้อมูล เพื่อบันทึกผลการคิดของนักเรียนนั้นออกมา หรืออาจจะต้องมีการตรวจสอบผลการคิดนั้น ว่าถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริงหรือไม่อย่างไร เช่น การกะประมาณน้ำหนักของวัตถุสิ่งของ และให้นักเรียนบันทึกผลการกะประมาณ แล้วจึงนำวัตถุนั้นไปชั่งน้ำหนักเพื่อที่จะตรวจสอบว่าน้ำหนักที่กะประมาณไว้และน้ำหนักจริงมีความสอดคล้องใกล้เคียงกันเท่าไหร่ เป็นต้น ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...แนวคิดเชิงนามธรรมเป็นสิ่งที่สำคัญเพราะความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการก็เป็นแนวคิดเชิงนามธรรม การให้นักเรียนได้คิดอย่างกว้างขวางหลากหลายเป็น

การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนส่วนวิธีการที่ครูจะตรวจสอบความคิดสร้างสรรค์นั้น ก็ให้นักเรียนอธิบายออกมาอ่านในลักษณะของการวาดภาพ คำพูด โดยไม่มีการปิดกั้นหรือให้อิสระกับนักเรียนในการได้นำเสนอแนวคิดเชิงนามธรรมนั้น...”

“...การใช้แนวคิดเชิงนามธรรมในการเรียนกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องใช้แนวคิดเชิงนามธรรม เช่น การสังเกต การกะประมาณ เช่น การกะประมาณน้ำหนักของวัตถุสิ่งของและให้นักเรียนบันทึกผลการกะประมาณ แล้วจึงนำวัตถุนั้นไปชั่งน้ำหนัก เพื่อที่จะตรวจสอบว่าน้ำหนักที่กะประมาณไว้และน้ำหนักจริงมีความสอดคล้องใกล้เคียงกันเท่าไหร่...”

(ครูโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

สรุปได้ว่า การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู เพื่อให้ครูสามารถตรวจสอบแนวคิดที่เป็นนามธรรม ซึ่งยากต่อการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้ มีดังนี้

1) กระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงผลการคิดออกมาผ่านการพูด การเขียน การอธิบาย การแสดงความคิดเห็น เป็นต้น

2) ในการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการให้นักเรียนคิดสิ่งที่เป็นนามธรรม ควรออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดและพิจารณา เช่นอาจจะพิจารณาลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนเห็น และบอกลักษณะทั่วไป และลักษณะเฉพาะของสิ่งที่พิจารณานั้น นักเรียนก็จะเกิดความเข้าใจการเชื่อมโยงระหว่างความคิดซึ่งเป็นนามธรรม และสิ่งที่เป็นรูปธรรมโดยผ่านการกระบวนการพิจารณา

3) การใช้แนวคิดเชิงนามธรรมในการเรียนกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ อาจใช้การสร้างแบบบันทึกข้อมูล เพื่อบันทึกผลการคิดของนักเรียนนั้นออกมา และมีวิธีการตรวจสอบความถูกต้องหรือความเป็นไปได้ของผลการคิดนั้น กับความเป็นจริง

2.1.3.2 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถตรวจสอบทักษะต่าง ๆ ที่ผู้เรียนยังไม่มีความชัดเจนหรือเข้าใจความคลาดเคลื่อนได้

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 1 การตรวจสอบทักษะของผู้เรียนที่แสดงออกมา ใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยมีการกำหนดสิ่งที่ต้องการวัดหรือทักษะที่ต้องการวัดให้ชัดเจน จุดประสงค์ของการวัดต้องเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อให้สามารถวัดได้จริง อาจจะวัดจากการปฏิบัติชิ้นงานที่กำหนดให้ ครูต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนและสะดวกต่อการปฏิบัติในการวัดผลนักเรียน อาจใช้เป็นแบบตรวจสอบรายการเพราะจะใช้งานได้ง่ายในการปฏิบัติ ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...ตรวจสอบทักษะที่นักเรียนแสดงออกมา ครูใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน กำหนดจุดประสงค์ของการวัดซึ่งต้องเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อให้สามารถวัดได้จริง กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนและง่ายต่อการปฏิบัติ...”

(ครูโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 2 ครูจะสร้างแบบประเมินทักษะการปฏิบัติของนักเรียนขึ้น เพื่อใช้ในการวัดและประเมินทักษะที่นักเรียนแสดงออกมาในการปฏิบัติในการสร้างชิ้นงานหรือการร่วมกิจกรรมกับเพื่อน ๆ โดยแบบประเมินทักษะการปฏิบัตินั้น แบ่งเป็นลำดับขั้นตอนแล้วก็มีเกณฑ์ที่จะใช้หรือประเด็นที่จะใช้ในการประเมิน เช่น การเลือกอุปกรณ์ในการทดลองเหมาะสมหรือไม่ ครบถ้วนหรือไม่ และกำหนดระดับคะแนน เป็น 3 คะแนน 2 คะแนน 1 คะแนน และ 0 คะแนน ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...สำหรับการสอนสะเต็มศึกษาครูจะสร้างแบบประเมินทักษะการปฏิบัติของนักเรียนขึ้น เพื่อใช้ในการวัดและประเมินทักษะที่นักเรียนแสดงออกมาในการปฏิบัติ เช่น การเลือกอุปกรณ์ในการทดลองเหมาะสมหรือไม่ และกำหนดระดับคะแนน และเกณฑ์การแปลผลแต่ละช่วงคะแนนอย่างชัดเจน...”

(ครูโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

สรุปได้ว่า การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไรเพื่อให้ครูสามารถตรวจสอบทักษะต่าง ๆ ที่ผู้เรียนยังไม่มีความชัดเจนหรือเข้าใจความคลาดเคลื่อนได้มีดังนี้

1) การตรวจสอบทักษะของผู้เรียนที่แสดงออกมา ใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยมีการกำหนดสิ่งที่ต้องการวัดหรือทักษะที่ต้องการวัดให้ชัดเจน กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อให้สามารถวัดได้จริง และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนและสะดวกต่อการปฏิบัติ

2) สร้างแบบประเมินทักษะการปฏิบัติของนักเรียนขึ้น เพื่อใช้ในการวัดและประเมินทักษะที่นักเรียนแสดงออกมา โดยแบบประเมินทักษะแบ่งเป็นลำดับขั้นตอน และมีเกณฑ์ที่จะใช้หรือประเด็นที่จะใช้ในการประเมินชัดเจน และมีการแปลผลระดับคะแนนที่ชัดเจนด้วย

2.1.3.3 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างสมรรถนะครูอย่างไร เพื่อให้ครูออกแบบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนถึงการเรียนรู้ด้านเนื้อหา ด้านการบูรณาการ การบูรณาการศาสตร์เพื่อตรวจสอบถึงวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้หรือสิ่งที่ยากสำหรับการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 1 การตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนกระทำได้โดยการกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายความคิดของตัวเองออกมา การตรวจสอบผลความเข้าใจของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญ เพราะครูจะทำอย่างไรไม่ให้เป็นการตัดทอนหรือริดรอนกำลังใจของนักเรียนการเข้าใจผิดของนักเรียนนั้น ไม่ใช่ความผิดแต่เป็นการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่นักเรียนทุกคนมีโอกาสที่ผิดพลาดได้ ครูจึงมีหน้าที่ชี้แนะให้นักเรียนเข้าใจในสิ่งที่ถูกต้อง โดยไม่วิพากษ์วิจารณ์หรือไม่ทำให้เป็นเรื่องผิดปกติในความที่นักเรียนเข้าใจผิดนั้น ดังผลการสัมภาษณ์ดังนี้

“...การตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนไม่ว่าจะเป็นสิ่งที่ยากหรือสิ่งที่ง่ายกระทำได้โดยการกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายความคิดของตัวเองออกมา... โดยครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ที่จะผิด และถูกได้ทั้งสองทาง...”

(ผู้บริหารโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

“...ในการรับฟังและร่วมกันอภิปรายความคิดหรือผลงานของนักเรียนเป็นสิ่งที่สำคัญ ครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนกล้าที่จะนำเสนอ โดยไม่กังวลถึงความผิดหรือถูก เพราะสิ่งที่ผิดหรือถูกเป็นกระบวนการหนึ่งของการเรียนรู้...”

(ครูโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 2 การตรวจสอบความรู้ของนักเรียนตรวจสอบได้จากการทำแบบฝึก ใบงาน การนำเสนอผลงาน และการตอบคำถามของครูในกระบวนการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนครูให้การดูแลอย่างใกล้ชิด เพราะฉะนั้นเมื่อนักเรียนกระทำสิ่งใดก็ตามทุกขั้นตอน ครูเป็นผู้ให้คำชี้แนะเมื่อเกิดข้อผิดพลาด หรือเกิดสิ่งใดที่นักเรียนไม่เข้าใจ เพื่อให้เดินต่อไปจนสำเร็จผลได้ ครูจะต้องเป็นผู้อธิบายเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถสร้างชิ้นงานนั้นให้สำเร็จได้ตามความมุ่งหมายตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ดังผลการสัมภาษณ์ดังนี้

“...การตรวจสอบความรู้ของนักเรียนตรวจสอบได้จากการทำแบบฝึก ใบงานการนำเสนอผลงาน และการตอบคำถาม...”

(ผู้บริหารโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

“...การสอนแบบสะเต็มศึกษา มีกระบวนการเป็นขั้นเป็นตอน ซึ่งครูจะเป็นผู้ดูแล ตรวจสอบ และกระตุ้นให้ทุกขั้นตอนดำเนินไปอย่างถูกต้อง เพื่อให้ขั้นตอนต่อ ๆ ไปดำเนินไปอย่างถูกต้องและบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้...”

(ครูโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

สรุปได้ว่า การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู เพื่อให้ครูออกแบบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนถึงการเรียนรู้ด้านเนื้อหา ด้านการบูรณาการ การบูรณาการศาสตร์ เพื่อตรวจสอบถึงวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้หรือสิ่งที่ยากสำหรับการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้ มีดังนี้

1) การตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนกระทำได้โดยการกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายความคิดของตัวเองออกมา

2) ผลการตรวจสอบผลความเข้าใจไม่ว่าจะผิดหรือถูก ล้วนเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ของนักเรียน ครูมีหน้าที่เสริมแรงทางบวกและชี้แนะให้นักเรียนเข้าใจในสิ่งที่ถูกต้อง

3) การตรวจสอบความรู้ของนักเรียนตรวจสอบได้จากการทำแบบฝึก ใบงาน การนำเสนอผลงาน และการตอบคำถามของครู เป็นต้น

4) การสอนแบบสะเต็มศึกษา มีกระบวนการเป็นขั้นเป็นตอน ครูเป็นผู้ดูแล ตรวจสอบ และกระตุ้นให้ทุกขั้นตอนดำเนินไปอย่างถูกต้อง เพื่อให้ขั้นตอนต่อ ๆ ไป ดำเนินไปอย่างถูกต้องและบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

2.1.4 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา

2.1.4.1 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถตัดสินใจเลือกกิจกรรมสะเต็มศึกษาเหมาะกับเนื้อหาที่สอนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 1 ในการจัดการรู้สะเต็มศึกษาครูทุกคนต้องสร้างแผนการสอนสำหรับสะเต็มศึกษาโดยเฉพาะ ซึ่งผู้บริหารหัวหน้ากลุ่มสาขากลุ่มสาระก็จะเป็นผู้ตรวจสอบกิจกรรมที่ใช้ ว่ามีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอนหรือไม่ สอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาที่กำหนดไว้หรือไม่ ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...การเตรียมการสอนสะเต็มศึกษา ครูจะออกแบบการสอนและสร้างแผนการสอนขึ้นโดยละเอียด และส่งแผนการสอนให้หัวหน้ากลุ่มสาระตรวจสอบ และเสนอ

ผู้บริหารตรวจสอบตามขั้นตอนก่อนจัดการเรียนการสอน...”

(ผู้บริหารโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 2 ครูสามารถเลือกศึกษาดูตัวอย่างการสอนสะเต็มศึกษา การใช้สื่อการสอนและกิจกรรมที่เป็นตัวอย่างได้อย่างหลากหลายจากอินเทอร์เน็ตเว็บไซต์ต่าง ๆ ได้แก่ เว็บสะเต็มศึกษาประเทศไทย (stemedthailand.org) และเว็บอื่น ๆ ทั้งในและต่างประเทศ เพื่อให้สามารถเลือกกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่เหมาะกับเนื้อหาที่สอนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...ครูสามารถเลือกศึกษาวิธีการสอนสะเต็มศึกษา สื่อการสอน ตัวอย่างการสอนและการจัดกิจกรรมได้จากเว็บไซต์ เพื่อนำมาออกแบบและใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา...”

(ผู้บริหารโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

สรุปได้ว่า วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู เพื่อให้ครูสามารถตัดสินใจเลือกกิจกรรมสะเต็มศึกษา เหมาะกับเนื้อหาที่สอนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้ มีดังนี้

1) ครูทุกคนต้องสร้างแผนการสอนสำหรับสะเต็มศึกษาโดยเฉพาะและเสนอให้หัวหน้ากลุ่มสาขากลุ่มสาระและผู้บริหาร เพื่อตรวจสอบกิจกรรมที่ใช้ว่ามีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาหรือไม่

2) ครูสามารถเลือกศึกษาดูตัวอย่างการสอนสะเต็มศึกษา การใช้สื่อการสอนและกิจกรรมการสอนได้จากเว็บไซต์สะเต็มศึกษาประเทศไทย และเว็บไซต์ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเลือกกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่เหมาะกับเนื้อหาที่สอนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา

2.1.4.2 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูแสดงสาระสำคัญแนวคิดหลักและทักษะของกิจกรรมและแสดงขั้นตอนการทำกิจกรรมได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 1 กระบวนการสอนสะเต็มศึกษาของครูมีความครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ครบถ้วนสมบูรณ์สามารถตรวจสอบ

ได้จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จากแผนการสอนที่ครูสร้างขึ้น และนำเสนอผู้บริหารและหัวหน้ากลุ่มสาขากลุ่มสาระ ก็จะเป็นผู้ตรวจสอบกิจกรรมที่ใช้ ว่ามีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอนหรือไม่ สอดคล้องกับเป้าหมายการสอน สะเต็มศึกษาที่กำหนดไว้หรือไม่ ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

"...การเตรียมการสอนสะเต็มศึกษา ครูจะออกแบบการสอนและสร้างแผนการสอนขึ้น และส่งแผนการสอนให้หัวหน้ากลุ่มสาระตรวจสอบ และเสนอผู้บริหารตรวจสอบความครบถ้วนสมบูรณ์ของการจัดการเรียนรู้..."

(ผู้บริหารโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 2 การแสดงเนื้อหากิจกรรมอย่างครบถ้วนสมบูรณ์ เน้นการตรวจสอบจากสาระสำคัญของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งจะมีการกำหนดเป็นแบบบันทึกข้อมูล เช่น เนื้อหานี้ขั้นตอนใดที่ต้องการให้นักเรียนแสดงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใด ควรมีการบันทึกข้อมูลในส่วนนี้ โดยครูหรือนักเรียนเป็นผู้บันทึกและเป็นการตรวจสอบผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ต้องมีความยืดหยุ่นให้นักเรียนได้มีอิสระในการใช้ความคิดและการแสดงออก การสอนให้ตามลำดับขั้นตอนตายตัวเป็นการกระทำที่ทำได้ยาก แต่ควรพิจารณาถึงผลลัพธ์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนและให้มีการเก็บข้อมูลหรือบันทึกข้อมูลผลลัพธ์นั้น ว่าเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากกว่า ดังผลการสัมภาษณ์ดังนี้

"...การจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาอย่างครบถ้วนนั้น อาจต้องคำนึงถึงผลลัพธ์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นมากกว่า เช่น เนื้อหานี้ขั้นตอนใดที่ต้องการให้นักเรียนแสดงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใด ก็ควรมีการบันทึกข้อมูลในส่วนนี้ โดยสร้างเป็นแบบบันทึกข้อมูลอย่างชัดเจน..."

(ครูโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

สรุปได้ว่า วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู เพื่อให้ครูแสดงสาระสำคัญแนวคิดหลักและทักษะของกิจกรรมและแสดงขั้นตอนการทำกิจกรรมได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ มีดังนี้

1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ครบถ้วนสมบูรณ์สามารถตรวจสอบได้จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จากแผนการสอนที่ครูสร้างขึ้น และนำเสนอผู้บริหารและหัวหน้ากลุ่มสาขากลุ่มสาระ เพื่อตรวจสอบความครบถ้วนสมบูรณ์ก่อนนำไปใช้จัดการเรียนรู้

2) การแสดงเนื้อหากิจกรรมอย่างครบถ้วนสมบูรณ์ เน้นการตรวจสอบจากสาระสำคัญของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งจะมีการกำหนดเป็นแบบบันทึกข้อมูล เช่น เนื้อหานี้ขั้นตอนใดที่ต้องการให้นักเรียนแสดงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใด ควรมีการบันทึกข้อมูลในส่วนนี้ โดยครูหรือนักเรียนเป็นผู้บันทึกและเป็นการตรวจสอบผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้

3) การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาต้องมีความยืดหยุ่นให้นักเรียนได้มีอิสระในการใช้ความคิดและการแสดงออก ควรพิจารณาถึงผลลัพธ์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนและให้มีการเก็บข้อมูลหรือบันทึกข้อมูลผลลัพธ์นั้นว่าเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร

2.1.4.3 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ไขในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 1 การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้รวบรวมข้อมูล เพื่อนำสู่การแก้ไขปัญหาหรือชิ้นงานครูจะให้นักเรียนอธิบายหรือพิจารณาข้อมูลที่ได้มาว่าจะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานได้อย่างไรโดยจะพิจารณาร่วมกันทั้งครูและนักเรียน แล้วจึงเริ่มนำข้อมูลนั้นไปใช้โดยตัดข้อมูลที่ไม่เหมาะสมหรือไม่ถูกต้องออก เพื่อให้สามารถสร้างชิ้นงานหรือแก้ปัญหาได้ตามเป้าหมายของการศึกษา ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...ครูจะให้นักเรียนอธิบายหรือพิจารณาข้อมูลที่ได้มาว่าจะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานได้อย่างไร โดยจะพิจารณาร่วมกันทั้งครูและนักเรียน แล้วจึงเริ่มนำข้อมูลนั้นไปใช้ เป็นการตรวจสอบข้อมูลที่ผู้เรียนได้รวบรวมมา...”

(ครูโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 2 ธรรมชาติของการสอนสะเต็มศึกษานักเรียนจะต้องใช้ความคิดและมีส่วนร่วมอยู่ตลอดเวลาที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่นเมื่อรับทราบปัญหาและนำสู่การเรียนรู้ต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีอิสระในการคิด การค้นคว้า การรวบรวมข้อมูล และการตรวจสอบข้อมูลที่ได้มาของนักเรียน ก็ต้องให้นักเรียนได้อธิบายเหตุผลและต้องเข้าใจว่าทำไมข้อมูลใดที่ควรจะใช้ ข้อมูลใดที่ไม่ควร จะใช้เพื่อนำไปแก้ไขปัญหาหรือหรือนำไปใช้ต่อต้องมีการตรวจสอบในกระบวนการนั้นและครูต้องแนะนำนักเรียน เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนนั้นดำเนินไปได้ตรงประเด็นและสำเร็จตามเป้าหมาย ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...การสอนสะเต็มศึกษา นักเรียนจะต้องใช้ความคิดและมีส่วนร่วมอยู่เสมอเมื่อรับทราบปัญหาและนำสู่การเรียนรู้ต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีอิสระในการคิด การค้นคว้า การรวบรวมข้อมูล...”

(ผู้บริหารโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

“...ในการตรวจสอบข้อมูลที่ได้มาของนักเรียน ก็ต้องให้นักเรียนได้อธิบายเหตุผลและทำความเข้าใจว่าข้อมูลใดที่ควรจะใช้ ข้อมูลใดที่ไม่ควร จะใช้เพื่อนำไปแก้ไขปัญหาหรือนำไปใช้ต่อต้องมีการตรวจสอบ ครูต้องแนะนำนักเรียน เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนนั้นดำเนินไปได้ตรงประเด็นและสำเร็จตามเป้าหมาย...”

(ครูโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

สรุปได้ว่า วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู เพื่อให้ครูสามารถแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ไขในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม มีดังนี้

1) ให้นักเรียนอธิบายหรือพิจารณาข้อมูลที่ได้มาว่า จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานได้อย่างไร โดยจะพิจารณาร่วมกันทั้งครูและนักเรียน แล้วจึงเริ่มนำข้อมูลนั้นไปใช้โดยตัดข้อมูลที่ไม่เหมาะสมหรือไม่ถูกต้องออก เพื่อให้สามารถสร้างชิ้นงานหรือแก้ปัญหาได้ตามเป้าหมายของการศึกษา

2) การตรวจสอบข้อมูลที่ได้มาของนักเรียน โดยให้นักเรียนได้อธิบายเหตุผลและต้องเข้าใจว่าข้อมูลใดที่ควรจะใช้ ข้อมูลใดที่ไม่ควรจะใช้ เพื่อนำไปแก้ไขปัญหาหรือหรือนำไปใช้ต่อต้องมีการตรวจสอบในกระบวนการนั้น และครูต้องแนะนำนักเรียน เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนนั้นดำเนินไปได้ตรงประเด็นและสำเร็จตามเป้าหมาย

2.1.5 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้

2.1.5.1 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 1 วิธีการประเมินสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาใช้การประเมินผลตามสภาพจริง ซึ่งครูจะได้กำหนดวิธีการประเมินไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นและนำเสนอผู้บริหาร เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้และวิธีการวัดประเมินผลที่ใช้ ซึ่งเครื่องมือสามารถปรับได้ตามกิจกรรมที่ใช้โดยใช้หลักการการประเมินผลตามสภาพจริงอาจใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค ผลการสัมภาษณ์ มีดังนี้

“...วิธีการประเมินสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาใช้การประเมินผลได้หลายวิธี โดยเน้นการประเมินตามสภาพจริง ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค...”

(ครูโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 2 การประเมินผลผู้เรียนในการจัดการสะเต็มศึกษา สามารถใช้หลายวิธีการร่วมกันได้ ตั้งแต่การสังเกตพฤติกรรม การประเมินผลงาน โดยครูผู้สอนสามารถเลือกใช้วิธีการประเมินได้ตามความเหมาะสม และตามลักษณะของการจัดกิจกรรม เพื่อให้สามารถประเมินผลได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...การประเมินผลผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ใช้หลายวิธีการร่วมกันได้ เช่น สังเกตพฤติกรรม การประเมินผลงาน ครูเลือกใช้วิธีการประเมินได้ตามความเหมาะสม และตามลักษณะของการจัดกิจกรรม...”

(ครูโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

สรุปได้ว่า วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู เพื่อให้ครูสามารถใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย มีดังนี้

1) วิธีการประเมินสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาใช้การประเมินผลตามสภาพจริง ซึ่งครูกำหนดวิธีการประเมินไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้และนำเสนอผู้บริหาร เพื่อพิจารณาความเหมาะสม

2) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล สามารถปรับใช้ให้เหมาะสมตามกิจกรรมการเรียนรู้

3) หลักการประเมินผลตามสภาพจริงอาจใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค

4) การประเมินผลผู้เรียนในการจัดการสะเต็มศึกษา สามารถใช้หลายวิธีการร่วมกันได้ เช่น การสังเกตพฤติกรรม การประเมินผลงาน

2.1.5.2 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเอง

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 1 การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเอง ควรอยู่ในขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อาจเป็นการประเมินหรือการอภิปรายผลการเรียนรู้ของผู้เรียนร่วมกับครูและเพื่อนนักเรียน โดยการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนนี้ สามารถช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบผลงานที่ทำขึ้นมาว่าทำได้ถูกต้องหรือไม่ มีจุดใด

ที่ยังต้องปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมบ้างและได้รับแนวทางจากครูและเพื่อนเพื่อนำไปปรับปรุงให้สมบูรณ์ ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเอง ได้โดยการอภิปรายผลการเรียนรู้ของผู้เรียนร่วมกับครูและเพื่อนนักเรียน...”

(ครูโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 2 การออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา นักเรียนเป็นผู้เรียนรู้และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนนักเรียนจะต้องคิดสร้างผลงานและพิจารณาวิเคราะห์ตรวจสอบผลงานและสิ่งที่รวบรวมความรู้มาได้ว่าถูกต้องหรือไม่โดยครูเป็นผู้ชี้แนะ ซึ่งในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสำคัญที่ครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเองและปรับปรุงให้สอดคล้องกับเป้าหมายการเรียนรู้ ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา นักเรียนเป็นผู้เรียนรู้และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน นักเรียนต้องพิจารณาวิเคราะห์ตรวจสอบผลงานและสิ่งที่รวบรวมความรู้มาได้ว่าถูกต้องหรือไม่โดยครูเป็นผู้ชี้แนะ...”

(ครูโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

สรุปได้ว่า วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู เพื่อให้ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเอง มีดังนี้

1) การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเอง อาจเป็นการประเมินหรือการอภิปรายผลการเรียนรู้ของผู้เรียนร่วมกับครูและเพื่อนนักเรียน

2) การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา นักเรียนเป็นผู้เรียนรู้และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน นักเรียนจะต้องคิดสร้างผลงานและพิจารณาวิเคราะห์ตรวจสอบผลงานและสิ่งที่รวบรวมความรู้มาได้ว่าถูกต้องหรือไม่โดยครูเป็นผู้ชี้แนะ

2.1.5.3 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถระบุมิติความรู้ที่ใช้ในการประเมินการเรียนรู้กิจกรรมสะเต็มศึกษาได้

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 1 การประเมินผู้เรียนโดยระบุมิติความรู้ที่ใช้ในการประเมิน ต้องมีการวางแผนตั้งแต่การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ว่า ครูจะทำการประเมินผู้เรียนในมิติใดบ้าง และต้องการประเมินด้วยเครื่องมือใด สัดส่วนของคะแนนเพื่อใช้ในการประเมินผลระบุไว้เท่าไหร่อย่างไร ครูต้องมีการเตรียมพร้อมในเรื่องนี้ไว้ตั้งแต่การวางแผนการจัด

การเรียนรู้สะเต็มศึกษาและผ่านกระบวนการตรวจสอบของหัวหน้ากลุ่มสาระและผู้บริหารก่อนนำไปใช้ ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

"...ครูต้องวางแผนว่าจะทำการประเมินผู้เรียนในมิติใดบ้าง และต้องการประเมินด้วยเครื่องมือใด สัดส่วนของคะแนนเพื่อใช้ในการประเมินผลระบุไว้เท่าไหร่อย่างไร ครูต้องมีการเตรียมพร้อมในเรื่องนี้ไว้ตั้งแต่การวางแผนการจัดการเรียนรู้..."

(ครูโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 2 การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู เพื่อให้ครูสามารถระบุมิติความรู้ที่ใช้ในการประเมินการเรียนรู้กิจกรรมสะเต็มศึกษาได้ มิติความรู้ในการประเมินผู้เรียนต้องพิจารณาวิเคราะห์ออกมาว่าต้องการให้ผู้เรียนแสดงความรู้ในด้านใดหรือมิติใดบ้าง โดยการประเมินผลผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษานั้นครูใช้การประเมินผลงานและประเมินกระบวนการที่ผู้เรียนใช้ การประเมินตามสภาพจริง ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

"...มิติความรู้ที่ใช้ในการประเมินการเรียนรู้กิจกรรมสะเต็มศึกษา ต้องพิจารณาวิเคราะห์ออกมาว่าต้องการให้ผู้เรียนแสดงความรู้ในด้านใดหรือมิติใดบ้าง ใช้การประเมินผลงาน และประเมินกระบวนการที่ผู้เรียนใช้ เป็นการประเมินตามสภาพจริง..."

(ครูโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

สรุปได้ว่า วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู เพื่อให้ครูสามารถระบุมิติความรู้ที่ใช้ในการประเมินการเรียนรู้กิจกรรมสะเต็มศึกษาได้ มีดังนี้

1) การประเมินผู้เรียนโดยระบุมิติความรู้ที่ใช้ในการประเมิน ต้องมีการวางแผนตั้งแต่การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ว่า ครูจะทำการประเมินผู้เรียนในมิติใดบ้าง และต้องการประเมินด้วยเครื่องมือใด สัดส่วนของคะแนนเพื่อใช้ในการประเมินผลระบุไว้เท่าไหร่อย่างไร

2) การประเมินผู้เรียนต้องพิจารณาวิเคราะห์ออกมาว่าต้องการให้ผู้เรียนแสดงความรู้ในด้านใดหรือมิติใดบ้าง โดยการประเมินผลผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษานั้นครูใช้การประเมินผลงานและประเมินกระบวนการที่ผู้เรียนใช้ เป็นการประเมินตามสภาพจริง

2.1.6 ท่านเคยใช้หลักการ 70:20:10 ในการพัฒนาครูหรือไม่ ถ้ามีโปรดให้ข้อเสนอแนะเพื่อการนำหลักการ 70:20:10 ไปใช้เพื่อเสริมสร้างการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้

แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 1 การพัฒนาครูที่เราใช้เป็นหลัก คือ การฝึกอบรม และใช้กระบวนการ PLC เพื่อพัฒนาครูในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ รวมถึงสะเต็มศึกษา ซึ่งก็สามารถพัฒนาครูได้ดีโดยเฉพาะกระบวนการ PLC มีผลงานการพัฒนาที่เด่นชัดและต่อเนื่องเข้าถึงครูได้อย่างแท้จริง ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...โรงเรียนเรามีการทำ PLC อย่างต่อเนื่อง เราใช้กระบวนการ PLC พัฒนางานทุกงาน โดยเฉพาะงานการจัดการเรียนรู้...”

(ผู้บริหารโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

“...ทุกกลุ่มสาระจะรวมกันเป็น 1 กลุ่ม PLC จะมีการประชุมกันบ่อย ๆ เพื่อรับฟังปัญหาในการสอน และแลกเปลี่ยนประสบการณ์กัน ช่วยกันแก้ไขปัญหา...”

(ครูโรงเรียนที่ 1, 8 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

ผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลโรงเรียนที่ 2 การพัฒนาครูใช้กระบวนการ PLC มีการติดตามประเมินผลเป็นระยะแบบไม่เป็นทางการ คือ การประชุมในกลุ่มสาระ การใช้กระบวนการ PLC เป็นวิธีการที่ดีและเหมาะสมอย่างยิ่งในการพัฒนาครูมีการติดตามประเมินผลเป็นระยะโดยวิธีการที่ไม่เป็นทางการ ดังผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“...การพัฒนาครูตามหลักการ 70 20 10 เน้นให้ครูได้ฝึกปฏิบัติ โดยมีการตรวจสอบและให้ความรู้ร่วมด้วย โรงเรียนของเราใช้การพัฒนาครูที่คล้ายคลึงกัน คือ ใช้ PLC โดยกระบวนการ PLC จะมีการติดตามประเมินผลเป็นระยะแบบไม่เป็นทางการ ก็คือการประชุมในกลุ่มสาระ...”

(ผู้บริหารโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

“...ในการประชุมกลุ่มสาระครูก็จะมาเล่าให้กันฟังถึงปัญหาอุปสรรคที่พบและช่วยกันหาหรือเพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหาร่วมกัน คิดว่าการใช้กระบวนการ PLC เป็นวิธีการที่ดีและเหมาะสมอย่างยิ่งในการพัฒนาครู...”

(ครูโรงเรียนที่ 2, 9 กันยายน 2565: สัมภาษณ์)

สรุปผล การพัฒนาครูเพื่อเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีดังนี้

1) การพัฒนาครูที่ใช้เป็นหลัก คือ การฝึกอบรม และใช้กระบวนการ PLC เพื่อพัฒนาครูในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งสามารถพัฒนาครูได้ดี ผลการพัฒนาเด่นชัดและต่อเนื่อง เข้าถึงครูได้อย่างแท้จริง

2) การพัฒนาครูใช้กระบวนการ PLC มีการติดตามประเมินผลเป็นระยะแบบไม่เป็นทางการ คือ การประชุมในกลุ่มสาระการเรียนรู้

จากการศึกษาวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practices) ด้านการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู โดยผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา และครูผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง จากสถานศึกษาที่มีวิธีปฏิบัติที่ดี (Best Practices) จำนวน 2 โรงเรียน คือ โรงเรียนกุดจิกวิทยาคาร และโรงเรียนพิพัฒน์ราษฎร์บำรุง สรุปผลการศึกษา ได้ดังในตาราง 20

ตาราง 20 ผลการศึกษาวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practices) ในการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู จากสถานศึกษาที่มีวิธีปฏิบัติที่ดี (Best Practices) จำนวน 2 โรงเรียน

วิธีการส่งเสริม สนับสนุน และเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู	
ด้าน	วิธีปฏิบัติที่ดี
1. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา	
1.1 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่มีความเชื่อมโยงของเนื้อหาการบูรณาการเหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา	1) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาควรพิจารณาเนื้อหาวิชาหลักก่อน และจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน สอดคล้องกับเป้าหมายการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 2) ต้องมีการวิเคราะห์ผู้เรียนในด้านความรู้เดิม ความรู้ตามหลักสูตรที่กำหนดให้เรียนรู้ และสอดแทรกแนวคิดสะเต็มศึกษาในเนื้อหาที่เหมาะสม 3) เลือกเนื้อหาโดยพิจารณาเนื้อหาที่เหมาะสมมาบูรณาการเพื่อสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ทำไว้

ตาราง 20 (ต่อ)

วิธีการส่งเสริม สนับสนุน และเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู	
ด้าน	วิธีปฏิบัติที่ดี
	4) ครูพัฒนาตนเองโดยศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับแนวทางการสอน STEM จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และเลือกใช้วิธีการสอนที่สามารถประยุกต์ใช้ได้ เช่น โครงงาน การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
1.2 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล เพื่อให้บรรลุผลตามเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา	1) การเสริมสร้างสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้ใช้การอบรมพัฒนาความรู้ของครู 2) ต้องมองภาพรวมทั้งหมดของการจัดการเรียนรู้ว่าต้องการให้นักเรียนเรียนรู้อะไรในส่วนที่เป็นสะเต็มศึกษา วิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นในเรื่องใด คณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นในส่วนไหน เทคโนโลยีจะเกิดขึ้นด้วยวิธีการใด และการพัฒนานวัตกรรมหรือผลงานของนักเรียนด้วยกระบวนการวิศวกรรมจะต้องออกแบบผลงานให้เป็นลักษณะใด 3) จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานหรือวิธีการจัดเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 4) การวัดและประเมินผลผู้เรียนใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรม การตรวจผลงาน การประเมินผลตามสภาพจริง
1.3 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่เน้นการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม	1) กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ของ สสวท. 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) วางแผนและพัฒนา 4) ทดสอบและประเมินผล และ 5) การนำเสนอผลลัพธ์ 2) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน (เว็บ stemedthailand.org) ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ตาราง 20 (ต่อ)

วิธีการส่งเสริม สนับสนุน และเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู	
ด้าน	วิธีปฏิบัติที่ดี
2. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา	
2.1 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถวางแผนออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (4C) ได้เหมาะสม	1) กิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ทักษะ 4c คือ การเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดร่วมกัน อภิปราย หาข้อสรุปร่วมกันอย่างเสรีนักเรียนได้ฝึกการสื่อสารกันภายในกลุ่มและทำงานร่วมกันเป็นทีม 2) นักเรียนต้องแบ่งกลุ่มในการเรียนรู้และทำงานร่วมกัน เพื่อพัฒนาเป็นชิ้นงานนักเรียนจะทำงานในลักษณะของงานกลุ่มเป็นหลัก ครูจะเป็นผู้ดูแลเพื่อทำให้นักเรียนสามารถสร้างงานได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้
2.2 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของเนื้อหาที่สอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตรในแต่ละระดับชั้นได้ชัดเจนและเหมาะสม	1) การออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา ศึกษายึดตามหลักสูตรสถานศึกษาหลักสูตรตามแกนกลาง พ.ศ. 2551 เป็นหลัก 2) การออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยทำการวิเคราะห์แผนการจัดเรียนรู้ปกติที่มีอยู่ และพิจารณาเนื้อหาที่เหมาะสมที่จะนำมาสอดแทรกและจัดทำเป็นสาระการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นการสอดแทรกสะเต็มศึกษาเข้าไปในการจัดการเรียนรู้ในบางหน่วย ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตรวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง พ.ศ. 2551
2.3 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถเลือกใช้สื่อการสอน วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับ	1) ครูต้องสร้างเป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งระบุรายละเอียดของแผนครบถ้วน รวมถึงสื่อการสอน วัสดุและแหล่งเรียนรู้ที่ใช้ และนำเสนอแผนเพื่อให้ผู้บริหารที่ได้รับมอบหมายตรวจสอบและพิจารณาการเลือกใช้สื่อการสอน วัสดุและแหล่งการเรียนรู้

ตาราง 20 (ต่อ)

วิธีการส่งเสริม สนับสนุน และเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู	
ด้าน	วิธีปฏิบัติที่ดี
วัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตร	2) สื่อการสอนสำหรับสะเต็มศึกษามีมากมายและแพร่หลายในเว็บไซต์ครูสามารถเข้าไปศึกษาและเลือกใช้สื่อได้อย่างหลากหลาย 3) ในกรณีที่มีความขาดแคลนสื่อวัสดุอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โรงเรียนเปิดโอกาสให้ครูสามารถจัดทำโครงการเพื่อจัดซื้อจัดจ้างได้
3. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน	
3.1 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถตรวจสอบแนวคิดที่เป็นนามธรรมซึ่งยากต่อการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้	1) กระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงผลการคิดออกมาผ่านการพูด การเขียน การอธิบาย การแสดงความคิดเห็น เป็นต้น 2) ในการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการให้นักเรียนคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมควรออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดและพิจารณา เช่นอาจจะพิจารณาลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนเห็น และบอกลักษณะทั่วไป และลักษณะเฉพาะของสิ่งที่พิจารณานั้น นักเรียนก็จะเกิดความเข้าใจการเชื่อมโยงระหว่างความคิดซึ่งเป็นนามธรรม และสิ่งที่เป็นรูปธรรมโดยผ่านการกระบวนการพิจารณา 3) การใช้แนวคิดเชิงนามธรรมในการเรียนกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ อาจใช้การสร้างแบบบันทึกข้อมูล เพื่อบันทึกผลการคิดของนักเรียนนั้นออกมา และมีวิธีการตรวจสอบความถูกต้องหรือความเป็นไปได้ของผลการคิดนั้น กับความเป็นจริง
3.2 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถตรวจสอบทักษะต่าง ๆ ที่ผู้เรียนยังไม่มีความชัดเจนหรือเข้าใจความคลาดเคลื่อนได้	1) การตรวจสอบทักษะของผู้เรียนที่แสดงออกมา ใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยมีการกำหนดสิ่งที่ต้องการวัดหรือทักษะที่ต้องการวัดให้ชัดเจน กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อให้สามารถวัดได้จริง และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนและสะดวกต่อการปฏิบัติ

ตาราง 20 (ต่อ)

วิธีการส่งเสริม สนับสนุน และเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู	
ด้าน	วิธีปฏิบัติที่ดี
	2) สร้างแบบประเมินทักษะการปฏิบัติของนักเรียนขึ้น เพื่อใช้ในการวัดและประเมินทักษะที่นักเรียนแสดงออกมา โดยแบบประเมินทักษะแบ่งเป็นลำดับขั้นตอน และมีเกณฑ์ที่จะใช้หรือประเด็นที่จะใช้ในการประเมินชัดเจน และมีการแปลผลระดับคะแนนที่ชัดเจนด้วย
3.3 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูออกแบบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนถึงการเรียนรู้ด้านเนื้อหาด้านการบูรณาการ การบูรณาการศาสตร์ เพื่อตรวจสอบถึงวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้หรือสิ่งที่ยากสำหรับการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้	1) การตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนกระทำได้โดยการกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายความคิดของตัวเองออกมา 2) ผลการตรวจสอบผลความเข้าใจไม่ว่าจะผิดหรือถูก ล้วนเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ของนักเรียน ครูมีหน้าที่เสริมแรงทางบวกและชี้แนะให้นักเรียนเข้าใจในสิ่งที่ถูกต้อง 3) การตรวจสอบความรู้ของนักเรียนตรวจสอบได้จากการทำแบบฝึก ใบงาน การนำเสนอผลงาน และการตอบคำถามของครู เป็นต้น 4) การสอนแบบสะเต็มศึกษา มีกระบวนการเป็นขั้นเป็นตอน ครูเป็นผู้ดูแล ตรวจสอบ และกระตุ้นให้ทุกขั้นตอนดำเนินไปอย่างถูกต้อง เพื่อให้ขั้นตอนต่อ ๆ ไป ดำเนินไปอย่างถูกต้องและบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้
4. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา	
4.1 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถตัดสินใจเลือกกิจกรรมสะเต็มศึกษาเหมาะกับเนื้อหาที่สอนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้	1) ครูทุกคนต้องสร้างแผนการสอนสำหรับสะเต็มศึกษาโดยเฉพาะ และเสนอให้หัวหน้ากลุ่มสาขากลุ่มสาระและผู้บริหาร เพื่อตรวจสอบกิจกรรมที่ใช้ว่ามีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาหรือไม่ 2) ครูสามารถเลือกศึกษาดูตัวอย่างการสอนสะเต็มศึกษาการใช้สื่อการสอนและกิจกรรมการสอนได้จากเว็บไซต์สะเต็มศึกษาประเทศไทย และเว็บไซต์ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเลือก

ตาราง 20 (ต่อ)

วิธีการส่งเสริม สนับสนุน และเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู	
ด้าน	วิธีปฏิบัติที่ดี
	กิจกรรมสะเต็มศึกษาที่เหมาะกับเนื้อหาที่สอนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา
4.2 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูแสดงสาระสำคัญแนวคิดหลักและทักษะของกิจกรรมและแสดงขั้นตอนการทำกิจกรรมได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์	1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ครบถ้วนสมบูรณ์สามารถตรวจสอบได้จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จากแผนการสอนที่ครูสร้างขึ้น และนำเสนอผู้บริหารและหัวหน้ากลุ่มสาขากลุ่มสาระ เพื่อตรวจสอบความครบถ้วนสมบูรณ์ก่อนนำไปใช้จัดการเรียนรู้ 2) การแสดงเนื้อหากิจกรรมอย่างครบถ้วนสมบูรณ์ เน้นการตรวจสอบจากสาระสำคัญของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งจะมีการกำหนดเป็นแบบบันทึกข้อมูล เช่น เนื้อหานี้ขั้นตอนใดที่ต้องการให้นักเรียนแสดงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใด ควรมีการบันทึกข้อมูลในส่วนนี้ โดยครูหรือนักเรียนเป็นผู้บันทึกและเป็นการตรวจสอบผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ 3) การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาต้องมีความยืดหยุ่นให้นักเรียนได้มีอิสระในการใช้ความคิดและการแสดงออก ควรพิจารณาถึงผลลัพธ์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนและให้มีการเก็บข้อมูลหรือบันทึกข้อมูลผลลัพธ์นั้นว่าเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร
4.3 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ไขในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม	1) ให้นักเรียนอธิบายหรือพิจารณาข้อมูลที่ได้มาว่า จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานได้อย่างไร โดยจะพิจารณาร่วมกันทั้งครูและนักเรียน แล้วจึงเริ่มนำข้อมูลนั้นไปใช้โดยตัดข้อมูลที่ไม่เหมาะสมหรือไม่ถูกต้องออก เพื่อให้สามารถสร้างชิ้นงานหรือแก้ปัญหาได้ตามเป้าหมายของการศึกษา 2) การตรวจสอบข้อมูลที่ได้มาของนักเรียน โดยให้นักเรียนได้อธิบายเหตุผลและต้องเข้าใจว่าข้อมูลใดที่ควรจะใช้ ข้อมูลใด

ตาราง 20 (ต่อ)

วิธีการส่งเสริม สนับสนุน และเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู	
ด้าน	วิธีปฏิบัติที่ดี
	ที่ไม่ควรจะใช้ เพื่อนำไปแก้ไขปัญหาหรือหรือนำไปใช้ต่อต้องมีการตรวจสอบในกระบวนการนั้น และครูต้องแนะนำนักเรียนเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนนั้นดำเนินไปได้ตรงประเด็นและสำเร็จตามเป้าหมาย
5. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้	
5.1 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย	1) วิธีการประเมินสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาใช้การประเมินผลตามสภาพจริง ซึ่งครูกำหนดวิธีการประเมินไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้และนำเสนอผู้บริหาร เพื่อพิจารณาความเหมาะสม 2) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล สามารถปรับใช้ให้เหมาะสมตามกิจกรรมการเรียนรู้ 3) หลักการประเมินผลตามสภาพจริงอาจใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค 4) การประเมินผลผู้เรียนในการจัดการสะเต็มศึกษา สามารถใช้หลายวิธีการร่วมกันได้ เช่น การสังเกตพฤติกรรม การประเมินผลงาน
5.2 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเอง	1) การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเองอาจเป็นการประเมินหรือการอภิปรายผลการเรียนรู้ของผู้เรียนร่วมกับครูและเพื่อนนักเรียน 2) การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา นักเรียนเป็นผู้เรียนรู้และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน นักเรียนจะต้องคิดสร้างผลงานและพิจารณาวิเคราะห์ตรวจสอบผลงานและสิ่งที่รวบรวมความรู้มาได้ว่าถูกต้องหรือไม่โดยครูเป็นผู้ชี้แนะ

ตาราง 20 (ต่อ)

วิธีการส่งเสริม สนับสนุน และเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู	
ด้าน	วิธีปฏิบัติที่ดี
5.3 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถระบุมิติความรู้ที่ใช้ในการประเมินการเรียนรู้กิจกรรมสะเต็มศึกษาได้	1) การประเมินผู้เรียนโดยระบุมิติความรู้ที่ใช้ในการประเมินต้องมีการวางแผนตั้งแต่การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ว่า ครูจะทำการประเมินผู้เรียนในมิติใดบ้าง และต้องการประเมินด้วยเครื่องมือใด สัดส่วนของคะแนนเพื่อใช้ในการประเมินผลระบุไว้เท่าไหร่อย่างไร 2) การประเมินผู้เรียนต้องพิจารณาวิเคราะห์ออกมาว่าต้องการให้ผู้เรียนแสดงความรู้ในด้านใดหรือมิติใดบ้าง โดยการประเมินผลผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษานั้นครูใช้การประเมินผลงานและประเมินกระบวนการที่ผู้เรียนใช้เป็นการประเมินตามสภาพจริง
6. ท่านเคยใช้หลักการ 70:20:10 ในการพัฒนาครูหรือไม่ ถ้ามีโปรดให้ข้อเสนอแนะเพื่อการนำหลักการ 70:20:10 ไปใช้เพื่อการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ	1) การพัฒนาครูที่ใช้เป็นหลัก คือ การฝึกอบรม และใช้กระบวนการ PLC เพื่อพัฒนาครูในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งสามารถพัฒนาครูได้ดี ผลการพัฒนาเด่นชัดและต่อเนื่อง เข้าถึงครูได้อย่างแท้จริง 2) การพัฒนาครูใช้กระบวนการ PLC มีการติดตามประเมินผลเป็นระยะแบบไม่เป็นทางการ คือ การประชุมในกลุ่มสาระการเรียนรู้

2.2 ผลการพัฒนาโปรแกรมและประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยทำการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 องค์ประกอบของโปรแกรม ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

2.2.1 หลักการ

2.2.2 วัตถุประสงค์

2.2.3 เนื้อหา

2.2.4 วิธีการพัฒนา

2.2.5 การวัดและประเมินผล

โดยโปรแกรมทั้งหมดใช้ระยะเวลารวม 60 ชั่วโมง แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 โมดูล ดังนี้

1. โมดูลที่ 1 เป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา
2. โมดูลที่ 2 หลักสูตรสะเต็มศึกษา
3. โมดูลที่ 3 ความเข้าใจในผู้เรียน
4. โมดูลที่ 4 กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา
5. โมดูลที่ 5 การประเมินการเรียนรู้

วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความต้องการจำเป็น มาใช้ในการกำหนดวิธีการพัฒนา และระยะเวลาการดำเนินการของโปรแกรม รายละเอียดการดำเนินโปรแกรม ปรากฏดังในตาราง 21

ตาราง 21 แผนการดำเนินงานโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

ลำดับที่	กิจกรรม	ระยะเวลา (60 ชั่วโมง)	การวัดและประเมินผล
1.	เสริมสร้างความรู้ (10% Education) โดยการประชุมเชิงปฏิบัติการ 1. ชี้แจงโปรแกรม วัตถุประสงค์ของโปรแกรม และแผนการดำเนินงานโปรแกรม	(6 ชั่วโมง)	- ทำใบงาน - สร้างแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา
	2. ให้ความรู้และปฏิบัติกิจกรรม โมดูลที่ 1-5 2.1 เป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา 2.2 หลักสูตรสะเต็มศึกษา 2.3 ความเข้าใจในผู้เรียน 2.4 กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา 2.5 การประเมินการเรียนรู้		

ตาราง 21 (ต่อ)

ลำดับที่	กิจกรรม	ระยะเวลา (60 ชั่วโมง)	การวัดและประเมินผล
2.	2.1 พัฒนาประสบการณ์ (70% Experience) โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองและการปฏิบัติจริง และ 2.2 ปฏิสัมพันธ์เชิงสร้างสรรค์ (20% Interaction) **<u>วงรอบที่ 1</u>** - สัปดาห์ที่ 1 จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา - กิจกรรมเรียนรู้เป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ปัญหาและพัฒนางานร่วมกัน - สัปดาห์ที่ 2 จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา - กิจกรรมเรียนรู้เป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ปัญหาและพัฒนางานร่วมกัน - สัปดาห์ที่ 3 จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา - กิจกรรมเรียนรู้เป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ปัญหาและพัฒนางานร่วมกัน - สัปดาห์ที่ 4 จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา - กิจกรรมเรียนรู้เป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ปัญหาและพัฒนางานร่วมกัน - นิเทศการจัดการเรียนรู้ และสะท้อนผลเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา วงรอบที่ 1	(31 ชั่วโมง) 6 1 6 1 6 1 6 1 3	- บันทึกผลการจัดการเรียนรู้หลังแผน - บันทึกกิจกรรมเรียนรู้แบบกลุ่ม โดยใช้แบบบันทึกการประชุม - บันทึกการนิเทศ - บันทึกสรุปและสะท้อนผลการเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา วงรอบที่ 1 โดยใช้แบบบันทึกการประชุม

ตาราง 21 (ต่อ)

ลำดับที่	กิจกรรม	ระยะเวลา (60 ชั่วโมง)	การวัดและประเมินผล
3.	3.1 พัฒนาประสบการณ์ (70% Experience) โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองและการปฏิบัติจริง และ 3.2 ปฏิสัมพันธ์เชิงสร้างสรรค์ (20% Interaction) **<u>วงรอบที่ 2</u>** - สัปดาห์ที่ 5 จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา - กิจกรรมเรียนรู้เป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ปัญหาและพัฒนางานร่วมกัน - สัปดาห์ที่ 6 จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา - กิจกรรมเรียนรู้เป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ปัญหาและพัฒนางานร่วมกัน - สัปดาห์ที่ 7 จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา - กิจกรรมเรียนรู้เป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ปัญหาและพัฒนางานร่วมกัน - นิเทศการจัดการเรียนรู้ และสรุปผลการใช้โปรแกรมเพื่อเสริมสร้างครูด้านการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ทั้ง 2 วงรอบ	(23 ชั่วโมง) 6 1 6 1 6 1 2	- บันทึกผลการจัดการเรียนรู้หลังแผน - บันทึกกิจกรรมเรียนรู้แบบกลุ่ม โดยใช้แบบบันทึกการประชุม - บันทึกการนิเทศ - บันทึกการสรุปผลและสอบถามความคิดเห็นการใช้โปรแกรมเพื่อเสริมสร้างครูด้านการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ทั้ง 2 วงรอบ โดยใช้แบบบันทึกการประชุม

จากตาราง 21 แผนการดำเนินงานโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานโปรแกรม รวม 60 ชั่วโมง ประกอบด้วย การเสริมสร้างความรู้ (10% Education) 6 ชั่วโมง การพัฒนาประสบการณ์ (70% Experience) โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองและการปฏิบัติจริง 42 ชั่วโมง และปฏิสัมพันธ์เชิงสร้างสรรค์ (20% Interaction) 12 ชั่วโมง

2.3 ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน

ผู้วิจัยได้นำโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 เสนอต่อคณะผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน เพื่อประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรม รายละเอียดปรากฏดังตาราง 22

ตาราง 22 ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน

โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2	ความเหมาะสม			ความเป็นไปได้		
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1. หลักการ						
1.1 ชัดเจนเชื่อมโยงถึงที่มา	4.60	0.55	มากที่สุด	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 แสดงถึงสภาพปัญหาความสำคัญและจำเป็นในการพัฒนาโปรแกรม	4.40	0.55	มาก	4.80	0.45	มากที่สุด
รวม	4.50	0.53	มาก	4.80	0.42	มากที่สุด
2. วัตถุประสงค์						
2.1 ครอบคลุมการพัฒนาครูด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านเจตคติ	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 สามารถวัดและประเมินผลตามวัตถุประสงค์ได้	4.80	0.45	มากที่สุด	4.60	0.55	มากที่สุด
2.3 สอดคล้องกับกระบวนการหรือวิธีการดำเนินงานของโปรแกรม	4.80	0.45	มากที่สุด	4.80	0.45	มากที่สุด
รวม	4.87	0.35	มากที่สุด	4.80	0.41	มากที่สุด

ตาราง 22 (ต่อ)

โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2	ความเหมาะสม			ความเป็นไปได้		
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
3. เนื้อหา						
3.1 โมดูลที่ 1 เป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา	4.80	0.45	มากที่สุด	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 โมดูลที่ 2 หลักสูตรสะเต็มศึกษา	4.80	0.45	มากที่สุด	4.60	0.55	มากที่สุด
3.3 โมดูลที่ 3 ความเข้าใจในผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด
3.4 โมดูลที่ 4 กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา	4.80	0.45	มากที่สุด	4.60	0.55	มากที่สุด
3.5 โมดูลที่ 5 การประเมินการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด	4.80	0.45	มากที่สุด
รวม	4.80	0.41	มากที่สุด	4.76	0.44	มากที่สุด
4. วิธีการพัฒนา						
4.1 วิธีการพัฒนาสอดคล้องตามหลักการ 70:20:10	5.00	0.00	มากที่สุด	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 การเสริมสร้างความรู้ (10% Education) โดยใช้การประชุมเชิงปฏิบัติการ	4.20	0.45	มาก	4.80	0.45	มากที่สุด
4.3 การพัฒนาประสบการณ์ (70% Experience) โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองและการปฏิบัติจริง	4.60	0.55	มากที่สุด	4.80	0.45	มากที่สุด
4.4 ปฏิสัมพันธ์เชิงสร้างสรรค์ (20% Interaction) โดยการเรียนรู้เป็นกลุ่ม	4.40	0.55	มาก	5.00	0.00	มากที่สุด
4.5 ปฏิสัมพันธ์เชิงสร้างสรรค์ (20% Interaction) โดยการนิเทศ	4.80	0.45	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด

ตาราง 22 (ต่อ)

โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2	ความเหมาะสม			ความเป็นไปได้		
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
4.6 แผนการดำเนินงานโปรแกรมชัดเจนในการนำไปปฏิบัติ	4.60	0.55	มากที่สุด	4.80	0.45	มากที่สุด
4.7 กิจกรรมของโปรแกรมโดยภาพรวม	4.40	0.55	มาก	4.80	0.45	มากที่สุด
4.8 ระยะเวลาที่ใช้โดยภาพรวม	4.60	0.55	มากที่สุด	4.80	0.45	มากที่สุด
4.9 ระยะเวลาที่ใช้สำหรับแต่ละกิจกรรม	4.40	0.55	มาก	4.80	0.45	มากที่สุด
4.10 การวัดและประเมินสำหรับแต่ละกิจกรรม	4.00	0.71	มาก	4.40	0.89	มาก
4.11 ใบงานสอดคล้องกับเนื้อหาแต่ละโมดูล	4.00	0.71	มาก	4.20	0.84	มาก
4.12 แบบบันทึกการนิเทศการจัดการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด	4.60	0.55	มากที่สุด
4.13 แบบบันทึกการประชุมเชิงปฏิบัติการ	4.40	0.55	มาก	4.60	0.55	มากที่สุด
รวม	4.46	0.56	มาก	4.71	0.52	มากที่สุด
5. การวัดและประเมินผลโปรแกรม						
5.1 สอดคล้องและเชื่อมโยงตามวัตถุประสงค์ของโปรแกรม	4.20	0.45	มาก	4.80	0.45	มากที่สุด
5.2 วิธีการวัดและประเมินผลสามารถวัดและประเมินผลได้ตามวัตถุประสงค์ของโปรแกรม	4.40	0.55	มาก	4.60	0.55	มากที่สุด
รวม	4.30	0.48	มาก	4.70	0.48	มากที่สุด
โดยรวม	4.57	0.53	มากที่สุด	4.74	0.48	มากที่สุด

จากตาราง 22 พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน โดยรวมมีความเหมาะสมและความเป็นไปได้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.57, $\overline{X}$ = 4.74)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 สามารถสรุปผล อภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะ ได้ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และความต้องการจำเป็นของการสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปผลการวิจัย ได้ดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ พบว่า การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 มีสภาพปัจจุบันโดยรวมและรายด้านทุกด้านอยู่ในระดับปานกลาง และมีสภาพที่พึงประสงค์โดยรวมและรายด้านทุกด้านอยู่ในระดับมาก

ลำดับความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 โดยรวม สามารถเรียงลำดับความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อย ได้ดังนี้ ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน

ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา และความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา ตามลำดับ

2. ผลการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 โปรแกรมประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) วิธีการพัฒนา 5) การวัดและประเมินผลการดำเนินงานของโปรแกรมทั้งหมดใช้ระยะเวลารวม 60 ชั่วโมง แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 โมดูล คือ โมดูลที่ 1 เป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา โมดูลที่ 2 หลักสูตรสะเต็มศึกษา โมดูลที่ 3 ความเข้าใจในผู้เรียน โมดูลที่ 4 กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา และโมดูลที่ 5 การประเมินการเรียนรู้

แผนการดำเนินงานโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานโปรแกรม รวม 60 ชั่วโมง ประกอบด้วย การเสริมสร้างความรู้ (10% Education) 6 ชั่วโมง การพัฒนาประสบการณ์ (70% Experience) โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองและการปฏิบัติจริง 42 ชั่วโมง และปฏิสัมพันธ์เชิงสร้างสรรค์ (20% Interaction) 12 ชั่วโมง

ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน โดยรวมมีความเหมาะสมและความเป็นไปได้ อยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ สามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ พบว่า การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 มีสภาพปัจจุบันโดยรวมและรายด้านทุกด้านอยู่ในระดับปานกลาง และมีสภาพที่พึงประสงค์โดยรวมและรายด้านทุกด้านอยู่ในระดับมาก จากผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า ระดับการศึกษาสภาพปัจจุบันการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู มีการปฏิบัติในปัจจุบันในระดับที่น้อยกว่า สภาพที่พึงประสงค์ ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงความต้องการในการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู เพื่อให้เกิดการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครูด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สอดคล้องกับการศึกษาของ ชัยนาท พลอยบุตร (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการบริหารหลักสูตรและ

การจัดการเรียนรู้ สำหรับสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30 ผลการวิจัยพบว่า สภาพปัจจุบันของสมรรถนะครูด้านการบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ โดยรวมทุกองค์ประกอบและแต่ละองค์ประกอบอยู่ในระดับมากและสภาพที่พึงประสงค์โดยรวมทุกองค์ประกอบ อยู่ในระดับมากที่สุด

ลำดับความต้องการจำเป็นของการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 โดยรวม สามารถเรียงลำดับความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อย ได้ดังนี้ ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา และความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา ตามลำดับ

2. ผลการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 โปรแกรมประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) วิธีการพัฒนา 5) การวัดและประเมินผล ซึ่งองค์ประกอบของโปรแกรมข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและสังเคราะห์แนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน เพื่อนำมากำหนดเป็นองค์ประกอบของโปรแกรมในการวิจัยในครั้งนี้ โดยเมื่อพิจารณาองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบ จะเห็นว่า มีลักษณะของการทำงานที่ร้อยรัดเป็นขั้นตอน ตั้งแต่ข้อมูลพื้นฐานที่แสดงถึงแนวคิดและหลักการของโปรแกรม วัตถุประสงค์ของโปรแกรม ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาและวิธีการพัฒนาของโปรแกรมที่ใช้ในการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในครั้งนี้ และหลังจากที่ได้พัฒนาครูตามกระบวนการของโปรแกรมแล้วก็ต้องมีการวัดและประเมินผลการพัฒนาครูว่า มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Caffarella (2002) ที่ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของโปรแกรมการพัฒนาการศึกษาไว้ 9 องค์ประกอบ คือ การสร้างข้อมูลพื้นฐานสำหรับกระบวนการวางแผน การระบุแนวคิดของโปรแกรม การจัดลำดับแนวความคิดของโปรแกรม การพัฒนาวัตถุประสงค์ของโปรแกรม การเตรียมการสำหรับถ่ายโอนการเรียนรู้ การสร้างแผนการประเมินผล/การกำหนดรูปแบบ/ตารางเวลาและความต้องการทางด้านเจ้าหน้าที่ การออกแบบแผนการสอน การประสานงานผู้เกี่ยวข้อง และการศึกษาคุณค่าของโปรแกรม และผลการวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ กาญจนา จันทะโยธา (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ สำหรับสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบ ดังนี้ บทนำ หลักการและเหตุผล ความมุ่งหมาย ผู้เข้ารับการพัฒนา ระยะเวลา โครงสร้างขอบข่ายเนื้อหา วิธีการพัฒนา สื่อ การวัดและการประเมิน

การดำเนินงานของโปรแกรมทั้งหมดใช้ระยะเวลารวม 60 ชั่วโมง แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 โมดูล คือ โมดูลที่ 1 เป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา โมดูลที่ 2 หลักสูตรสะเต็มศึกษา โมดูลที่ 3 ความเข้าใจในผู้เรียน โมดูลที่ 4 กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา และโมดูลที่ 5 การประเมินการเรียนรู้ โดยแผนการดำเนินงานโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานโปรแกรม รวม 60 ชั่วโมง ประกอบด้วย การเสริมสร้างความรู้ (10% Education) 6 ชั่วโมง การพัฒนาประสบการณ์ (70% Experience) โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองและการปฏิบัติจริง 42 ชั่วโมง และปฏิสัมพันธ์เชิงสร้างสรรค์ (20% Interaction) 12 ชั่วโมง ซึ่งวิธีการพัฒนาครูนี้สอดคล้องกับลักษณะและความมุ่งหมายของกฎ 70-20-10 ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมาในทศวรรษที่ 1980 โดยนักวิจัยสามท่าน ได้แก่ Morgan McCall, Michael M. Lombardo และ Robert A. Eichinger (ปิยนันท์ สวัสดิ์ศฤงฆาร, 2563) โดยกฎ 70-20-10 เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ช่วยให้โครงการเรียนรู้และการพัฒนาขององค์กรมีประสิทธิผลสูงสุดด้วยการนำกิจกรรมและปัจจัยนำเข้าอื่น ๆ มาใช้ในการฝึกอบรมหรือให้ความรู้แก่พนักงาน นอกเหนือไปจากการเรียนรู้หรือการฝึกอบรมในห้องเรียน ตัวเลขที่ปรากฏเป็นสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของเวลาและทรัพยากรที่ใช้ไปในการสร้างการเรียนรู้ให้แก่พนักงาน โดย 70% ใช้ไปในการฝึกงาน สอนงาน เรียนรู้งานจากการปฏิบัติจริง (On-the-job Training) 20% ใช้ไปในการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การเรียนรู้ทางสังคม, การสอน (Coaching), การช่วยเหลือแนะนำ (Mentoring), การเรียนรู้ร่วมกัน และจากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน ประโยชน์สำคัญที่ได้จากวิธีการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ คือ กำลังใจและข้อมูลป้อนกลับ และ 10% ใช้ไปในการเรียนการสอนแบบเป็นทางการ ซึ่งความมุ่งหมายของหลักการนี้ไม่ใช่เพื่อไม่ให้เห็นความสำคัญของการฝึกอบรม แต่เพื่อสนับสนุนการนำความรู้ที่ได้รับจากการฝึกอบรมในห้องเรียนไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง โดยมีโค้ชและเพื่อนร่วมงานเป็นผู้ให้ข้อมูลป้อนกลับว่า ความรู้ที่เรียนมานั้นได้ถูกนำไปปรับใช้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม หรือมีสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมหรือไม่

เนื่องจากโปรแกรมการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ได้รับการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และออกแบบตามหลักการพัฒนาโปรแกรม จึงทำให้ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน มีผลการประเมินโดยรวมมีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งผลการวิจัยนี้ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ กาญจนา จันทะโยธา (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ สำหรับสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด

เขต 3 ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ โดยรวมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด และความเป็นไปได้อยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการจำเป็นในการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้ดังนี้ ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา และความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา ตามลำดับ

1.2 โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น มีระยะเวลาการดำเนินงานโปรแกรมโดยภาพรวม 60 ชั่วโมง ซึ่งระยะเวลาทั้งหมดในการดำเนินงานของโปรแกรม สามารถปรับใช้ได้ตามความเหมาะสมและตามบริบทของแต่ละสถานศึกษา

1.3 โปรแกรมและกิจกรรมของโปรแกรมสามารถเพิ่มเติมกิจกรรม จำนวนระยะเวลาและจำนวนวันได้ตามความเหมาะสมและบริบทของแต่ละสถานศึกษา

1.4 การวัดและประเมินผลของโปรแกรม ในส่วนของการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ใบงาน ใช้วิธีการตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม อาจนำไปปรับใช้โดยใช้วิธีการอภิปรายผลร่วมกันหรือเพิ่มเติมเกณฑ์คะแนน และเกณฑ์การแปลผลคะแนนแต่ละส่วน ได้ตามความเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพัฒนานวัตกรรมเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาในระดับของนักเรียนหรือภายในโรงเรียน โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อให้เกิดการนำนวัตกรรมซึ่งเป็นผลงานของนักเรียน ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาหรือสร้างประโยชน์ต่อนักเรียนและโรงเรียนได้อย่างเป็นรูปธรรม

2.2 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสอดแทรกแนวคิดสุขภาวะ เพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่ครอบคลุมถึงการดำเนินชีวิตอย่างอยู่ดีและมีสุข พัฒนาด้านจิตใจ ศีลธรรม และหลักการดำเนินชีวิตควบคู่ไปกับการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศวกรรม ไปพร้อมกัน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงการคลัง. (2553). *รายงานเรื่องต้นแบบสมรรถนะของสำนักงานปลัดกระทรวงการคลัง*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *คู่มือการบริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐานที่เป็นนิติบุคคล*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *แนวทางการนำจุดเน้นการพัฒนาผู้เรียนสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: องค์การค้ารับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กัญญา ชัยรัตน์. (2552). *กลวิธีการสอน*. สืบค้นเมื่อ 12 พฤษภาคม 2564. จาก http://webcache.googleusercontent.com/.

กาญจนา จันทะโยธา (2560). *การพัฒนาโปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ สำหรับสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

กิติมา ปรีดีดิลก. (2532). *กระบวนการบริหารและการนิเทศการศึกษาเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: อักษรบัณฑิต.

กิรติ ยศยิ่งยง. (2549). *การจัดการความรู้ในองค์การและกรณีศึกษา*. กรุงเทพฯ: มิสเตอร์ ก็อปปี้ (ประเทศไทย) จำกัด.

ขจรเดช บุตรพรม. (2557). *สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรูในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. (2559). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

คมกริช ภูคงกิ่ง (2560). *การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

จิรประภา อัครบวร. (2549). *สร้างคนสร้างผลงาน*. กรุงเทพ: ก.พลการพิมพ์ (1996).

จำรัส อินทลาภาพร. (2558). *การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เพื่อสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับครูประถมศึกษา*. ปริญญานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จำรัส อินทลาภาพร และคนอื่น ๆ. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *Veridian E-Journal, SilpakornUniversity*, 8(1), 62-74.

เฉลิมพล สุปัญญาบุตร. (2562). *การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชัยนาท พลอยบุตร (2559). *การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ สำหรับสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชุติมา วิชัยดิษฐ และชาตรี ฝ่ายคำตา. (2561). การสำรวจมุมมองการสอนสะเต็มศึกษาของนิสิตครูวิทยาศาสตร์. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 11(3), 165-174.

ชุมศักดิ์ อินทร์รักษ์. (2546). *การบริหารงานวิชาการ*. พิมพ์ครั้งที่ 2. ปัตตานี: สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

ชูชัย สมิทธิไกร. (2552). *การสรรหาคัดเลือกและการประเมินผลการปฏิบัติงานของบุคลากร*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: วี.พริ้นท์ (1991).

ฐิติพัฒน์ พิชญธาดาพงศ์. (2549). ยุทธวิธีการใช้ระบบสมรรถนะในการบริหารทรัพยากรมนุษย์เพื่อผลักดันองค์การสู่ความเป็นเลิศเหนือคู่แข่ง Competency-Based Human Resource Management in Practice. *วารสารดำรงราชานุภาพ*, 6(2), 16-25.

ณรงค์วิทย์ แสนทอง. (2547). *มารู้จัก COMPETENCY กันเถอะ*. กรุงเทพฯ: เอชอาร์ เซ็นเตอร์.

ดนัย เทียนพุฒ. (2545). *การออกแบบและการพัฒนาความรู้ในองค์กรโดยมืออาชีพเพื่อมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

ถนอมจิตต์ ขุททะกะพันธ์. (2546). *การประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนาความรู้และทักษะของคณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ในเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิพวรรณ ประเสริฐอำไพสกุล. (2544). *การเปรียบเทียบผลการประเมินความต้องการจำเป็นและการยอมรับในผลการประเมินของครูคณิตศาสตร์ระหว่างการประเมินความต้องการจำเป็นแบบมีส่วนร่วมและไม่มีส่วนร่วม*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิวัตถ์ มณีโชติ. (2549). *การวัดและประเมิน ผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

ทิศนา แขมมณี. (2548). *ศาสตร์การสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ด่านสุทธา.

เทอดชัย บัวผาย. (2560). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่บูรณาการสู่การเรียนการสอนในระดับบัณฑิตศึกษา. *การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, 4(1), 174-183.

ธีระ รุญเจริญ. (2546). *การบริหารโรงเรียนในยุคปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: แอลทีเพรส.

ธำรง บัวศรี. (2542). *ทฤษฎีหลักสูตร : การออกแบบการเรียนและการพัฒนา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ธนธัช.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2545). *กระบวนการปฏิรูปเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้: การประเมินและการประกัน*. กรุงเทพฯ: วี ที ซี คอมมิวนิเคชัน.

นัสรินทร์ บือซา. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2545). *การประเมินการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แนวคิดและวิธีการ*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

บรรยงค์ โตจินดา. (2543). *การบริหารงานบุคคล*. กรุงเทพฯ: อมรการพิมพ์.

ปภาวดี ประจักษ์ศุภนิติ และกิ่งพร ทองใบ. (2544). *การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในองค์กร*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ปรัชญา เวสารัชช์. (2546). *หลักการจัดการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักงานปฏิรูปการศึกษา.

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2544). *การบริหารงานวิชาการ*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริม.

ปานจันทร์ โหทอง. (2542). *การเปรียบเทียบผลการประเมินความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนแบบเรียนร่วม ระหว่างเทคนิคสตอรี่บอร์ดแบบเดิมและแบบปรับปรุง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปิยนันท์ สวัสดิ์ศฤงฆาร. (2563). *สารานุกรมการบริหารและการจัดการ 70-20-10 Rule สัดส่วนการเรียนรู้แบบผสมผสาน*. สืบค้นเมื่อ มกราคม 2564. จาก https://drpiyanan.com/2018/11/19/702010/.

พชรวิทย์ จันทรศิริสิร. (2554). *การพัฒนาสมรรถนะทางการบริหาร*. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พระมหาบุญนา ฐานวีโร ประทุมชาติ. (2560). วิธีการสอนคิดอย่างมีความสุข. *วารสารศึกษาศาสตร์มมร.*, 5(1), 17-40.

พวงแก้ว กิจธรรม. (2552). *การดำเนินงานด้านการจัดการศึกษาสำหรับคนพิการ โดยกระทรวงศึกษาธิการ*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิพัฒนาคนพิการไทย.

พศิน แตงจวง. (2558). *รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะบุคลากรทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

เพ็ญจันทร์ แสนประสาน และคณะ. (2547). *Quality in Nursing and Learning Organization*. กรุงเทพฯ: ฝ่ายการพยาบาล โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์.

ภูมิชนะ เกิดพงษ์. (2559). *การวัดผลกับการประเมินผล*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริม.

มยุรีย์ เขียวฉะอ้อน. (2541). *การประเมินความต้องการจำเป็นด้านทักษะพื้นฐานของครูอนุบาลโดยใช้การวิเคราะห์งาน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ยนต์ ชุ่มจิต. (2535). *ความเป็นครู*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ยุวลี โพยนอก. (2559). *การพัฒนาโปรแกรมครูผู้ช่วยด้านการจัดการเรียนรู้ ในสถานศึกษา สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

รสริน พันธุ. (2562). *รูปแบบการพัฒนาผู้นำครูสะเต็มศึกษาสำหรับสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 2*. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาผู้นำทางการศึกษาและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

วรกันยา แก้วกลม. (2560). *สภาพปัจจุบันปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วรนิษฐา เลขนอก (2559). *โปรแกรมการพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ สำหรับสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6.* วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วศิณีย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2560). *เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา)*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิเชียร วิทยอุดม. (2550). *ภาวะผู้นำฉบับก้าวล้ำยุค*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ธีระฟิล์มและไซเท็กซ.

วีระชัย จิวะชาติ. (2555). *แนวทางการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาแนวใหม่*. สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2561. จาก https://www.gotoknow.org/posts/17754.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2557). *คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2558). *มาตรฐานสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: ซัคเซสพับลิเคชัน.

สมนึก นนทิจันทร์. (2544). *การบริหารการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. (2544). *วิธีวิทยาการประเมินทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมาน อัศวภูมิ. (2537). *รายงานการวิจัยเรื่องการบริหารและการจัดการศึกษาของพื้นที่การศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศอังกฤษ.* กรุงเทพฯ: อัมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง.

สะเต็มศึกษาประเทศไทย. (2557). *เครือข่ายสะเต็ม*. สืบค้นเมื่อ 30 ตุลาคม 2563. จาก http://www.stemedthailand.org.

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2. (2562). *รายงานผลการดำเนินงานประจำปีงบประมาณ 2562*. กาฬสินธุ์: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2.

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2. (2563). *ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน*. กาฬสินธุ์: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2.

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน. (2553). *สมรรถนะ*. สืบค้นเมื่อ 8 พฤษภาคม 2563. จาก http: //www.ocsc.go.th/reform/.pdf.

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน. (2557). *การปรับใช้สมรรถนะในการบริหารทรัพยากรมนุษย์*. สืบค้นเมื่อ 8 พฤษภาคม 2563. จาก http://ocs.go.th/veform/PDF/conpetency.pdf.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2550). *รายงานการวิจัย เรื่อง ความต้องการในการพัฒนาครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2552). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553). *คู่มือการประเมินสมรรถนะครู*. กรุงเทพฯ: สำนักพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2561). *คู่มือการประเมินสมรรถนะครู*. กรุงเทพฯ: สำนักพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2550*). การดำเนินการกำหนดนโยบาย*. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558, เมษายน-มิถุนายน). สะเต็มศึกษา STEM Education. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 17, 2.

สุดารัตน์ ขวัญบาง. (2560). *โปรแกรมพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์สังกัดสานักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 2*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุทัศน์ นำพูลสุขสันต์. (2546). *ความสำคัญและประโยชน์ของสมรรถนะ*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

สุธรรม ธรรมทัศนานนท์. (2554). *หลักการ ทฤษฎี และแนวปฏิบัติทางการบริหารการศึกษา*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุธีระ ประเสริฐสรรพ์. (2558). *สะเต็มศึกษา : ความท้าทายใหม่ของการศึกษาไทย*. สงขลา: นำศิลป์โฆษณา.

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. (2557). สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *นิตยสาร สสวท*., 42, 186.

สุมิตรา พงศธร. (2550). สรุปเรื่องของหลักสูตร. *สภาการศึกษาคาทอลิกแห่งประเทศไทย*, 2(79), 15-23.

สุวิชา วิริยมานุวงษ์. (2557). *การวิจัยและพัฒนารูปแบบการมีส่วนร่วมของสถานศึกษากับชุมชนในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์.

สุวิมล ว่องวาณิช. (2544). *การสังเคราะห์เทคนิคที่ใช้ในการประเมินความต้องการจำเป็นในนิสิตคณะครุศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิมล ว่องวาณิช. (2548). *การวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น=Needs Assessment Research.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อติกานต์ โชติสวัสดิ์. (2560). *โปรแกรมการจัดการความรู้ของครูด้านการจัดการเรียนรู้สำหรับสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อนุศร หงษ์ขุนทด. (2558). *ความรู้ในวิธีการสอนผนวกเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Knowledge: TPK)*. สืบค้นเมื่อ 3 พฤษภาคม 2564. จาก https://pitcforteach.blogspot.com/2015/06/tpack-model-3.html.

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2557). *สะเต็มศึกษา (STEM Education)*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

อมรชัย ตันติเวธ. (2536). *ประมวลสาระชุดวิชาการบริหารสถานศึกษาปฐมวัย หน่วยงาน 1-4*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

อรุโณทัย ระหา (2560). *การพัฒนาโปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อานนท์ ศักดิ์วรวิชญ์. (2547). *แนวความคิดเรื่องสมรรถนะ (Competency) : เรื่องเก่าที่เรายังหลงทาง*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาภรณ์ ภู่วิทยพันธุ์. (2547). *กลยุทธ์การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์.* กรุงเทพฯ: เอชอาร์เซ็นเตอร์.

อาภรณ์ ภู่วิทยพันธุ์. (2548). *Human Resource Management and Development Case Study*. กรุงเทพฯ: เอชอาร์เซ็นเตอร์.

อุดมลักษณ์ สรโยธิน. (2560). *การพัฒนาตัวบ่งชี้สำหรับการประเมินการจัดการเรียนรู้ของครูตามแนวทางสะเต็มศึกษา*. ปริญญานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรนครินทรวิโรฒ .

อุ่นตา นพคุณ. (2546). *กรอบแนวความคิดการพัฒนาโปรแกรมอย่างมีส่วนร่วมทางการศึกษานอกระบบโรงเรียน*. กรุงเทพฯ: ชวนพิมพ์.

Anila Asghar, R. E. et al. (2012). Supporting STEM Education in Secondary Science Contexts. *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 6(2), 85-126.

Angelo, T. A. (1991). *Classroom Assessment Techniques : A Handbook for College Teacher*. California: Jossey-Bass.

Barr, M. J. and L. A. Keating. (1990). *Developing Effective Student Services Programs: Systematic Approaches for Practitioners.* San Francisco, CA: Jossey Bass.

Bickman, L. (1987). *Using Program Theory in Evaluation.* San Francisco: Jossey-bass.

Boone, E. I. (1992). *Developing Programmer in Adult Education*. New Jersey: Practice Hall.

Brophy, J. (1992). Probing the Subtleties of Subject-Matter Teaching. *Educational Leadership*, 49(7), 4-8.

Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education : A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70, 30-35.

Caffarella, R. (2002). *Planning Program for Adult Learner: a Practice Guide for Educators, Trainner and Staff Developer*. San Francisco: Jossey-Bass Plublisher.

Carolyn, B. and others. (2013). *How to Develop a Training Program on the Job*. Date to Accessed 12 January 2018. from http://www.wikihow.com/Develop-a-Training-Program-on-the-Jop.

Chuang, S. Y. (2009). *A Study of Developing Project-based STEM Learning Activity.* Unpublished Master Thesis, National Kaohsiung Normal University, Kaohsiung, Taiwan.

Dillivan, K. D. and M. N. Dillivan. (2014). Student Interest in STEM Disciplines : Results from a Summer Day Camp. *Journal of Extension*, 52(1), 1-12.

Geddis, A. N. (1993). Transforming Content Knowledge: Learning to Teach about Isotopes. *Science Education*, 77, 575-591.

Glen, H. (1980). *Curriculum Planning : A New Approach*. Boston: Allyn and Bacon

Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill.

Grossman, F. K. (1992). Risk and Resilience in young Adolescent. *Journal of Youth and Adolescent*, 21, 259-550.

Han, S., Capraro, R. and M. M. Capraro. (2014). How Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Project-based Learning (PBL) Affects High, Middle, and Low Achievers Differently : The Impact of Student Factors on Achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(2), 112-115.

Houle, C. (1996). *The Design of Education*. San Francisco: Jossey-Bass Publisher.

Rylatt, A. and K. Lohan. (1995). *Creating Training Miracle.* Sydney: Prentice Hall.

Magnusson, D. (1999). *Holistic Interactionism: A perspective for Research on Personality Development*. New York: Guilford Press.

Magnusson, S., Krajcik, J. and H. Borko. (1999). *Examining Pedagogical Content Knowledge : The Construct and its Implications for Science Education*. Netherlands: Kluwer Academic.

National Research Council (NRC). (2012). *A Framework for K-12 Science Education : Practices, Crosscutting Concepts, and Core Idea. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education*. Washington, DC: The National Academies Press.

Scheirer, M. A. (1987). Program Theory and Implementation: Implications for Evaluators. *The International Encyclopedia of Educational Evaluation*, 33, 5-18.

Scott, C. (2012). An investigation of Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) Focused High Schools in the US. *Journal of STEM Education Innovations and Research,* 13(5), 30-39.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching : Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1–22.

Sparks, D. and Loucks-Horsley, S. (1989). Five Models of Staff Development for Teachers. *Journal of Staff Development*, 10(4), 40-57.

Spencer, L. M. and S.M. Spencer. (1993). *Competence at Work: Models for Superiors Performaner*. New York: John Wiley & Sons.

STEM Education Thailand. (2014). *Why Should be STEM education?*. Date to accessed 12 December 2018. from http://www.stemedthailand.org/?stemnode=1253.

Stoops, E. and M. L. Rafferty. (1961). *Practice and TRENDS in School Administration.* New York: Ginn.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบสอบถามสภาพปัจจุบัน และสภาพที่พึงประสงค์
การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

คำชี้แจง

แบบสอบถามสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ สร้างขึ้นเพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 แบบสอบถามแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 สภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ในการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถาม จะถูกใช้เพื่อการวิจัยเท่านั้น และไม่ส่งผลกระทบใด ๆ ต่อผู้ตอบแบบสอบถาม โปรดตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อ ตามความเป็นจริง ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม มา ณ โอกาสนี้

นายจีรภพ แสงบุญมี
นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดพิจารณาข้อคำถามแต่ละข้อ และทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หน้าตัวเลือกที่ตรงกับความเป็นจริงเกี่ยวกับตัวท่าน

1. ประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้

☐ 1-5 ปี ☐ 6-10 ปี ☐ 11 ปี ขึ้นไป

2. ท่านเคยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หรือไม่

☐ เคย ☐ ไม่เคย

3. ท่านเคยเข้าร่วมโครงการเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หรือไม่

☐ เคย ☐ ไม่เคย

ตอนที่ 2 สภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ในการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

คำชี้แจง โปรดพิจารณาข้อคำถามแต่ละข้อ และให้คะแนนด้านสภาพปัจจุบัน และสภาพที่พึงประสงค์ในประเด็นคำถามนั้น โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็น ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

มีสภาพปัจจุบัน/มีสภาพที่พึงประสงค์มากที่สุด ให้ 5 คะแนน
มีสภาพปัจจุบัน/มีสภาพที่พึงประสงค์มาก ให้ 4 คะแนน
มีสภาพปัจจุบัน/มีสภาพที่พึงประสงค์ปานกลาง ให้ 3 คะแนน
มีสภาพปัจจุบัน/มีสภาพที่พึงประสงค์น้อย ให้ 2 คะแนน
มีสภาพปัจจุบัน/มีสภาพที่พึงประสงค์น้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น									
	สภาพปัจจุบัน					สภาพที่พึงประสงค์				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1. ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา										
1.1 ครูสามารถระบุรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคลองกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้										
1.2 ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล เพื่อให้บรรลุผลตามเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้										

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น									
	สภาพปัจจุบัน					สภาพที่พึงประสงค์				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1.3 ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่เน้นการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม										
1.4 ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่มีความเชื่อมโยงของเนื้อหาการบูรณาการ เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้										
2. ความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา										
2.1 ครูสามารถเลือกและจัดเรียงเนื้อหา ทักษะกระบวนการที่ผู้เรียนควรรู้ในระหว่างชั้นปีและตลอดหลักสูตร										
2.2 ครูสามารถออกแบบกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของเนื้อหาที่สอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตรในแต่ละระดับชั้นได้ชัดเจนและเหมาะสม										

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น									
	สภาพปัจจุบัน					สภาพที่พึงประสงค์				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
2.3 ครูสามารถวางแผนออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (4C) ได้เหมาะสม										
2.4 ครูสามารถเลือกใช้สื่อการสอน วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตร										
3. ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน										
3.1 ครูสามารถตรวจสอบถึงความรู้พื้นฐานและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนก่อนทำกิจกรรมได้										
3.2 ครูสามารถวิเคราะห์ถึงวิธีการเรียนรู้เกี่ยวกับ แนวคิด ทักษะกระบวนการที่ขึ้นอยู่กับพัฒนาการ ความสนใจและระดับความสามารถของผู้เรียนได้										
3.3 ครูสามารถตรวจสอบแนวคิดที่เป็นนามธรรมซึ่งยากต่อการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้										

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น									
	สภาพปัจจุบัน					สภาพที่พึงประสงค์				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
3.4 ครูสามารถตรวจสอบทักษะต่าง ๆ ที่ผู้เรียนยังไม่มีความชัดเจนหรือเข้าใจความคลาดเคลื่อนได้										
3.5 ครูออกแบบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนถึงการเรียนรู้ด้านเนื้อหา ด้านการบูรณาการ การบูรณาการศาสตร์ เพื่อตรวจสอบถึงวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้หรือสิ่งที่ยากสำหรับการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้										
4. ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา										
4.1 ครูสามารถเลือกวิธีการสอนที่สอดคล้องกับ ธรรมชาติและเป้าหมายของการสอนสะเต็มศึกษาได้อย่างชัดเจน										
4.2 ครูสามารถตัดสินใจเลือกกิจกรรมสะเต็มศึกษาเหมาะกับเนื้อหาที่สอนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้										

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น									
	สภาพปัจจุบัน					สภาพที่พึงประสงค์				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
4.3 ครูแสดงสาระสำคัญแนวคิดหลักและทักษะของกิจกรรมและแสดงขั้นตอนการทำกิจกรรมได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์										
4.4 ครูแสดงการใช้เทคโนโลยีสื่อการสอนและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมและหลากหลายสอดคล้องกับกิจกรรมสะเต็มศึกษานั้น ๆ ได้										
4.5 ครูสามารถแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ระบุปัญหา วิเคราะห์สถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม										
4.6 ครูสามารถจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้										
4.7 ครูสามารถแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ไขในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม										
4.8 ครูแสดงขั้นตอนกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม										

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น									
	สภาพปัจจุบัน					สภาพที่พึงประสงค์				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
4.9 ครูแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้สื่อสารแลกเปลี่ยนแนวคิดในระหว่างการทำกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม										
5. ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้										
5.1 ครูสามารถระบุมิติความรู้ที่ใช้ในการประเมิน การเรียนรู้กิจกรรมสะเต็มศึกษาได้										
5.2 ครูสามารถออกแบบการประเมินการเรียนรู้ กิจกรรมสะเต็มศึกษาได้เหมาะสมและสอดคล้องกับมิติการรู้สะเต็มศึกษา										
5.3 ครูสามารถใช้วิธีการประเมินที่เหมาะสมกับมิติการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา										
5.4 ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเอง										
5.5 ครูสามารถใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย										

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

คำชี้แจง โปรดให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่สามารถนำไปปรับใช้เพื่อการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู (ถ้ามี)

.....

.....

.....

ขอขอบคุณทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

แบบสัมภาษณ์

วิธีปฏิบัติที่ดีในการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู

เพื่อการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู

ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

ผู้สัมภาษณ์ : นายจีรภพ แสงบุญมี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาการบริหารและพัฒนาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สถานที่สัมภาษณ์.....

วัน เดือน ปี ที่สัมภาษณ์.....

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ชื่อ-สกุล.....

ตำแหน่งทางการบริหาร.....

ตำแหน่งทางวิชาการ.....

คุณวุฒิสูงสุด.....

สถานที่ทำงาน.....

ประสบการณ์ในการทำงาน.....

ตอนที่ 2 วิธีการส่งเสริม สนับสนุน และเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา

2.1.1 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่มีความเชื่อมโยงของเนื้อหาการบูรณาการ เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา

2.1.2 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลเพื่อให้บรรลุผลตามเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา

2.1.3 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่เน้นการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา

2.2.1 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถวางแผนออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (4C) ได้เหมาะสม

2.2.2 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของเนื้อหาที่สอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตรในแต่ละระดับชั้นได้ชัดเจนและเหมาะสม

2.2.3 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถเลือกใช้สื่อการสอน วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตร

2.3 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน

2.3.1 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถตรวจสอบแนวคิดที่เป็นนามธรรม ซึ่งยากต่อการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้

2.3.2 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถตรวจสอบทักษะต่าง ๆ ที่ผู้เรียนยังไม่มีความชัดเจนหรือเข้าใจความคลาดเคลื่อนได้

2.3.3 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูออกแบบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนถึงการเรียนรู้ด้านเนื้อหา ด้านการบูรณาการ การบูรณาการศาสตร์ เพื่อตรวจสอบถึงวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้หรือสิ่งที่ยากสำหรับการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้

2.4 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา

2.4.1 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถตัดสินใจเลือกกิจกรรมสะเต็มศึกษาเหมาะกับเนื้อหาที่สอนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้

2.4.2 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูแสดงสาระสำคัญแนวคิดหลักและทักษะของกิจกรรมและแสดงขั้นตอนการทำกิจกรรมได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์

2.4.3 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ไขในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม

2.5 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้

2.5.1 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย

2.5.2 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเอง

2.5.3 ท่านมีวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอย่างไร เพื่อให้ครูสามารถระบุมิติความรู้ที่ใช้ในการประเมินการเรียนรู้กิจกรรมสะเต็มศึกษาได้

2.6 ท่านเคยใช้หลักการ 70:20:10 ในการพัฒนาครูหรือไม่ ถ้ามีโปรดให้ข้อเสนอแนะเพื่อการนำหลักการ 70:20:10 ไปใช้เพื่อเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แบบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ประกอบด้วย 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรม

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

2. กรุณาตอบแบบประเมินให้ครบทุกข้อ ผลการตอบแบบประเมินจะนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการวิจัย โดยไม่มีผลกระทบต่อการปฏิบัติงานของผู้ตอบแต่ประการใด ผู้วิจัยจะเก็บรักษาข้อมูลไว้เป็นความลับ

ขอขอบพระคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบประเมิน

นายจีรภพ แสงบุญมี
นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ตอนที่ 1 ประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรม

คำชี้แจง โปรดพิจารณารายการของโปรแกรม แล้วพิจารณาถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมในการนำไปใช้งานจริง โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์ระดับคะแนน ดังนี้

ให้ 5 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ อยู่ในระดับมากที่สุด

ให้ 4 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ อยู่ในระดับมาก

ให้ 3 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ อยู่ในระดับปานกลาง

ให้ 2 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ อยู่ในระดับน้อย

ให้ 1 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ อยู่ในระดับน้อยที่สุด

โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2	ระดับความคิดเห็น									
	ความเหมาะสม					ความเป็นไปได้				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1. หลักการ										
1.1 ชัดเจนเชื่อมโยงถึงที่มา										
1.2 แสดงถึงสภาพปัญหา ความสำคัญและจำเป็นในการพัฒนาโปรแกรม										
2. วัตถุประสงค์										
2.1 ครอบคลุมการพัฒนาครูด้านความรู้ด้านทักษะ และด้านเจตคติ										
2.2 สามารถวัดและประเมินผลตามวัตถุประสงค์ได้										
2.3 สอดคล้องกับกระบวนการหรือวิธีการดำเนินงานของโปรแกรม										
3. เนื้อหา										
3.1 โมดูลที่ 1 เป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา										
3.2 โมดูลที่ 2 หลักสูตรสะเต็มศึกษา										
3.3 โมดูลที่ 3 ความเข้าใจในผู้เรียน										

โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2	ระดับความคิดเห็น									
	ความเหมาะสม					ความเป็นไปได้				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
3.4 โมดูลที่ 4 กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา										
3.5 โมดูลที่ 5 การประเมินการเรียนรู้										
4. วิธีการพัฒนา										
4.1 วิธีการพัฒนาสอดคล้องตามหลักการ 70:20:10										
4.2 การเสริมสร้างความรู้ (10% Education) โดยใช้การประชุมเชิงปฏิบัติการ										
4.3 การพัฒนาประสบการณ์ (70% Experience) โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองและการปฏิบัติจริง										
4.4 ปฏิสัมพันธ์เชิงสร้างสรรค์ (20% Interaction) โดยการเรียนรู้เป็นกลุ่ม										
4.5 ปฏิสัมพันธ์เชิงสร้างสรรค์ (20% Interaction) โดยการนิเทศ										
4.6 แผนการดำเนินงานโปรแกรมชัดเจนในการนำไปปฏิบัติ										
4.7 กิจกรรมของโปรแกรมโดยภาพรวม										
4.8 ระยะเวลาที่ใช้โดยภาพรวม										
4.9 ระยะเวลาที่ใช้สำหรับแต่ละกิจกรรม										
4.10 การวัดและประเมินสำหรับแต่ละกิจกรรม										
4.11 ใบงานสอดคล้องกับเนื้อหาแต่ละโมดูล										

โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2	ระดับความคิดเห็น									
	ความเหมาะสม					ความเป็นไปได้				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
4.12 แบบบันทึกการนิเทศการจัดการเรียนรู้										
4.13 แบบบันทึกการประชุมเชิงปฏิบัติการ										
5. การวัดและประเมินผลโปรแกรม										
5.1 สอดคล้องและเชื่อมโยงตามวัตถุประสงค์ของโปรแกรม										
5.2 วิธีการวัดและประเมินผลสามารถวัดและประเมินผลได้ตามวัตถุประสงค์ของโปรแกรม										

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

สังกัด.....

ภาคผนวก ข
คุณภาพของเครื่องมือ

ตาราง 23 ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ โดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะที่เข้าเกณฑ์

ข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
1.1	0.80	4.1	0.60
1.2	0.80	4.2	1.00
1.3	0.80	4.3	0.80
1.4	0.60	4.4	0.80
2.1	0.80	4.5	1.00
2.2	1.00	4.6	0.80
2.3	1.00	4.7	0.80
2.4	0.80	4.8	1.00
3.1	1.00	4.9	0.80
3.2	1.00	5.1	1.00
3.3	1.00	5.2	0.80
3.4	1.00	5.3	1.00
3.5	1.00	5.4	1.00
		5.5	1.00

ตาราง 24 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r_{xy}) ของแบบสอบถามสภาพปัจจุบันที่เข้าเกณฑ์ และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (α)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r_{xy})	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r_{xy})
1.1	0.334	4.1	0.823
1.2	0.454	4.2	0.347
1.3	0.649	4.3	0.648
1.4	0.388	4.4	0.844

ตาราง 24 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r_{xy})	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r_{xy})
2.1	0.524	4.5	0.467
2.2	0.286	4.6	0.363
2.3	0.497	4.7	0.637
2.4	0.356	4.8	0.469
3.1	0.299	4.9	0.563
3.2	0.784	5.1	0.336
3.3	0.643	5.2	0.728
3.4	0.567	5.3	0.774
3.5	0.446	5.4	0.591
		5.5	0.686
ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r_{xy}) = 0.286 - 0.844			
ค่าความเชื่อมั่น ($\propto$) = 0.893			

ตาราง 25 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r_{xy}) ของแบบสอบถามสภาพปัจจุบันที่เข้าเกณฑ์ และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ($\propto$)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r_{xy})	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r_{xy})
1.1	0.546	4.1	0.769
1.2	0.684	4.2	0.519
1.3	0.467	4.3	0.565
1.4	0.384	4.4	0.436
2.1	0.498	4.5	0.711
2.2	0.457	4.6	0.459
2.3	0.658	4.7	0.647
2.4	0.277	4.8	0.535

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r_{xy})	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r_{xy})
3.1	0.356	4.9	0.622
3.2	0.293	5.1	0.489
3.3	0.689	5.2	0.363
3.4	0.644	5.3	0.599
3.5	0.568	5.4	0.764
		5.5	0.447
ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r_{xy}) = 0.277 - 0.769			
ค่าความเชื่อมั่น ($\propto$) = 0.914			

ภาคผนวก ค
โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

1. หลักการ

ระบบการศึกษาในหลายประเทศได้พัฒนาหลักสูตรการศึกษาที่เน้นสร้างกระบวนการเรียนรู้และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรม และส่งเสริมการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่ยั่งยืนในอนาคต อันเป็นที่มาของทิศทางในการจัดการศึกษาแบบใหม่ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ การใฝ่เรียนรู้ และการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนในสภาพปัจจุบัน ผู้สอนต้องปรับเปลี่ยนวิธีการสอนให้เป็นการสอนที่สร้างสรรค์และสร้างผู้เรียนให้เป็นผู้ใฝ่รู้และสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง การจัดการศึกษาที่กำลังเข้ามามีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงมนุษย์ในศตวรรษที่ 21 คือ การเรียนรู้แบบ STEM Education หรือการศึกษาสะเต็ม ซึ่งเกิดจากการนำศาสตร์ทั้ง 4 สาขามาบูรณาการการเรียนรู้เข้าด้วยกัน ได้แก่ S หมายถึง Science หรือวิทยาศาสตร์ T หมายถึง Technology หรือเทคโนโลยี E หมายถึง Engineering หรือวิศวกรรม M หมายถึง Mathematics หรือคณิตศาสตร์ นำมารวมกันและเรียกว่าสะเต็มศึกษา ซึ่งหมายถึงสิ่งที่เป็นจุดกำเนิดเป็นรากฐานที่จะก่อให้เกิดการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงของมนุษย์ในโลกอนาคต ซึ่งทักษะทั้ง 4 ด้านนี้ เป็นทักษะที่จำเป็นต่อมนุษย์ในปัจจุบันและในอนาคต เพราะการศึกษาแบบสะเต็มศึกษาเป็นการสอนที่ต่างจากในอดีตที่สอนให้เด็กท่องจำ สะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อให้เด็กเรียนรู้ด้วยการลงมือทดลองปฏิบัติและเน้นการคิดเพื่อสร้างสรรค์และแก้ปัญหาต่าง ๆ เมื่อเจอปัญหาใหม่ ๆ (วศิณีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2560)

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 เป็นหน่วยงานทางการศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นหน่วยงานขับเคลื่อนการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานให้ประชากรวัยเรียนได้รับการพัฒนาตามมาตรฐานการศึกษาอย่างทั่วถึงมีพัฒนาการเหมาะสมตามช่วงวัยอย่างมีคุณภาพและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แต่ในปัจจุบันบุคลากรครูในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ยังมีปัญหาในด้านการจัดการเรียนรู้โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จากการทดสอบความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ตามโครงการพัฒนาการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา ซึ่งได้ทำการพัฒนาครูโดยการจัดอบรมครูสะเต็มศึกษาด้วยระบบทางไกลตามโครงการบูรณาการสะเต็มศึกษา พบว่า ครูมีผลการประเมินความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาค่อนข้างน้อย ครูยังขาดความรู้ความเข้าใจในการมองภาพรวมของการจัดการเรียนการสอนและการบูรณาการทั้ง 4 รายวิชา คือ วิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ทำให้การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษายังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2, 2562)

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ในฐานะเป็นครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และมีบทบาทภาระหน้าที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จึงสนใจที่จะพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของครู ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสำหรับครูในสังกัด และสำหรับหน่วยงานด้านการศึกษาที่สนใจนำไปปรับใช้ในการพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาต่อไป

2. วัตถุประสงค์

การเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 มีวัตถุประสงค์ดังนี้

2.1 ครูมีความรู้ความเข้าใจการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้และจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาได้อย่างถูกต้อง

2.2 ครูสามารถจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และพัฒนานักเรียนได้

2.3 ครูสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้ร่วมกับกลุ่มเพื่อนครู และพัฒนาตนเองด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาได้

2.4 ครูมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

3. เนื้อหา

โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู มีเนื้อหาที่นำมาให้ความรู้แก่ครูในกิจกรรมการประชุมเชิงปฏิบัติการ เนื้อหาประกอบด้วย 5 โมดูล ดังนี้

3.1 เป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา

3.2 หลักสูตรสะเต็มศึกษา

3.3 ความเข้าใจในผู้เรียน

3.4 กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา

3.5 การประเมินการเรียนรู้

4. วิธีการพัฒนา

วิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู โดยใช้หลักการ 70:20:10 ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

4.1 เสริมสร้างความรู้ (10% Education) โดยการประชุมเชิงปฏิบัติการ

4.2 พัฒนาประสบการณ์ (70% Experience) โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองและการปฏิบัติจริง

4.3 ปฏิสัมพันธ์เชิงสร้างสรรค์ (20% Interaction) โดย

4.3.1 การเรียนรู้เป็นกลุ่ม

4.3.2 การนิเทศ

แผนการดำเนินงานโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 มีรายละเอียดดังนี้

ลำดับที่	กิจกรรม	ระยะเวลา (60 ชั่วโมง)	การวัดและประเมินผล
1.	เสริมสร้างความรู้ (10% Education) โดยการประชุมเชิงปฏิบัติการ 1. ชี้แจงโปรแกรม วัตถุประสงค์ของโปรแกรม และแผนการดำเนินงานโปรแกรม 2. ให้ความรู้และปฏิบัติกิจกรรม โมดูลที่ 1-5 2.1 เป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา 2.2 หลักสูตรสะเต็มศึกษา 2.3 ความเข้าใจในผู้เรียน 2.4 กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา 2.5 การประเมินการเรียนรู้	(6 ชั่วโมง)	- ทำใบงาน - สร้างแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

ลำดับที่	กิจกรรม	ระยะเวลา (60 ชั่วโมง)	การวัดและประเมินผล
2.	2.1 พัฒนาประสบการณ์ (70% Experience) โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองและการปฏิบัติจริง และ 2.2 ปฏิสัมพันธ์เชิงสร้างสรรค์ (20% Interaction) **<u>วงรอบที่ 1</u>** - สัปดาห์ที่ 1 จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา - กิจกรรมเรียนรู้เป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ปัญหาและพัฒนางานร่วมกัน - สัปดาห์ที่ 2 จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา - กิจกรรมเรียนรู้เป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ปัญหาและพัฒนางานร่วมกัน - สัปดาห์ที่ 3 จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา - กิจกรรมเรียนรู้เป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ปัญหาและพัฒนางานร่วมกัน - สัปดาห์ที่ 4 จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา - กิจกรรมเรียนรู้เป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ปัญหาและพัฒนางานร่วมกัน - นิเทศการจัดการเรียนรู้ และสะท้อนผลเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา วงรอบที่ 1	(31 ชั่วโมง) 6 1 6 1 6 1 6 1 3	- บันทึกผลการจัดการเรียนรู้หลังแผน - บันทึกกิจกรรมเรียนรู้แบบกลุ่ม โดยใช้แบบบันทึกการประชุม - บันทึกการนิเทศ - บันทึกสรุปและสะท้อนผลการเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา วงรอบที่ 1 โดยใช้แบบบันทึกการประชุม

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ลำดับที่	กิจกรรม	ระยะเวลา (60 ชั่วโมง)	การวัดและประเมินผล
3.	3.1 พัฒนาประสบการณ์ (70% Experience) โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองและการปฏิบัติจริง และ 3.2 ปฏิสัมพันธ์เชิงสร้างสรรค์ (20% Interaction) **<u>วงรอบที่ 2</u>** - สัปดาห์ที่ 5 จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา - กิจกรรมเรียนรู้เป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ปัญหาและพัฒนางานร่วมกัน - สัปดาห์ที่ 6 จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา - กิจกรรมเรียนรู้เป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ปัญหาและพัฒนางานร่วมกัน - สัปดาห์ที่ 7 จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา - กิจกรรมเรียนรู้เป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ปัญหาและพัฒนางานร่วมกัน - นิเทศการจัดการเรียนรู้ และสรุปผลการใช้โปรแกรมเพื่อเสริมสร้างครูด้านการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ทั้ง 2 วงรอบ	(23 ชั่วโมง) 6 1 6 1 6 1 2	- บันทึกผลการจัดการเรียนรู้หลังแผน - บันทึกกิจกรรมเรียนรู้แบบกลุ่ม โดยใช้แบบบันทึกการประชุม - บันทึกการนิเทศ - บันทึกการสรุปผลและสอบถามความคิดเห็นการใช้โปรแกรมเพื่อเสริมสร้างครูด้านการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ทั้ง 2 วงรอบ โดยใช้แบบบันทึกการประชุม

5. การวัดและประเมินผลโปรแกรม

5.1 การวัดและประเมินผลโปรแกรม

5.1.1 ครูมีความรู้ความเข้าใจการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้และจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาได้อย่างถูกต้อง

วัดและประเมินผลจาก: การตรวจแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ที่ครูสร้างขึ้นในใบงานโมดูลที่ 5

5.1.2 ครูสามารถจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และพัฒนานักเรียนได้

วัดและประเมินผลจาก: ผลการนิเทศการจัดการเรียนรู้ วงรอบที่ 1 และวงรอบที่ 2

5.1.3 ครูสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้ร่วมกับกลุ่มเพื่อนครู และพัฒนาตนเองด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาได้

วัดและประเมินผลจาก: ผลการนิเทศการจัดการเรียนรู้ วงรอบที่ 1 และวงรอบที่ 2

5.1.4 ครูมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

วัดและประเมินผลจาก: การสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมเพื่อเสริมสร้างครูด้านการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ทั้ง 2 วงรอบ

5.2 การวัดและประเมินตามเนื้อหาของโปรแกรม

วัดและประเมินผลจาก: การตรวจใบงาน บันทึกผลการจัดการเรียนรู้หลังแผน และบันทึกการนิเทศ

การนิเทศการจัดการเรียนรู้ มีเกณฑ์การให้คะแนนการปฏิบัติ ดังนี้

ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง มีการปฏิบัติหรือมีคุณภาพ ในระดับน้อย

ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง มีการปฏิบัติหรือมีคุณภาพ ในระดับปานกลาง

ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง มีการปฏิบัติหรือมีคุณภาพ ในระดับมาก

ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง มีการปฏิบัติหรือมีคุณภาพ ในระดับมากที่สุด

เกณฑ์การแปลผลคะแนน ใช้การคำนวณอันตรภาคชั้นของ บุญชม ศรีสะอาด (2546) เพื่อนำมาปรับใช้ในการแปลผลคะแนน ดังนี้

เกณฑ์การแปลผลคะแนน

3.26 - 4.00	หมายถึง	การปฏิบัติมีคุณภาพในระดับ ดีมาก
2.51 – 3.25	หมายถึง	การปฏิบัติมีคุณภาพในระดับ ดี
1.76 – 2.50	หมายถึง	การปฏิบัติมีคุณภาพในระดับ ปานกลาง
1.00 – 1.75	หมายถึง	การปฏิบัติมีคุณภาพในระดับ ควรปรับปรุง

เอกสารประกอบโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู
ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

โมดูลที่ 1 เป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา

วัตถุประสงค์

1.1 ครูสามารถระบุรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคลองกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้

1.2 ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลเพื่อให้บรรลุผลตามเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้

1.3 ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่เน้นการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

1.4 ครูสามารถวางแผนการสอนสะเต็มศึกษาที่มีความเชื่อมโยงของเนื้อหาการบูรณาการเหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้

องค์ความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2557) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้ ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีนั้น มีเป้าหมายหลักในการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Science literate) ผู้รู้คณิตศาสตร์ (Math literate) และผู้รู้เทคโนโลยี (Technology literate) ซึ่งเป้าหมายของการเรียนรู้ในวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาประกอบด้วย

เป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหา (หลัก กฎ และทฤษฎี) วิชาวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และโลก อวกาศ ดาราศาสตร์) สามารถเชื่อมโยงความเกี่ยวเนื่องเนื้อหาระหว่างสาระวิชา และมีทักษะในการปฏิบัติการเชิงวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล สามารถค้นหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

เป้าหมายของการสอนคณิตศาสตร์ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้เหตุผลและการประยุกต์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและทำนายปรากฏการณ์

ต่าง ๆ ภายใต้บริบทที่แตกต่างกัน รวมถึงตระหนักถึงบทบาทของคณิตศาสตร์และสามารถใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการวินิจฉัยและการตัดสินใจที่ดี

เป้าหมายของการสอนเทคโนโลยี คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ และมีความสามารถในการใช้งาน จัดการ และเข้าถึงเทคโนโลยี (กระบวนการหรือสิ่งประดิษฐ์ ที่สร้างขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์)

เป้าหมายของการสอนวิศวกรรมศาสตร์ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะในการออกแบบและสร้างเทคโนโลยี โดยการประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า

การกล่าวอ้างถึงการนำแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาบูรณาการกับการเรียนรู้ศาสตร์อื่น ๆ อีก 4 ด้านนั้น นำมาสู่ความพยายามในการอธิบายความแตกต่างระหว่างศาสตร์ 4 ศาสตร์ที่มีความใกล้เคียงกันมาก ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ สภาวิจัยแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council (U.S.), 2011) ได้ให้ความหมายของวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งเปรียบเทียบทักษะของศาสตร์ทั้งสองกับทักษะทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังตาราง 1

ตาราง 1 เปรียบเทียบแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์

วิทยาศาสตร์ (Science)	วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)	เทคโนโลยี (Technology)	คณิตศาสตร์ (Mathematic)
ตั้งคำถาม (เพื่อเข้าใจธรรมชาติ) พัฒนาและใช้โมเดล	นิยามปัญหา (เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต) พัฒนาและใช้โมเดล	ตระหนักถึงบทบาทของเทคโนโลยีต่อสังคม	ทำความเข้าใจและพยายามแก้ปัญหาใช้คณิตศาสตร์สร้างโมเดล
ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง	ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้าวิจัย ทดลอง	เรียนรู้วิธีการใช้งานเทคโนโลยีใหม่ ๆ	ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
วิเคราะห์ข้อมูล	วิเคราะห์ข้อมูล		ให้ความสำคัญกับความแม่นยำ

ตาราง 1 (ต่อ)

วิทยาศาสตร์ (Science)	วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)	เทคโนโลยี (Technology)	คณิตศาสตร์ (Mathematic)
ใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการคำนวณ	ใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการคำนวณ	เข้าใจบทบาทของเทคโนโลยีในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์	ใช้ตัวเลขในการให้ความหมายหรือเหตุผล
สร้างคำอธิบาย	ออกแบบวิธีแก้ปัญหา		พยายามหาและใช้โครงการในการแก้ปัญหา
ใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด	ใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด	ตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีโดยพิจารณาถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม	สร้างข้อโต้แย้งและสามารถวิพากษ์การให้เหตุผลของผู้อื่น
ประเมินและสื่อสารแนวคิด	ประเมินและสื่อสารแนวคิด		มองหาและนำเสนอระเบียบวิธีการเหตุผลซ้ำ ๆ

ที่มา: Consentino & Cosentino (2013)

จากตาราง 1 แนวปฏิบัติ (Practice) ทางวิทยาศาสตร์มีกระบวนการส่วนใหญ่เหมือนกับแนวปฏิบัติทางวิศวกรรมศาสตร์ กล่าวคือ ทั้งสองศาสตร์มีการพัฒนาและใช้โมเดลในการดำเนินงานมีการออกแบบและลงมือค้นคว้าวิจัยเพื่อรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว ทั้งวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ต้องการความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ นอกจากนี้ ทั้งนักวิทยาศาสตร์ และวิศวกรมีการใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิดซึ่งอาจเป็นคำตอบของข้อสงสัยเกี่ยวกับธรรมชาติ หรือปัญหา และสุดท้ายต้องมีการประเมินและสื่อสารแนวคิดดังกล่าว

อย่างไรก็ตาม แนวปฏิบัติทั้งสองมีความแตกต่างกันอยู่ 2 ประการ คือ (1) ในขณะที่วิชาวิทยาศาสตร์พยายามตั้งคำถามเพื่อเรียนรู้และทำความเข้าใจธรรมชาติ วิศวกรรมศาสตร์พยายามนิยามปัญหาซึ่งเกิดจากความไม่พอใจและต้องการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ และ (2) ผลลัพธ์ของการทำงานทางวิทยาศาสตร์คือการสร้างคำอธิบายเพื่อตอบข้อสงสัยเกี่ยวกับธรรมชาติ ในขณะที่ผลลัพธ์ของการทำงานทางวิศวกรรมศาสตร์ คือ วิธีการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ และวิธีการดังกล่าวจะนำมาซึ่งผลผลิตที่เป็นเทคโนโลยีใหม่หรือนวัตกรรม สรุปได้ว่า องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาประกอบไปด้วย 3 รายวิชาหลัก ซึ่งได้แก่

วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี และใช้พื้นฐานการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นแนวทางการดำเนินการจัดการเรียนรู้

กระบวนการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ลักษณะที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา คือ การผนวกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อแก้ปัญหา เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (National Research Council (NRC.), 2012) Robert (1992) ได้เสนอขั้นตอนการออกแบบการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกสาระการเรียนรู้หลัก (Select Central Standards) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์หลักสูตร เลือกมาตรฐาน/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้หลักของหลักสูตรสะเต็มศึกษาเพื่อให้ได้ขอบเขตของสาระการเรียนรู้แกนกลางหรือเนื้อหาหลัก และตัวบ่งชี้ที่บอกถึงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเมื่อผู้สอนเลือกเนื้อหา/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้ของสาขาวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นหลักเรียบร้อยแล้ว ก็ให้นำสาระวิชาที่เหลือทั้งสามเป็นสาระการเรียนรู้ที่เสริมหรือรองเช่น เลือกเรื่องการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีจะเป็นส่วนรอง

ขั้นตอนที่ 2 เชื่อมโยงปัญหาในชีวิตประจำวัน (Align with a problem) เป็นการคิดเชื่อมโยงว่าสาระการเรียนรู้/เนื้อหาที่เลือกในขั้นที่ 1 สามารถอิงเข้ากับบริบทใด หรือปัญหาใดในสังคมได้บ้าง เช่น มลพิษสิ่งแวดล้อม ภัยพิบัติทางธรรมชาติ พลังงานทดแทน เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3 เลือกสาระการเรียนรู้รองที่สนับสนุนสาระการเรียนรู้หลัก (Support central standards with supplemental standards) เมื่อเลือกเนื้อหาหลักในขั้นที่ 1 และวิเคราะห์ เชื่อมโยงกับปัญหาในขั้นที่ 2 ได้แล้ว ในขั้นที่ 3 นี้ผู้สอนจะต้องเลือกเนื้อหา/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้ ในสาขาวิชาที่เหลือว่าจะมีสาระการเรียนรู้รอง เรื่องใดช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การ เรียนรู้ที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 ตัวอย่างสาระการเรียนรู้รอง อาทิ สาระเกี่ยวกับเรื่องโครงสร้างของโลก (วิทยาศาสตร์) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การแก้ปัญหา การพิสูจน์และการสื่อสาร (คณิตศาสตร์)

ขั้นตอนที่ 4 จัดการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ (Instruct STEM standards) ผู้สอนวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมดแล้วนำมาตั้งเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้การจัดการ เรียนรู้ต้องยึดสาระการเรียนรู้หลักที่ได้จากขั้นที่ 1 เป็นสำคัญ สำหรับสาระการเรียนรู้รองให้จัดการ เรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหา สามารถนำเนื้อหาเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก

ขั้นตอนที่ 5 สนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม (Engage student participation) ผู้สอนจัดกิจกรรมกลุ่มให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เช่น ตั้งคำถามที่นำไปสู่การออกแบบและพัฒนาระบบเตือนภัยพิบัติที่จะช่วยให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นสามารถหลีกเลี่ยงหรือหนีภัยพิบัติได้ ทันเวลา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา และได้ลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิด การเรียนรู้ตามจุดประสงค์หลัก (ตามที่เลือกไว้ในขั้นตอนที่ 1) ผนวกกับการได้ใช้ความรู้รอง(ที่เลือกไว้ในขั้นตอนที่ 3) เพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (ที่เชื่อมโยงไว้ในขั้นตอนที่ 2)

ขั้นตอนที่ 6 แก้ไข/ปรับปรุงชิ้นงาน การออกแบบ (Troubleshoot the designs) ผู้สอนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานการออกแบบ (เช่น ระบบเตือนภัยพิบัติ) หน้าชั้นเรียน จากนั้น กระตุ้นให้ผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ตั้งคำถามและให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานนั้น ซึ่งผู้เรียนจะต้องบันทึกข้อเสนอแนะของผู้สอนและเพื่อนไว้ เพื่อการปรับปรุงแก้ไขผลงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ฝึกการคิด วิจารณญาณควบคู่ไปด้วย

ขั้นตอนที่ 7 ประเมินชิ้นงานการออกแบบ (Evaluate the designs) หลังการปรับปรุงแก้ไขผลงานในขั้นที่ 6 ผู้สอนและผู้เรียน ดำเนินการตรวจให้คะแนนชิ้นงานตามประเด็นที่กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 8 นำเสนอผลงานชิ้นที่สมบูรณ์ (Present completed projects) ในขั้นนี้ผู้สอนจัดเตรียมสถานที่ หรือตู้แสดงผลงาน ให้ผู้เรียนนำผลงานแสดงต่อบุคคลทั่วไป อาทิ เพื่อน พ่อแม่ ผู้ปกครอง ครูอาจารย์ และชุมชน การจัดแสดงอาจทำตอนท้ายปีการศึกษาหรือภาคเรียน โดยอาจวาง แสดงไว้ตลอดภาคเรียนถัดไป ทั้งนี้ เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความภาคภูมิใจและพยายามที่จะปรับปรุงผลงานในครั้งต่อไป

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2557) ได้เสนอกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา (Problem identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหา ตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information search) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการ รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหาอาจมีการดำเนินการ ดังนี้ (1) การรวบรวมข้อมูล คือการสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธี

แก้ปัญหา ดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหาอย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง (2) การค้นหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถ ประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่ สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้น แล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดีและจุดอ่อน และ ความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) หลังจากที่ ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจ ง่าย และน่าสนใจ

ทฤษฎีที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ทฤษฎีที่สนับสนุนแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา คือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น กรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ประกอบด้วย 1) นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง และนักเรียนแต่ละคนสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน รวมทั้งอาจแตกต่างกับแนวทาง

ของผู้สอน 2) ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการสร้างความรู้ใหม่และนักเรียนแต่ละคน มีความรู้และประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกัน 3) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม การมีประสบการณ์ตรง และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันของผู้เรียน มีส่วนช่วยในการสร้างความรู้ใหม่ 4) ครูมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้ ตั้งคำถามที่ท้าทายความสามารถ กระตุ้นสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ และให้ความช่วยเหลือนักเรียนในทุก ๆ ด้าน (กมลฉัตร กล่อมอิ่ม, 2556) มีวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่สามารถนำมาปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาได้ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นต้น

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

แนวทางการวัดและประเมินผลสะเต็มศึกษา การวัดและประเมินผลในสภาพจริงผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ การสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติ ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผล (สสวท., 2558) ได้แก่ 1) การประเมินจากสภาพจริง (Authentic assessment) และ 2) การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance assessment)

ใบงาน
โมดูลที่ 1 เป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา

คำชี้แจง โปรดตอบคำถามแต่ละข้อ

1. ระบุรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา

เป้าหมายของการสอนสะเต็มศึกษา.....
.....
.....

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ .....
.....
.....

2. ให้เขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาคร่าว ๆ และเขียนอธิบายให้เห็นความเชื่อมโยงของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ออกแบบ เฉพาะวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล

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

3. ให้เขียนแผนการสอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในส่วนกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม 6 ขั้นตอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้พิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ว่ามีความเชื่อมโยงของเนื้อหาการบูรณาการเหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาหรือไม่ พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

โมดูลที่ 2 หลักสูตรสะเต็มศึกษา

วัตถุประสงค์

2.1 ครูสามารถเลือกและจัดเรียงเนื้อหา ทักษะกระบวนการที่ผู้เรียนควรรู้ในระหว่างชั้นปีและตลอดหลักสูตร

2.2 ครูสามารถออกแบบกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของเนื้อหาที่สอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตรในแต่ละระดับชั้นได้ชัดเจนและเหมาะสม

2.3 ครูสามารถวางแผนออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (4C) ได้เหมาะสม

2.4 ครูสามารถเลือกใช้สื่อการสอน วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตร

องค์ความรู้

สังคมโลกในขณะนี้ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการสื่อสาร ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ที่มีข้อมูลข่าวสารจำนวนมหาศาลอยู่ในแหล่งต่าง ๆ รวมถึงการที่ต้องแข่งขันกัน เพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจการค้า ทำให้ทุกประเทศต้องเร่งพัฒนาประชากรของตนให้มีคุณภาพสูงขึ้น เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตและแข่งขันในตลาดแรงงานกับนานาอารยะประเทศได้ เพราะฉะนั้น จึงต้องมีการปรับหลักสูตรโดยบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียน สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคต ส่วนของผู้สอนและผู้เรียนก็ต้องมีปรับเปลี่ยนตนเองให้มีทักษะที่จำเป็นในการเป็นผู้สอนและผู้เรียนสำหรับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 (สสวท., 2558)

การมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยเน้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะช่วยพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดี ยกตัวอย่างทักษะการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดของมาตรฐานในการเรียนรู้ (21st Century Standards) ประกอบด้วย ทักษะในการหาความรู้ด้วยตนเอง ทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะการคิดวิเคราะห์/แก้ปัญหา ทักษะการพัฒนานวัตกรรม ทักษะการใช้ชีวิตที่มีค่า จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ในรูปแบบโครงงาน หรือการพัฒนานวัตกรรมที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น สามารถสร้างเสริมทักษะเหล่านี้ได้มาก อย่างไรก็ตามในบริบทของโรงเรียนทั่วไป ครูอาจไม่สามารถให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการทำโครงงาน หรือการพัฒนานวัตกรรมเท่านั้น ดังนั้น ในบทเรียนอื่น ๆ ถ้าครูมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในทุกโอกาสที่เอื้ออำนวย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ทำงานร่วมกัน เรียนรู้การหา

ที่ติ ฝึกคิดวิเคราะห์ หาที่ชมหรือเสนอวิธีการใหม่ ฝึกคิดเชิงสร้างสรรค์ ก็นับว่าครูจัดการเรียนการสอนเข้าใกล้แนวคิดสะเต็มศึกษามากขึ้น ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (สสวท., 2558, น.3)

การบูรณาการในสะเต็มศึกษา

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2550) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่าง ๆ ผ่านการทำกิจกรรมหรือการทำโครงงาน ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะช่วยให้ผู้เรียน ได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสาร โดยที่สะเต็มศึกษานั้น เป็นแนวทางในการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยมีระดับการบูรณาการใน 4 ระดับ ดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ ในแต่ละวิชาแยกกัน นั่นคือผู้สอนแต่ละคนจะแยกตามวิชาของตนเองในการจัดการเรียนรู้ เช่น ครูผู้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี จะแยกกันสอนผู้เรียนตามรายวิชาของตนเอง

2. การบูรณาการแบบสหวิชา (Multidisciplinary integration) หรือเป็นการบูรณาการตามเรื่องที่กำหนด เป็นลักษณะที่มีการนำเนื้อหาจากแต่ละกลุ่มสาระมาเชื่อมโยงในการ จัดการเรียนการสอนตามหัวข้อที่มีความสัมพันธ์กัน (Theme) โดยผู้สอนหรือผู้เรียนเลือกหัวข้อที่ น่าสนใจในการเรียน และผู้สอนแต่ละวิชาสอนให้เชื่อมโยงกับหัวข้อที่เรียน โดยผู้สอนแต่ละวิชา แยกกันสอนในหัวข้อนั้น ๆ ให้เชื่อมโยงกับวิชาที่ตนเองสอน เช่น ผู้สอนทั้ง 4 วิชากำหนดร่วมกันจะใช้ ศรลมเป็นหัวข้อหลักในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ ครูผู้สอนเทคโนโลยีสามารถเริ่มแนะนำศรลมเป็นเทคโนโลยีอย่างง่ายที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการ บอกทิศทางลม ในขณะที่ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ยกตัวอย่างของศรลมเพื่อสอนเรื่องเครื่องมือพื้นฐานในการตรวจทิศทางลม และผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ และครูผู้สอนคณิตศาสตร์สอนเรื่องการหาพื้นที่ รูปเรขาคณิตสองมิติ

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary integration) เป็นการบูรณาการการสอนที่ผู้สอนร่วมกันจัดหลักสูตรการสอนในแต่ละวิชาให้สัมพันธ์กัน เลือกความคิดรวบรวมที่สำคัญแล้วเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้และทักษะจาก 2 วิชาขึ้นไป เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องกันจะร่วมพิจารณา เนื้อหา ตัวชี้วัด และออกแบบการเรียนรู้ในวิชาของตนเองให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือ ตัวชี้วัดนั้น เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์หลังจากเรียนเรื่องเครื่องมือพื้นฐานในการตรวจทิศทางลม และผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุแล้ว ครูก็จะให้ผู้เรียนทำการทดลองเกี่ยวกับการวัดความเร็วและ ทิศทางลม โดยให้ครูคณิตศาสตร์สอนเรื่องหา

ค่าเฉลี่ย การเปลี่ยนหน่วย การเขียนกราฟก่อน เพื่อให้ผู้เรียนเริ่มทำการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้นเมื่อผู้เรียนทำการทดลองและ เก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ให้นำข้อมูลจากการทดลองไปสร้างกราฟและตีความผลการทดลองในวิชาคณิตศาสตร์

4. การบูรณการแบบข้ามวิชา (Transdisciplinary integration) ผู้สอนจัดการเรียนการสอน ตามคำถามและเรื่องที่ผู้เรียนอยากรู้โดยการแก้ปัญหาหรือการทำโครงงาน มีการ ทำงานเป็นกลุ่ม ร่วมกันวางแผน กำหนดหัวข้อ อภิปราย ประยุกต์การใช้วิชาต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โดยครูอาจจะกำหนดกรอบหรือ Them กว้างเพื่อให้ผู้เรียนรู้ขอบเขตและสามารถระบุปัญหาเฉพาะที่สนใจได้ ทั้งนี้ในการกำหนดปัญหาในการเรียนรู้ของผู้เรียนจะต้องคำนึงถึงปัญหาหรือคำถามที่ผู้เรียนสนใจ ตัวชี้วัดในวิชาที่เกี่ยวข้อง และความรู้เดิมของผู้เรียน หากพิจารณาการใช้ศรลมเป็นหัวข้อหลักในการเรียนรูสะเต็มศึกษา ครูสามารถที่จะจัดการเรียนรู้บูรณาการข้ามวิชาโดยการกำหนดกรอบปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคุณภาพของศรลมโดยกำหนดเป็นสถานการณ์ เช่น หากนำศรลมที่ผู้เรียนได้ออกแบบไว้ไปตรวจสอบทิศทางลมในสถานที่จริง อย่างเช่น บริเวณภูเขา ริมชายฝั่ง ซึ่งอาจจะต้องวางกลางแจ้งเป็นระยะเวลานาน ผู้เรียนจะออกแบบอย่างไรให้มีความ แข็งแรงทนทานต่อความแรงของลมและกันความชื้นฝน และทนต่อแดดเป็นเวลานาน ๆ

กล่าวโดยสรุป การบูรณาการในสะเต็มศึกษา เป็นแนวทางในการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการน าความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยมีระดับการบูรณาการใน 4 ระดับ คือ การบูรณาการภายในวิชาการบูรณาการแบบสหวิชา การบูรณาการแบบสหวิทยาการ และการบูรณการแบบข้ามวิชา

แนวคิดหลักที่สำคัญ (Key idea) ในกิจกรรมสะเต็มศึกษา

ชุติมา วิชัยดิษฐ และชาตรี ฝ่ายคำตา (2561) กล่าวว่า แนวคิดหลักที่สำคัญของกิจกรรมสะเต็มศึกษาควรจะต้องมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนได้ เรียนรู้และพัฒนาทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 และการรู้สะเต็ม (STEM literacy) ดังนั้น ส่วนประกอบของกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาประกอบด้วยแนวคิดหลักที่สำคัญ (Key ideas) ดังนี้

1. สถานการณ์ (Situation) คือ การเล่าสถานการณ์ให้ทราบถึงปัญหา โดยสถานการณ์ที่ดีนั้นจะต้องสมเหตุสมผล ควรมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันให้มากที่สุดจึงจะทำให้กิจกรรมนั้นมีความเป็นธรรมชาติและทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมให้ดี โดยสถานการณ์ที่นำมาใช้นั้นอาจเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในท้องถิ่นหรือสถานการณ์ระดับประเทศ ระดับโลก และควรที่จะเป็นสิ่งที่น่าสนใจและมีความท้าทายในปัจจุบันหรือในอนาคตเพื่อสร้างประสบการณ์ที่แปลกใหม่ เช่น ประเด็นโลกร้อน เหตุการณ์ภัยพิบัติ อีกทั้งสถานการณ์ที่ดีนั้นควร

จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในการแก้ไขปัญหา

2. สิ่งที่ท้าทาย (Challenge) คือ ประเด็นปัญหาควรมีความท้าทายและเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ โดยต้องไม่ยาก หรือง่ายเกินไปจนทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย เพราะความท้าทายจะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมี ส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและเสาะแสวงหาข้อมูลหรือวิธีการ เพื่อที่จะให้สามารถแก้ปัญหาเหล่านั้น ได้ เช่น ครูพยายามให้ผู้เรียนออกแบบเพื่อสร้างเรือจากขวดพลาสติกเหลือใช้เพื่อสร้างเรือขนาดเล็ก เนื่องจากท้องถิ่นของผู้เรียนนั้นมีน้ำท่วมบ่อยครั้ง

3. เกณฑ์ (Criteria) คือ การตั้งเกณฑ์ของความสำเร็จในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการตั้งประเด็นให้ผู้เรียนได้ร่วมกันคิด สำรวจองค์ความรู้และได้ฝึกทักษะที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ตามแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งแนวทางดังกล่าวอาจเป็นไปได้ทั้งแนวคิด ภาพวาดหรือสิ่งประดิษฐ์ ก็ได้ ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนและระดับของผู้เรียน เช่น ครูให้ผู้เรียนออกแบบโครงสร้างขาโต๊ะจาก กระดาษหนังสือพิมพ์ให้สามารถรองรับน้ำหนักด้วยวัสดุที่มีจำกัด โดยให้มีความสูงที่สุด

4. ข้อจำกัด (Constrains) คือ ปัจจัยที่ผู้เรียนจะต้องคำนึงถึงในการทำกิจกรรม อาจเป็นข้อจำกัดด้านระยะเวลา เงิน วัสดุ แรงงาน ความเสี่ยง หรือปัจจัยอื่น ๆ ที่ผู้สอนกำหนด ซึ่งในการกำหนดข้อจำกัดนั้น ก็เพื่อเป็นการฝึกฝนทักษะการวิเคราะห์และการแก้ปัญหา ลดการทดลอง แบบลองผิดลองถูก แต่เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดในการวางแผนในการปฏิบัติงาน

5. ทรัพยากร (Resources) คือ ปัจจัยการผลิต ซึ่งทรัพยากรนั้นนับเป็นปัจจัยที่ ต้องคำนึงถึงในการดำเนินงาน เนื่องจากอาจเป็นสิ่งที่ส่งเสริมหรือขัดขวางการดำเนินงานก็ได้ ทั้งนี้จะต้องรู้จักวางแผนแก้ปัญหาการใช้ทรัพยากรโดยทรัพยากรอาจเป็นข้อมูลและสารสนเทศ วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ พลังงาน ทุน ซึ่งงานทางวิศวกรรมเป็นการประยุกต์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการสร้าง พัฒนาและผลิตสิ่งต่าง ๆ โดยการเปลี่ยนทรัพยากรที่เหมาะสมให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดให้ทนทานและประหยัด

6. การประเมินผล (Evaluation) คือ การนำเอาชิ้นงานหรือกระบวนการที่เป็นต้นแบบมาพิจารณาว่าสามารถตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์ภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ ได้หรือไม่ ซึ่งในขั้นนี้ถือว่าสำคัญมากเนื่องจากเป็นการผสมผสานระหว่างเกณฑ์และข้อจำกัด เป็นการวัดประสิทธิภาพของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (ข้อจำกัด) และผลสำเร็จของแนวทางในการแก้ปัญหา (เกณฑ์) ส่งผลต่อผู้เรียนในการเรียนรู้การคิดวิเคราะห์ เพื่อหาจุดบกพร่องเกี่ยวกับแนวความคิดในการการแก้ปัญหา (Solution)

คุณลักษณะของบทเรียนสะเต็มที่ดี

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2550) กล่าวว่า การสอนแบบ

สะเต็มศึกษา เป็นรูปแบบการสอนที่ให้ผู้เรียนลงมือกระทำโดยใช้กระบวนการต่าง ๆในการจัดการเรียน การสอน ผู้เรียนจะได้รู้จักการวางแผนทำกิจกรรม สืบค้น การคิดต่าง ๆ เช่น การแก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์ โดยครูเป็นผู้ช่วยสนับสนุนผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง ทั้งนี้ควรจะต้องคำนึงถึงคุณลักษณะของบทเรียนสะเต็มที่ดี (Features of a great STEM lesson) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยลักษณะของบทเรียนสะเต็มที่ดีจะประกอบด้วย

1. มุ่งเน้นการแก้ปัญหาในชีวิตจริง คือ มุ่งเน้นประเด็นหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน ซึ่งในการเรียนสะเต็มศึกษาผู้เรียนจะได้เข้าถึงสังคมในบริบทที่เป็นจริง หรืออาจเป็นปัญหาสถานการณ์ เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

2. ความท้าทายของปัญหา คือ ปัญหาที่ระบุนั้นควรมีความท้าทายผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้จัดการกับปัญหาเหล่านั้นได้ และเนื้อหาควรเหมาะสมกับอายุ ระดับชั้นและระยะเวลาของการพัฒนาผู้เรียน อีกทั้งมีความชัดเจน ความเป็นไปได้ที่สามารถที่จะแก้ไขสิ่งนั้นได้

3. ทำกิจกรรมผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม โดยบทเรียน สะเต็มศึกษาจะใช้เป็นกระบวนการออกแบบ การแก้ปัญหาและสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ โดยใช้หลักการ ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา จึงใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมาเป็นแนวทาง โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้ระบุถึงปัญหาหรือการออกแบบที่ท้าทาย เพื่อสร้างและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ในกระบวนการนี้ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหา ดำเนินการวิจัยเป็นฐาน ซึ่งกระบวนการออกแบบวิศวกรรมจะประกอบด้วย (1) ระบุปัญหาหรือความต้องการ (2) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (3) การออกแบบเพื่อแก้ปัญหา (4) การวางแผนและลงมือปฏิบัติ (5) ทดสอบและประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหา และ (6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

4. มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ บทเรียนสะเต็มศึกษาจะส่งเสริมให้ ผู้เรียนเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติและร่วมมือกัน เพื่อที่จะอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่ผู้เรียน สร้างขึ้น ผู้เรียนมีการสื่อสารเพื่อแบ่งปันความคิดและปรับปรุงต้นแบบตามความจำเป็น ควบคุม ความคิดของตนเองและมีการออกแบบการสืบเสาะด้วยตนเอง ตามสิ่งที่ออกแบบไว้โดยสามารถที่จะตอบข้อจำกัดความต้องการและปัญหาของสถานการณ์นั้นได้

5. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำงานเป็นทีม บทเรียนสะเต็มศึกษาเป็นบทเรียนที่ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม เพื่อพัฒนาความคิด (Ideas) เกี่ยวกับการแก้ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา หาแนวทางในการแก้ปัญหาและการมีส่วนร่วมในการสื่อสารเกี่ยวกับสิ่งที่ค้นพบหรือวิธีการแก้ปัญหา

6. มีการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี บทเรียนสะเต็มศึกษามีจุดประสงค์เพื่อเชื่อมโยงและบูรณาการเนื้อหาจากรายวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้รับข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของรายวิชา สามารถนำไปผสมผสานกับบทเรียนที่ได้รับ จากนั้นผู้เรียนจะเริ่มเห็นว่าวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ไม่ได้เป็นเรื่องที่จะแยกออกจากกันแต่จะต้องทำงานด้วยกันเพื่อแก้ปัญหา นอกจากนี้ในบทเรียนสะเต็มศึกษายังใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์จะเห็นได้ว่าลักษณะของบทเรียนสะเต็มที่ดีที่ได้กล่าวมานี้ จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนนั้นใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากชีวิตจริง การลงมือปฏิบัติ มีการวางแผนการแก้ปัญหาโดยใช้การร่วมมือกันในการทำงานเป็นทีม ประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีที่ได้เรียนมา และที่สำคัญการเรียนรู้จากความผิดพลาด ซึ่งถือว่าเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมองสิ่งที่ผิดพลาดเพื่อเพิ่มโอกาสในการเรียนรู้ รู้จักการให้กำลังใจ การเสริมแรง อีกทั้งเป็นการฝึกความอดทน

กล่าวโดยสรุป คุณลักษณะของบทเรียนสะเต็มที่ดีประกอบด้วย มุ่งเน้นการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ความท้าทายของปัญหา ทำกิจกรรมผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำงานเป็นทีม และมีการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

ใบงาน
โมดูลที่ 2 หลักสูตรสะเต็มศึกษา

คำชี้แจง โปรดตอบคำถามแต่ละข้อ

1. ให้กำหนดเนื้อหาที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และจัดเรียงเนื้อหา และทักษะกระบวนการที่ผู้เรียน ระยะเวลา 1 ภาคเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากเนื้อหาในข้อ 1 ที่ท่านกำหนดไว้ ให้เขียนระบุมาตรฐานหลักสูตรในแต่ละระดับชั้นได้ชัดเจนและเหมาะสม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ให้ออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (4C) ซึ่งท่านจะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

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

4. ในการจัดการเรียนรู้ที่ท่านได้ออกแบบในครั้งนี้ ท่านจะเลือกใช้สื่อการสอน วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตร

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

โมดูลที่ 3 ความเข้าใจในผู้เรียน

วัตถุประสงค์

3.1 ครูสามารถตรวจสอบถึงความรู้พื้นฐานและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนก่อนทำกิจกรรมได้

3.2 ครูสามารถวิเคราะห์ถึงวิธีการเรียนรู้เกี่ยวกับ แนวคิด ทักษะกระบวนการที่ขึ้นอยู่กับพัฒนาการ ความสนใจและระดับความสามารถของผู้เรียนได้

3.3 ครูสามารถตรวจสอบแนวคิดที่เป็นนามธรรม ซึ่งยากต่อการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้

3.4 ครูสามารถตรวจสอบทักษะต่าง ๆ ที่ผู้เรียนยังไม่มีความชัดเจนหรือเข้าใจความคลาดเคลื่อนได้

3.5 ครูออกแบบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนถึงการเรียนรู้ด้านเนื้อหา ด้านการบูรณาการ การบูรณาการศาสตร์ เพื่อตรวจสอบถึงวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้หรือสิ่งที่ยากสำหรับการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้

องค์ความรู้

ความเข้าใจในผู้เรียน นักวิชาการได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียนไว้ว่า

Geddis (1993) ได้อธิบายถึงความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของผู้เรียน (Knowledge and belief about Students' understanding) ในการที่ใช้ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนให้มีประสิทธิภาพนั้น ครูจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 2 องค์ประกอบได้แก่

1. ความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ เป็นความรู้ของครูเกี่ยวกับความรู้และทักษะที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีมาก่อนเรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ และเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในบทเรียนได้ง่ายขึ้น อีกทั้งความเข้าใจของครูเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ที่ต่างกันของผู้เรียนที่มีพัฒนาการระดับความสามารถ หรือรูปแบบของการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

2. เป็นเนื้อหาที่มีแนวโน้มที่ยากสำหรับความเข้าใจของผู้เรียน ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่อาจเกิดขึ้นและขัดขวางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน อาจส่งผลให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้

Brophy (1992) นักจิตวิทยาการศึกษาที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสอนการเรียนรู้ ได้ทำการศึกษาเรื่องนี้และให้ความหมายของการเป็นครูที่ดี และมีประสิทธิภาพว่าเป็นครูที่ สามารถสอนให้นักเรียนมีสัมฤทธิผลในการเรียน และสามารถนำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

Angelo (1991) ได้ให้แนวคิดไว้ดังนี้วิธีง่าย ๆ ที่ผู้สอนใช้ในการเก็บรวบรวม ข้อมูลตั้งแต่เริ่มแรกอย่างสม่ำเสมอเกี่ยวกับการเรียนรู้และการสอน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำเสนอ ข้อมูลที่ทำให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนสามารถนำไปใช้ปรับปรุงประสิทธิภาพการสอนและคุณภาพของ การเรียนรู้

พระมหาบุญนา ฐานวีโร ประทุมชาติ (2560) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการเตรียมตัวอย่างรอบคอบในการวางแผน เพื่อให้สามารถนำทางผู้เรียนได้ดี โดยการใช้หลัก 4 ได้แก่ ผู้เรียนมีความสำคัญมากเท่ากับเนื้อหาวิชา โดยคำนึงถึงการเรียนรู้ทั้งด้านร่างกาย ด้านสังคมอารมณ์และสติปัญญา การคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลผู้เรียน การสร้างบรรยากาศการท างานที่พึงพอใจแก่ผู้เรียน และกิจกรรมการเรียนควรสัมพันธ์กับปัญหาในชีวิตจริง ความต้องการและความสนใจของผู้เรียนเป็นเกณฑ์

เทอดชัย บัวผาย (2560) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการจัดการศึกษาที่สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนาความรู้ทุกแขนง ทั้งด้านความรู้ทักษะการคิดและทักษะอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า สร้างและพัฒนาคิดค้น สิ่งต่าง ๆ ในโลกปัจจุบัน

วรกันยา แก้วกลม (2560) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการช่วยให้ผู้เรียนมีแรงบันดาลใจในการทำอาชีพ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรม และคณิตศาสตร์โดยไม่เน้นให้ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น แต่เน้นให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่21 โดยเฉพาะทักษะการคิดขั้นสูงและการสร้างนวัตกรรม

ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน มีความสำคัญเนื่องจาก ความรู้ของครูเกี่ยวกับความรู้พื้นฐาน ความรู้ที่จำเป็นในการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ที่ต่างกันของผู้เรียน และเนื้อหาวิชา ทักษะกระบวนการ และการบูรณาการศาสตร์ที่ยากสำหรับความเข้าใจของผู้เรียน รวมไปถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบย่อย คือ

1. ความรู้ของครูเกี่ยวกับความรู้พื้นฐาน และทักษะที่จำเป็นของผู้เรียน ก่อนทำกิจกรรม รวมถึงวิธีการเรียนรู้ที่ต่างกันของผู้เรียน ซึ่งความรู้ในส่วนนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เข้าใจเนื้อหา และกระบวนการได้ง่ายขึ้น ตัวอย่าง เช่น หากครูต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ แรงโน้มถ่วงของโลกด้วยการทดลองเกี่ยวกับการตกของวัตถุสู่พื้นโลก และอธิบายแรงที่โลกดึงดูดวัตถุ ดังนั้นครูควรทราบวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความเข้าใจ และทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับ การรวบรวม และการตีความความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแรงโน้มถ่วงของโลก นอกจากครูจะต้อง มี

ความรู้เกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ที่ต่างกันของผู้เรียน โดยเข้าใจว่าการเรียนรู้ที่ต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับพัฒนาการ ความสนใจ ระดับความสามารถ และรูปแบบการเรียนรู้ที่ต่างกัน เช่น หากครูต้องการให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศที่มีผลต่อปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ทั้งนี้ผู้เรียนบางคนอาจจะเรียนรู้ได้จากการลงมือปฏิบัติ (Hand on) หรือบางคนสามารถเรียนรู้ได้จากภาพจำลองในยูทูป (YouTube) อย่างไรก็ตามครูควรจะต้องตระหนักถึงความแตกต่างของผู้เรียน และการตอบสนองความต้องการของผู้เรียนในการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม

2. ความรู้ของครูเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ทักษะกระบวนการและการบูรณาการศาสตร์ที่ยากสำหรับความเข้าใจของผู้เรียน เป็นความรู้ของครูเกี่ยวกับอุปสรรคที่เกิดขึ้น และขัดขวางการเรียนรู้ของผู้เรียน อาทิเช่น การเรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ในบางเนื้อหานั้น มีความเป็นนามธรรมมาก ทำให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) ได้ เช่น แนวคิดเกี่ยวกับคลื่นเสียง การไหลของกระแสไฟฟ้า เป็นต้น นอกจากนี้ลักษณะการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษาจะมุ่งเน้นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน หากผู้เรียนไม่รู้วิธีคิดเกี่ยวกับ การแก้ปัญหา อีกทั้งไม่รู้จักกลวิธีในการวางแผนเพื่อหาคำตอบจากปัญหาเหล่านั้นได้อย่างมี ประสิทธิภาพแล้วส่งผลให้ผู้เรียนอาจไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้จากกิจกรรมสะเต็มศึกษา รวมถึงความจำเพาะของแนวทางการสอนสะเต็มศึกษาที่มีการบูรณาการความรู้ ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียน สับสนในการวิเคราะห์แนวคิดของแต่ละศาสตร์ที่เชื่อมโยงกัน เช่น กิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ให้ผู้เรียน ออกแบบ เก้าอี้ ที่ทำด้วยขวดน้ำพลาสติกเหลือทิ้งที่รองรับน้ำหนักได้จริง ซึ่งในกิจกรรมดังกล่าว ผู้เรียนจะต้องสามารถวิเคราะห์ได้ว่าแนวคิดที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) คณิตศาสตร์ (M) ที่มีการบูรณาการศาสตร์ ในกิจกรรมนี้คืออะไร ซึ่งหากผู้เรียน ไม่เข้าใจแนวคิดที่สำคัญของศาสตร์ต่าง ๆ แล้วอาจทำให้ผู้เรียนสับสนหรือเกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ได้ ฉะนั้น ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความเข้าใจในเนื้อหาหลักของกิจกรรม ทั้งนี้ครู สามารถรู้ได้จากการสะท้อนการเรียนรู้ของผู้เรียนด้านเนื้อหาด้านกระบวนการ และการเชื่อมโยง สะเต็มศึกษากับชีวิตประจำวัน โดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงถึงความเข้าใจในเรื่องเหล่านี้

การประเมินทักษะกระบวนการ

ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล (2557) ได้ศึกษาการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และได้นำเสนอตัวชี้วัดและแนวทางการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ตัวชี้วัดในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในช่วงของการประเมินผลย่อยหรือการประเมินผลความก้าวหน้า (Formative assessment) นั้น ตัวชี้วัดมีส่วนช่วยให้ครู

สามารถมุ่งประเด็นไปสู่พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกได้ ช่วยสื่อความหมายของแต่ละพฤติกรรมนั้น และช่วยชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องหรือส่วนที่ควรพัฒนาต่อหรือเพิ่มเติมสำหรับนักเรียน ช่วยให้มองเห็นความก้าวหน้าของแต่ละทักษะได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ตัวชี้วัดอาจจะอยู่ในรูปแบบของคำถามที่แสดงพฤติกรรม ยกตัวอย่างเช่น

ทักษะการสังเกต (Observing) อาจใช้ตัวชี้วัดในลักษณะของคำถาม ดังนี้

- ผู้เรียนสามารถระบุความแตกต่างและความคล้ายคลึงระหว่างวัตถุและวัสดุได้อย่างชัดเจนหรือไม่
- ผู้เรียนสามารถใช้ประสาทสัมผัสในการสำรวจวัตถุและวัสดุได้หรือไม่
- ผู้เรียนสามารถระบุความแตกต่างในรายละเอียดเมื่อมีวัตถุและวัสดุหลาย ๆ ชิ้นได้หรือไม่
- ผู้เรียนสามารถเลือกใช้ตัวช่วยสำหรับประสาทสัมผัสต่าง ๆ (เช่น แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ) ในการศึกษาได้หรือไม่

ทักษะการสื่อความหมาย (Communicating) อาจใช้ตัวชี้วัดในลักษณะของคำถาม ดังนี้

- ผู้เรียนสามารถเล่าเกี่ยวกับกิจกรรมและแนวคิดได้อย่างอิสระ โดยไม่ต้องเขียนบันทึกได้หรือไม่
- ผู้เรียนสามารถให้คำอธิบาย บอกลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ได้หรือไม่
- ผู้เรียนพยายามที่จะอธิบายแนวคิดของตนเองจากประสบการณ์เดิม ได้หรือไม่
- ผู้เรียนให้คำแนะนำหรืออธิบายการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ได้หรือไม่
- ผู้เรียนรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและพิจารณาผลของการทำกิจกรรมของตนเองได้หรือไม่
- ผู้เรียนรายงานในลักษณะของการเขียน การวาดรูป การระบายสี การสร้างสรรค์รูปแบบ ฯลฯ ได้หรือไม่
- ผู้เรียนใช้ตาราง กราฟ แผนภาพ ในการแสดงผลที่บันทึกได้หรือไม่
- ผู้เรียนสามารถใช้แหล่งข้อมูล เช่น หนังสือเรียน อินเตอร์เน็ต ในการตรวจสอบผลได้หรือไม่

การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypotheses) อาจใช้ตัวชี้วัดในลักษณะของคำถาม ดังนี้

- ผู้เรียนแสดงถึงความตระหนักรู้และยอมรับว่าอาจมีคำอธิบายอื่น ๆ นอกเหนือจากของตนเองที่สามารถอธิบายเรื่องหรือหลักฐานนั้นได้

- ผู้เรียนสามารถอธิบายหรือแนะแนวทางในการสังเกตสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้หรือไม่

- ผู้เรียนแสดงถึงความตระหนักรู้ว่าในคำอธิบายหรือข้อมูลมีความหลากหลาย เป็นไปได้หลายทาง (Tentative) มีความสงสัยและต้องการพิสูจน์

ทักษะการพยากรณ์ (Predicting) อาจใช้ตัวชี้วัดในลักษณะของคำถาม ดังนี้

- ผู้เรียนพยายามที่จะสร้างการพยากรณ์ในประเด็นปัญหาที่สัมพันธ์กันถึงแม้ว่าจะไม่ได้มาจากหลักฐานได้หรือไม่

- ผู้เรียนใช้หลักฐานในการพยากรณ์แทนการใช้ความรู้หรือแนวคิดเดิมที่ตนเองมีหรือไม่

- ผู้เรียนมีการพยากรณ์ที่สมเหตุสมผลสอดคล้องกับหลักฐาน โดยไม่จำเป็นต้องเป็นเหตุผลที่ชัดเจนได้หรือไม่

- ผู้เรียนสามารถอธิบายว่าหลักฐานที่ใช้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่พยากรณ์ได้หรือไม่

- ผู้เรียนสามารถแสดงให้เห็นถึงการพยากรณ์ตามรูปแบบข้อมูลหรือข้อสังเกตได้หรือไม่

- ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงการพยากรณ์ในแง่ของแนวคิดที่อาจจะอธิบายได้

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables) อาจใช้ตัวชี้วัดในลักษณะของคำถาม ดังนี้

- ผู้เรียนตั้งคำถามที่สามารถตรวจสอบได้หรือสามารถระบุตัวแปรที่ต้องการศึกษาได้หรือไม่

- ผู้เรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับตัวแปร ตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงได้ตามตัวแปรเหตุหรือการเปรียบเทียบตัวแปรหรือไม่

ทักษะการทดลอง (Experimenting) อาจใช้ตัวชี้วัดในลักษณะของคำถาม ดังนี้

- ผู้เรียนสามารถออกแบบการทดลองได้หรือไม่
- ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลอง ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้หรือไม่
- ผู้เรียนสามารถบันทึกผลการทดลองได้หรือไม่

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data and making conclusion) อาจใช้ตัวชี้วัดในลักษณะของคำถาม ดังนี้

- ผู้เรียนอภิปรายความสัมพันธ์ของสิ่งที่ค้นพบกับคำถามเริ่มต้นได้หรือไม่
- ผู้เรียนเปรียบเทียบผลที่ได้กับสิ่งที่ได้พยากรณ์ไว้ได้หรือไม่

- ผู้เรียนแปลความหมายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้หรือไม่
- ผู้เรียนระบุรูปแบบหรือแนวโน้มในการสังเกตหรือการวัดต่อไปได้หรือไม่
- ผู้เรียนสามารถสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดได้หรือไม่

จากตัวอย่างตัวชี้วัดในลักษณะคำถามตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมา เราสามารถกำหนดตัวชี้วัดเหล่านี้จากนิยามของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ หากเราทราบถึงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงทักษะเหล่านั้น ก็จะสามารถกำหนดตัวชี้วัด แล้วนำตัวชี้วัดมาแปลงเป็นเกณฑ์ เพื่อกำหนด เป็น Rubric score ต่อไป ซึ่งจะทำให้ครูวิทยาศาสตร์สามารถประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ถูกต้อง ตรงประเด็นเพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้ตอบโจทย์ความสามารถที่หลากหลายของผู้เรียนต่อไป

2. แนวทางในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เหตุใดจึงต้องมีการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการที่จะตอบคำถามนี้ เราต้องย้อนกลับไปถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเป้าประสงค์หลักที่ต้องเกิดในตัวผู้เรียน ทักษะเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญของทักษะการคิด ซึ่งแสดงถึงผลลัพธ์ (Outcome) ของการศึกษา ช่วยพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียน และพัฒนาความสามารถในการระบุหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ครูต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะเหล่านี้ ซึ่งการประเมินผลความก้าวหน้า (Formative assessment) ถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยให้ครูสามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้ การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลาย สามารถนำเสนอได้ดังนี้

1. การใช้กระบวนการสังเกต (Observation) ถือว่าเป็นวิธีที่ครูใช้ในการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนอยู่แล้ว ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตนั้น จะเกิดขึ้นในระหว่างที่ผู้เรียนทำการทดลองหรือทำกิจกรรมการเรียน โดยมีเครื่องมือที่หลากหลาย และแบ่งออกได้หลายแบบ ได้แก่ การสังเกตอย่างไม่เป็นทางการ (Informal observation) การสังเกตที่มีโครงสร้าง (Structured observation) และการสังเกตแบบการเล่าเรื่อง (Narratives)

2. การใช้คำถาม (Question) สามารถใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น การสัมภาษณ์ (Interview) แบบสอบถามเพื่อประเมินตนเอง (Self-assessment questionnaire) การทดสอบ (Testing) เป็นต้น

3. การประเมินจากผลงานของนักเรียน (Looking at students' work) สามารถใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาได้จากการตอบคำถามในใบงาน (Worksheet) การเขียนอนุทิน (Journal) ผลงานโครงงานชิ้นงาน และการสาธิต (Project, product and demonstration) และแฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) เป็นต้น

เครื่องมือต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นสิ่งสำคัญที่ครูจะใช้ในการวิเคราะห์ถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนได้ลงลึกในรายบุคคล และมีประโยชน์เป็นอย่างยิ่งในการจัดการชั้นเรียน แต่ครูผู้สอนต้องมีความทุ่มเทเพราะวิธีการต่าง ๆ เหล่านี้ มักจะใช้เวลาในการตรวจประเมิน ให้คะแนน ค่อนข้างมาก และหากผู้เรียนมีจำนวนมาก จะเป็นการเพิ่มภาระงานของครูยิ่งขึ้นไปอีก

การตรวจสอบหรือการวัดและการสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้

องค์ประกอบของการวัด

องค์ประกอบของการวัดประกอบด้วย สิ่งที่ต้องการวัด เครื่องมือวัด และผลของการวัด ที่สำคัญที่สุด คือ เครื่องมือวัด เครื่องมือที่มีคุณภาพจะให้ผลการวัดที่เที่ยงตรงและแม่นยำ

ประเภทของสิ่งที่ต้องการวัด

สิ่งที่ต้องการวัดแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. สิ่งที่เป็นรูปธรรม คือ คน สัตว์ หรือสิ่งของ ที่จับต้องได้ มีรูปทรง การวัดสิ่งที่เป็นรูปธรรมนี้เป็นการวัดทางกายภาพ (Physical) คุณลักษณะที่จะวัดสามารถกำหนดได้ชัดเจน เช่น น้ำหนัก ความสูง ความยาว เครื่องมือวัดคุณลักษณะเหล่านี้ให้ผลการวัดที่เที่ยงตรงและแม่นยำสูง วัดได้ครบถ้วน สมบูรณ์ ละเอียดถี่ถ้วน ตัวอย่างเครื่องมือวัด เช่น เครื่องชั่ง ไม้บรรทัด สายวัด เป็นต้น การวัดลักษณะนี้เป็นการวัดทางตรง ตัวเลขที่ได้จากการวัดแทนปริมาณคุณลักษณะที่ต้องการวัดทั้งหมด เช่น หนัก 10 กิโลกรัม สูง 172 เซนติเมตร ยาว 3.5 เมตร ตัวเลข 10 172 และ 3.5 แทนน้ำหนัก ความสูง และความยาวทั้งหมด เช่น 10 แทนน้ำหนักทั้งหมด ถ้าไม่มีคุณลักษณะดังกล่าว เช่นหนัก 0 หน่วย ก็คือ ไม่มีนำหนักเลย ตัวเลข 0 นี้เป็นศูนย์แท้ (Absolute zero)

2. สิ่งที่เป็นนามธรรม คือ สิ่งที่ไม่มีตัวตน จับต้องไม่ได้ เป็นการวัดพฤติกรรมและสังคมศาสตร์ (Behavioral and social science) คุณลักษณะที่จะวัดกำหนดได้ไม่ชัดเจน เช่น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement) วัดเจตคติ (Attitude) วัดความถนัด (Aptitude) วัดบุคลิกภาพ (Personality) เป็นต้น เครื่องมือวัดด้านนี้มีคุณภาพด้อยกว่าเครื่องมือวัดสิ่งที่เป็นรูปธรรม คือ ให้ผลการวัดที่เที่ยงตรงและแม่นยำน้อยกว่า ลักษณะการวัด เป็นการวัดทางอ้อม วัดได้ไม่สมบูรณ์ ไม่ละเอียดถี่ถ้วน และมีความผิดพลาด ตัวเลขหรือสัญลักษณ์ที่ได้จากการวัดเป็นค่าโดยประมาณ ไม่สามารถแทนปริมาณหรือคุณภาพของคุณลักษณะที่ต้องการวัดได้ทั้งหมด เช่น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนคนหนึ่ง ได้ 15 คะแนน ตัวเลข 15 ไม่ได้แทนปริมาณความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนคนนี้ทั้งหมด แม้แต่นักเรียนที่สอบได้คะแนนเต็ม ไม่ได้หมายความว่านักเรียนผู้นั้นมีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวสมบูรณ์เต็มตามกรอบของหลักสูตร ในทางตรงกันข้ามนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน ก็ไม่ได้

หมายความว่านักเรียนผู้นั้นไม่มีความรู้ความสามารถในคุณลักษณะดังกล่าว เพียงแต่ตอบคำถามผิดหรือเครื่องมือวัดไม่ตรงกับความรู้ความสามารถที่นักเรียนคนนั้นมี เลข 0 นี้ เป็นศูนย์เทียม

การสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้

จากแนวคิดข้างต้นจะเห็นว่า การวัดหรือการตรวจสอบสิ่งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมมีความแตกต่างกัน การวัดสิ่งที่เป็นนามธรรมเป็นการประมาณค่า ไม่สามารถตัดสินได้ว่าสิ่งที่วัดได้นั้นเป็นเช่นนั้นอย่างแท้จริง โดยการวัดสิ่งที่เป็นนามธรรม กระทำได้โดยการสร้างเครื่องมือเพื่อสำหรับการวัดหรือการตรวจสอบ ซึ่งมีลักษณะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงสิ่งที่เป็นนามธรรมนั้นออกมาเป็นการสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ออกมาให้ผู้สอนได้ทราบ ความรู้ความเข้าใจที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากเนื้อหานั้น ๆ แม้จะไม่สามารถวัดได้อย่างชัดเจน แต่ก็สามารถสะท้อนให้ทราบผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ โดยการสะท้อนผลการเรียนรู้นี้ จะช่วยให้ครูได้ทราบผลที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนรู้หรือการทำกิจกรรมทำให้ผู้เรียนได้สะท้อนถึงการเรียนรู้ด้านเนื้อหา ด้านการบูรณาการ การบูรณาการศาสตร์ เพื่อตรวจสอบถึงวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้หรือสิ่งที่ยากสำหรับการทำความเข้าใจของผู้เรียนได้

ใบงาน
โมดูลที่ 3 ความเข้าใจในผู้เรียน

คำชี้แจง โปรดตอบคำถามแต่ละข้อ

1. อธิบายวิธีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนก่อนทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ให้ยกตัวอย่างการวัดหรือการประเมินทักษะกระบวนการของนักเรียน 1 ทักษะ พร้อมอธิบายวิธีการ เครื่องมือที่ใช้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. บอกวิธีการวัดหรือการตรวจสอบแนวคิดเชิงนามธรรมของนักเรียน พร้อมอธิบายวิธีวัดเครื่องมือที่ใช้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. บอกวิธีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้และทักษะที่ได้เรียนรู้และสะท้อนความรู้และทักษะที่ได้เรียนรู้ออกมาได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

โมดูลที่ 4 กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา

วัตถุประสงค์

4.1 ครูสามารถเลือกวิธีการสอนที่สอดคล้องกับ ธรรมชาติและเป้าหมายของการสอนสะเต็มศึกษาได้อย่างชัดเจน

4.2 ครูสามารถตัดสินใจเลือกกิจกรรมสะเต็มศึกษาเหมาะกับเนื้อหาที่สอนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาได้

4.3 ครูแสดงสาระสำคัญแนวคิดหลักและทักษะของกิจกรรมและแสดงขั้นตอนการทำกิจกรรมได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์

4.4 ครูแสดงการใช้เทคโนโลยี สื่อการสอนและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมและหลากหลายสอดคล้องกับกิจกรรมสะเต็มศึกษานั้น ๆ ได้

4.5 ครูสามารถแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ระบุปัญหา วิเคราะห์สถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม

4.6 ครูสามารถจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

4.7 ครูสามารถแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ไขในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม

4.8 ครูแสดงขั้นตอนกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม

4.9 ครูแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้สื่อสาร แลกเปลี่ยนแนวคิดในระหว่างการทำกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม

องค์ความรู้

นักวิชาการได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษาไว้ว่า

ทิศนา แขมมณี (2548) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอน สะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีต่าง ๆ ที่ใช้เสริมกระบวนการ ขั้นตอน วิธีการ หรือการกระทำใด ๆ เพื่อช่วยให้กระบวนการ ขั้นตอน วิธีการ หรือการกระทำนั้น ๆ มีคุณภาพและประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้น เทคนิคการสอน จึงหมายถึง กลวิธีต่าง ๆ ที่ใช้เสริมกระบวนการสอน ขั้นตอนการสอน วิธีการ

สอน หรือการดำเนินการทางการสอนใด ๆ เพื่อช่วยให้การสอนมีคุณภาพ และประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น ในการบรรยาย ผู้สอนอาจใช้เทคนิคต่าง ๆ ที่สามารถช่วยให้การ บรรยายมีคุณภาพและประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การยกตัวอย่าง การใช้สื่อ การใช้คำถาม เป็นต้น

กัญญา ชัยรัตน์ (2552) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอน สะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แม้ว่าจะมีวิธีการ และกิจกรรมที่หลากหลายและเลือกใช้วิธีสอนที่เหมาะกับเนื้อหาตามมาตรฐานการเรียนรู้ของ หลักสูตรแล้ว ครูจำเป็นต้องมีกลวิธี (เทคนิค + วิธีการ) ต่าง ๆ ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อกระตุ้นความคิด การตั้งคำถาม และส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างจริงจังและทั่วถึง รวมทั้งเป็นการสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ ให้นักเรียนเกิดความตื่นเต้น กระตือรือร้น และไม่น่าเบื่อหน่ายอีกด้วย

สุวิชา วิริยมานุวงษ์ (2557) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอน สะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับความสามารถในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ อยากเห็น สนใจที่จะเรียน หรือติดตามการเรียนการสอนตลอดเวลา ทักษะการเร้าความสนใจ จึงจำเป็นและสำคัญยิ่งสำหรับผู้สอนในอันที่จะปรับปรุงกลวิธีในการสอนของตนให้มีประสิทธิภาพ มากขึ้น กล่าวคือช่วยให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายในการเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นในช่วงเวลาของการสอน ผู้สอนควรจะต้องพยายามใช้เทคนิคต่าง ๆ มากระตุ้นให้นักเรียนสนใจ อยู่ตลอดเวลาคือตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งการสอนสิ้นสุดลง

เทอดชัย บัวผาย (2560) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอน สะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในการมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับข้อมูล เครื่องมือทางเทคโนโลยีการสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชา ความท้าทาย ความสร้างสรรค์ ความแปลกใหม่และการแก้ปัญหาอย่างมีความหมาย จึงเหมาะที่จะทำให้เยาวชนรุ่นใหม่เกิดการเรียนรู้ และอยู่ในโลกแห่งอนาคตได้อย่างแท้จริง

วรกันยา แก้วกลม (2560) กล่าวว่า ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอน สะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับการเน้นให้ผู้เรียนทำการออกแบบอย่างสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหา เน้นกิจกรรมส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์การคิดสร้างสรรค์และการคิด แก้ปัญหาของผู้เรียน เลือกใช้ระดับการบูรณาการในชั้นเรียนสะเต็มได้หลายระดับ ขึ้นอยู่กับเนื้อหา และบริบท ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างสี่สาขาวิชากับชีวิตจริงและการประกอบอาชีพ

ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา มีความสำคัญเนื่องจาก ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอน และลำดับของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สามารถจำแนกได้ออกเป็น 2 องค์ประกอบย่อย คือ

1. ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ความรู้ และความเข้าใจในการเลือกวิธีการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติ และเป้าหมายของการสอนสะเต็มศึกษา

ได้ชัดเจน โดยเป้าหมายในการสอนสะเต็มศึกษาจะเน้นการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา อย่างเป็นระบบ ฉะนั้นหากครูเชื่อว่าการสอนสะเต็มศึกษานั้นเป็นแบบแก้ปัญหาครูอาจจะใช้กิจกรรม ที่มีปัญหาเป็นฐาน เป็นต้น

2. ความรู้ของครูเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา คือ ความรู้ และความเข้าใจของครูเกี่ยวกับการเลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่จะสอน ลำดับของกิจกรรม การเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงสาระสำคัญ แนวความคิดหลักของกิจกรรม การบูรณาการศาสตร์ การใช้เทคโนโลยี เครื่องมือ สื่อการสอน และแหล่งข้อมูลในแต่ละช่วงของกิจกรรม และรวมถึงขั้นตอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ครูจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ระบุปัญหา วิเคราะห์สถานการณ์ รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการแก้ปัญหา ออกแบบ และพัฒนา แนวทางในการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแนวทางในการแก้ปัญหา รวมทั้ง การสื่อสาร น า เสนอความคิดในระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไรก็ตามความรู้ของครูเกี่ยวกับ กิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษานั้นครูควรจะต้องคำนึงถึงจุดอ่อน และจุดแข็งของกิจกรรมการเรียนรู้ ในแต่ละกิจกรรมด้วย เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน

ใบงาน
โมดูลที่ 4 กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา

คำชี้แจง ให้ออกแบบวิธีการสอนสะเต็มศึกษา ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

1. สอดคล้องกับธรรมชาติของการสอนสะเต็มศึกษา
2. เหมาะกับเนื้อหาที่สอนและสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา
3. แสดงสาระสำคัญ แนวคิดหลัก ทักษะของกิจกรรม ขั้นตอนการทำกิจกรรมได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์
4. แสดงการใช้เทคโนโลยี สื่อการสอน และแหล่งข้อมูลที่สอดคล้องกับการสอน
5. แสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ระบุปัญหา วิเคราะห์สถานการณ์ ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ได้รวบรวมข้อมูล ได้ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแนวทาง และลักษณะของการสื่อสาร แลกเปลี่ยนแนวคิดในระหว่างการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

โมดูลที่ 5 การประเมินการเรียนรู้

วัตถุประสงค์

5.1 ครูสามารถระบุมิติความรู้ที่ใช้ในการประเมินการเรียนรู้กิจกรรมสะเต็มศึกษาได้

5.2 ครูสามารถออกแบบการประเมินการเรียนรู้ กิจกรรมสะเต็มศึกษาได้เหมาะสมและสอดคล้องกับมิติการรู้สะเต็มศึกษา

5.3 ครูสามารถใช้วิธีการประเมินที่เหมาะสมกับมิติการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา

5.4 ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเอง

5.5 ครูสามารถใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย

องค์ความรู้

การวัดและประเมินผลกิจกรรมสะเต็มศึกษา

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2550) ได้ให้ความสำคัญไว้ว่า การวัดและประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะต้องดำเนินการควบคู่ไปกับการเรียนการสอน จึงมีความสำคัญต่อการเรียนการสอน ทั้งนี้เพราะการวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการหนึ่งที่ช่วยให้ผู้สอนได้ข้อมูลสารสนเทศในการปรับเปลี่ยนการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการสะท้อนให้เห็นถึงคุณภาพของครูและผู้เรียน ตลอดจนเป็นข้อมูลที่จะนำไปปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ของครูและส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดการพัฒนาและเรียนรู้ได้เต็มศักยภาพ การวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการพัฒนาทักษะต่าง ๆ (ทักษะในศตวรรษที่ 21) และการรู้สะเต็ม (STEM literacy) โดยเน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงและการวัดและประเมินผลด้านความสามารถของผู้เรียนที่แสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ฉะนั้นการวัดและประเมินผลนั้นควรที่จะต้องประเมินด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ (กระบวนการออกแบบวิศวกรรม) และเทคโนโลยี รวมถึงทักษะและเจคติต่อ กลุ่มวิชาสะเต็มศึกษา ซึ่งสามารถสรุปแนวทางในการวัดและประเมินผลได้ 2 แนวทาง ดังนี้

1. การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic assessment) เป็นการประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนจากการแสดงออก การกระทำหรือผลงาน เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการ

แสวงหาความรู้ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน รวมถึงการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้การส่งเสริม และวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความสนใจ และความสามารถของแต่ละบุคคล อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการ เรียนการสอน และการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน หรือไม่ ผู้สอนสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรม และตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอน อีกทั้งการประเมินตามสภาพจริงจะเป็น การประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเองและสามารถพัฒนา ตนเองได้ ทำให้การเรียนการสอนมีความหมายและเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอน การเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้ ฉะนั้นเพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่ แท้จริงของผู้เรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่าง ๆ ได้แก่ 1) สังเกตการ แสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม (2) ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน (3) การสัมภาษณ์ (4) บันทึกของ ผู้เรียน (5) การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู (6) การวัดและประเมินผล ภาคปฏิบัติ (7) การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (8) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยใช้แฟ้มผลงาน (9) การทดสอบ

2. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance assessment) เป็นการประเมินผลด้านความสามารถ ซึ่งประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงาน จะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน โดยลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์และความสนใจของผู้เรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

2.1 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และ เทคโนโลยี เป็นวิธีการวัดประเมินผลที่ใช้ปกติในแต่ละวิชา เพื่อใช้ในการวัดประเมินด้านเนื้อหา ทักษะ และเจตคติตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยที่ผู้สอนสามารถประเมินผลตามสาระของหลักสูตร แกนกลางขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ซึ่งสามารถที่จะพิจารณาเนื้อหาของกิจกรรมตามความสอดคล้อง ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของแต่ละวิชา

2.2 การประเมินกระบวนการประเมินความสามารถในการประยุกต์ความรู้ และทักษะในสถานการณ์จริงซึ่งสามารถประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการท างานต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้ กระบวนการทำงานนี้ คือกระบวนการออกแบบวิศวกรรม ซึ่งในการวัดและประเมินผลกระบวนการออกแบบวิศวกรรมนั้น ผู้สอนสามารถที่จะวัดกระบวนการดังกล่าวนี้เพื่อสะท้อนความเข้าใจของผู้เรียนได้ ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

2.2.1 ขั้นระบุปัญหาหรือความต้องการ คือ ระบุปัญหาเพื่อหาทาง แก้ปัญหาได้อย่างชัดเจนตามเกณฑ์ความสำเร็จ หรือข้อจำกัด เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาและ กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้สำหรับผู้เรียน ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2.2.2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ถึงความสามารถที่จะแก้ไขสิ่งนั้นได้และเหมาะสมกับสภาพจริง รวมถึงพิจารณาถึงข้อดีและข้อจำกัด

2.2.3 ขั้นการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา คือ ประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าภายใต้ข้อจำกัดตามสถานการณ์ที่กำหนด

2.2.4 ขั้นวางแผนและลงมือปฏิบัติ เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ โดยการสร้างแผนผังแนวคิดในการแก้ไขปัญหาที่สามารถปรับเปลี่ยนและเข้าใจได้ง่าย แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

2.2.5 ขั้นการทดสอบและการประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหา ขั้นนี้เป็นการทดสอบและประเมินผลการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวสามารถทำงานย้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนต่าง ๆ ได้ตลอด ขึ้นอยู่กับสถานการณ์

2.2.6 ขั้นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

จากข้างต้นที่ได้กล่าวถึง จากประเมินผลกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมนั้น ผู้สอนสามารถที่จะวัดกระบวนการดังกล่าวนี้เพื่อสะท้อนความเข้าใจของผู้เรียนได้ อีกทั้งกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมก็ยังเป็นกระบวนการที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนว สะเต็มศึกษาที่สามารถใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียน ช่วยสะท้อนภาพการจัดการเรียนรู้ว่า สามารถ

พัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามที่มาตรฐานกำหนดไว้หรือไม่ อีกทั้งยังสามารถเป็นแนวทางให้ ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการพัฒนา และส่งเสริมคุณภาพในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทาง สะเต็มศึกษาสำหรับการปฏิบัติในชั้นเรียน ทั้งนี้ผู้วิจัยจะได้นำเสนอตัวอย่างซึ่งเป็นแนวทางการวัดและประเมินผลกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหาหรือความต้องการ

ระดับชั้นประถมศึกษา ระบุปัญหาที่พบได้

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1. ระบุปัญหาที่พบจากการรวบรวมข้อมูล โดยใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณได้

2. กำหนดขอบเขตของปัญหาโดยคำนึงถึงเกณฑ์และข้อจำกัดได้

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ระบุปัญหาที่พบจากการรวบรวมข้อมูล โดยใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณได้

2. กำหนดขอบเขตของปัญหาโดยคำนึงถึงเกณฑ์และข้อจำกัดรวมถึงประเด็นต่าง ๆ เช่น ความเสี่ยง ความปลอดภัย ความต้องการของสังคมที่มีผลต่อแนวทางในการออกแบบการแก้ปัญหา

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ระดับชั้นประถมศึกษา

1. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

2. เลือกข้อมูลที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

2. วิเคราะห์และเลือกข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้

3. ประเมินความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหา

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

2. วิเคราะห์และเลือกข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้

3. ประเมินความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหาและระบบเกณฑ์ในการประเมินผลได้

3. ขั้นการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา

ระดับชั้นประถมศึกษา

1. ออกแบบแนวทางวิธีแก้ปัญหา ในรูปของภาพวาดหรือแบบจำลองที่ผู้อื่นเข้าใจได้

2. อธิบายแนวคิดที่ใช้ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1. ออกแบบวิธีแก้ปัญหา โดยเชื่อมโยงความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้

2. เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงเกณฑ์และข้อจำกัดได้

3. อธิบายแนวคิดที่ใช้ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นระบบโดยคำนึงถึงเกณฑ์และข้อจำกัดเป็นสำคัญ

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ออกแบบวิธีแก้ปัญหา โดยเชื่อมโยงความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้

2. เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นระบบ โดยคำนึงถึงเกณฑ์และข้อจำกัดและ และปัจจัยอื่น ๆ เช่น ต้นทุน ความปลอดภัย สังคม วัฒนธรรมและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3. อธิบายแนวคิดที่ใช้ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงเกณฑ์ และข้อจำกัดและปัจจัยต่าง ๆ

4. แบบจำลองทั้งที่เป็นกายภาพและทางคอมพิวเตอร์สามารถนำมาช่วย ในขั้นตอนของการออกแบบ

4. ขั้นวางแผนและลงมือปฏิบัติ

ระดับชั้นประถมศึกษา

1. วางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนได้

2. ดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและ ปลอดภัย

3. บันทึกขั้นตอนการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาตามความเป็นจริงและสอดคล้องกับปัญหา

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1. วางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนได้

2. ดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและ ปลอดภัย

3. บันทึกขั้นตอนการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบตาม ความเป็นจริงและสอดคล้องกับปัญหา

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. วางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนได้

2. ดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและ ปลอดภัย

3. บันทึกขั้นตอนการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบตาม ความเป็นจริง และสอดคล้องกับปัญหา

5. ขั้นการทดสอบและการประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหา

ระดับชั้นประถมศึกษา

ทดสอบและประเมินผล เพื่อเสนอแนวทางในการปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาหรือปรับปรุงผลผลิต

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข เพิ่มเพิ่มประสิทธิภาพของวิธีการแก้ปัญหาหรือเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต

2. มีกระบวนการประเมินผลแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นระบบ โดยคำนึงถึงเกณฑ์และข้อจำกัดจากปัญหาหรือสถานการณ์

3. มีการประเมินประสิทธิภาพของแต่ละส่วนประกอบของแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบใหม่ (Redesign)

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข เพิ่มเพิ่มประสิทธิภาพของวิธีการแก้ปัญหาหรือเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต

2. มีกระบวนการประเมินผลแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นระบบ โดยคำนึงถึงเกณฑ์และข้อจำกัดและปัจจัยอื่น ๆ เช่น สังคม วัฒนธรรมและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากปัญหาหรือสถานการณ์

3. มีการประเมินประสิทธิภาพของแนวทางการแก้ปัญหา ตรวจสอบเกณฑ์ ที่กำหนดอย่างเป็นระบบ และจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์แต่ละเกณฑ์เพื่อหาจุดสมดุลของความสำคัญให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด

4. มีการประเมินประสิทธิภาพของแนวทางการแก้ปัญหา ตรวจสอบเกณฑ์ ที่กำหนดอย่างเป็นระบบ

5. จัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์แต่ละเกณฑ์เพื่อหาจุดสมดุลของความสำคัญให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด

6. ขั้นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ระดับชั้นประถมศึกษา

1. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาด้วยวิธีการอย่างง่ายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

2. เข้าใจบทบาทหน้าที่รับผิดชอบของตนเอง

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1. นำเสนอเกี่ยวกับปัญหา แนวคิดและวิธีการในการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจโดยใช้ทักษะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ

2. อธิบายแนวทางการปรับปรุงแนวคิดในการแก้ปัญหาได้

3. เข้าใจบทบาทหน้าที่รับผิดชอบของตนเองและผู้อื่นในการทำงานร่วมกัน

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. นำเสนอเกี่ยวกับปัญหา แนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจโดยใช้ทักษะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ

2. อธิบายแนวทางการปรับปรุงแนวคิดในการแก้ปัญหาพร้อมหลักฐานที่เป็นเหตุเป็นผล

3. เสนอแนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิม

4. เข้าใจบทบาทหน้าที่รับผิดชอบของตนเองและผู้อื่นในการทำงานร่วมกัน

แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

STEM Education Thailand (2014) แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการสอนที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีผ่านการปฏิบัติกิจกรรมการแก้ปัญหาจากการที่ผู้สอนคิดสร้างสถานการณ์ขึ้นมาจากปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนและสังคม โดยการใช้แนวคิดกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมผนวกเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้เกิดความท้าทายในการคิดหาทางแก้ปัญหา และสร้างพัฒนาเป็นนวัตกรรมนั้นภายใต้ข้อจำกัดที่มีอยู่ โดยความร่วมมือของทีมภายในกลุ่มระดมความคิดออกแบบและสร้างโมเดลต้นแบบไว้ โดยที่สามารถตอบข้อจำกัดความต้องการและปัญหาของสถานการณ์ แล้วทดสอบและปรับปรุงจนได้เป็นต้นแบบที่สมบูรณ์ เมื่อพิจารณาการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

(Lesson plan STEM education) ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบของศาสตร์ต่าง ๆ ที่จะสามารถบูรณาการเข้าสู่หน่วยการเรียนรู้ของตนเอง แต่ทั้งนี้จะต้องอยู่ในกรอบของหลักสูตรของเรื่องนั้น ๆ ด้วย เช่น หากผู้สอนต้องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องความร้อนใต้พิภพ ควรจะต้องคำนึงถึง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ว่าอยู่ในกลุ่มสาระใด ระดับและช่วงชั้นใด อีกทั้งเนื้อหาในหลักสูตร ควรจะรู้มากน้อยเพียงใด ขณะเดียวกันก็ต้องศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยไปศึกษาในสาระ ระดับ และช่วงชั้นเดียวกับวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้งานในเชิงวิศวกรรมศาสตร์ของเนื้อหาสาระที่ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ต้องการ จะจัดการเรียนรู้

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ครูออกแบบขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งเป้าหมายของสะเต็มศึกษา นั้นต้องการให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้สะเต็ม (STEM literacy) ที่สามารถใช้ทักษะ แนวคิดและกระบวนการ จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ เพื่อทำความเข้าใจปัญหาที่ซับซ้อนโดยใช้ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 รวมถึงการคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ร่วมมือกันเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา ศึกษาความเป็นไปได้และเหมาะสมตามขอบเขตของปัญหา และตระหนักถึงบทบาทของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ในสังคมสมัยใหม่ ฉะนั้นในการวางแผนการสอนให้กับผู้เรียนตามแนวทางสะ เต็มศึกษานั้น ผู้สอนจะต้องวางแผนให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ในการปฏิบัติงานทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering practice) ที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติแบบเดียวกับที่นักวิศวกรใช้ในการออกแบบ สร้างแบบจำลองและระบบ ซึ่งการปฏิบัติงานทางวิศวกรรมศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของการสืบเสาะหาความรู้เช่นเดียวกับการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ โดยที่การสืบเสาะหา ความรู้นั้นจะครอบคลุมถึงกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการหาคำตอบเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ประกอบด้วย 8 ประเด็น คือ (1) การใช้คำถามและการนิยามปัญหา (2) การพัฒนาและใช้แบบจำลอง (3) วางแผนและลงมือสืบค้นสำรวจ (4) วิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล (5) ใช้การคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์และการคำนวณ (6) สร้างคำอธิบายและการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (7) มีส่วนร่วมในการโต้แย้งจากหลักฐานที่หามาได้ (8) การสืบค้น การประเมิน และการสื่อสาร ข้อมูล โดยเป้าหมายของการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษานั้นจะเน้นผู้เรียน ได้เรียนรู้โดยการปฏิบัติ (Learning by doing) ฝึกการคิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีวิจารณญาณ เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่สามารถตรวจสอบได้ ตลอดจนมีทักษะในการสื่อสาร ทักษะความร่วมมือ และสิ่งที่ขาดไม่ได้คือทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี

จากเป้าหมายของสะเต็มศึกษาที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา ซึ่งจากเป้าหมายดังกล่าวนี้สามารถที่จะเป็นแนวทาง

ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ โดยในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้นั้นจะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบสำคัญที่สัมพันธ์กันหรือมีความสอดคล้องกัน ประกอบด้วย หลักสูตร กระบวนการเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ที่มีการเชื่อมโยงกัน ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบประกอบไปด้วยรายละเอียด ดังนี้

1. หลักสูตร เป็นหลักสูตรของสถานศึกษาที่มีสาระและมาตรการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษาจะใช้สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล ประกอบด้วยประเด็นสำคัญ ได้แก่

1.1 มาตรฐานการเรียนรู้ คือ การอธิบายถึงสิ่งที่ผู้เรียนทุกคนควรรู้ (What student should know) และสามารถทำได้ (Ability to do)

1.2 ตัวชี้วัด คือ สิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น แต่มีความเฉพาะเจาะจงและมีความเป็นรูปธรรม

1.3 แนวคิดหลัก (Main idea) หรือความคิดรวบยอด คือ เนื้อหาหลักหรือความรู้ ทักษะกระบวนการ จิตพิสัยที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ โดยสามารถพิจารณาจากสาระ การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดแล้วควรนำมาเขียนให้กระชับ ไม่เป็นเนื้อหาที่ลึกหรือยากเกินไป จากสาระการเรียนรู้แกนกลาง

1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นส่วนที่กำหนดทิศทางของการเรียนการสอน กำหนดขอบเขตของการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมในตัวผู้เรียนให้สัมพันธ์กับเป้าหมายของสะเต็มศึกษา ดังนั้น การกำหนดจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษานั้นต้องกำหนดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในแนวทางที่พึงประสงค์ โดยมุ่งเน้นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในตัวผู้เรียน ทั้ง 3 ด้าน ที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดที่กำหนด คือ 1) ความรู้ (Knowledge) เป็นสาระการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องเรียนจะได้จากการเรียนการสอนในหน่วยหนึ่งๆ มี 2 ชนิด ชนิดที่แรกเป็นความรู้ที่ได้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ตามระดับชั้นของผู้เรียน ส่วนที่สองเป็นความรู้ที่จะได้มาจากส่วนของความรู้บูรณาการ คือ สาระเรื่องราวต่าง ๆ ที่เป็นสภาพการณ์ที่กำหนดสภาพแวดล้อมรอบตัว ปัญหาในชีวิตประจำวันที่ถูกนำมาคิด ซึ่งเนื้อหาจะเป็นสาระของวิชาใดก็ได้ จึงเป็นความรู้เชิงบูรณาการโดยการนำศาสตร์สาขาต่าง ๆ ที่มีเนื้อหาสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมาจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในลักษณะของการผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพชีวิตจริงของผู้เรียน ตัวอย่างเช่น กิจกรรม สะเต็มศึกษาเรื่องนั่งร้านจอมพลัง เป็นสถานการณ์ที่สมมุติว่าผู้เรียนเป็นวิศวกรได้รับภารกิจให้ ออกแบบและทดสอบนั่งร้านเพื่อให้ช่างใช้ในงานซ่อมแซมและทาสีอาคารเรียนสูง 3 ชั้น (15 เซนติเมตร) โดย

นั่งร้านที่สร้างขึ้นจะต้องมี 3 ระดับ เพื่อให้ช่างทำงานและนั่งร้านจะต้องมีความ แข็งแรงสามารถรับน้ำหนักที่ชั้นบนสุดได้อย่างน้อย 330 กรัม (ดินน้ำมัน 2 ก้อน) โดยที่นั่งร้านไม่ยุบตัวลง ฉะนั้น องค์ความรู้ที่ใช้ในการบูรณาการเพื่อสร้างชิ้นงานโดยใช้กระบวนการออกแบบทาง วิศวกรรม ประกอบด้วย

1.4.1 องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ได้แก่ แรง ผลของแรงต่อ วัตถุ แรงรับน้ำหนักของวัตถุ

1.4.2 องค์ความรู้ทางเทคโนโลยี ได้แก่ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ สืบค้นข้อมูล

1.4.3 องค์ความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ กระบวนการออกแบบ ทางวิศวกรรม ในการออกแบบและสร้างนั่งร้านตามเงื่อนไขที่กำหนด

1.4.4 องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การคำนวณน้ำหนัก รูปร่างทางเรขาคณิต พื้นที่สมมาตร ทั้งนี้ในการกำหนดสาระความรู้นั้น ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงความรู้เดิมของผู้เรียน การบูรณาการศาสตร์ที่ยากสำหรับความเข้าใจของผู้เรียน คำศัพท์ รวมไปถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นและขัดขวางการเรียนรู้ของผู้เรียน อาทิเช่น การเรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ในบางเนื้อหานั้นมีความเป็นนามธรรมมาก ทำให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) ได้ เช่น แนวคิดเกี่ยวกับคลื่นเสียง การไหลของกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

2. ทักษะกระบวนการ (Process) เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ โดยนำความรู้ทางวิศวกรรม มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ สร้างสรรค์หรือพัฒนาชิ้นงานหรือปรับปรุงระบบต่าง ๆ ที่เป็นความต้องการ ของมนุษย์ วิศวกรจะอาศัยกระบวนการคิดและตัดสินใจอย่างเป็นระบบบนพื้นฐานของการประยุกต์ใช้ความรู้ในด้านต่าง ๆ ตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม โดยใช้แนวปฏิบัติทางวิศวกรรมที่นักวิศวกรใช้ในการออกแบบ สร้างแบบจำลองและระบบ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

2.1 การนิยามปัญหา เพื่อกำหนดเกณฑ์และระบุข้อจำกัดในการแก้ปัญหา โดยเริ่มต้นจากการระบุถึงปัญหาและเงื่อนไขหรือเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เป็นเป้าหมาย

2.2 การพัฒนาและใช้แบบจำลอง การนำเสนอระบบวิศวกรรมซึ่งเป็นตัวแทนของความคิดและการอธิบายโดยใช้คณิตศาสตร์ในการสร้างโมเดล ผู้เรียนร่วมกันระดมความคิด วางแผนและวาดรูปแสดงสิ่งที่จะเกิดขึ้นก่อนการทดลองแก้ปัญหาจริง ซึ่งจะเห็นว่าการที่นักเรียนวาดรูปแสดงอุปกรณ์ได้นั้นต้องผ่านการคิดพิจารณาอย่างเป็นลำดับขั้น เพื่อนำไปสู่การลงมือปฏิบัติ

2.3 ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง ผู้เรียนจะร่วมกันวางแผนและลงมือสืบค้นสำรวจทางวิศวกรรมที่มีการระบุเกี่ยวกับประสิทธิภาพ ความชำนาญและความคงทน

ของการออกแบบภายใต้เงื่อนไขที่ต่างกัน โดยการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาและระดมความคิดเพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมด แล้วจึงวิเคราะห์และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

2.4 วิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล การวิเคราะห์เกี่ยวกับการเลือกข้อมูล ในการทดสอบจากการออกแบบ ซึ่งข้อมูลลักษณะนี้จะช่วยในการเปรียบเทียบในการแก้ปัญหาที่ ต่างกัน และกำหนดหาวิธีการที่ดีและตรงกับเกณฑ์การออกแบบวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดภายใต้เงื่อนไขที่ กำหนด

2.5 ใช้การคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์และการคำนวณเพื่อใช้ในการทำงาน โดยการใช้ตัวเลขในการให้ความหมายหรือเหตุผล เช่น การสร้างแบบจำลองที่เกี่ยวกับการแก้สมการหรือการประมาณการและรวมไปถึงการตระหนัก การแสดงและการนำไปประยุกต์ใช้ในความสัมพันธ์เชิงปริมาณ รูปแบบของคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ช่วยให้นักวิศวกรนำไปใช้ในการพยากรณ์พฤติกรรมของระบบและทดสอบความถูกต้องของการพยากรณ์

2.6 สร้างคำอธิบายและการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาเป็นการแก้ปัญหา อย่างเป็นระบบโดยปัญหาขึ้นอยู่กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และรูปแบบที่เป็นรูปธรรม แต่ละ จุดประสงค์ของผลจากการแก้ปัญหาจากกระบวนการตามเกณฑ์ที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีการอธิบาย เกี่ยวหน้าที่ความเป็นไปได้ทางเทคนิค ราคา ความปลอดภัยและปฏิบัติการตามข้อกำหนดที่ตั้งไว้ ซึ่งทางเลือกที่ดีนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการที่นำเสนอปัญหาที่ตรงตามเกณฑ์และเงื่อนไข

2.7 มีส่วนร่วมในการโต้แย้งจากหลักฐานที่หามาได้โดยใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิดที่มีการให้เหตุผลและการโต้แย้งถูกนำมาใช้เพื่อปกป้องการหาทางออกที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา ใช้วิธีการอย่างเป็นระบบเพื่อเปรียบเทียบแนวทางในการแก้ปัญหา รวมถึงสร้างข้อโต้แย้งและสามารถ วิพากษ์การให้เหตุผลของผู้อื่นซึ่งเป็นคุณลักษณะอย่างหนึ่งของการเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา

2.8 การสืบค้น การประเมิน และการสื่อสารข้อมูล เป็นการสื่อสาร อย่างชัดเจนและการโน้มน้าวความคิด มีการวิพากย์และสื่อสารแนวคิดของบุคคลหรือกลุ่มบุคคล การมองหาและนำเสนอระเบียบวิธีในการให้เหตุผล โดยการสื่อสารข้อมูลและแนวคิดสามารถมีได้ หลายแนวทาง ซึ่งอาจจะเป็นการใช้ตาราง ไดอะแกรม กราฟ แบบจำลองและสัญลักษณ์ตลอดจน การน าเสนอในการเขียนและการอภิปราย ใช้ข้อมูลจากหลายแหล่งเพื่อใช้ในการประเมินความถูกต้อง ของข้อกล่าวอ้าง วิธีการและการออกแบบ

3. จิตพิสัย (Attitude) เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นภายในใจเกี่ยวกับความรู้สึก อารมณ์และจิตใจของบุคคล เช่น ความสนใจ ความซาบซึ้ง เจตคติค่านิยม ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึง การประเมินผลการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยมีรูปแบบการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่

ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ ซึ่งจากที่ได้กล่าว มาแล้วว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะเป็นการบูรณาการความรู้ทักษะกระบวนการ ทั้ง 4 ศาสตร์ที่มีเนื้อหาสาระสัมพันธ์เกี่ยวข้องเข้าด้วยกัน จึงทำให้เห็นถึงธรรมชาติของความรู้และ ทักษะกระบวนการของแต่ละศาสตร์ที่แตกต่างกันสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมที่พึง ประสงค์ได้ และที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติโดยใช้ทักษะและกระบวนการที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาตามแนวปฏิบัติทางวิศวกรรมที่นักวิศวกรใช้ในการออกแบบ สร้างแบบจำลองและระบบซึ่งอยู่บนพื้นฐานของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้รวมทั้งการร่วมมือ การทำงาน ดังนั้นการวางแผนเพื่อกำหนดพฤติกรรมที่จะให้เกิดกับผู้เรียนจำเป็นจะต้อง สอดคล้องกับความรู้ทักษะและกระบวนการของแต่ละวิชาที่นำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในเรื่องหรือ กิจกรรมนั้นด้วย อีกทั้งผู้สอนจะต้องพิจารณาถึงระดับของพฤติกรรมที่จะให้เกิดกับผู้เรียนในกิจกรรม การเรียนรู้นั้น ได้แก่การรับรู้ การตอบสนอง การสร้างคุณค่า การจัดระบบคุณค่า และการสร้าง ลักษณะนิสัย และที่สำคัญพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนนี้จะต้องสังเกต และวัดได้ซึ่งสามารถ ใช้วิธีการบันทึกการสังเกต สัมภาษณ์การสอบถาม แบบวัดเชิงสถานการณ์

4. กระบวนการเรียนรู้ สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางในการจัดการศึกษาเพื่อกระตุ้น ให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การบูรณาการการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเน้นการนำความรู้ ไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตจริงเพื่อให้มีความหมายต่อผู้เรียน รวมทั้งเพื่อให้สามารถพัฒนา กระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต โดยลักษณะของการการจัดการเรียนการสอนที่สัมพันธ์กับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาที่มุ่งเน้นให้ ผู้เรียนลงมือทำ ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของการสอน โดยรูปแบบการสอนอาจเป็นการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-base approach) หรือการสืบเสาะ (Inquiry-base learning) ก็ได้ นอกจากนี้แล้ว ผู้สอนยังจะต้องคำนึงถึงการจัดหาแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และวัสดุ อุปกรณ์ให้เพียงพอต่อการปฏิบัติงาน/กิจกรรม รวมทั้งให้โอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและเรียนรู้ด้วยตนเอง

5. การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งในส่วนของความรู้ด้านนี้ครูจะต้องรู้ว่าควร จะวัดอะไรและวัดอย่างไรเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ในการวัดและประเมินผลนั้น ผู้สอนจะต้องพิจารณาใน 2 ประเด็น ประเด็นแรก คือ ในมิติของการประเมินการรู้สะเต็ม (STEM literacy) ตามเป้าหมายของสะเต็มศึกษาที่ต้องการให้ผู้เรียนสามารถใช้แนวคิดจากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ทั้งส่วนที่เป็นทักษะ แนวคิด และกระบวนการ เพื่อทำความเข้าใจปัญหาที่ซับซ้อน ซึ่งมิติเหล่านี้มีสำคัญมากในการประเมินผลการเรียนสะเต็มศึกษา ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูจะต้องรู้ว่ามิติในด้านใดหรือคุณลักษณะใดที่ครูควรจะประเมินในหน่วยการเรียนรู้นั้น ประการที่สอง

วิธีประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนที่สอดคล้องกับมิติของการประเมิน รวมถึงเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน กระบวนการเฉพาะที่ใช้ในการประเมินวิธีการหรือกิจกรรมต่าง ๆ โดยคำนึงถึงช่วงเวลาในการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งก่อน ระหว่างและหลังการสอน ตลอดจนการประเมินที่หลากหลาย เช่น การประเมินชิ้นงาน การประเมินการนำเสนอ การสะท้อนความคิด การเขียนรายงาน ใบงาน เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของกิจกรรมจะต้องสอดคล้องกับเป้าหมายของการสอน กล่าวโดยสรุป แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการสอนที่แสดงให้ เห็นถึงการเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผ่านการ ปฏิบัติกิจกรรมการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ครูออกแบบขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ให้กับผู้เรียนเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

แนวทางการนำสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

National Research Council (NRC.) (2012) ในการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาจะเริ่มต้นจากการกำหนดประเด็นในการศึกษาแล้วพิจารณาเลือกตัวชี้วัดของแต่ละกลุ่มรายวิชาทางด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ว่ามีตัวชี้วัดใดบ้างที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมแบบบูรณาการร่วมกันได้ ผนวกกับแนวคิดการออกแบบทางวิศวกรรม จากนั้นใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ในการดำเนินกิจกรรม ในการน ากิจกรรมสะเต็มศึกษาเข้าไปสู่ชั้นเรียนนั้น ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงบริบทต่าง ๆ ของผู้เรียน เช่น ความเหมาะสมของกิจกรรมกับวัย ระดับชั้นของผู้เรียน ความรู้เดิมของผู้เรียน เป็นต้น การนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน สามารถดำเนินการได้ 3 แนวทาง ได้แก่

1. การจัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในคาบเรียน เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบหนึ่ง โดยจัดการเรียนการสอนที่มีการผสมผสานหรือสอดแทรกแนวคิดหลักของสะเต็มศึกษา เข้าไปในแต่ละแผนการสอนปกติตามหลักสูตร เช่น แผนการสอนเรื่องแรงระหว่างประจุตามกฎของคูลอมบ์ ผู้สอนอาจจะเสริมส่วนของการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ กระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม และ/หรือเทคโนโลยีเข้าไป เพื่อให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์บางส่วนของกิจกรรมการศึกษา ตัวอย่างในการบูรณาการ เช่น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้านวิศวกรรมศาสตร์เกี่ยวกับ การออกแบบและเลือกใช้วัสดุเข้าไปในการสร้างชุดการทดลองของแรงระหว่างประจุตามกฎของ คูลอมบ์ หรือเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดทักษะด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการใช้โปรแกรม Microsoft Excel สำหรับนำมาใช้ในการทดลองแรงระหว่างประจุตามกฎของคูลอมบ์ แต่อย่างไรก็ตามในกรณีที่ผู้สอนมี ความประสงค์จะให้แนวคิดของสะเต็มสมบูรณ์ อาจทำได้โดยการแยกแนวคิดและแนวทางการจัดการ เรียนการสอนสะเต็มให้ปรากฏในแผนการสอนต่าง ๆ จนครบสมบูรณ์ คล้ายกับการต่อจิ๊กซอว์ ซึ่งข้อดีของการจัดการเรียนรู้แนวทางนี้ คือผู้เรียนได้มีโอกาสในการสร้างองค์ความรู้ที่ได้รับจากบทเรียนนั้น ๆ

อย่างทันทีทันใด แต่ข้อด้อยคือการจัดการเรียนรู้นี้อาจจะขาดความเชื่อมโยงและบูรณาการ ที่ชัดเจนนัก

2. การจัดกิจกรรมที่มีการวางแผนตามหลักสูตร เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยผู้สอนวางแผนการสอนที่มีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสาระวิชาต่าง ๆ และเชื่อมโยงตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องเรียนในหนึ่งภาคการศึกษาซึ่งเป็นการบูรณาการรวมไปในหลักสูตร อาจทำในรูปแบบของกลุ่มผู้สอน กำหนดช่วงเวลาที่เหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สะเต็มศึกษาโดยเชื่อมโยงกับความรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วในภาคเรียนนั้น ๆ ทั้งนี้ช่วงเวลา การจัดการเรียนรู้สามารถเป็นช่วงเวลาใดระหว่างภาคการศึกษาก็ได้ ตัวอย่างเช่น Project Lead the Way (PLTW) ซึ่งเป็นโครงการที่จัดขึ้นในสหรัฐอเมริกา เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากการ เรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง ตัวอย่างเช่น ครูวิทยาศาสตร์และครูคณิตศาสตร์ร่วมกันวางแผน โดยวิเคราะห์ตัวชี้วัดที่ผู้เรียนต้องเรียนในภาคเรียนนั้น โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เชื่อมโยง เนื้อหาส่วนที่ผู้เรียนได้เรียนได้แล้วทั้งสองสาระวิชา จากโจทย์ปัญหากิจกรรมเดียวกัน ตัวอย่างเช่น Project Lead the Way (PLTW) อย่างเช่น ตัวอย่างกิจกรรมที่เน้นทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ในประเด็นที่เกี่ยวกับการสำรวจพื้นที่ของน้ำสะอาดให้กับชุมชน หน้าที่ของวิศวกรก็จะหาวิธีการแก้ไข ปัญหาเร่งด่วน ซึ่งแนวทางการเรียนรู้ตาม PLTW นี้จะช่วยให้ผู้เรียนก้าวเข้าสู่บทบาทของวิศวกร นำความคิดมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยที่หลักสูตรของโปรแกรมผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้โลกแห่ง ความจริง มีความท้าทาย ส่งเสริมให้ผู้เรียนผู้ทำงานร่วมกันได้ดีขึ้น เป็นนักคิด ผู้เรียนสามารถใช้เวลา ได้ตามความต้องการจากหลักสูตรนี้ ข้อดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางนี้ คือผู้เรียนมีโอกาสได้รับประสบการณ์ในการบูรณาการความรู้และทักษะที่ชัดเจน ข้อด้อย คือ ความยุ่งยากในการจัดการและการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพราะบางกรณีอาจจะต้องกระทำร่วมกันหลายฝ่าย การวางแผนล่วงหน้าที่ต้องเป็นการลำดับที่ชัดเจนไม่ค่อยมีความยืดหยุ่น

3. การจัดกิจกรรมนอกหลักสูตร ซึ่งเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถจัดเป็นกิจกรรมในหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ อาจจะจัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรี หรือจัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกชั้นเรียน หรือกิจกรรมลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ซึ่งเป็นนโยบายของ กระทรวงศึกษาธิการ โดยที่กิจกรรมสะเต็มศึกษานั้นเป็นกิจกรรมที่เน้นการบูรณาการองค์ความรู้ใน ศาสตร์ผ่านการทำกิจกรรมโครงงาน การแก้ปัญหาหนึ่งๆโดยผู้เรียนมีอิสระในการทำกิจกรรม แต่อยู่บนพื้นฐานของโจทย์ปัญหาที่ครูผู้สอนวางแนวทาง และกำหนดให้ ตัวอย่างเช่น ท าโครงการลด ขยะมูลฝอย ซึ่งครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด ลงมือ อภิปราย และปรับปรุงแนวทางของกิจกรรม ทั้งหมดด้วยตัวผู้เรียนเอง ขณะที่ผู้สอนพยายามชี้ให้เห็นความสำคัญหรือตัวตนของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีในกิจกรรมเหล่านั้น ข้อดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางนี้ คือผู้เรียนจะได้ฝึกปฏิบัติ และลงมือทำ โดยได้บูรณาการองค์ความรู้และทักษะอย่าง เข้มข้นโดยเชื่อมโยง

กับชีวิตจริง แต่ข้อด้อย คือ กิจกรรมตามแนวทางนี้ต้องการเวลามาก และต่อเนื่อง ยาวนาน เนื่องจากผู้สอนต้องเตรียมตัวในการจัดการเรียนการสอนที่ซับซ้อน และทุ่มเทเวลามากใน การให้คำปรึกษาแก่นักเรียน สรุปจากความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นเป็นการบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพที่ได้รับประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติจริง โดยได้มีการผนวกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีให้กับผู้เรียนได้มีโอกาสนำความรู้นั้นมาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ฉะนั้นครูผู้สอนควรจะต้องตระหนักเกี่ยวกับการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาให้เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียนอันจะส่งผลให้ได้รับการพัฒนาทักษะการคิด การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การแก้ปัญหา และการสื่อสาร โดยอนาคต การบูรณาการสะเต็มศึกษาอาจกระทำได้หลายลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งวิธีการเหล่านี้สามารถส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงในเรื่อง 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ครูกำลังมองหา และ 2) การส่งเสริมผู้เรียนและเตรียมผู้เรียนสู่อาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

แบบบันทึกการนิเทศการจัดการเรียนรู้ วงรอบที่.....
ประกอบโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู
ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2

คำชี้แจง

1. แบบบันทึกการนิเทศการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ ใช้สำหรับบันทึกผลการนิเทศการจัดการเรียนรู้ของครู ซึ่งเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ประกอบด้วยรายละเอียดการนิเทศ 6 ตอน ดังนี้

1.1 ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของการนิเทศ จำนวน 4 ข้อ ประกอบด้วย ข้อมูลผู้ให้การนิเทศ ผู้รับการนิเทศ วันที่นิเทศ ครั้งที่นิเทศและหน่วยการเรียนรู้ที่นิเทศ

1.2 ตอนที่ 2 การนิเทศการจัดการเรียนรู้ด้านกายภาพและพฤติกรรมเบื้องต้น

1.3 ตอนที่ 3 การสังเกตการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

1.4 ตอนที่ 4 ปัญหา อุปสรรค วิธีแก้ไข หรือวิธีปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2. การนิเทศการจัดการเรียนรู้ จะทำการนิเทศ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 คือ การนิเทศหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ครบ 4 สัปดาห์ และครั้งที่ 2 คือ การนิเทศหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ครบ 3 สัปดาห์ โดยมีขั้นตอนการนิเทศ ดังนี้

2.1 การประชุมทำความเข้าใจก่อนการนิเทศ

2.2 นิเทศการจัดการเรียนรู้ และสรุปผลการนิเทศ ในการนิเทศภายในแต่ละครั้ง จะมีการสรุปผลการนิเทศหลังจากการนิเทศเสร็จสิ้น เพื่อร่วมกันวิเคราะห์ประเด็นที่ต้องพัฒนา หรือปัญหาอุปสรรคที่พบ เพื่อนำกลับไปศึกษาค้นคว้าความรู้ที่จะนำมาพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาต่อไป

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของการนิเทศ

คำชี้แจง โปรดกรอกข้อมูลพื้นฐานของการนิเทศ

1. ผู้ให้การนิเทศ .....
.....
2. ผู้รับการนิเทศ .....
3. วันที่นิเทศภายใน .....
4. การนิเทศภายใน วงรอบที่..... หน่วยการเรียนรู้.....

ตอนที่ 2 การนิเทศการจัดการเรียนรู้ด้านกายภาพและพฤติกรรมเบื้องต้น

คำชี้แจง โปรดพิจารณารายการนิเทศ และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องผลการปฏิบัติ ตามความเป็นจริงที่ปรากฏ และให้ข้อสังเกตเพื่อการปรับปรุงสำหรับแต่ละรายการ ในช่องข้อสังเกต (ถ้ามี) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนการปฏิบัติ ดังนี้

ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง มีการปฏิบัติหรือมีคุณภาพ ในระดับน้อย
ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง มีการปฏิบัติหรือมีคุณภาพ ในระดับปานกลาง
ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง มีการปฏิบัติหรือมีคุณภาพ ในระดับมาก
ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง มีการปฏิบัติหรือมีคุณภาพ ในระดับมากที่สุด

รายการนิเทศ	ผลการปฏิบัติ				ข้อสังเกต
	4	3	2	1	
ด้านการจัดบรรยากาศในชั้นเรียน					
1. ความเหมาะสมของสถานที่ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
2. ความเหมาะสมของการจัดสถานที่ เพื่อให้สะดวกและสอดคล้องกับการปฏิบัติการเรียนรู้					
3. วัสดุ อุปกรณ์ มีเพียงพอและพร้อมสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
4. การรักษาความปลอดภัยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
5. การปฏิบัติตามมาตรการควบคุมและป้องกันโรคเนื่องสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19					

รายการนิเทศ	ผลการปฏิบัติ				ข้อสังเกต
	4	3	2	1	
ด้านครูผู้สอน					
1. การแต่งกาย และบุคลิกภาพเหมาะสม					
2. ครูมีความพร้อมสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
3. ครูมีความพร้อมสำหรับการวัดและประเมินผลผู้เรียน					
4. ครูสามารถจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนได้อย่างราบรื่น					
5. ครูสามารถบริหารจัดการชั้นเรียน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสม					
ด้านพฤติกรรมผู้เรียน					
1. การแต่งกายเรียบร้อย					
2. กิริยา มารยาท สุภาพ เรียบร้อย					
3. สนใจและให้ความร่วมมือในการเรียน					
4. เรียนรู้และทำงานที่มอบหมายร่วมกับเพื่อนๆ ได้					

รายการนิเทศ	ผลการปฏิบัติ				ข้อสังเกต
	4	3	2	1	
5. กล้าแสดงความคิดเห็น และรู้จักรับฟังผู้อื่น					

ข้อสังเกตเพิ่มเติม (ถ้ามี) .....
.....
.....
.....
.....
.....

ตอนที่ 3 การสังเกตการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

คำชี้แจง โปรดพิจารณารายการนิเทศ และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องผลการปฏิบัติ ตามความเป็นจริงที่ปรากฏ และให้ข้อสังเกตเพื่อการปรับปรุงสำหรับแต่ละรายการ ในช่องข้อสังเกต (ถ้ามี) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนการปฏิบัติ ดังนี้

ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง มีการปฏิบัติหรือมีคุณภาพ ในระดับน้อย
ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง มีการปฏิบัติหรือมีคุณภาพ ในระดับปานกลาง
ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง มีการปฏิบัติหรือมีคุณภาพ ในระดับมาก
ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง มีการปฏิบัติหรือมีคุณภาพ ในระดับมากที่สุด

รายการนิเทศ	ผลการปฏิบัติ				ข้อสังเกต
	4	3	2	1	
การเตรียมความพร้อม					
1. มีแผนการจัดการเรียนรู้ เอกสารประกอบหรือใบความรู้ ใบงาน และสื่อการสอนต่าง ๆ พร้อมสำหรับการจัดการเรียนรู้					
2. มีการจัดเตรียมสื่อ วัสดุ อุปกรณ์พร้อมสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา					
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน					
1. การนำเข้าสู่บทเรียนกระตุ้นให้เกิดความสนใจ					
2. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกับเนื้อหาบทเรียน					
ขั้นตอนการสอน					
1. ดำเนินการสอนสอดคล้องตามแผนการจัดการเรียนรู้					
2. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ และสร้างความรู้ด้วยตนเอง					
3. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้และทักษะ ทั้ง 4 ด้าน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา					
4. กิจกรรมการเรียนรู้เสริมสร้างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ให้แก่ผู้เรียน					

รายการนิเทศ	ผลการปฏิบัติ				ข้อสังเกต
	4	3	2	1	
5. ใช้เทคโนโลยี สื่อการสอน และแหล่งข้อมูลเหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
6. กิจกรรมการเรียนรู้เอื้อให้ผู้เรียนได้ระบุปัญหาวิเคราะห์สถานการณ์					
7. กิจกรรมการเรียนรู้เอื้อให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้					
8. กิจกรรมการเรียนรู้เอื้อให้ผู้เรียนได้สืบค้น รวบรวมข้อมูล และพิจารณาเลือกใช้ข้อมูลได้อย่างเหมาะสม					
9. กิจกรรมการเรียนรู้เอื้อให้ผู้เรียนได้สื่อสารแลกเปลี่ยนแนวคิดในการทำกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม					
10. มีกระบวนการตรวจสอบความรู้และกระบวนการในการปฏิบัติของผู้เรียน					
ขั้นสรุปบทเรียน					
1. มีการทบทวนและสรุปความรู้ ให้ผู้เรียนเข้าใจ					
2. มีการสรุปต่อยอดจากความรู้ที่ได้รับ เพื่ออบรมนักเรียนให้สามารถนำความรู้และทักษะไปใช้ต่อไป					

ข้อสังเกตเพิ่มเติม (ถ้ามี).....

.....

ตอนที่ 4 ปัญหา อุปสรรค วิธีแก้ไข หรือวิธีปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

คำชี้แจง ครูสามารถแจ้งปัญหา อุปสรรคที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีแก้ไขที่ใช้ และสามารถแลกเปลี่ยนวิธีปฏิบัติที่ดีด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ร่วมกับผู้ให้การนิเทศ และเพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูล สำหรับการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาต่อไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบบันทึกการประชุม ครั้งที่.....

เรื่อง/กิจกรรม.....

วันที่..... เวลา.....น. สถานที่.....

ผู้มาประชุม

.....

.....

.....

.....

.....

ผู้ไม่มาประชุม

.....

.....

บันทึกการประชุมเชิงปฏิบัติการ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พหุน ปญฺ ฅโต ชีว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปมติที่ประชุม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้บันทึกการประชุม

(.....)

บรรณานุกรม

กระทรวงการคลัง. (2553). *รายงานเรื่องต้นแบบสมรรถนะของสำนักงานปลัดกระทรวงการคลัง*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

_____. (2546). *คู่มือการบริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐานที่เป็นนิติบุคคล*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

_____. (2553). *แนวทางการนำจุดเน้นการพัฒนาผู้เรียนสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: องค์การค้ารับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

_____. (2553). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กัญญา ชัยรัตน์. (2552). *กลวิธีการสอน*. [ออนไลน์]. ได้จาก : http://webcache.googleusercontent.com/. [สืบค้นเมื่อ วันที่ 12 พฤษภาคม 2564].

กาญจนา จันทะโยธา (2560). *การพัฒนาโปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ สำหรับสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

กิติมา ปรีดีดิลก. (2532). *กระบวนการบริหารและการนิเทศการศึกษาเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: อักษรบัณฑิต.

กิรติ ยศยิ่งยง. (2549). *การจัดการความรู้ในองค์การและกรณีศึกษา*. กรุงเทพฯ: มิสเตอร์ ก็อปปี้ (ประเทศไทย) จำกัด.

ขจรเดช บุตรพรม. (2557). *สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรูในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. (2559). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

คมกริช ภูคงกิ่ง (2560). *การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

จำรัส อินทลาภาพร; และคนอื่น ๆ . (2558, มกราคม-เมษายน). *การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา . Veridian E-Journal, Silpakorn University.*

จำรัส อินทลาภาพร. (2558). *การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เพื่อสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับครูประถมศึกษา.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรนครินทรวิโรฒ.

จำรัส อินทลาภาพร.(2558). *การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับครูระดับประถมศึกษา*. ปริญญานิพนธ์ ปร.ด.(การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ .

จิรประภา อัครบวร. (2549). *สร้างคนสร้างผลงาน*. กรุงเทพ: ก.พลการพิมพ์ (1996). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เฉลิมพล สุปัญญาบุตร. (2562). การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชัยนาท พลอยบุตร (2559). *การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ สำหรับสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชุติมา วิชัยดิษฐ และชาตรี ฝ่ายคำตา. (2561). การสำรวจมุมมองการสอนสะเต็มศึกษาของนิสิตครูวิทยาศาสตร์. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 11(3), 165-174.

ชุมศักดิ์ อินทร์รักษ์. (2546). *การบริหารงานวิชาการ*. พิมพ์ครั้งที่ 2. ปัตตานี: สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต ปัตตานี.

ชูชัย สมิทธิไกร. (2552). *การสรรหาคัดเลือกและการประเมินผลการปฏิบัติงานของบุคลากร*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : วี.พริ้นท์ (1991).

ฐิติพัฒน์ พิชญธาดาพงศ์. (2549). “ยุทธวิธีการใช้ระบบสมรรถนะในการบริหารทรัพยากรมนุษย์เพื่อผลักดันองค์การสู่ความเป็นเลิศเหนือคู่แข่ง Competency-Based Human Resource Management in Practice,” *วารสารดำรงราชานุภาพ*.

ณรงค์วิทย์ แสนทอง. (2547). *มารู้จัก COMPETENCY กันเถอะ*. กรุงเทพฯ : เอชอาร์ เซ็นเตอร์.

ดนัย เทียนพุฒ. (2545). *การออกแบบและการพัฒนาความรู้ในองค์กรโดยมืออาชีพเพื่อมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ. ได้จาก: https://www.gotoknow.org/posts.17754. [สืบค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2561].

ถนอมจิตต์ ขุททะกะพันธ์. (2546). *การประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนาความรู้และทักษะของคณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ในเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิพวรรณ ประเสริฐอำไพสกุล. (2544). *การเปรียบเทียบผลการประเมินความต้องการจำเป็นและการยอมรับในผลการประเมินของครูคณิตศาสตร์ระหว่างการประเมินความต้องการจำเป็นแบบมีส่วนร่วมและไม่มีส่วนร่วม*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิวัตถ์ มณีโชติ. (2549). *การวัดและประเมิน ผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

ทิศนา แขมมณี. (2548). *ศาสตร์การสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ด่านสุทธา.

เทอดชัย บัวผาย. (2560). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่บูรณาการสู่การเรียนการสอนในระดับบัณฑิตศึกษา. *การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, 4(1), 174-183.

ธีระ รุญเจริญ. (2546). *การบริหารโรงเรียนในยุคปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: แอลทีเพรส จำกัด.

ธำรง บัวศรี. (2542). *ทฤษฎีหลักสูตร : การออกแบบการเรียนและการพัฒนา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ธนธัช.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2545). *กระบวนการปฏิรูปเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้: การประเมินและการประกัน*. กรุงเทพฯ : วี ที ซี คอมมิวนิเคชัน.

นัสรินทร์ บือซา. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2545). *การประเมินการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แนวคิดและวิธีการ*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.

บรรยงค์ โตจินดา. (2543). *การบริหารงานบุคคล*. กรุงเทพฯ : อมรการพิมพ์.

ปภาวดี ประจักษ์ศุภนิติ และกิ่งพร ทองใบ. (2544). *การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในองค์กร*. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ปรัชญา เวสารัชช์. (2546). *หลักการจัดการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สานักงานปฏิรูปการศึกษา.

ปานจันทร์ โหทอง. (2542). *การเปรียบเทียบผลการประเมินความต้องการจาเป็นในการจัดการเรียนแบบเรียนร่วม ระหว่างเทคนิคสตอรี่บอร์ดแบบเดิมและแบบปรับปรุง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปิยนันท์ สวัสดิ์ศฤงฆาร. (2563). *สารานุกรมการบริหารและการจัดการ 70-20-10 Rule สัดส่วนการเรียนรู้แบบผสมผสาน. สืบค้นเมื่อ มกราคม 2564. จาก https://drpiyanan.com/2018/11/19/702010/.*

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2544). *การบริหารงานวิชาการ*. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริม

พชรวิทย์ จันทรศิริสิร. (2554). *การพัฒนาสมรรถนะทางการบริหาร*. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พระมหาบุญนา ฐานวีโร ประทุมชาติ. (2560). วิธีการสอนคิดอย่างมีความสุข. *วารสารศึกษาศาสตร์มมร.*, 5(1), 17-40.

พวงแก้ว กิจธรรม. (2552). *การดำเนินงานด้านการจัดการศึกษาสำหรับคนพิการ โดยกระทรวงศึกษาธิการ*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิพัฒนาคนพิการไทย.

พศิน แตงจวง. (2558). *รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะบุคลากรทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

เพ็ญจันทร์ แสนประสาน และคณะ. (2547). *Quality in Nursing and Learning Organization*. กรุงเทพฯ : ฝ่ายการพยาบาลโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์.

ภูมิชนะ เกิดพงษ์. (2559). *การวัดผลกับการประเมินผล*. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริม.

มยุรีย์ เขียวฉะอ้อน. (2541). *การประเมินความต้องการจำเป็นด้านทักษะพื้นฐานของครูอนุบาลโดยใช้การวิเคราะห์งาน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ยนต์ ชุ่มจิต. (2535). *ความเป็นครู*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ยุวลี โพยนอก. (2559). *การพัฒนาโปรแกรมครูผู้ช่วยด้านการจัดการเรียนรู้ ในสถานศึกษา สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

รสริน พันธุ. (2562). *รูปแบบการพัฒนาผู้นำครูสะเต็มศึกษาสำหรับสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 2*. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาผู้นำทางการศึกษาและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

วรกันยา แก้วกลม. (2560). *สภาพปัจจุบันปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วรนิษฐา เลขนอก (2559). *โปรแกรมการพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ สำหรับสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6.* วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วศิณีย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2560). เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา) (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิเชียร วิทยอุดม. (2550). *ภาวะผู้นำฉบับก้าวล้ำยุค.* พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ธีระฟิล์มและไซเท็กซ.

วีระชัย จิวะชาติ. (2555). *แนวทางการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาแนวใหม่*. [ออนไลน์]. ได้จาก: https://www.gotoknow.org/posts/17754.[สืบค้นเมื่อ วันที่ 15 สิงหาคม 2561].

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2558).มาตรฐานสะเต็มศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัท ซัคเซสพับลิเคชัน จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2557). *คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สมนึก นนทิจันทร์. (2544). *การบริหารการศึกษา*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. (2544). *วิธีวิทยาการประเมินทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง

สมาน อัศวภูมิ. (2537). *รายงานการวิจัยเรื่องการบริหารและการจัดการศึกษาของพื้นที่การศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศอังกฤษ.* กรุงเทพฯ: อัมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง.

สะเต็มศึกษาประเทศไทย. (2557). *เครือข่ายสะเต็ม*. ออนไลน์ สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ตุลาคม 2563, http://www.stemedthailand.org

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2. (2563). *ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน*. กาฬสินธุ์ : สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2.

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2. (2562). *รายงานผลการดำเนินงานประจำปีงบประมาณ 2562*. กาฬสินธุ์: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2.

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน. (2553). *สมรรถนะ.* [ออนไลน์]. ได้จาก: http: //www.ocsc.go.th/reform/.pdf [สืบค้นเมื่อ วันที่ 8 พฤษภาคม 2563].

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน. (2557). *การปรับใช้สมรรถนะในการบริหารทรัพยากรมนุษย์*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://ocs.go.th/veform/PDF/conpetency.pdf [สืบค้นเมื่อ วันที่ 8 พฤษภาคม 2563].

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2550). *รายงานการวิจัย เรื่อง ความต้องการในการพัฒนาครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

_____. (2552). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา.

_____. (2553). *คู่มือการประเมินสมรรถนะครู*. กรุงเทพฯ: สำนักพัฒนาครู และบุคลากรทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

_____. (2561). *คู่มือการประเมินสมรรถนะครู*. กรุงเทพฯ: สำนักพัฒนาครู และบุคลากรทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2550*). การดำเนินการกำหนดนโยบาย*. กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558, เมษายน-มิถุนายน). สะเต็มศึกษา STEM Education. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 17 : 2.

สุดารัตน์ ขวัญบาง. (2560). *โปรแกรมพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์สังกัดสานักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 2*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุทัศน์ นำพูลสุขสันต์. (2546). *ความสำคัญและประโยชน์ของสมรรถนะ*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สุธรรม ธรรมทัศนานนท์. (2554). *หลักการ ทฤษฎี และแนวปฏิบัติทางการบริหารการศึกษา*. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุธีระ ประเสริฐสรรพ์. (2558). สะเต็มศึกษา : ความท้าทายใหม่ของการศึกษาไทย. สงขลา : นำศิลป์โฆษณา.

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. (2557, มกราคม-กุมภาพันธ์). *สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*.นิตยสาร สสวท. 42 : 186.

สุมิตรา พงศธร. (2550). สรุปเรื่องของหลักสูตร. *สภาการศึกษาคาทอลิกแห่งประเทศไทย*, 2(79), 15-23, กุมภาพันธ์-เมษายน.

สุวิชา วิริยมานุวงษ์. (2557). *การวิจัยและพัฒนารูปแบบการมีส่วนร่วมของสถานศึกษากับชุมชนในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์.

สุวิมล ว่องวาณิช. (2544). *การสังเคราะห์เทคนิคที่ใช้ในการประเมินความต้องการจำเป็นในนิสิตคณะครุศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิมล ว่องวาณิช.. (2548). *การวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น=Needs Assessment Research.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อติกานต์ โชติสวัสดิ์. (2560). *โปรแกรมการจัดการความรู้ของครูด้านการจัดการเรียนรู้สำหรับสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 24*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อนุศร หงษ์ขุนทด. (2558). *ความรู้ในวิธีการสอนผนวกเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Knowledge: TPK)*. [ออนไลน์]. ได้จาก https://pitcforteach.blogspot.com/2015/06/tpack-model-3.html. [สืบค้นเมื่อ วันที่ 3 พฤษภาคม 2564].

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2557). *สะเต็มศึกษา (STEM Education)*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

อมรชัย ตันติเวธ. (2536). *ประมวลสาระชุดวิชาการบริหารสถานศึกษาปฐมวัย หน่วยงาน 1-4*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

อรุโณทัย ระหา (2560). *การพัฒนาโปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อานนท์ ศักดิ์วรวิชญ์. (2547). “*แนวความคิดเรื่องสมรรถนะ (Competency)* : เรื่องเก่าที่เรายังหลงทาง”. *จุฬาลงกรณ์วารสาร*.

อาภรณ์ ภู่วิทยพันธุ์. (2547). *กลยุทธ์การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์.* กรุงเทพฯ : เอชอาร์เซ็นเตอร์.

อาภรณ์ ภู่วิทยพันธุ์. (2548). *Human Resource Management and Development Case Study*. กรุงเทพ : เอชอาร์เซ็นเตอร์.

อุดมลักษณ์ สรโยธิน. (2560). *การพัฒนาตัวบ่งชี้สำหรับการประเมินการจัดการเรียนรู้ของครูตามแนวทางสะเต็มศึกษา*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพ มนุษย์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรนครินทรวิโรฒ .

อุ่นตา นพคุณ. (2546). *กรอบแนวความคิดการพัฒนาโปรแกรมอย่างมีส่วนร่วมทางการศึกษานอกระบบโรงเรียน*. กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์.

Anila Asghar , Roni Ellington et al.(2012).*Supporting STEM Education in Secondary Science Contexts.The Interdisciplinary* Journal of Problem-based Learning , 6(2),85-126.

Angelo, T.A. (1991). *Classroom Assessment Techniques : A handbook for College Teacher*. California : Jossey-Bass.

Barr, M.J. and L.A. Keating. (1990). *Developing Effective Student Services Programs: Systematic Approaches for Practitioners.* San Francisco, CA: Jossey Bass.

Bickman, L. (1987). *Using Program Theory in Evaluation.* San Francisco: Jossey-bass.

Boone, Edgar I. (1992). *Developing Programmer in Adult Education*. New Jersey: Practice Hall.

Brophy, J. (1992). Probing the Subtleties of Subject-Matter Teaching. *Educational Leadership*, 49(7), 4-8.

Bybee, R.W. (2010). Advancing STEM Education : A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70, 30-35.

Caffarella, Rosemarys. (2002). *Planning Program for Adult Learner: a Practice Guide for Educators, Trainner and Staff Developer*. San Francisco: Jossey-Bass Plublisher.

Carolyn Barratt and others. (2013). *How to Develop a Training Program on the Job*. [Online]. Available from: http://www.wikihow.com/Develop-a-Training-Program-on-the-Jop [accessed 12 January 2018].

Chuang , S. Y.(2009). *A study of developing project-based STEM learning activity. Unpublished master thesis , National Kaohsiung Normal University, Kaohsiung, Taiwan.*

Dillivan, K. D. and M.N. Dillivan. (2014). Student interest in STEM disciplines : Results from a summer day camp. *Journal of Extension*, 52(1), 1-12.

Geddis, A. N. (1993). Transforming Content Knowledge: Learning to Teach about Isotopes. *Science Education*, 77, 575-591.

Glen Hass. (1980). *Curriculum Planning : A New Approach*. Boston : Allyn and Bacon

Good, C.V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill.

Grossman, F.K. (1992). Risk and Resilience in young Adolescent. *Journal of Youth and Adolescent*, 21, 259-550.

Han, S., Capraro, R. and M.M. Capraro. (2014). How science, technology, engineering and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently : The Impact of Student Factors on Achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(2), 112-115.

Houle, C. (1996). *The Design of Education*. San Francisco: Jossey-Bass Publisher.

Rylatt, A. and K. Lohan. (1995). *Creating Training Miracle.* Sydney: Prentice Hall.

Magnusson, D. (1999). *Holistic Interactionism: A perspective for Research on Personality Development*. New York : Guilford Press.

Magnusson, S, Krajcik, J. and H. Borko. (1999). *Examining Pedagogical Content Knowledge : The Construct and its Implications for Science Education*. Netherlands : Kluwer Academic.

National Research Council (NRC). (2012). *A Framework for K-12 Science Education : Practices, Crosscutting Concepts, and Core Idea. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education*. Washington, DC : The National Academies Press.

Scheirer, M. A. (1987). Program theory and implementation: Implications for Evaluators. *The International Encyclopedia of Educational Evaluation*, 33, 5-18.

Scott, C. (2012). An investigation of science, technology, engineering, and math (STEM) focused high schools in the US. *Journal of STEM education Innovations and Research,* 13(5), 30-39.

Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching : Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1–22.

Sparks, D. and Loucks-Horsley, S. (1989). Five models of staff development for Teachers. *Journal of Staff Development*, 10(4), 40-57.

Spencer, L.M. and S.M. Spencer. (1993). *Competence at Work: Models for Superiors Performaner*. New York: John Wiley & Sons.

STEM Education Thailand. (2014). *Why should be STEM education?*. [online]. Available from : http://www.stemedthailand.org/?stemnode=1253. [accessed 12 December 2018].

Stoops, Emery and M.L. Rafferty. (1961). *Practice and TRENDS in School Administration.* New York: Ginn.

Sunyoung Han , Bugrahan Yalvac and Mary M.Capraro, & Robert M.Capraro.(2015). In-service Teachers' Implementation and understanding of STEM Project Based Learning. *Eurasia Journal of Mathematics , Science and Technology Education*. 11(1) ; 63-76.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายจีรภพ แสงบุญมี	
วันเกิด	วันที่ 15 กรกฎาคม พ.ศ. 2527	
สถานที่เกิด	อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์	
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 65 หมู่ที่ 8 ตำบลกุดโดน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ รหัสไปรษณีย์ 46170	
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ	
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนหนองกุงไทยวิทยาคม ตำบลโนนสะอาด อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ รหัสไปรษณีย์ 46170	
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2543	มัธยมศึกษาตอนต้น (ม.3) โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์
	พ.ศ. 2546	มัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.6) โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์
	พ.ศ. 2550	ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
	พ.ศ. 2566	ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม