



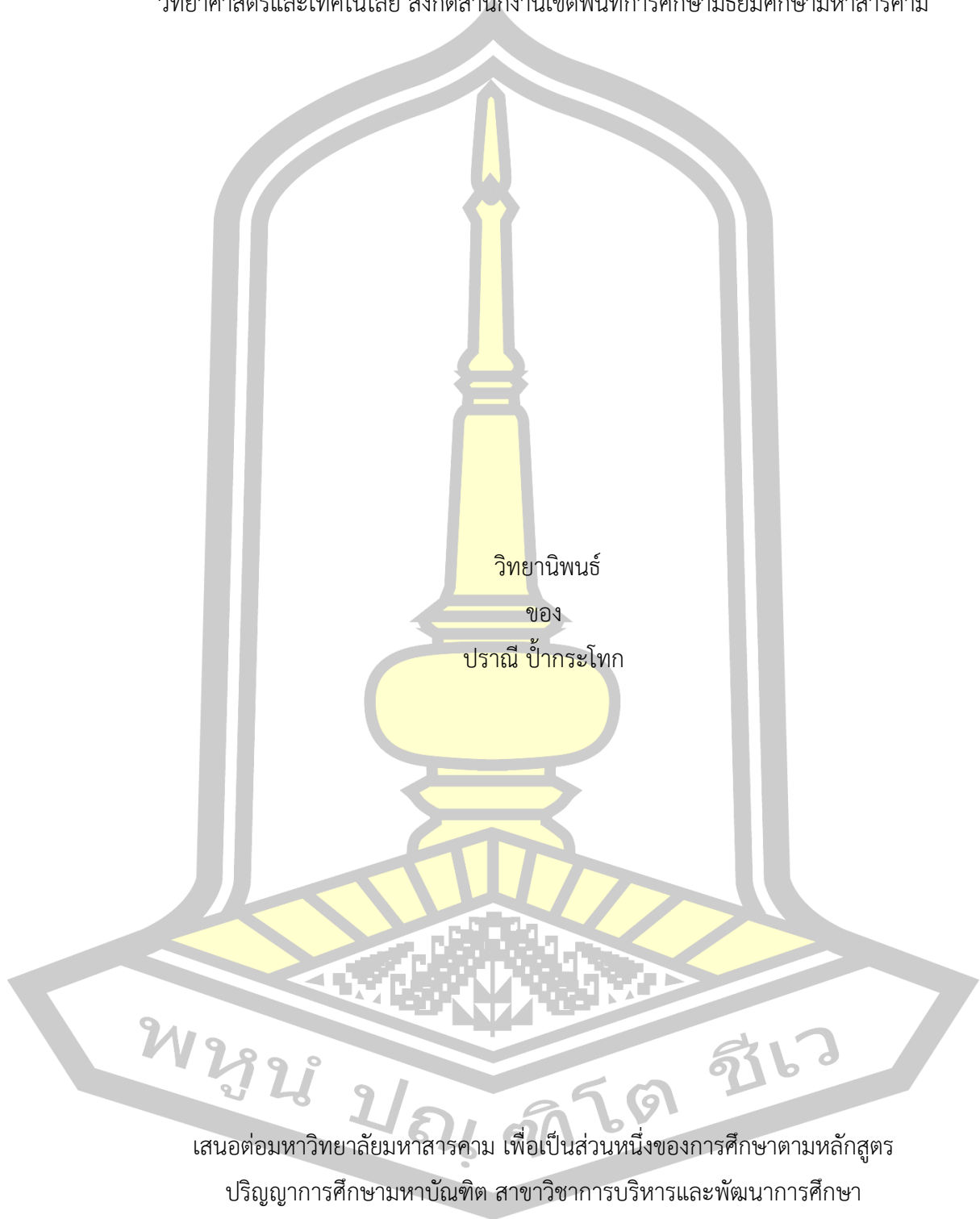
การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

วิทยานิพนธ์
ของ
ปราณี ป้ากระโทก

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาศึกษา
เมษายน 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม



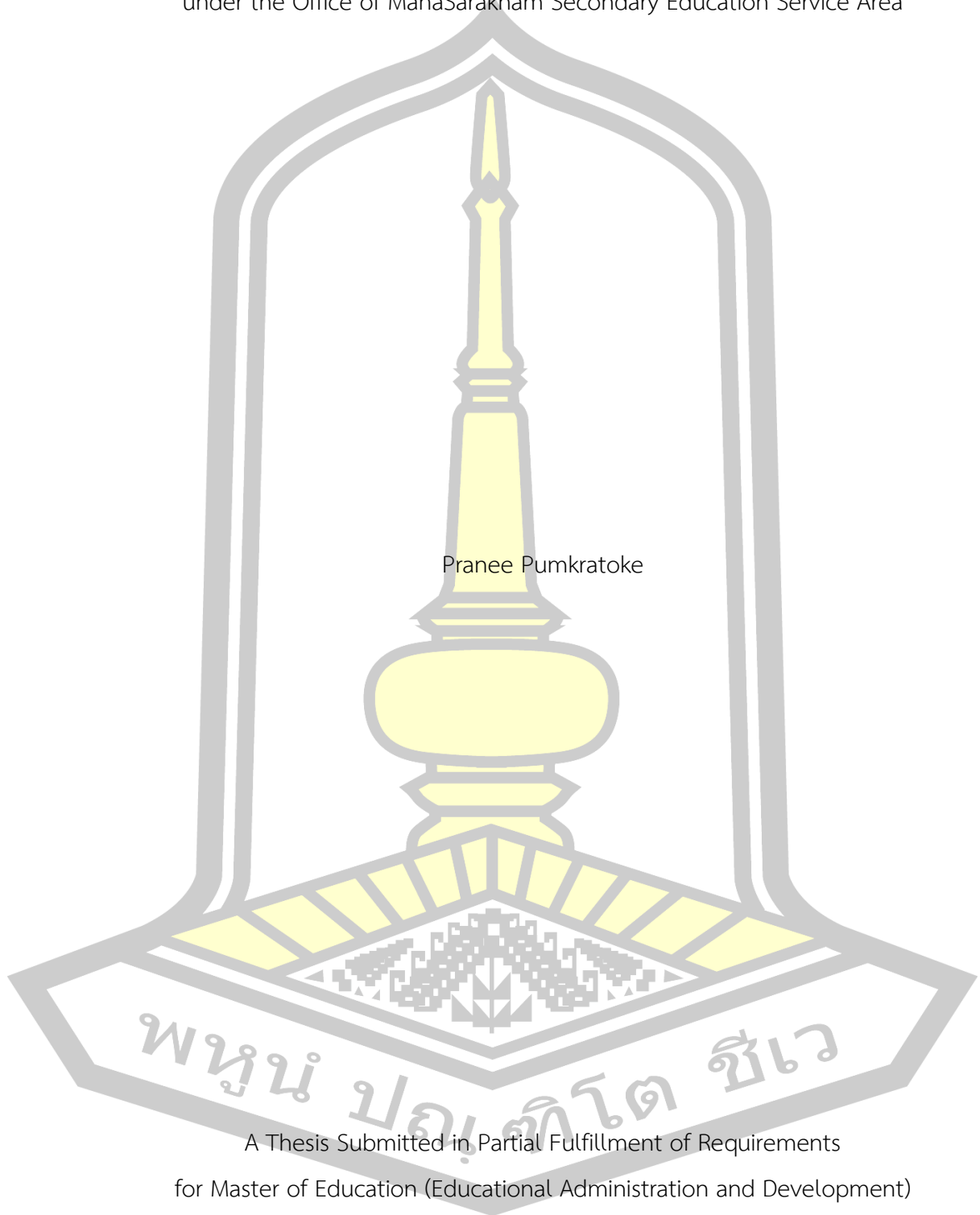
วิทยานิพนธ์
ของ
ปราณี ป้ากระโทก

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารและพัฒนการศึกษา

เมษายน 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Teachers' Learning Management Program for STEM Education
under the Office of MahaSarakhm Secondary Education Service Area



Pranee Pumkratoke

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Educational Administration and Development)

April 2025

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวปราณี ป้ากระโทก
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
การบริหารและพัฒนาการศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิริ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. ธรินธร นามวรรณ)

..... กรรมการ

(ผศ. ดร. กาญจน์ เรืองมนตรี)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(รศ. ดร. กฤษกนก ดวงชาทม)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาการศึกษา ของมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ชวลิต ชูกำแหง)

.....
(ผศ. ดร. พลเดช เขาวรัตน์)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม		
ผู้วิจัย	ปราณี ป้ากระโทก		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ธรินธร นามวรรณ		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การบริหารและพัฒนการศึกษา
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2568

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และ
ความต้องการจำเป็นของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม 2) เพื่อพัฒนาโปรแกรม
เสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม การวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะ
ที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และความต้องการจำเป็นของการจัดเรียนรู้แบบสะ
เต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษ
ามัธยมศึกษามหาสารคาม กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม จำนวน 202 คน โดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น
ภูมิ และใช้ขนาดของสถานศึกษาเป็นหน่วยของการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถาม
ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม กลุ่ม
ผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา จำนวน 3 คน จากโรงเรียนวิธีปฏิบัติที่ดี (Best Practice)
จำนวน 3 โรงเรียน และผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบยืนยัน ประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของ
โปรแกรม จำนวน 5 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์
แบบมีโครงสร้าง แบบประเมินความเหมาะสม และความเป็นไปได้ของโปรแกรม สถิติที่ใช้ในการ
วิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า

1. สภาพปัจจุบันของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม โดยรวมอยู่ในระดับมาก ส่วนสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม เรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อย ได้แก่ 1)การระบุปัญหา 2) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 6) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานตามลำดับ

2. โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ประกอบด้วย 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหาและกิจกรรม แบ่งออกเป็น 6 Module 4) วิธีพัฒนาประกอบด้วย การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง และการฝึกอบรมและร่วมสัมมนา และ 5) การประเมินผลโปรแกรม ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม โดยรวม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : การพัฒนาโปรแกรม, การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

พูนุ ปรณ ทิโต ชีเว

TITLE	The Development of Teachers' Learning Management Program for STEM Education under the Office of MahaSarakham Secondary Education Service Area		
AUTHOR	Pranee Pumkratoke		
ADVISORS	Associate Professor Tharinthorn Namwan , Ed.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Educational Administration and Development
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2025

ABSTRACT

STEM education for teachers in the Science and Technology Learning Group under the Office of the Secondary Education Service Area, Maharakham Province, and 2) develop a program to enhance STEM education for teachers in the Science and Technology Learning Group under the Office of the Secondary Education Service Area. The research is divided into 2 phases: Phase 1: Study of the current status, desired status, and necessity of STEM education for teachers in the Science and Technology Learning Group under the Office of the Secondary Education Service Area, Maharakham Province. The sample group includes 202 teachers in the Science and Technology Learning Group under the Office of the Secondary Education Service Area, selected by stratified random sampling and using the size of the educational institution as the unit of sampling. The research instrument is a questionnaire. Phase 2: Development of a program to enhance STEM education for teachers in the Science and Technology Learning Group under the Office of the Secondary Education Service Area, Maharakham Province. The informants include 3 STEM teachers from 3 best practice schools and a qualified person for verification. The suitability and feasibility of the program were assessed by 5 people using purposive selection. The research tools used were structured interviews and the program's suitability and feasibility assessment form. The statistics used for data

analysis were percentage, mean, and standard deviation.

The findings of this research were as follows:

1. The current status of STEM education management for teachers in the Science and Technology Learning Group under the Office of the Secondary Education Area, Maha Sarakham, is at a high level overall. The desired status of STEM education management for teachers in the Science and Technology Learning Group under the Office of the Secondary Education Area, Maha Sarakham, is at a very high level overall. The priority of the needs for STEM education management for teachers in the Science and Technology Learning Group under the Office of the Secondary Education Area, ranked from most to least important, are: 1) Problem identification 2) Problem-related data and concepts collection 3) Problem-solving method design 4) Problem-solving planning and implementation 5) Testing, evaluating, and improving problem-solving or workpieces 6) Presenting problem-solving methods, problem-solving results, or workpieces, respectively.

2. The program to enhance STEM education management for teachers in the Science and Technology Learning Group under the Office of the Secondary Education Area, Maha Sarakham, consists of 1) Principles 2) Objectives 3) Content and activities, divided into 6 Modules 4) Development methods, including self-learning, learning from actual practice, and training and seminars, and 5) Program evaluation. The results of the evaluation of the appropriateness and feasibility of the STEM learning management enhancement program for teachers in the science and technology subject group under the Maha Sarakham Secondary Educational Service Area Office were overall at a high level of appropriateness and at the highest level of feasibility.

Keyword : Developing Program, Learning Management of STEM Education

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.ธรินธร นามวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิริ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจน์ เรืองมนตรี และรองศาสตราจารย์ ดร.กฤษกนก ดวงชาตม กรรมการสอบวิทยานิพนธ์(ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก) ที่กรุณาให้แนวคิด ให้คำแนะนำตลอดจนการ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องทุกขั้นตอนทางการวิจัย จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ ผู้วิจัยขอกราบ ขอบพระคุณไว้เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคามทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัยด้วยความเมตตา อันเป็นพื้นฐานสำคัญในการทำวิจัย การดำเนินชีวิตส่วนตัวและหน้าที่การงาน

ขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความกรุณาในการประเมินและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย โดยให้คำแนะนำอย่างดียิ่ง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในงานวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณ ผู้บริหารสถานศึกษาและครูโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณแม่ คุณพ่อ ที่คอยดูแลช่วยเหลือ และสนับสนุนผู้วิจัยจนประสบผลสำเร็จ และเพื่อนนิสิตทุกท่านที่คอยให้กำลังใจ ตลอดจนผู้ที่เคารพนับถือทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือสนับสนุนให้วิทยานิพนธ์สำเร็จได้ด้วยดี

คุณค่าของงานวิจัยครั้งนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาเพื่อน้อมรำลึกถึงคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ที่อยู่เบื้องหลังในการวางรากฐานการศึกษาให้กับผู้วิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

ปราณี ป้ากระโทก

พนุน ปณุ ทิโต ชีเว

สารบัญ

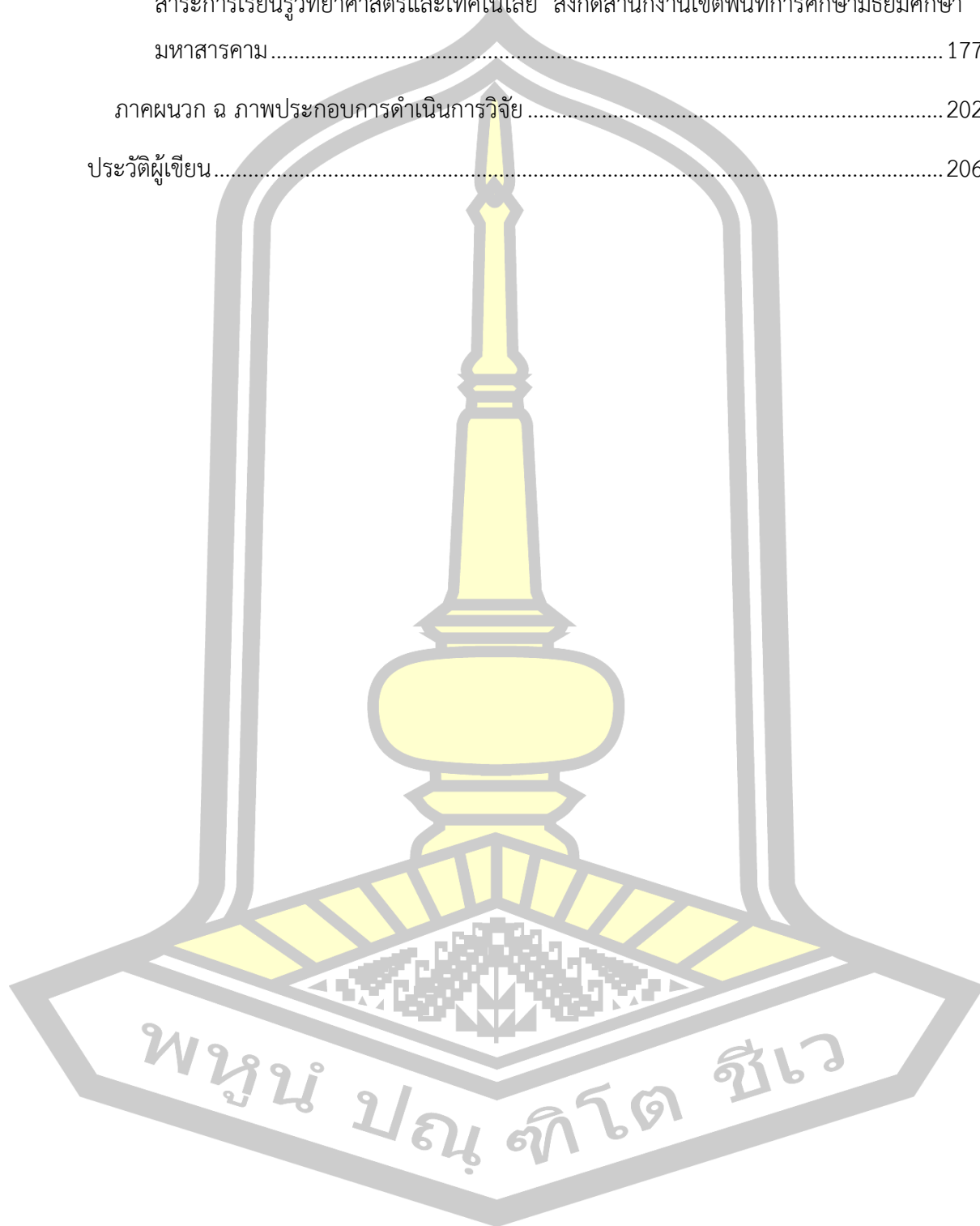
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพประกอบ.....	ฅ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
คำถามของการวิจัย.....	4
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
กรอบแนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
การจัดการเรียนรู้.....	14
โมเดลการเรียนรู้.....	19
การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	24
การพัฒนาครู.....	46
โปรแกรมและการพัฒนาโปรแกรม.....	59
บริบทสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม.....	67

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	67
งานวิจัยในประเทศ	67
งานวิจัยต่างประเทศ	71
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	73
ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และความต้องการจำเป็น ของการจัดการ เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม	75
ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม	82
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	87
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	87
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	87
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	88
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	128
ความมุ่งหมายของการวิจัย	128
สรุปผล	128
อภิปรายผล	129
ข้อเสนอแนะ	132
บรรณานุกรม	134
ภาคผนวก	138
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ	139
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	142
ภาคผนวก ค การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	157
ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์	160

ภาคผนวก จ ตัวอย่างคู่มือโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่ม
 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
 มหาสารคาม 177

ภาคผนวก ฉ ภาพประกอบการดำเนินการวิจัย 202

ประวัติผู้เขียน 206



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	33
ตาราง 2 การสังเคราะห์วิธีการพัฒนาครู.....	55
ตาราง 3 กิจกรรมการพัฒนาบุคลากรจากแนวคิดการเรียนรู้แบบ 70 : 20 : 10.....	58
ตาราง 4 การวิเคราะห์องค์ประกอบของโปรแกรม.....	61
ตาราง 5 การสังเคราะห์องค์ประกอบโปรแกรม.....	62
ตาราง 6 การวิเคราะห์กระบวนการพัฒนาโปรแกรม.....	66
ตาราง 7 จำนวนครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษามหาสารคาม.....	76
ตาราง 8 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม.....	88
ตาราง 9 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และค่าเฉลี่ยดัชนี การจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (PNI _{modified}) ของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็ม ศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษามหาสารคาม.....	89
ตาราง 10 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และค่าเฉลี่ย ดัชนีการจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (PNI _{modified}) ของการจัดเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการระบุปัญหา.....	91
ตาราง 11 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และค่าเฉลี่ย ดัชนีการจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (PNI _{modified}) ของการจัดเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา.....	92
ตาราง 12 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และค่าเฉลี่ย ดัชนีการจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (PNI _{modified}) ของการจัดเรียนรู้แบบ	

สะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่
 การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา..... 94

ตาราง 13 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และค่าเฉลี่ย
 ดัชนีการจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (PNImodified) ของการจัดเรียนรู้แบบ
 สะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่
 การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 95

ตาราง 14 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และค่าเฉลี่ย
 ดัชนีการจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (PNImodified) ของการจัดเรียนรู้แบบ
 สะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่
 การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหา
 หรือชิ้นงาน..... 96

ตาราง 15 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และค่าเฉลี่ย
 ดัชนีการจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (PNImodified) ของการจัดเรียนรู้แบบ
 สะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่
 การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 98

ตาราง 16 การสังเคราะห์แนวทางการพัฒนาประกอบการร่างโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการ
 เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขต
 พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม 104

ตาราง 17 แผนการดำเนินโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระ
 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม
 112

ตาราง 18 บันทึกการตรวจสอบยืนยันโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
 มหาสารคาม โดยผู้ทรงคุณวุฒิ..... 115

ตาราง 19 แผนการดำเนินโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระ
 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม
 120

ตาราง 20 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความเหมาะสม และความเป็นไปได้ของ โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	126
ตาราง 21 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เชิงเนื้อหาของแบบสอบถามการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้าง การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม.....	158
ตาราง 22 แผนการดำเนินโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม	183



สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
ภาพประกอบ 2 ระยะเวลาของการวิจัย ขั้นตอนดำเนินการ และผลที่คาดหวัง.....	74
ภาพประกอบ 3 โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	125
ภาพประกอบ 4 โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้.....	188
ภาพประกอบ 5 Module 1 การระบุปัญหา.....	189
ภาพประกอบ 6 Module 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา.....	190
ภาพประกอบ 7 Module 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา.....	191
ภาพประกอบ 8 Module 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา.....	192
ภาพประกอบ 9 Module 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน.....	193
ภาพประกอบ 10 Module 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน.....	194



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างคน สร้างสังคม และสร้างชาติ เป็นกลไกหลักในการพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับบุคคลอื่นในสังคมได้อย่างเป็นสุข ในกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษที่ 21 เนื่องจากการศึกษามีบทบาทสำคัญในการสร้างความได้เปรียบของประเทศ เพื่อการแข่งขันและยืนหยัดในเวทีโลก ภายใต้ระบบเศรษฐกิจและสังคมที่เป็นพลวัต ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกจึงให้ความสำคัญและทุ่มเทกับการพัฒนาการศึกษา เพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของตนให้สามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ภูมิภาค และของโลก ควบคู่กับการธำรงรักษาอัตลักษณ์ของประเทศในส่วนของประเทศไทย ได้ให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษา การพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของคนไทยให้มีทักษะความรู้ความสามารถ และสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดงาน และการพัฒนาประเทศ ภายใต้แรงกดดันภายนอกจากกระแสโลกาภิวัตน์ และแรงกดดันภายในประเทศที่เป็นปัญหาวิกฤตที่ประเทศต้องเผชิญ เพื่อให้คนไทยมีคุณภาพชีวิตที่ดีสังคมไทย และประเทศสามารถก้าวข้ามกับดักประเทศที่มีรายได้ปานกลางไปสู่ประเทศที่พัฒนาแล้ว รองรับการเปลี่ยนแปลงของโลกทั้งในปัจจุบันและอนาคตโดยการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อระบบการศึกษา ระบบเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศไทย (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560)

ในแวดวงการศึกษาได้มีการกล่าวถึงการก้าวสู่ยุค Thailand 4.0 กันอย่างกว้างขวาง และมีความตื่นตัวเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการเร่งดำเนินการปฏิรูปการศึกษาให้กับเด็กไทย เพื่อการก้าวเข้าสู่ยุค 4.0 ได้อย่างเป็นรูปธรรมในหลาย ๆ ด้าน นอกจากความรู้ที่ผู้เรียนจะได้รับแล้ว ผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนาทักษะที่สำคัญในการดำเนินชีวิตไปด้วย โดยเฉพาะในส่วนของผู้เรียนต้องสอนให้มี “ความรู้คู่คุณธรรมและมีทักษะในศตวรรษที่ 21” ได้แก่ ทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การสร้างนวัตกรรม การเรียน การทำงานเป็นทีม การมีภาวะผู้นำ การสื่อสาร การใช้ข้อมูล และสารสนเทศ การใช้คอมพิวเตอร์และปัญญาประดิษฐ์ การคิดคำนวณ การสร้างอาชีพ และการเรียนรู้ด้วยตนเอง (ดิเรก พรสีมา, 2559)

ในหลายประเทศได้มีการยกระดับขีดความสามารถของการแข่งขันอย่างต่อเนื่อง โดยการเร่งพัฒนากำลังคนให้มีความรู้ความสามารถโดยเฉพาะทักษะด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์หรือสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง การพัฒนากระบวนการหรือนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพนับว่าเป็นแกนหลักของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมโลกในอนาคต ดังนั้น ประเทศไทยจึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนากำลังคนให้มีมาตรฐานเทียบเท่ากับอาเซียน หรือนานาชาติ เพื่อเตรียมความพร้อมประชากรในวัยเรียนให้มีทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 นั่นคือการเรียนรู้ เพื่อให้ได้ทั้งสาระวิชาแกนและทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้และ

นวัตกรรมด้านสารสนเทศทักษะ สื่อและเทคโนโลยี ทักษะชีวิต และการประกอบ อาชีพเพื่อความสำเร็จในด้านการงานและการดำเนินชีวิต ถือเป็นหน้าที่หลักของกระทรวงศึกษาธิการในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาในชาติให้มีขีดความสามารถและกำลังคน ศักยภาพในการแข่งขันบนเวทีโลก (มนตรี จุฬาวัฒนพล, 2556)

ประเทศไทยจำเป็นต้องทำให้สะเต็มศึกษาขยายวงให้กว้างขึ้น การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จึงเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อการเตรียมคนไทยรุ่นใหม่ โดยสะเต็มศึกษา (STEM Education) คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) โดยนำจุดเด่นเทคนิควิธีการของการจัดการเรียนรู้ตามธรรมชาติของแต่ละสาขาวิชามาสวมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ในแต่ละแขนงมาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มาสร้างหรือพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลากหลายสาขา ร่วมมือกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพราะในการทำงานหรือใช้ชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานโดยไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ และยังเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการส่งเสริมพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558)

แนวคิดเรื่องสมรรถนะเริ่มขึ้นในปี ค.ศ. 1973 โดยศาสตราจารย์เดวิดซี แม็คเคลแลน (David, C McClelland) นักจิตวิทยาของมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ซึ่งได้ทำการพัฒนาแบบทดสอบทางบุคลิกภาพ เพื่อศึกษาพบว่าบุคคลที่ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพนั้นควรต้องมีทัศนคติและนิสัยอย่างไร เพื่อกำหนดเป็นสมรรถนะของการปฏิบัติงาน แม็คเคลแลนได้ใช้ความรู้ในเรื่องเหล่านี้ช่วยแก้ไขปัญหาคัดเลือกบุคลากรให้แก่หน่วยงานของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา ได้แก่ ปัญหาการคัดเลือกที่เน้นการวัดความถนัดที่ทำให้คนผิวดำและชนกลุ่มน้อยอื่น ๆ ไม่ได้รับการคัดเลือก (ซึ่งผิดกฎหมาย) และปัญหาผลการทดสอบความถนัดที่มีความสัมพันธ์กับผลการปฏิบัติงานน้อยมาก (ซึ่งแสดงว่าการทดสอบ ความถนัดไม่สามารถทำนายผลการปฏิบัติงานได้) แม็คเคลแลนได้เก็บข้อมูลของกลุ่มผู้ที่มีผลการปฏิบัติงานโดดเด่นและผู้ที่ไม่ได้มีผลงานโดดเด่นด้วยการสัมภาษณ์ พบว่า สมรรถนะเกี่ยวกับความเข้าใจความแตกต่างทางวัฒนธรรมเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับผลการปฏิบัติงานไม่ใช่ว่า การทดสอบด้วยแบบทดสอบความถนัด (สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน, 2553) การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตาม สังคมปัจจุบัน และความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 ตลอดจนสาระในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ ยังขาดความเชื่อมโยงที่จะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนนำไปจัดการเรียนการสอนได้ ส่งผลให้ครูมีความ วิตกกังวล ไม่แน่ใจเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ชัดเจน ดังนั้นการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นไปตาม เทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว จึงต้องพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา เพื่อ

เป็นแนวทางให้ครูได้นำไปพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม สอดคล้องกับ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาต่อไป (เทิดชัย บัวผาย, 2560)

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม เป็นองค์กรหลักในการจัด และประสานส่งเสริมสนับสนุนการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ให้ประชากรวัยเรียนอย่างทั่วถึง และมีเศรษฐกิจพอเพียง และมีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีคุณธรรมนำความรู้ มีวิถีชีวิตตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยการมีส่วนร่วมของสังคมทุกภาคส่วนจัดการศึกษาขั้น พื้นฐาน มีคุณภาพตามมาตรฐานระดับสากล บนพื้นฐานของความเป็นไทย ทั้งยังมีภารกิจหลักในการจัดการศึกษาตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษา โดยสถานศึกษาดำเนินการจัดการศึกษาตามเกณฑ์มาตรฐานสถานศึกษาทั้งด้านโอกาสทางการศึกษา ด้านคุณภาพการศึกษา ด้านประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาเต็มตามศักยภาพทั้งด้านความรู้ ความสามารถ มีความเสมอภาคในสังคมอย่างเท่าเทียมกัน ความเป็นสากล และคุณธรรม จริยธรรม

จากรายงานผลการปฏิบัติงานของสำนักเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ผลประเมินด้านผู้เรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์จากการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-net) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยังอยู่ในระดับพอใช้ นั้นแสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนยังขาดความรู้พื้นฐานทักษะการคิดขั้นสูงตามมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ซึ่งเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอนที่ยังไม่มุ่งเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะ สำหรับศตวรรษที่ 21 เท่าที่ควร และจากการสัมภาษณ์ศึกษานิเทศก์ที่รับผิดชอบด้านการส่งเสริมผู้เรียนด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ให้ข้อมูลว่า “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยังอยู่ในระดับที่ควรพัฒนา ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มุ่งเน้น และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะการคิดสำหรับศตวรรษที่ 21 ให้มากกว่านี้ การบริหารจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสำหรับโรงเรียน น่าจะเป็นแนวทางที่สามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว และช่วยให้ครูผู้สอนสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถตามศักยภาพและเป็นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-net) ของผู้เรียนอีกด้วย”

ซึ่งโครงการห้องเรียนวิทยาศาสตร์พลังสิบ เป็นหนึ่งในแนวคิดเชิงนวัตกรรมที่จัดขึ้นเพื่อยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับบริบทของโลกในปัจจุบันที่เต็มไปด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของสังคม โดยมุ่งเน้นการส่งเสริมการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (Hands-on Learning) การใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) และการบูรณาการองค์ความรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียน และยังเป็นเวทีในการพัฒนาครูให้มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการ ส่งผล

ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงระบบทั้งในด้านวิธีการสอน สื่อการเรียนรู้ และกระบวนการประเมินผล ซึ่งล้วนแล้วแต่ส่งผลเชิงบวกต่อการพัฒนาการศึกษาอย่างยั่งยืน

จากความเป็นมาและสภาพปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนซึ่งมีบทบาทและภาระหน้าที่ในการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาค้นคว้าวิจัย เรื่องการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และความต้องการจำเป็นของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูและเพื่อพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

คำถามของการวิจัย

1. สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และความต้องการจำเป็นของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม เป็นอย่างไร
2. โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ควรเป็นอย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และความต้องการจำเป็นของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม
2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

พูน ปณ ติโต ชีเว

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อสถานศึกษาชั้นพื้นฐานตลอดจนครูผู้สอนที่เกี่ยวข้องกับการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. ได้ทราบสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และความต้องการจำเป็นของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม เพื่อจะได้นำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้สอนและผู้เรียน

2. ได้โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคามที่สามารถนำไปใช้เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ดังนี้

1. ขอบเขตด้านเนื้อหาศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสังเคราะห์จากแนวทางและหลักการพัฒนาสะเต็มศึกษาของ National Research Council (2012) ; The Next Generation Science Standards : NGSS (2013) ; พรรณ วิไล ชมชิต (2557) ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) และคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา (2559) ได้ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นตอนการระบุปัญหา 2) ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ขั้นตอนการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ขั้นตอนการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ขั้นตอนการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงานและ 6) ขั้นตอนการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

2. ขอบเขตประชากรและกลุ่มตัวอย่าง/กลุ่มผู้ให้ข้อมูล เพื่อให้สอดคล้องกับคำถามและความมุ่งหมายการวิจัย ผู้วิจัยจึงนำเสนอแบ่งเป็น 2 ระยะ ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และความต้องการจำเป็นของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

1. ประชากร ได้แก่ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม จำนวน 425 คน จาก 35 โรงเรียน

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม จำนวน 202 คน โดยการเทียบจำนวนประชากรทั้งหมดกับตารางกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Krejcie และ Morgan จากนั้นใช้เทคนิคการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling Technique) จำแนกตามขนาดของสถานศึกษา

ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

1. การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจากโรงเรียนที่มีแนวปฏิบัติที่ดี กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ครูที่มีการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จากโรงเรียนที่เป็นศูนย์วิทยาศาสตร์พลังสิบ ซึ่งมีการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาที่เป็นที่ประจักษ์เป็นที่ยอมรับโดยทั่วกัน จำนวน 3 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โรงเรียนละ 1 คน จาก 3 โรงเรียน รวมผู้ให้ข้อมูลทั้งสิ้นจำนวน 3 คน

2. กลุ่มผู้ให้ข้อมูลตรวจสอบยืนยันและประเมินโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

กรอบแนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย

1. กรอบแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม จากการวิเคราะห์ สังเคราะห์เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยของ (National Research Council, 2012 ; The Next Generation Science Standards : NGSS 2013 ; พรรณวิไล ชมชิต, 2557 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557 และคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา, 2559) ประกอบด้วย ดังนี้

- 1.1 การระบุปัญหา
- 1.2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
- 1.3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
- 1.4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
- 1.5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน
- 1.6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

2. กรอบแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม จากการวิเคราะห์ สังเคราะห์เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย (Funnel and Rogers, 2011 ; สุมิตรา พงศธร, 2550 ; ไท คำล้าน, 2551 ; ยอดอนงค์ จอมหงษ์พิพัฒน์, 2553 ; สุวัฒน์ จุลสุวรรณ, 2554 ; เชษฐา คำคล่อง, 2557 ; สุวิทย์ ยอดสละ, 2557) ได้องค์ประกอบของโปรแกรม 5 องค์ประกอบ ดังนี้

- 2.1 หลักการและความสำคัญ
- 2.2 วัตถุประสงค์
- 2.3 เนื้อหา
- 2.4 วิธีการพัฒนา
- 2.5 การวัดและประเมินผล

3. กรอบแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคามจากการวิเคราะห์ สังเคราะห์เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย (Knowles, 1980 ; Styles, 1990 ; Barr and Keating, 1990 ; Houle, 1996 ; Carolyn and others, 2013 ; สมคิด บางโม, 2551 และวิโรจน์ สารรัตนะ, 2556) ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

- 3.1 การวิเคราะห์ความจำเป็น
- 3.2 การกำหนดวัตถุประสงค์
- 3.3 การออกแบบโปรแกรม
- 3.4 การใช้โปรแกรม
- 3.5 การประเมินผลโปรแกรม

4. กรอบแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการพัฒนาครู (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2542 ; สมชาติ กิจยรรยง และอรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง, 2550 ; เสาวลักษณ์ นิกรพิทยา, 2552; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2558; ชวนคิด มะเสนะ, 2558; กระทรวงศึกษาธิการ, 2560; Spark, 1984) ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้

- 4.1 การฝึกอบรมและสัมมนา
- 4.2 การเรียนรู้ด้วยตนเอง
- 4.3 การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง

5. กรอบแนวคิดเกี่ยวกับหลักการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากการวิเคราะห์ สังเคราะห์เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย (Lombardo and Eichinger, 1996 ; วิทยา วิจิตร, 2557 และอาภรณ์ ภูวิทย์พันธ์, 2559) ประกอบด้วยหลักการเรียนรู้ 3 ส่วนสำคัญ ดังนี้

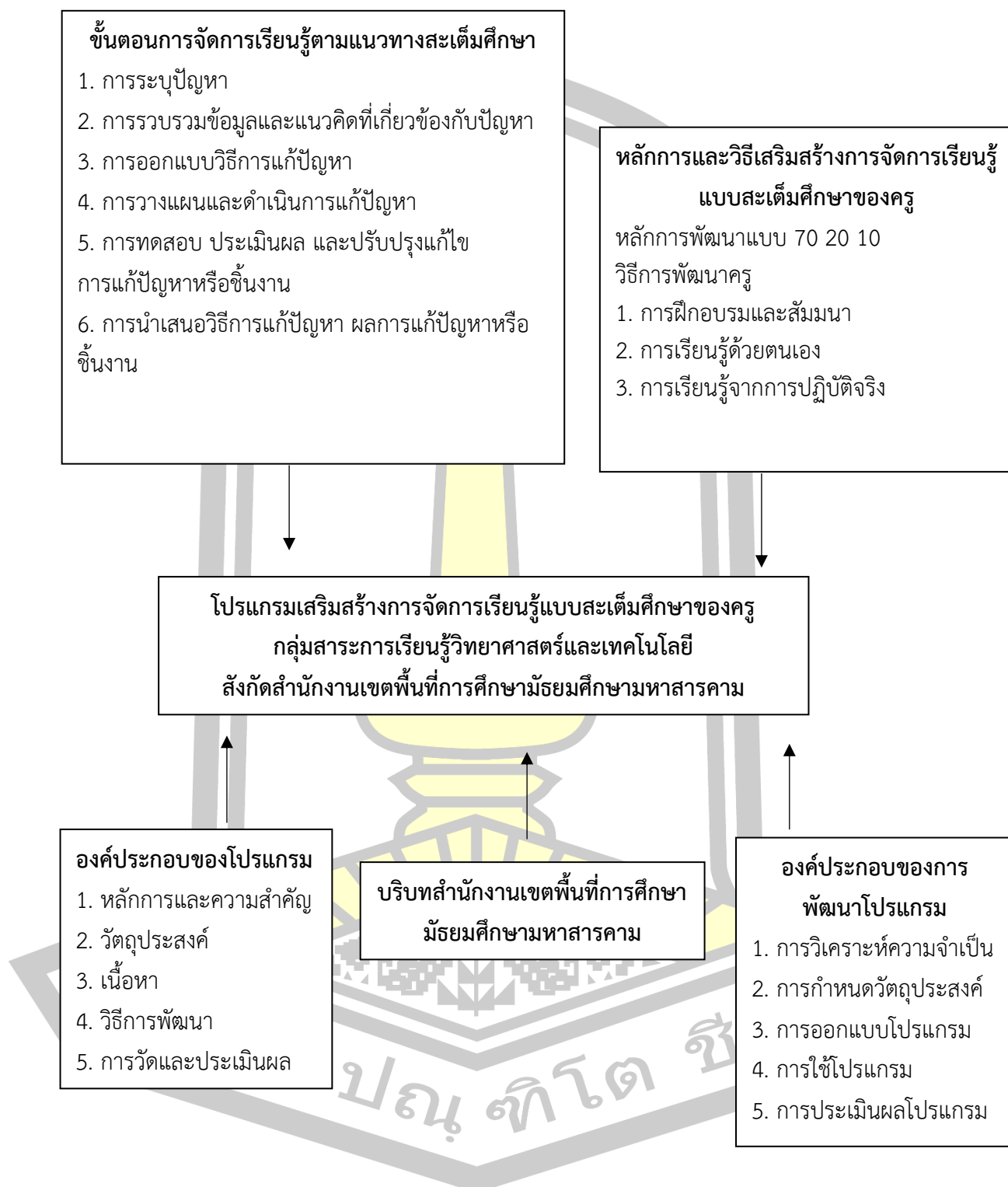
5.1 70% การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์และการปฏิบัติจริง (Learn by Experience)

5.2 20% การเรียนรู้ผ่านบุคคลอื่น (Learn by Others)

5.3 10% การเรียนรู้ผ่านหลักสูตรและโปรแกรม (Learn by Courses)

กรอบแนวคิดและทฤษฎีข้างต้น นำมาใช้สำหรับยกร่างการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ปรากฏดังภาพประกอบ 1





ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หมายถึง วิธีการพัฒนาทักษะที่มีขั้นตอน กระบวนการ วิธีการพัฒนาอย่างชัดเจน โดยให้มีการมอบหมายหน้าที่ให้ผู้ที่จะพัฒนาได้พัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องและเต็มศักยภาพ เพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ของการพัฒนาที่ตั้งไว้ ประกอบด้วย 1) หลักการและความสำคัญ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) วิธีการพัฒนาและ 5) การวัดและประเมินผล

2. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ของสหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถมีความคิดแยกแยะ วิเคราะห์ชิ้นงาน และสามารถสร้างสรรค์ผลงานที่เป็นประโยชน์ในการดำรงชีวิตได้ ประกอบด้วย

2.1 การระบุปัญหา ประกอบด้วย ครูช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา ครูจัดสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนเข้าใจปัญหา ครูตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาให้นักเรียนทุกคนเข้าใจตรงกัน ครูทำให้นักเรียนมองเห็นปัญหา นักเรียนวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์และนักเรียนสามารถ “ระบุปัญหา” จากสถานการณ์ได้ตรงประเด็น

2.2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ประกอบด้วย การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลที่น่าเชื่อถือ สืบค้นจากเอกสาร บทความ งานวิจัย การสอบถามจากครูผู้สอน การทดลองทางวิทยาศาสตร์ การทำแผนที่ความคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา กำหนดแนวทางการแก้ปัญหา การพิจารณาเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสม และตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมไว้

2.3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย นักเรียนออกแบบเป็น “ร่างแนวคิด” ของแต่ละวิธี ประเมินร่างแนวคิดเลือกวิธีแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้ และดีที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติจริง นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหามากที่สุด นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาจากร่างแนวคิด และนักเรียนตรวจสอบขั้นตอน

2.4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ประกอบด้วย นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์ นักเรียนกำหนดระยะเวลาในการดำเนินงาน นักเรียนกำหนดผู้รับผิดชอบงานในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน นักเรียนกำหนดค่าใช้จ่าย และอื่น ๆ นักเรียนเขียนแผนการปฏิบัติการ นักเรียนจัดทำรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินงาน ครูตรวจสอบและอนุมัติแผนปฏิบัติการ นักเรียนลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการตามที่ได้วางแผนไว้ นักเรียนเลือกใช้วัสดุเหมาะสมกับประเภทของงาน และนักเรียนปฏิบัติงานตามแผนและรายงานความก้าวหน้าเป็นระยะ บันทึกความสำเร็จตามแผน

2.5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ประกอบด้วย กำหนดประเด็นในการทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้น ครูให้นักเรียนระดมความคิดในการทดสอบผลงาน ควรจะทดสอบด้วยวิธีใด และใครเป็นผู้ทดสอบ

ครูวางรูปแบบของแบบประเมินรายการ หรือการเขียนบันทึกผลการทดสอบในแต่ละประเด็น ครูกระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ได้ ครูใช้คำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น ครูประเมินความรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม นักเรียนประเมินผลงานตนเอง นักเรียนวิเคราะห์ผลการทดสอบเพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือวิธีการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นักเรียนต้องบันทึกสาเหตุ วิธีปรับปรุง และนักเรียนขออนุมัติแผนการปรับปรุงต่อครูก่อนนำไปปรับปรุง

2.6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ประกอบด้วย ครูเสนอแนะให้นักเรียนนำเสนออย่างเป็นขั้นตอน นักเรียนนำเสนอปัญหาอุปสรรค การแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้ ใช้ภาษาที่ทำให้ผู้ฟังเข้าใจ บุคลิกท่าทางในการพูด มีความมั่นใจ มีมารยาทในการพูด รายงานตามลำดับหัวข้อที่เตรียมมา มีการสรุปเรื่องที่พูดได้ชัดเจนกระชับ และเปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถาม

3. หลักการและวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู หมายถึง หลักการพัฒนาแบบ 70:20:10 และวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูอันเป็นคุณสมบัติที่อยู่ภายในให้ปรากฏออกมาเป็นที่ประจักษ์ ประกอบด้วย 1) การฝึกอบรมและสัมมนา 2) การเรียนรู้ด้วยตนเอง และ 3) การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง

4. โมเดลการเรียนรู้ หมายถึง หน่วยการสอนที่มีความสมบูรณ์ในตัวเอง ออกแบบอย่างเป็นระบบโดยมีวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหา สื่อประกอบ และแบบประเมินผลที่สอดคล้องกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองหรือเรียนรู้ภายใต้การชี้แนะของครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ โมเดลเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนกำหนดจังหวะและวิธีการเรียนรู้ของตนเอง ตามความสามารถ ความสนใจ และศักยภาพเฉพาะบุคคล เป็นเครื่องมือที่ส่งเสริมการพัฒนาทักษะเฉพาะ สมรรถภาพ และการคิดวิเคราะห์ อีกทั้งยังสามารถใช้ประโยชน์ในการพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนให้มีความยืดหยุ่นและตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้อย่างแท้จริง

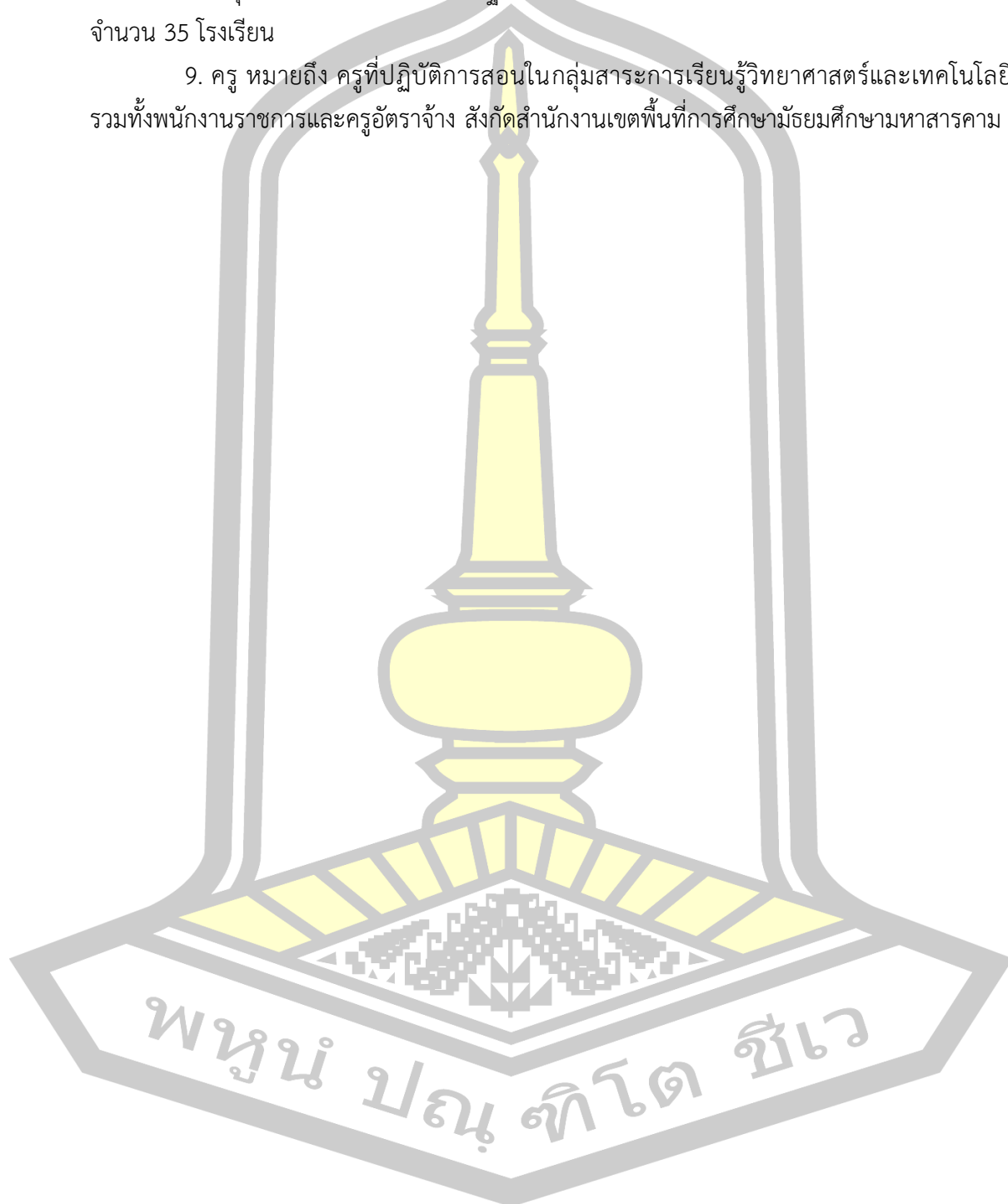
5. สภาพปัจจุบัน หมายถึง สภาพการณ์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบันด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเดิมที่เคยทำมาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

6. สภาพที่พึงประสงค์ หมายถึง ความคาดหวังเกี่ยวกับสมรรถนะที่ต้องการพัฒนาในด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

7. องค์ประกอบของโปรแกรม หมายถึง ประสพการณ์ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ฝึกอบรมพัฒนา โดยมีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน ซึ่งองค์ประกอบของโปรแกรมประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) หลักการและความสำคัญ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) วิธีการพัฒนาและ 5) การวัดและประเมินผล

8. สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม หมายถึง หน่วยงานทางการศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ มีหน้าที่กำกับดูแล ประสาน ส่งเสริมสนับสนุนการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานของในโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 35 โรงเรียน

9. ครู หมายถึง ครูที่ปฏิบัติการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งพนักงานราชการและครูอัตราจ้าง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
มหาสารคาม ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้
 - 1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้
 - 1.2 หลักการจัดการเรียนรู้
 - 1.3 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้
2. โมดูลการเรียนรู้
 - 2.1 ความหมายของโมดูลการเรียนรู้
 - 2.2 ลักษณะของโมดูลการเรียนรู้
 - 2.3 รูปแบบของโมดูลการเรียนรู้
3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
 - 3.1 ประวัติการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา
 - 3.2 ความหมายของสะเต็มศึกษา
 - 3.3 แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา
 - 3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
4. การพัฒนาครู
 - 4.1 ความหมายของการพัฒนาครู
 - 4.2 ความสำคัญของการพัฒนาครู
 - 4.3 วิธีการพัฒนาครู
 - 4.4 หลักการพัฒนาบุคลากร
5. โปรแกรมและการพัฒนาโปรแกรม
 - 5.1 ความหมายของโปรแกรม
 - 5.2 องค์ประกอบของโปรแกรม
 - 5.3 การพัฒนาโปรแกรม
6. บริบทสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

การจัดการเรียนรู้

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้

นักวิชาการได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

Hough และ Duncan (1970) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ว่า หมายถึง กิจกรรมของบุคคลซึ่งมีหลักและเหตุผล เป็นกิจกรรมที่บุคคลได้ใช้ความรู้ของตนเองอย่างสร้างสรรค์ เพื่อสนับสนุนให้ผู้อื่นให้เกิดการเรียนรู้และความผาสุก ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงเป็นกิจกรรมในแง่มุมต่าง ๆ 4 ด้าน คือ

1. ด้านหลักสูตร (Curriculum) หมายถึง การศึกษาจุดมุ่งหมายของการศึกษา ความเข้าใจในจุดประสงค์รายวิชาและการตั้งจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ที่ชัดเจน ตลอดจนการเลือกเนื้อหาได้เหมาะสมสอดคล้องกับท้องถิ่น
2. ด้านการจัดการเรียนรู้ (Instruction) หมายถึง การเลือกวิธีสอนและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนบรรลุถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วางไว้
3. ด้านการวัดผล (Measuring) หมายถึง การเลือกวิธีการวัดผลที่เหมาะสมและสามารถวิเคราะห์ผลได้
4. ด้านการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ (Evaluating) หมายถึง ความสามารถในการประเมินผลของการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดได้

Richey (1986) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ศาสตร์ในการกำหนดรายละเอียดรายการต่าง ๆ เพื่อพัฒนาการประเมินและการทำนุบำรุงรักษาให้คงไว้ของสถานะต่าง ๆ เพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้ทั้งในเนื้อหาจำนวนมาก หรือเนื้อหาสั้น ๆ

Mayer (2003) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมการสร้างสรรคเปลี่ยนแปลงความรู้และพฤติกรรมแสดงออกของนักเรียนผ่านการจัดสภาพแวดล้อม เพื่อกระตุ้นให้เกิดการปรับเปลี่ยนในตัวผู้เรียน มีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ ภารกิจที่ครูเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ และเป็นกิจกรรมที่มีเป้าหมายส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ในตัวผู้เรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าเป็น กระบวนการสำคัญในการนำหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นหลักสูตรที่มีมาตรฐานการเรียนรู้สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนเป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณสมบัติตามเป้าหมายหลักสูตร ผู้สอนพยายามคัดสรรกระบวนการเรียนรู้จัดการเรียนรู้ โดยช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านสาระที่กำหนดไว้ในหลักสูตร 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ รวมทั้งปลูกฝังเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ พัฒนาทักษะต่าง ๆ อันเป็นสมรรถนะสำคัญให้ผู้เรียนบรรลุตามเป้าหมาย

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2552) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้ หมายถึง การพัฒนากระบวนการคิด การคิดเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถทางสมอง ในการประมวลข้อมูลความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ให้เป็นความรู้ใหม่ วิธีการใหม่ เพื่อไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างเหมาะสม สอดคล้องกัน แล้วนำไปปฏิบัติจริงตามมาตรฐานการศึกษา แห่งชาติด้านผู้เรียนที่เกี่ยวข้องการพัฒนา

จากการศึกษาแนวคิดของหน่วยงานและนักวิชาการเกี่ยวกับความหมายของการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการนำหลักสูตรมาสู่การปฏิบัติโดยอาศัยกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนเพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของผู้สอน

2. หลักการของการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักการของการจัดการเรียนรู้ ได้มีนักวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาได้กล่าวถึงในหลากหลายมุมมอง ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอตามลำดับ ดังนี้

พระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545

ได้ปฏิรูปการจัดการเรียนรู้ทั้งในระดับโรงเรียนและมหาวิทยาลัย โดยเปลี่ยนจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทครูผู้สอนมาเน้นที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ครูในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ไม่ใช่การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองโดยลำพัง ในส่วนของการจัดกระบวนการเรียนรู้ มาตรา 24 ได้ระบุให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการ ดังนี้

1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา

3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ในด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา

5. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ

6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดา มารดาผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

ทองคำคุณ หงส์พันธ์ (2542) ได้สรุปหลักการจัดการเรียนรู้ โดยกล่าวไว้เป็นบัญญัติ 20 ประการ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรให้กระจ่าง
2. วางแผนการจัดการเรียนรู้อย่างดี
3. มีกิจกรรม/ทำอุปกรณ์
4. สอนจากง่ายไปหายาก
5. วิธีสอนหลากหลายมากชนิด
6. สอนให้คิดมากกว่าจำ

7. สอนให้ทำมากกว่าท่อง
8. แคล้วคล่องเรื่องสื่อสาร
9. ต้องชำนาญการจูงใจ
10. อย่าลืมนำจิตวิทยา
11. ต้องพัฒนาอารมณ์ขัน
12. ต้องผูกพันห่วงหาศิษย์
13. ฝ่าฝืนตามติดพฤติกรรม
14. อย่าทำตัวเป็นทรราช
15. สร้างบรรยากาศไม่น่ากลัว
16. ประพฤติตัวตามที่สอน
17. อย่าตัดรอนกำลังใจ
18. ให้เทคนิคการประเมิน
19. ผู้เรียนเพลินมีความสุข
20. ครูสนุกกับการเรียน

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข (2549) ได้กล่าวถึงหลักการจัดการเรียนรู้ คือ ต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องเหมาะสมกับวัย ความต้องการความสนใจของผู้เรียนและความต้องการของสังคม ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ส่งเสริมกระบวนการคิด ได้รับความสนใจด้วยเทคนิควิธีการสอนที่หลากหลาย ใช้สื่อการเรียนรู้อะไรก็ได้ และวิธีการวัดประเมินผลที่หลากหลาย ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2552) ได้ให้หลักการที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
2. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล
3. การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการทางสมอง
4. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นด้านคุณธรรมจริยธรรม

ทีศนา เขมมณี (2553) ได้สรุปหลักการจัดการเรียนรู้ มี 3 ประการ คือ

1. การจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้อบอุ่น ปลอดภัย ไม่น่าหวาดกลัวน่าไว้วางใจ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

2. ผู้เรียนแต่ละคนมีศักยภาพและแรงจูงใจที่จะพัฒนาตนเองอยู่แล้ว ครูจึงควรสอนแบบชี้แนะ (Non-Directive) โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้นำทาง ในการเรียนรู้ของตน (Self-Directive) และคอยช่วยเหลือผู้เรียนให้เรียนอย่างสะดวกจนบรรลุผล

3. ในการจัดการเรียนการสอนควรเน้นการเรียนรู้กระบวนการ (Process Learning) เป็นสำคัญ เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้เป็นเครื่องมือสำคัญที่บุคคลใช้ในการดำรงชีวิต และแสวงหาความรู้ต่อไป

จากการศึกษาหลักการการจัดการเรียนรู้จากนักวิชาการต่าง ๆ สรุปได้ว่า หลักการจัดการจัดการเรียนรู้ควรมีการคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนเป็นสำคัญ จึงควรจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน อีกทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์จริง มีการใช้สื่อการเรียนรู้และวิธีการวัดประเมินผลที่หลากหลาย เน้นการเรียนรู้กระบวนการที่อาศัยความร่วมมือระหว่างผู้เรียนและผู้ปกครอง บุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

3. องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ ได้มีนักวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาได้กล่าวถึงในหลากหลายมุมมอง ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอตามลำดับ ดังนี้

บันลือศักดิ์ จำนง (2546) ได้อธิบายองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. ด้านผู้สอน เป็นผู้ที่มีความสำคัญในการที่จะแปลมาตรฐานการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ที่เป็นตัวหนังสือให้เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม น่าสนใจ และมีกระบวนการเรียนรู้หลากหลายวิธี อย่างอิสระ จะต้องรู้จักเลือกปรับปรุงเทคนิคและวิธีการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้ ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและผู้เรียนโดยไม่ใช้วิธีการเดียว ควรมีการดัดแปลง และเลือกใช้วิธีการให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์และเนื้อหาในแต่ละบทเรียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดผลสำเร็จในการเรียนรู้

2. ด้านผู้เรียนเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการจัดการเรียน ผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันทั้งบุคลิกภาพ สติปัญญา ความถนัด ความสนใจและความพร้อมของร่างกาย ผู้เรียนควรมีโอกาสร่วมคิดร่วมวางแผนในการจัดการเรียนการสอน และมีโอกาสเลือกวิธีเรียนหลากหลาย ตามความเหมาะสม ภายใต้การแนะนำของผู้สอน

3. เนื้อหาวิชาต่าง ๆ ซึ่งผู้สอนจะต้องจัดเนื้อหาวิชาให้มีความสัมพันธ์กันมีความน่าสนใจ เหมาะสมกับวัย ระดับชั้น รวมทั้งสภาพสิ่งแวดล้อมของการจัดการเรียน

4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ ได้แก่ อุปกรณ์ช่วยในการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5. สภาพแวดล้อมและบรรยากาศการเรียนรู้ ผู้สอนต้องมีวิธีการที่จะต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาทางวิชาการ มีการดัดแปลงห้องเรียนให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถมีปฏิสัมพันธ์กันได้ดี และจัดกิจกรรมที่เอื้อให้ผู้ปกครองและชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย

ประไพ ฉลาดคิด (2548) ได้กล่าวองค์ประกอบของการสอนไว้ ดังนี้

1. ผู้สอน ผู้สอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่งต่อการสอน เพราะต้องเป็นผู้รู้หลักสูตรและเนื้อหาสาระมาดำเนินการสอน มีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ตลอดเวลาของการเรียนการสอน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในบทเรียน มีทักษะกระบวนการ และมีเจตคติที่ดีตามเจตนารมณ์ของบทเรียนและหลักสูตร นอกจากนี้คุณครูยังต้องมีความสามารถใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนและสอนให้ตรงตามจุดประสงค์ที่ได้วางไว้ จึงจะทำให้การสอนดำเนินไปได้อย่างราบรื่น

2. ผู้เรียน ผู้เรียนเป็นองค์ประกอบสำคัญของการสอน เพราะการสอนจะเกิดขึ้นได้จำเป็นต้องมีผู้เรียนเป็นผู้ได้รับความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ผู้สอนจัดให้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่เป็นไปตามจุดประสงค์ของการสอนที่ตั้งไว้

3. กิจกรรมการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นองค์ประกอบอีกประการหนึ่งที่มีความสำคัญมากต่อการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนนั้นออกแบบโดยผู้สอน และผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้จนเกิดความรู้ความเข้าใจ มีการวัดผลและประเมินผลตามที่ผู้สอนได้วางแผนไว้

4. บริบทในการเรียนการสอน ในการสอนที่ต้องการให้เกิดผลที่ดีทั้งต่อผู้สอนและผู้เรียนนั้น สภาพแวดล้อมทั้งในและนอกห้องเรียนที่มีความสำคัญอย่างยิ่งที่ต้องคำนึงถึงอัน ได้แก่ ความเหมาะสมของสีในห้องเรียน การถ่ายเทของอากาศ ทิศทางลม เสียงรบกวนจากภายนอกห้องเรียน

ธีระ รุญเจริญ (2550) ได้สรุปองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ
2. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ
3. การเรียนรู้จากประสบการณ์จริง
4. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้สรุปองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. ใช้รูปแบบ เทคนิควิธีการสอนที่หลากหลาย
2. การบูรณาการเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้
3. ฝึกทักษะการคิด และการแก้ปัญหา
4. การเรียนรู้จากประสบการณ์จริง
5. การพัฒนาสื่อ และนวัตกรรม
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2553) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาอย่างรอบด้าน ครูควรจัดการเรียนรู้โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้

1. หลักสูตร
2. การออกแบบการเรียนรู้
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. สื่อการเรียนรู้
5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
6. การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้

โมดูลการเรียนรู้

1. ความหมายของโมดูลการเรียนรู้

ลอเรนซ์ (1973) กล่าวว่า โมดูลการเรียนรู้ไม่ใช่ตำราเรียนหรือสมุดแบบฝึกหัดและอื่น ๆ แต่โมดูล คือ หน่วยงานการสอนที่มีเนื้อหาจบในตัวเอง สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เองมากกว่าเรียนรู้จากครู ซึ่งประกอบด้วยสื่อการเรียนและกระบวนการเพื่อที่จะใช้ถ่ายทอดเรื่องราวอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยมีส่วนประกอบ ได้แก่ วัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียน และการประเมินผล ตามปกติมักนิยมใช้ในลักษณะที่เป็นเอกสารการพิมพ์หรือทำเป็นหนังสือเล่มเล็ก ๆ

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2519) กล่าวว่า โมดูลการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมการเรียนที่จัดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และแสดงถึงสมรรถภาพที่จะเป็นครูในการฝึกสมรรถภาพเป็นครูอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่างก็ได้ รูปแบบของโมดูลนั้นจะเป็นบทเรียนหรือหน่วยใดหน่วยหนึ่งที่สำเร็จในตัวเองสร้างขึ้นมาเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้แน่นอนและชัดเจน โมดูลหนึ่งๆ ประกอบด้วยสื่อการเรียนต่างๆ ที่จำเป็น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้รู้และแสดงสมรรถภาพได้ตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ของโมดูลนั้น ๆ

ชมพันธ์ ฤกษ์ ญ อยุธยา (2519) ได้กล่าวว่า โมดูลการเรียนรู้หรือหน่วยการสอน (Instructional Module) เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาชนิดหนึ่งที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพหรือทักษะเฉพาะอย่างตามที่กำหนดไว้ เป็นเครื่องมือที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนเนื่องจากหน่วยการสอนเป็นการจัดการเรียนการสอนเพื่อสนองต่อความต้องการ ความถนัดความสนใจ และความแตกต่างของผู้เรียน มีจุดศูนย์รวมที่ความต้องการของผู้เรียนมิใช่ผู้สอน และหน่วยการสอนให้ความสำคัญแก่จุดมุ่งหมายมากกว่ากิจกรรมการเรียน

จากการศึกษาความหมายของโมดูลการเรียนรู้ สรุปได้ว่า หน่วยการสอนที่มีความสมบูรณ์ในตัวเอง ออกแบบอย่างเป็นระบบโดยมีวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหา สื่อประกอบ และแบบประเมินผลที่สอดคล้องกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองหรือเรียนรู้ภายใต้การชี้แนะของครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ โมดูลเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนกำหนดจังหวะและวิธีการเรียนรู้ของตนเอง ตามความสามารถ ความสนใจ และศักยภาพเฉพาะบุคคล เป็นเครื่องมือที่ส่งเสริมการพัฒนาทักษะเฉพาะ สมรรถภาพ และการคิดวิเคราะห์ อีกทั้งยังสามารถใช้ประโยชน์ในการพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนให้มีความยืดหยุ่นและตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้อย่างแท้จริง

2. ลักษณะของโมดูลการเรียนรู้

ซุสตัน (1972) ได้กล่าวถึง ลักษณะของโมดูลการเรียนรู้ไว้ 6 ประการคือ

1. การเริ่มต้นการสร้างโปรแกรมการเรียนในส่วนย่อยหรือในรายวิชา จำเป็นต้องพิจารณาโปรแกรมใหญ่ทั้งหมดเสียก่อน ในทางปฏิบัติที่ผ่านมา ผู้สอนมักจะไม่ค่อยคำนึงถึงโครงการใหญ่มากนัก มักสอนตามที่เราเห็นว่าสมควร ประสบการณ์การเรียนจึงไม่สอดคล้องสัมพันธ์กัน ทำให้เกิดช่องว่างและเนื้อหาซ้ำซ้อน

2. เน้นตัวผู้เรียนมากกว่าผู้สอน โดยถือเอาความต้องการของผู้เรียนเป็นเครื่องกำหนดสิ่งที่จะเรียนไม่ใช่ถือเอาความรู้ของครูและอุปกรณ์ต่างๆ เป็นเครื่องกำหนดเนื้อหาเช่นแต่ก่อน การใช้บทเรียนโมดูลจะทำให้ผู้สอนมองเห็นว่าการสอนโดยใช้การบรรยายนั้นมีความสำคัญน้อยลง

3. เน้นจุดประสงค์เป็นเบื้องต้นไม่ใช่เน้นที่กิจกรรมการเรียน จุดประสงค์จึงต้องบ่งไว้ชัดเจนเป็นประการแรก ส่วนกิจกรรมการเรียนเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์จึงตามมา การเรียนการสอนที่เน้นจุดประสงค์ที่ชัดเจนดังกล่าวจะช่วยขจัดปัญหาอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเรียนการสอนออกไปได้

4. การเรียนเป็นแบบรายบุคคล (Individualized) และเป็นส่วนตัว (Personalized) การเรียนเป็นรายบุคคลในแง่ที่ว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ช้าหรือเร็วตามความสามารถของตนและการเรียนนั้นเน้นเรื่องส่วนตัวในแง่ที่ว่าผู้เรียนแต่ละคนอาจมุ่งไปสู่เป้าหมายและจุดประสงค์ของการเรียนรู้ได้หลายอย่างต่างกัน การเรียนการสอนโดยทั่วไปนั้นเป็นการเปรียบเทียบทางการเรียนระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ส่วนการเรียนโดยใช้โมดูลการเรียนรู้นั้นเป็นการเปรียบเทียบการเรียนกับจุดประสงค์ที่ได้วางไว้ล่วงหน้าเท่านั้น

5. โมดูลการเรียนรู้อาจมีวิธีสอนแบบต่าง ๆ ไปได้หลายอย่างโดยไม่จำกัดว่าครูจะต้องใช้วิธีสอนแบบใดโดยเฉพาะ เทคนิคบางอย่าง เช่น การอภิปรายกลุ่มย่อยอาจมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนทัศนคติและสร้างกลุ่มสัมพันธ์ วิธีอื่นอาจรวมการแนะนำเป็นรายบุคคล การฝึกงานหรือการใช้สื่อทัศนูปกรณ์ต่างๆ การใช้โมดูลการเรียนรู้นี้ไม่ได้หมายความว่าทำให้การสอนเป็นเครื่องจักรเพียงแต่ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือของโมดูลเท่านั้น

6. เน้นกระบวนการ (Process) ไม่ใช่ผลขั้นสุดท้าย (Product) กล่าวคือ การสร้างโมดูลการเรียนรู้อาจต้องมีการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาอยู่เป็นระยะถ้าผลการใช้หรือการทดสอบแสดงว่ายังมีข้อบกพร่องก็ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข

จากการศึกษาลักษณะโมดูลการเรียนรู้อาจสรุปได้ว่า โมดูลการเรียนรู้อาจมีลักษณะสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ดังนี้:

1. เป็นหน่วยการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ในตัวเอง มีโครงสร้างชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหา กิจกรรม และการประเมินผลที่สอดคล้องกัน

2. เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ออกแบบจากความต้องการ ความสนใจ และความสามารถของผู้เรียนมากกว่าการกำหนดโดยครู

3. กำหนดจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ชัดเจน ทุกกิจกรรมภายในโมดูลมุ่งไปสู่เป้าหมายที่ระบุไว้อย่างชัดเจน สามารถวัดและประเมินผลได้

4. ส่งเสริมการเรียนรู้รายบุคคล ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตามจังหวะของตนเอง โดยมีเป้าหมายเฉพาะตามศักยภาพของแต่ละคน

5. ยืดหยุ่นในรูปแบบและวิธีการสอน ครูสามารถเลือกใช้สื่อ เทคนิค และวิธีการสอนที่หลากหลายเพื่อให้เหมาะกับเนื้อหาและบริบทของผู้เรียน

6. เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าผลลัพธ์ขั้นสุดท้าย มีการปรับปรุง พัฒนา และประเมินผลการใช้โมดูลอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ

3. รูปแบบของโมดูลการเรียนรู้

ชมพันธ์ กุญชร ณ อยุธยา (2528) ได้เสนอรูปแบบของโมดูลการเรียนรู้ซึ่งอาศัยแนวของ เอเรนด แมสสา และเวเบอร์ (Arends, Masla and Weber) ประกอบด้วยองค์ประกอบ 7 ประการ คือ

1. หลักการและเหตุผล (Rationale) หลักการและเหตุผลเป็นคำอธิบายหรือคำชี้แจงเกี่ยวกับโมดูลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น โดยเน้นให้เห็นความสำคัญของสองประการ คือ

1.1 อธิบายวัตถุประสงค์และความสำคัญของโมดูลการเรียนรู้ โดยการอ้างอิงถึง ทฤษฎีข้อมูลที่เป็นจริง และหรือการปฏิบัติ

1.2 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างโมดูลและจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน กับหลักสูตรทั้งหมด

ดังนั้นหลักการและเหตุผลจะช่วยอธิบายถึงความสำคัญของสมรรถภาพที่ต้องการจะฝึกในโมดูลและช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงความคาดหวังของหลักสูตรทั้งหมด พร้อมทั้งช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพในโมดูลที่กำลังเรียนกับสมรรถภาพในโมดูลอื่น ๆ ที่เขาจะต้องแสดงความสามารถก่อนที่จะจบหลักสูตร การจัดโมดูลตามบทบาทและหน้าที่ของผู้เรียนและสอดคล้องกับหลักสูตรส่วนรวมนั้นช่วยให้ผู้สร้างหลักสูตรได้มองเห็นหลักสูตร ทั้งระบบมิใช่แต่เพียงบางส่วนเท่านั้น

2. จุดมุ่งหมาย จุดมุ่งหมายในโมดูลทำหน้าที่สำคัญสองประการ คือ

2.1 ช่วยเป็นสื่อที่เชื่อมโยงจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ความคาดหวังและวิธีการสอน ต่างๆ ให้ผู้เรียนและผู้สอนได้ทราบ

2.2 ช่วยให้ผู้สอนได้วางแผนและประเมินผลจุดมุ่งหมาย วิธีการสอนและผลการสอนของตน

ดังนั้นจุดมุ่งหมายจึงเป็นส่วนที่ช่วยวางโครงสร้างของโมดูล นอกจากจะช่วยระบุสมรรถภาพที่ผู้เรียนจะต้องแสดงออกแล้ว จุดมุ่งหมายยังช่วยเสนอแนะกิจกรรมการเรียนซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้บรรลุถึงสมรรถภาพที่ระบุไว้

จำนวนของจุดมุ่งหมายในแต่ละโมดูลอาจแตกต่างกัน โมดูลบางหน่วยอาจมีจุดมุ่งหมายเพียงข้อเดียว แต่บางหน่วยอาจจะมีจุดมุ่งหมายไว้หลายข้อ จุดมุ่งหมายทุกข้อจะต้องเขียนไว้อย่างชัดเจนไม่กำกวม โดยจะต้องระบุว่าผู้เรียนจะต้องสามารถทำอะไรได้บ้าง เมื่อเรียนจบโมดูลนี้แล้ว จุดมุ่งหมายแต่ละข้อจะเป็นแนวทางให้ผู้เรียนทราบว่าเขาจะดำเนินการเรียนอย่างไรในการศึกษาโมดูลนั้น

3. ความรู้พื้นฐาน ความรู้พื้นฐานแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ

3.1 สมรรถภาพพื้นฐานทั่วไปที่จำเป็นก่อนเริ่มต้นเรียนโมดูลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

3.2 สมรรถภาพเฉพาะ ซึ่งได้เรียนมาแล้วในโมดูลก่อนๆ และจำเป็นที่จะต้องมีความรู้ก่อนเริ่มเรียนโมดูลที่สร้างขึ้นนี้

โดยทั่วไปผู้สร้างหลักสูตรควรพยายามจัดให้มีวิชาหรือความรู้พื้นฐานที่ต้องเรียนก่อนให้น้อยที่สุด ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการยืดหยุ่นโปรแกรมการเรียน นอกจากนี้การสร้างแบบประเมินผลก่อนการเรียนควรให้ครอบคลุมถึงความรู้พื้นฐานที่จำเป็นด้วย

เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้เรียน ความรู้พื้นฐานควรประกอบด้วย ข้อความที่แสดงว่าโมดูลที่สร้างขึ้นนี้ผู้เรียนควรจะต้องมีความรู้พื้นฐาน ข้อความที่ระบุสมรรถภาพซึ่งเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนโมดูลนี้ และแหล่งอ้างอิงสำหรับศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพพื้นฐานที่ระบุไว้

4. การประเมินผลก่อนการเรียน การประเมินผลก่อนการเรียนมีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ

4.1 เพื่อดูว่าผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถภาพพื้นฐานก่อนที่จะเรียนในบทเรียนสมดูลที่สร้างขึ้นได้หรือไม่ หรือควรจะต้องฝึกสมรรถภาพพื้นฐานนั้นก่อนเริ่มเรียน

4.2 เพื่อดูว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในสมรรถภาพทั้งหมดที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมายของโมดูลการเรียนรูที่กำลังจะเรียนแล้วหรือไม่ หรือควรจะต้องร่วมในกิจกรรมการเรียนต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายของโมดูลการเรียนรู้นั้น

4.3 เพื่อดูว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในบางส่วนของสมรรถภาพที่ระบุในโมดูลที่กำลังจะเรียนแล้วหรือไม่ ถ้ามีบ้างแล้วผู้เรียนอาจจะร่วมในกิจกรรมการเรียนเพียงบางกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ยังไม่ได้เรียนรู้เท่านั้น

ด้วยเหตุนี้การประเมินผลต่อการเรียนจึงเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้ความสามารถในสมรรถภาพที่ระบุไว้ในโมดูลก่อนเริ่มการสอน ทั้งนี้หมายความว่า การประเมินผลก่อนการเรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความสามารถของตนตามจุดมุ่งหมายบางส่วนหรือทั้งหมด นอกจากนี้การประเมินผลก่อนการเรียนยังช่วยชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนอาจจะยังไม่พร้อมที่จะเรียนในโมดูลนี้ เนื่องจากขาดสมรรถภาพที่เป็นพื้นฐานเบื้องต้น ดังนั้นการประเมินผลก่อนการเรียนควรมีลักษณะดังนี้

- 1) เป็นการทดสอบที่ผู้เรียนอาจจะเลือกบางส่วนหรือไม่ทำเลยก็ได้
- 2) ประเมินผลเฉพาะสมรรถภาพที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมายหรือที่ระบุไว้เป็นพื้นฐานก่อนการเรียนโมดูลนั้น ช่วยในการวินิจฉัยโดยการใช้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ระบุไว้
- 3) การประเมินผลก่อนการเรียนจะต้องเป็นจริงและมีเหตุผล โดยคำนึงถึงเวลาทั้งหมดของผู้สอนและผู้เรียน

จากการประเมินผลก่อนการเรียนอาจจะทำได้โดยให้ผู้เรียนแสดงสมรรถภาพโดยการทดสอบข้อเขียนหรือปากเปล่า หรือการทดสอบอย่างอื่น ทั้งชนิดที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ทั้งแบบปรนัยและไม่เป็นปรนัยทั้งหมด การอภิปรายระหว่างผู้สอนและผู้เรียน การถามคำถามเพื่อให้ทราบถึงความสนใจและความต้องการของผู้เรียน และการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ก็อาจใช้เป็นวิธีการประเมินผลก่อนการเรียนที่ประสิทธิภาพได้ การประเมินผลก่อนการเรียนนี้ไม่จำกัดในวิธีใดวิธีหนึ่งเท่านั้น

5. กิจกรรมการเรียน กิจกรรมการเรียนหมายถึงงานที่จะให้ผู้เรียนทำเพื่อช่วยให้เรียนรู้และบรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ระบุไว้ กิจกรรมการเรียนควรมีลักษณะดังนี้

- 5.1 กิจกรรมการเรียนควรช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง

5.2 ถ้าเป็นไม่ได้ กิจกรรมการเรียนควรจัดให้เป็นการเรียนเฉพาะบุคคลทั้งนี้ หมายความว่ากิจกรรมการเรียนควรจะได้สนองความต้องการ ความสามารถ เจตคติ ความพร้อมและวิธีการของผู้เรียนแต่ละคน

5.3 กิจกรรมการเรียนที่จัดขึ้นควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติตามจุดมุ่งหมายที่ระบุไว้ ผู้สร้างโมดูลควรตระหนักอยู่เสมอว่า ผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบในการแสดงความสามารถตามสมรรถภาพที่ระบุไว้มิใช่เพียงแต่การเรียนรู้เท่านั้น ดังนั้นกิจกรรมการเรียนจึงควรจัดให้มีทางเลือกหลายๆ ทาง เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความสามารถของตนเพื่อบรรลุถึง จุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ก็ได้ หลักการสำคัญก็คือ จุดเน้นจะต้องอยู่ที่การให้ผู้เรียนได้บรรลุถึง จุดมุ่งหมายมิใช่อยู่ที่การเรียน กิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งโดยเฉพาะด้วยเหตุนี้กิจกรรมการเรียนจึงควร จัดให้มีกิจกรรมการเรียนหลายๆ อย่าง เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรียน รวมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอกิจกรรมของตนเองด้วย กิจกรรมการเรียนต่างๆ ที่จัดขึ้น ควรจะเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ จัดทำแผนภูมิหรือคำอธิบายของการจัดลำดับกิจกรรมที่จะต้องเรียน ถ้าหากจุดมุ่งหมายหรือกิจกรรมการเรียนมีลักษณะต่อเนื่องและควรจัดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติเท่าเทียมกันในการที่จะบรรลุถึงจุดมุ่งหมายแต่ละข้อ

6. การประเมินผลหลังการเรียน วิธีการประเมินผลหลังการเรียนอาจแตกต่างกันได้หลายอย่าง เช่นเดียวกับการประเมินผลก่อนการเรียนสิ่งสำคัญก็คือจะต้องมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของโมดูล การที่ผู้เรียนจะเรียนจบโมดูลได้นั้นขึ้นอยู่กับ การแสดงสมรรถภาพถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ใน การประเมินผลหลังการเรียน การประเมินผลหลังการเรียนจัดขึ้นเพื่อวัดในเรื่องต่างๆ ดังนี้

6.1 เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถภาพที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมายได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ หรือว่าจำเป็นจะต้องจัดกิจกรรมซ่อมเสริมให้เรียนใหม่ และกิจกรรม นั้นควรจะเป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นใหม่

6.2 ถ้าผู้เรียนไม่สามารถแสดงสมรรถภาพตามที่ระบุไว้ ข้อบกพร่องนี้อยู่ที่

- 1) ผู้เรียนไม่มีความสามารถ แรงจูงใจ หรือความพยายาม
- 2) การสอนไม่เหมาะสมหรือไม่มีประสิทธิภาพ
- 3) จุดมุ่งหมายคาดหวังผลที่ไม่เป็นจริง

การประเมินผลหลังการเรียนมุ่งหมายที่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถว่าได้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ นอกจากนี้การประเมินผลหลังการเรียนยังช่วยชี้ให้เห็นถึงข้อบกพร่องในการเรียนการสอน และช่วยชี้แนวทางที่จะแก้ไขด้วย ข้อมูลที่ได้จากการประเมินผล การเรียนจะเป็นประโยชน์ในการแสดงถึงพัฒนาการทางการเรียนของผู้เรียนและประสิทธิภาพของโมดูล ดังนั้นการประเมินผลหลังการเรียนจึงควรมีลักษณะดังนี้ ประเมินผลสมรรถภาพที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมายด้วยวิธีการที่เชื่อถือได้ ประเมินผลเฉพาะสมรรถภาพที่ระบุไว้ใน จุดมุ่งหมายหรือที่ระบุไว้เป็นสมรรถภาพพื้นฐานก่อนเริ่มโมดูลนั้น การประเมินผลหลังการเรียนควรจัดทำทั้งในระหว่างเรียน (Formative Evaluation) และหลักการเรียน (Summative Evaluation) การประเมินผลหลังการเรียนจะต้องเป็นจริงและมีเหตุผล โดยคำนึงถึงเวลาทั้งของ ผู้สอนและผู้เรียน

7. การเรียนซ่อมเสริม อาจกำหนดไว้ในโมดูลหรือไม่ก็ได้ การเรียนซ่อมเสริมเป็นกิจกรรมการเรียนที่จะช่วยเหลือผู้เรียนที่ไม่สามารถแสดงสมรรถภาพตามที่ระบุไว้ภายหลังการประเมินผลหลังการเรียน การเรียนซ่อมเสริมก็เพื่อช่วยเหลือมิใช่ลงโทษ และเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บรรลุผลสำเร็จ โดยทั่วไปกิจกรรมการเรียนซ่อมเสริมนี้ผู้สอนและผู้เรียนจะกำหนดร่วมกันโดยพิจารณาจากความสามารถในการปฏิบัติงานของผู้เรียนที่สัมพันธ์กับการประเมินผลหลังการเรียนแล้วช่วยกันตัดสินใจว่าควรจะใช้วิธีสอนอย่างไรจึงจะเป็นประโยชน์และได้ผลที่สุด

จากการศึกษาลักษณะโมดูลการเรียนรู้อาจสรุปได้ว่า โมดูลการเรียนรู้ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 7 ประการ ได้แก่

1. หลักการและเหตุผล (Rationale) ชี้แจงความสำคัญของโมดูลโดยอิงทฤษฎีหรือการปฏิบัติจริง แสดงความสัมพันธ์ของโมดูลกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรทั้งหมด เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจบทบาทของตนในระบบการเรียนรู้

2. จุดมุ่งหมาย (Objectives) ระบุผลลัพธ์ที่ผู้เรียนต้องแสดงออกได้หลังเรียนจบ ช่วยในการวางแผน กำหนดกิจกรรม และประเมินผลการเรียนรู้ จุดมุ่งหมายต้องชัดเจน วัดผลได้ และเชื่อมโยงกับกิจกรรมอย่างเหมาะสม

3. ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites) ระบุสมรรถภาพหรือความรู้ที่จำเป็นก่อนเริ่มเรียนในโมดูล ทั้งในด้านพื้นฐานทั่วไป และพื้นฐานเฉพาะ เพื่อให้สามารถเรียนรู้โมดูลใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การประเมินผลก่อนการเรียน (Pre-assessment) ตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียนก่อนเรียนโมดูล เพื่อวางแผนจัดกิจกรรมให้เหมาะสม หรือวินิจฉัยว่าผู้เรียนควรเรียนในระดับใด โดยใช้วิธีที่ยืดหยุ่น เช่น การทดสอบ การสัมภาษณ์ หรือการสังเกต

5. กิจกรรมการเรียน (Learning Activities) กิจกรรมที่ออกแบบให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อบรรลุจุดมุ่งหมาย โดยควรมีความหลากหลาย ยืดหยุ่น เปิดโอกาสให้เลือกตามความถนัด และปรับตามความสามารถเฉพาะบุคคล

6. การประเมินผลหลังการเรียน (post-assessment) วัดสมรรถภาพของผู้เรียนหลังจบโมดูลว่าบรรลุตามเป้าหมายหรือไม่ ใช้วิธีประเมินที่เหมาะสม ทั้งระหว่างเรียน (Formative) และหลังเรียน (Summative) พร้อมวิเคราะห์ข้อบกพร่องและแนวทางพัฒนา

7. การเรียนซ่อมเสริม (Remedial Learning) กิจกรรมช่วยเหลือผู้เรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ตามจุดมุ่งหมาย เป็นการส่งเสริมมิใช่ลงโทษ โดยเน้นการเรียนรู้เพิ่มเติมเพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จอย่างเท่าเทียม

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1. ประวัติการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

สุรยศ ทรัพย์ประกอบ และคณะ (2556) กล่าวว่า จุดเริ่มต้นของ “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) เริ่มต้นเมื่อปี ค.ศ. 1980 โดยประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีความต้องการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ โดยการพัฒนาให้นักเรียนให้มีความเข้มแข็งในวิทยาศาสตร์

และคณิตศาสตร์ สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของ ประเทศสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science : AAAS) ได้ สร้างโปรเจค 2061 ขึ้นมาในปี ค.ศ. 1985 เพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนอเมริกัน เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ต่อมาในปี ค.ศ. 1989 ได้จัดพิมพ์หนังสือชื่อ วิทยาศาสตร์เพื่อพลเมืองอเมริกา (Science for All Americans) ขึ้นมาเพื่อส่งเสริมการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ จนกระทั่งต้นปี ค.ศ. 1990 หน่วยงานต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกาทั้ง สมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Teacher Association : NSTA) คณะกรรมการครู คณิตศาสตร์แห่งชาติ (Council National of Teachers of Mathematics) นักเรียน นักวิจัย เจ้าของธุรกิจและอาจารย์ในมหาวิทยาลัยต่างเรียกร้องให้มินวัตกรรมการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และ เทคโนโลยี ซึ่งในยุคนั้น สถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Foundation : NSF) ได้ กำเนิดคำว่า SMET Education จนกระทั่งปี ค.ศ. 2001 Judith A. Ramaley ผู้บริหารของ NSF ได้ เปลี่ยนจาก คำว่า SMET Education เป็นคำว่า STEM Education ซึ่งหมายถึงการเรียนรู้อิงวิทยาศาสตร์ โดยมีการ บูรณาการคณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีเข้าไว้เป็นหนึ่งศาสตร์การเรียนรู้

Breiner and Percen (2012) จากผลการสอบ PISA และ TIMSS ของประเทศ สหรัฐอเมริกาแสดงให้เห็นถึงการถดถอยทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งล้าหลัง ประเทศอื่นในด้านความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ รวมทั้งปัญหาการขาดความสนใจ ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ตลอดจนขาดความสนใจที่จะเข้าศึกษาต่อและประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้อง ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มีจำนวนลดน้อยลง จึงทำให้เกิด แรงผลักดันให้เกิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของ STEM ขึ้น โดยรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการ พัฒนาการศึกษาด้าน STEM ซึ่งมุ่งผลให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ มาใช้เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนานวัตกรรมให้สอดคล้อง กับสถานการณ์ของปัจจุบัน และให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในวิทยาศาสตร์และอยากประกอบอาชีพใน สาขาที่เกี่ยวข้องกับ STEM มากยิ่งขึ้น เพื่อนำไปสู่การแข่งขันในระดับโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่ง สอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะ พื้นฐานที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

ในขณะเดียวกันประเทศไทยกำลังจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุทำให้มีสัดส่วนของประชากรใน วัยทำงานลดลงจึง ต้องเพิ่มทักษะและคุณภาพของแรงงานด้านสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อที่จะสามารถช่วยเพิ่มการสร้างผลผลิต (Productivity) ของประเทศขึ้นได้เพราะสะเต็มศึกษา (STEM Education) จะสามารถช่วยสร้างทักษะด้านสะเต็มให้แก่เยาวชนในระบบการศึกษาผลิต กำลังคนที่มีทักษะด้านสะเต็ม (STEM Workforce) ตลอดจนช่วยยกระดับทักษะขีดความสามารถทาง เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมของประชากรในวัยทำงาน (Career Development) อีกด้วย โดยเฉพาะ แรงงานในวิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อมเพื่อให้บริษัทเหล่านี้สามารถพัฒนาไปสู่บริษัทที่มีทักษะ และความสามารถที่จะผลิตสินค้าคุณภาพสูงได้

ประเทศไทยจำเป็นต้องยกระดับการลงทุนทางการวิจัยและพัฒนา จึงจำเป็นต้อง พัฒนาระบบการผลิตกำลังคน ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อรองรับการลงทุนนี้ ไม่เพียงแต่ในสถาบันอุดมศึกษาหรืออาชีวศึกษา แต่จำเป็นต้องเริ่มพัฒนากำลังคนในการสร้างความรู้

ความเข้าใจและแรงบันดาลใจให้แก่ผู้เรียนระดับประถมศึกษาจะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนรู้ โดยครูจะต้องสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ ตั้งคำถาม ด้วยคำถาม แล้วหาคำตอบด้วยตนเอง รวมทั้งสามารถทำงานเป็นกลุ่ม ในระดับมัธยมศึกษาจะต้องนำสะเต็มศึกษา (STEM Education) มาใช้มากขึ้น

ดังนั้นการเรียนการสอน วิธีการวัดผลสำหรับสะเต็มศึกษา (STEM Education) จะต้องปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนจากการเรียนทฤษฎีเพียงอย่างเดียว เป็นการเรียนที่มีการลงมือปฏิบัติมากขึ้นนอกจากนั้นการใช้สะเต็มศึกษา (STEM Education) จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ และมีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ได้ดีขึ้นในการนำไปสร้างพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ หรือสรรค์สร้างนวัตกรรมต่าง ๆ เนื่องจากสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาการเชื่อมต่อองค์ความรู้และการนำงานวิจัยไปสู่การใช้จริงได้

2. ความหมายของสะเต็มศึกษา

นักวิชาการได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

O'Neil, Tamagata และ Togioka (2012) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเห็น ถึงความสัมพันธ์ของแต่ละวิชาที่บูรณาการและสามารถนำไปใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สะเต็มศึกษา คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ (Engineer : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติวิชาตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานศึกษาโลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูสอนหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวัน นั้น ต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วนๆ นอกจากนี้ STEM Education ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ที่เน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคน สามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีทักษะในการออกแบบ และคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริง

จากการศึกษาความหมายของสะเต็มศึกษาจากนักวิชาการต่าง ๆ สรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ของสหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถมีความคิดแยกแยะ วิเคราะห์ ชิ้นงาน และสามารถสร้างสรรค์ผลงานที่เป็นประโยชน์ในการดำรงชีวิตได้

3. แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษาได้มีนักวิชาการกล่าวถึงในหลากหลายมุมมอง ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอตามลำดับ ดังนี้

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการศึกษาที่มีแนวคิดและลักษณะ ดังนี้

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือ เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสวมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักการศึกษามักชี้แนะให้อาจารย์ ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้นักเรียนสนใจมีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียน สนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้น และประสบความสำเร็จในการเรียน

เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยี จึงมีได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ให้กับนิสิตนักศึกษา โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้ แต่จากการศึกษาวิจัย พบว่า แม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มีได้หมายถึง การนับจำนวนเท่านั้นแต่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญประการแรก คือ กระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่ การเปรียบเทียบการจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติประการที่สอง ภาษาคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจ ความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ประการต่อมา คือ การส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือการทำกิจกรรม ในชีวิตประจำวัน

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ชั้นอนุบาล - มัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่า ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำ STEM Education มาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่า ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based Learning, Problem-based Learning, Design-based Learning ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้ STEM Education ในการสอนได้เร็วเท่าใดก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกามีการนำ STEM Education ไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Preschool) ด้วย

3. เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนากิจการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

3.1 ด้านปัญญา ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา

3.2 ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

3.3 ด้านคุณลักษณะผู้เรียน มีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพการเป็นผู้นำ ตลอดจนการยอมรับคำวิจารณ์วิจารณ์ของผู้อื่น

ชลธิป สมานิติ (2557) กล่าวว่า ชื่อของ “STEM” เกิดจากการย่อชื่ออักษรตัวแรกของ 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน นั่นคือ

1. Science (วิทยาศาสตร์) คือ การเรียนรู้เรื่องราวของธรรมชาติ เช่น ปฏิกิริยาการต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายหลัก เพื่อใช้อธิบายกฎเกณฑ์ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามธรรมชาติโดยใช้หลักและระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การกำหนดปัญหา 2) การกำหนดสมมุติฐาน 3) การศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล 4) การวิเคราะห์ข้อมูล และ 5) การสรุปผล ดังนั้นวิทยาศาสตร์ จึงเป็นการช่วยพัฒนาให้เราึ้มีทักษะในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบคิดอย่างมีเหตุผล และมีทักษะในการ สืบค้นหาความรู้ที่หลากหลายยิ่งขึ้นนั่นเอง

2. Technology (เทคโนโลยี) ตามความหมายในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 หมายถึง วิทยาการที่นำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติและอุตสาหกรรม (ราชบัณฑิตยสถาน, 2556) หากจะพูดให้เข้าใจง่ายขึ้น เทคโนโลยีก็คือ สิ่งที่เราสร้างหรือพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้อำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิต ไม่ใช่ว่ามีความหมายเพียงแค่คอมพิวเตอร์หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น แต่หมายรวมไปถึงสิ่งประดิษฐ์ตามยุคสมัยต่าง ๆ อย่างเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือรวมไปถึงเครื่องใช้ทั่วไปอย่างยางลบ มีด กรรไกร กบเหลาดินสอ เป็นต้น

3. Engineering (วิศวกรรมศาสตร์) คือ ทักษะกระบวนการในการออกแบบสร้างแบบรวมไปถึงการวางแผนเพื่อแก้ไขปัญหา โดยการใช้องค์ความรู้ด้านต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ออกแบบผลงานที่ใช้งานได้จริง ซึ่งกระบวนการในการทำงานของวิศวกรรมศาสตร์นั้น สามารถนำมาบูรณาการกับหลักแนวคิดของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมทำให้เกิดการพัฒนาทางความคิดออกแบบสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น

4. Mathematic (คณิตศาสตร์) คือวิชาที่ว่าด้วยเรื่องการคำนวณ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2556) เป็นการเรียนรู้เรื่องราวของจำนวน ตัวเลข รูปแบบ ปริมาตร รูปทรงต่าง ๆ รวมไปถึง แบบรูปและความสัมพันธ์ (พีชคณิต) ฯลฯ ซึ่งทักษะทางคณิตศาสตร์นี้เป็นทักษะที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับทุกแขนงวิชา เพราะเป็นศาสตร์ที่สามารถพิสูจน์ได้มีความแม่นยำ และเรายังสามารถพบคณิตศาสตร์ได้ในชีวิตประจำวันของเราแทบจะทุกที่ทุกเวลาอีกด้วย

ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ (2558) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความเกี่ยวข้องกับวิชาการหรือวิทยาการที่เป็นหลัก 4 วิชา ด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบวิชาการ ทั้ง 4 กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของประเทศไทย พบว่า สะเต็มศึกษามี

ความเกี่ยวข้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ 3 กลุ่มสาระฯ ได้แก่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีนั้น มีเป้าหมายหลักในการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Science Literate) ผู้รู้คณิตศาสตร์ (Math Literate) และผู้รู้เทคโนโลยี (Technology Literate) ซึ่งเป้าหมายของการเรียนรู้ในวิชาการที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย

1. เป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหา (หลัก กฎ และทฤษฎี) วิชาวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และโลก อวกาศ ดาราศาสตร์) สามารถเชื่อมโยงความเกี่ยวเนื่องเนื้อหาาระหว่างสาระวิชา และมีทักษะในการปฏิบัติการเชิงวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการคิดที่เป็นเหตุ เป็นผล สามารถค้นหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

2. เป้าหมายของการสอนคณิตศาสตร์ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ให้เหตุผล และการประยุกต์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ภายใต้บริบทที่แตกต่างกัน รวมถึงตระหนักถึงบทบาทของคณิตศาสตร์และสามารถใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการวินิจฉัยและการตัดสินใจที่ดี

3. เป้าหมายของการสอนเทคโนโลยี คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและความสามารถในการใช้งาน จัดการ และเข้าถึงเทคโนโลยี (กระบวนการหรือสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์)

4. เป้าหมายของการสอนวิศวกรรมศาสตร์ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะในออกแบบและสร้างเทคโนโลยีโดยประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า

จากการศึกษาแนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษาจากนักวิชาการต่าง ๆ สรุปได้ว่าแนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษาในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความเกี่ยวข้องกับวิชาการหรือวิทยาการที่เป็นหลัก 4 แขนงวิชา ด้วยกัน ได้แก่ 1) วิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ 2) เทคโนโลยี เป็นวิชาที่ว่าด้วยกระบวนการทำงานที่มีการประยุกต์ศาสตร์สาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง มาใช้ในการแก้ปัญหา 3) วิศวกรรม เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือสร้างสิ่งต่าง ๆ เพื่อมาอำนวยความสะดวกของมนุษย์ และ 4) คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาเกี่ยวกับการคำนวณ

4. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้มีนักวิชาการกล่าวถึงในหลากหลายมุมมอง ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอตามลำดับ ดังนี้

National Research Council (2012) ได้เสนอขั้นตอนการออกแบบทางวิศวกรรม ในกิจกรรมสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 6 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ช้้นระบุปัญหาหรือความต้องการ คือ ระบุปัญหาเพื่อหาทางแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน ตามเกณฑ์ความสำเร็จหรือข้อจำกัด เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้สำหรับผู้เรียน ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ถึงความสามารถที่จะแก้ไขสิ่งนั้นได้และเหมาะสมกับสภาพจริงรวมถึงพิจารณาถึงข้อดีและข้อจำกัด

3. ขั้นการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา คือ ประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าภายใต้ข้อจำกัดตามสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งในขั้นนี้หากมีปัญหากับการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาสามารถที่จะย้อนกลับไปขั้นที่ 2 ได้เพื่อที่จะพิจารณาแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้

4. ขั้นวางแผนและลงมือปฏิบัติ เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ โดยการสร้างแผนผังแนวคิดในการแก้ไขปัญหานั้นที่สามารถปรับเปลี่ยนและเข้าใจได้ง่ายแล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ขั้นการทดสอบและการประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหา ขั้นนี้เป็น การทดสอบและประเมินผลการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้เอานำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวสามารถทำงานย้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนต่าง ๆ ได้ตลอด ขึ้นอยู่กับสถานการณ์

6. ขั้นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

The Next Generation Science Standards (2013) สภาวิจัยแห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเกณฑ์การประเมินการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้เกิดการพัฒนาขึ้นในตัวผู้เรียน ไว้ในมาตรฐานการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ ได้เสนอขั้นตอน 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

พรณวิไล ชมชิด (2557) ได้เสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษานั้นจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการมีขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

1. การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน แล้วจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดี ข้อต่อยและความเหมาะสม เพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. การวางแผนพัฒนา (Plan and Development) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจนรวมทั้งออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา โดยผลอาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้เรียนต้องนำเสนอผลลัพธ์โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่น่าสนใจและน่าสนใจ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราจะอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหามustพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาคำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหามustมีการดำเนินการ ดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูล คือการสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหายังไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

2. การค้นหาแนวคิดคือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหามustพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ คุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหาแล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการกำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหามustอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนด ขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

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

ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพ ตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลให้เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา (2559) ได้เสนอขั้นตอนของกิจกรรมเรียนรู้ไว้ 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนาเป็นขั้นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเป็นขั้นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Science Math & Technology) เป็นขั้นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Engineering) เป็นขั้นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Engineering) เป็นขั้นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม เป็นขั้นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

จากแนวคิดของนักวิชาการข้างต้น ผู้วิจัยได้รวบรวมและการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังแสดงในตาราง 1 ดังนี้

ตาราง 1 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

นักวิชาการ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	National Research Council (2012)	The Next Generation Science Standards (2013)	พรรัตน์วิไล ขมขิด (2557)	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557)	คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา (2559)	ความถี่
1. การระบุปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	5
2. การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	5
3. การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	5
4. การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	5
5. การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	✓	✓	✓	✓	✓	5
6. การใช้คณิตศาสตร์และการคิดคำนวณ		✓				1
7. การใช้เหตุผลและโต้แย้งจากประจักษ์พยาน		✓				1
8. การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน	✓	✓	✓	✓	✓	5

จากตาราง 1 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน

จากตาราง 1 แสดงถึงผลการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่ นักวิชาการได้เสนอไว้ จำนวน 5 แหล่ง เมื่อนำขั้นตอนจากการวิเคราะห์ของนักวิชาการทั้ง 5 แหล่งมารวมกัน พบว่า มีทั้งสิ้น 8 ขั้นตอน แต่ละขั้นตอนมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้พิจารณาเลือกใช้ขั้นตอนที่มีความถี่ตั้งแต่ 5 ขึ้นไป และเป็นขั้นตอนที่มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อกำหนดเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครู โดยผู้วิจัยได้เลือกขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่มี

ความหมายเดียวกันกับองค์ประกอบอื่น แต่ใช้ชื่อต่างกัน แล้วนำการจัดหมวดหมู่เป็นขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหา
2. การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
3. การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
4. การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
5. การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน
6. การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ตามที่ได้ทำการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา รายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การระบุปัญหา

1. ความหมายของการระบุปัญหา

มีนักวิชาการได้ให้ความหมายการระบุปัญหาไว้ ดังนี้

พรรณวิไล ชมชิต (2557) ได้ให้ความหมายว่า การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน แล้วจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้ให้ความหมายว่า ขั้นตอนระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหา ตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราจะบูรณาการประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหามustพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา (2559) ได้ให้ความหมายว่า ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนาเป็นขั้นตอนการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาเพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

กล่าวโดยสรุปว่า การระบุปัญหา (Identify a Challenge) หมายถึง ขั้นตอนที่ผู้เรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย และกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน วิธีการในการแก้ปัญหาหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation)

2. ขั้นตอนของการระบุปัญหา

มีนักวิชาการได้กล่าวถึงขั้นการสร้างประสบการณ์มีวิธีการดังนี้

ทิศนา แคมมณี (2544) กล่าวว่า ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหาเป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหา และกำหนดขอบเขตของปัญหา ผู้สอนอาจใช้วิธีเล่าเรื่องสร้างสถานการณ์จำลอง อภิปราย ศึกษากรณีเฉพาะราย ฯลฯ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นปัญหานั้น ถ้ามีหลายปัญหาอาจแยกเป็นข้อ ๆ ได้ ดังนั้น บทบาทของผู้สอนในขั้นนี้คือ

1. นำทางให้ผู้เรียนเห็นปัญหา
2. จัดสิ่งแวดล้อมให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหา
3. ช่วยตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาให้ทุกคนเข้าใจได้ตรงกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) กล่าวว่า ชั้นระบุ

ปัญหา ประกอบด้วย

1. การทำให้นักเรียนมองเห็นปัญหา ครูต้องจัดหาหรือยกสถานการณ์ เช่น การสนทนาโดยใช้ประเด็นจากข่าว การเล่าเหตุการณ์ การฉายวิดีโอ ฯลฯ เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพของสภาพจริงในชีวิตประจำวัน ที่มีอุปสรรคต่อความสำเร็จที่ต้องการ หรือเห็นภาพที่ทำให้เกิดการกระตุ้นให้คิดว่า ควรจะสร้างหรือมีนวัตกรรมที่จะช่วยให้การดำเนินการหรือการทำงานหรือคุณภาพชีวิตดีขึ้น และท้ายสุดให้นักเรียนเล่าหรือบอกเรื่องราวในชีวิตจริงของนักเรียน อาชีพของผู้ปกครอง หรือครอบครัว หรือชุมชนของนักเรียน ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ ประเด็นจากข่าว การเล่าเหตุการณ์ การฉายวิดีโอ ฯลฯ ดังกล่าว

2. การทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา ครูต้องทำให้นักเรียนเกิดความตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา ซึ่งเกิดจากการเห็นคุณค่าของ “การรับรู้ โดยการใส่ใจ” โดยครูต้องทำให้นักเรียนรับรู้ได้ว่าจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้บอกเล่ามานั้นมี “ปัญหาหรืออุปสรรคต่อเป้าหมาย” ที่ควรใส่ใจในการหาวิธีแก้ไข มิฉะนั้นจะส่งผลกระทบในด้านลบ หรือใส่ใจที่จะ “สร้างหรือมีนวัตกรรม” อันเป็นการพัฒนา ซึ่งจะทำให้เกิดผลกระทบในด้านบวก

3. การทำให้นักเรียนสามารถ “ระบุปัญหา” จากสถานการณ์ได้ตรงประเด็น ครูต้องทำให้นักเรียนมีความสามารถในการระบุปัญหา ซึ่งการระบุปัญหาที่ดีนั้นต้องสื่อสารให้เห็นเป้าหมายในการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน และวิธีการทำให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ได้ตรงประเด็นที่สุด คือให้นักเรียนซึ่งเป็นสมาชิกของกลุ่มระดมความคิด “ต้นตอที่ทำให้เกิดสถานการณ์ที่มีปัญหาแฝงอยู่” ให้มากที่สุด จากนั้นนำผลที่เกิดจากสถานการณ์ทั้งหมดมาสรุปให้แคบลง

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2562) กล่าวว่า การระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจสถานการณ์ของปัญหา

1. วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ เพื่อตัดสินใจเลือกปัญหาหรือความต้องการที่จะดำเนินการแก้ไข

2. กำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การหาแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป โดยการนำเทคนิคหรือวิธีการต่าง ๆ มาช่วยในการวิเคราะห์ปัญหา เช่น การวิเคราะห์ด้วย 5W1H หรือ ผังก้างปลา (Fishbone Diagram) ซึ่งสามารถใช้ทักษะการตั้งคำถามด้วยหลัก 5W1H เมื่อเกิดสถานการณ์ปัญหาหรือความต้องการ ซึ่งคำถามจากหลัก

5W1H ประกอบด้วย

Who เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับบุคคลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความต้องการ

What เป็นการตั้งคำถามว่าปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์นั้น ๆ คืออะไร

When เป็นการตั้งคำถามปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้น
จะเกิดขึ้นเมื่อใด

Where เป็นการตั้งคำถามปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์
นั้นจะเกิดขึ้นที่ไหน

Why เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์สาเหตุว่าทำไมถึงเกิดปัญหาหรือ
ความต้องการ

How เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์ถึงแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา
นั้นจะสามารถทำได้ด้วยวิธีการอย่างไร

กล่าวโดยสรุปว่า การระบุปัญหา ประกอบด้วย ครูช่วยให้นักเรียนตระหนักถึง
ความสำคัญของปัญหา ครูจัดสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนเข้าใจปัญหา ครูตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาให้
นักเรียนทุกคนเข้าใจตรงกัน ครูทำให้นักเรียนมองเห็นปัญหา นักเรียนวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัด
ของสถานการณ์ และนักเรียนสามารถ “ระบุปัญหา” จากสถานการณ์ได้ตรงประเด็น

ขั้นตอนที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

1. ความหมายของการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

มีนักวิชาการได้ให้ความหมายการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ไว้ ดังนี้

พรณวิไล ชมชิต (2557) ได้ให้ความหมายว่า การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง
(Explore Ideas) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความ
เป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีข้อต่อ และความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้ให้ความหมาย
ว่า ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจาก
ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไป คือ การรวบรวมข้อมูล
และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ผู้แก้ปัญหาอาจมีการ
ดำเนินการ ดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูล คือการสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้
แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหายังไง และมีข้อเสนอแนะอะไรบ้าง

2. การค้นหาแนวคิด คือ การค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์
คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้
ผู้แก้ปัญหาควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็น
ทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึง
ความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา
แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาใน
สถานศึกษา (2559) ได้ให้ความหมายว่า การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเป็นขั้นการ
รวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการ
แก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

กล่าวโดยสรุปว่า การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หมายถึง การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ความคุ้มค่า ข้อดี ข้อด้อยและความเหมาะสม อย่างมีขั้นตอนและพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจัดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือกเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

2. ขั้นตอนของการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

มีนักวิชาการได้กล่าวเกี่ยวกับการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาไว้ดังนี้

วรภัทร์ ภูเจริญ (2550) กล่าวว่า ขั้นตอนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นตอนของการศึกษา ค้นคว้า และทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดยเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้มีหลายรูปแบบ

1. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล
2. การระดมสมอง
3. การทำแผนที่ความคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา
4. การพิจารณาและตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

เหมาะสม

5. กำหนดแนวทางการแก้ปัญหา
6. ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาจาก

ข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมไว้ ซึ่งผู้เรียนอาจใช้วิธีการสร้างตารางตัดสินใจ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) กล่าวว่า การรวบรวมข้อมูลสามารถทำได้หลายวิธี เช่น

1. สืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือในอินเทอร์เน็ต
2. สืบค้นจากสถานที่จริง
3. การทดลองทางวิทยาศาสตร์
4. สอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ
5. สืบค้นจากเอกสาร บทความ งานวิจัย

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2562) กล่าวว่า ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) ใช้เทคนิคที่เรียกว่า การระดมสมอง (Brainstorming) ในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา อาจทำได้หลายวิธี เช่น

1. การสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตที่น่าเชื่อถือ
2. การสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ
3. การสืบค้นจากเอกสาร บทความ งานวิจัย
4. การศึกษาดูงานจากสถานที่จริง
5. การทดลองทางวิทยาศาสตร์

กล่าวโดยสรุปว่า การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ประกอบด้วย การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลที่น่าเชื่อถือ สืบค้นจากเอกสาร บทความ งานวิจัย การสอบถามจากครูผู้สอน การทดลองทางวิทยาศาสตร์ การทำแผนที่ความคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา กำหนดแนวทางการแก้ปัญหา การพิจารณาเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสม และตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมไว้

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

1. ความหมายของการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

มีนักวิชาการได้ให้ความหมายการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

Llewellyn (2002) ได้ให้ความหมายว่า ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นขั้นที่นักเรียนระดมสมองเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยการสื่อสาร สนทนาถึงประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข อาศัยมุมมองที่หลากหลายและการคิดนอกกรอบ แล้วเลือก และออกแบบกลยุทธ์ หรือวางแผนเพื่อแก้ปัญหา นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาโดยวางแผนวัสดุ ที่ต้องการใช้เป็นไปได้ แหล่งความรู้ที่จำเป็น และขั้นตอนการสร้างอย่างชัดเจน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้ให้ความหมายว่า ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของ วิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของ วิธีการแก้ปัญหา

คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาใน สถานศึกษา (2559) ได้ให้ความหมายว่า ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Science Math & Technology) เป็นขั้นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการ แก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

กล่าวโดยสรุปว่า ขั้นตอนของการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง การนำ ความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการกำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต โดย คำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

2. ขั้นตอนของการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

มีนักวิชาการได้กล่าวเกี่ยวกับขั้นตอนของการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

Polya (1957) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหามีขั้นตอนการแก้ปัญหา 4

ขั้นตอน คือ

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โดยอ่านสถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้นให้เข้าใจ

ซึ่งจำแนกเป็น 3 ข้อ ดังนี้

- 1.1 สิ่งสถานการณ์ให้มา
- 1.2 สิ่งที่ต้องการให้ทำ
- 1.3 สถานการณ์มีการซ่อนเงื่อนไขในการแก้หรือไม่

2. ชั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นการวางแผนแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ

เช่น

- 2.1 การหารูปแบบ
- 2.2 การเดาและตรวจสอบ
- 2.3 การทำย้อนกลับ
- 2.4 การเขียนแผนผังหรือภาพประกอบ
- 2.5 การสร้างรูปแบบ
- 2.6 การทำตาราง
- 2.7 การทำปัญหาให้ง่ายลง
- 2.8 การเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

3. ชั้นดำเนินการตามแผน เป็นการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

4. ชั้นตรวจสอบ ตรวจสอบโดยมองย้อนกลับหรือตรวจสอบแต่ละขั้นตอนแล้วตรวจสอบผลลัพธ์ว่าตรงกันหรือไม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) กล่าวว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

1. ฝึกให้นักเรียนมีความรอบคอบในการออกแบบวิธีแก้ปัญหาครูต้องดำเนินการให้นักเรียนเห็นความสำคัญของความรอบคอบในการการออกแบบวิธีแก้ปัญหาโดยเน้นว่าการจะทำให้ได้ “เป้าหมายของการแก้ปัญหา” นั้น ต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้รับประโยชน์จากการแก้ปัญหา เงื่อนไข หรือข้อจำกัด หรือเกณฑ์ที่เป็นบริบทของปัญหา ซึ่งจะทำให้ผลผลิตจากการแก้ปัญหาเป็นที่ยอมรับ

2. ฝึกให้นักเรียนสร้างทางเลือกวิธีแก้ปัญหา ครูต้องทำให้นักเรียนเอาเป้าหมายเป็นตัวตั้ง แล้วระดมสมองให้ได้ “วิธีการเพื่อให้ถึงเป้าหมาย” ให้มากที่สุด ซึ่งบางวิธีอาจมีความเป็นไปได้ยาก แต่ครูไม่ควรรีบด่วนตัดทิ้ง เนื่องจากวิธีคิดที่เป็นไปไม่ได้ อาจทำให้เกิดวิธีคิดใหม่ที่เป็นไปได้หรืออาจปรับให้มีความเป็นไปได้ในภายหลัง ประการสำคัญต้องเน้นย้ำกับนักเรียนว่าแต่ละวิธีแก้ปัญหาคงต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจมีเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องมาร่วมด้วยก็ได้ จากนั้นนำมาออกแบบเป็น “ร่างแนวคิด” ของแต่ละวิธี แล้วประเมินในท้ายที่สุดว่าควรจะเลือกเลือกรูปวิธีแก้ปัญหามีความเป็นไปได้ และดีที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติจริง

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2562) กล่าวว่า ขั้นตอนการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เมื่อได้ข้อมูลองค์ประกอบพื้นฐานที่จำเป็นต่อการพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการออกแบบแนวทางแก้ปัญหาให้มีรายละเอียดที่ชัดเจนขึ้น และอาจออกแบบไว้หลายแนวทาง จากนั้นจึงตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหามากที่สุด โดยพิจารณาจากปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อดี ข้อเสีย ความสอดคล้องกับทรัพยากรทางเทคโนโลยีที่มีอยู่ ปัจจัยที่ขัดขวางหรือข้อจำกัด ผลกระทบต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม การนำไปใช้งานเพื่อแก้ปัญหา ความประหยัด ความปลอดภัย การบำรุงรักษา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของวิธีการหรือแนวทางการแก้ปัญหา ในการตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา

เราสามารถใช้อาจารย์ช่วยประเมินเพื่อตัดสินใจเลือก สำหรับประเด็นในการตัดสินใจสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม

กล่าวโดยสรุปว่า การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย นักเรียนออกแบบเป็น”ร่างแนวคิด”ของแต่ละวิธี ประเมินร่างแนวคิดเลือกวิธีแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้และดีที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติจริง นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหามากที่สุด นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหากจากร่างแนวคิด และนักเรียนตรวจสอบขั้นตอนขั้นตอนที่ 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1. ความหมายของการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

มีนักวิชาการได้ให้ความหมายการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ไว้ดังนี้

พรณวิไล ชมชิด (2557) ได้ให้ความหมายว่า การวางแผนพัฒนา (Plan and Development) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน กำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจนรวมทั้งออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้ให้ความหมายว่า การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหามustกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา (2559) ได้ให้ความหมายว่า การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Engineering) เป็นขั้นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

กล่าวโดยสรุปว่า การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนต้องกำหนดลำดับขั้นตอนย่อยในการทำงาน กำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจนรวมทั้งออกแบบและพัฒนาต้นแบบของผลผลิตเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

2. ขั้นตอนของการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

มีนักวิชาการได้กล่าวเกี่ยวกับขั้นตอนของการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

นันทพร หาญวิทย์สกุล (2551) กล่าวว่า ขั้นตอนของการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียมการ เป็นขั้นแรกก่อนที่จะทำการวางแผน โดยจะต้องเตรียมการในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1.1 จัดหาข้อมูลและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับบุคลากรรายงานผลการดำเนินงานที่ผ่านมา ข้อมูลเกี่ยวกับทรัพยากรในทุก ๆ ด้านขององค์กร นโยบายและข้อกำหนดหรือแนวปฏิบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง สถิติ ตลอดจนข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ที่องค์กรต้องประสบ

1.2 การมอบหมายผู้รับผิดชอบในการจัดทำแผน โดยปกตินิยมมอบหมายให้จัดทำเป็นคณะกรรมการเฉพาะกิจ โดยมีผู้แทนจากหน่วยงานย่อย ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้แผนที่จัดทำครอบคลุมนโยบายขององค์การ คณะกรรมการเฉพาะกิจที่จัดตั้งขึ้นนี้ เมื่อจัดทำแผนเรียบร้อยแล้วก็จะกลับไปปฏิบัติหน้าที่ตามปกติ

1.3 การกำหนดแนวปฏิบัติในการจัดทำแผน เป็นการกำหนดระยะเวลา ขั้นตอนการจัดทำแผน เงื่อนไขและรายละเอียดต่าง ๆ ที่กำหนดให้มีในแผน

2. ชั้นวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นตอนที่ผู้จัดทำแผนจะต้องนำข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาจุดแข็งจุดอ่อน โอกาส ปัญหาและอุปสรรคที่องค์การเป็นอยู่ในปัจจุบัน เพื่อนำข้อมูลที่วิเคราะห์นี้ไปใช้ในการจัดทำแผนให้เหมาะสมและสอดคล้อง ในชั้นวิเคราะห์ข้อมูลนี้เป็นชั้นที่ทำให้ทราบสภาพแวดล้อมภายในขององค์การและสภาพแวดล้อมภายนอกองค์การ รวมถึงปัจจัยใดขององค์การที่เอื้อต่อความสำเร็จขององค์การ

2.1 สภาพแวดล้อมภายในขององค์การ ได้แก่ โครงสร้างขององค์การ ทรัพยากรต่าง ๆ ในการจัดการ

2.2 สภาพแวดล้อมภายนอกองค์การ ได้แก่ สภาพสังคม เศรษฐกิจ การเมือง เทคโนโลยี ตลอดจนสภาพภูมิศาสตร์ วัฒนธรรม และการเปลี่ยนแปลงของโลก

3. ชั้นการกำหนดแผน ภายหลังจากที่มีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อค้นหาปัจจัยที่เอื้อต่อความสำเร็จขององค์การ แนวนโยบายขององค์การ และสภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกองค์การแล้ว ในชั้นการกำหนดแผนจะต้องดำเนินการในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

3.1 การระบุภารกิจ ภารกิจ หมายถึงวัตถุประสงค์เบื้องต้นหรือวัตถุประสงค์พื้นฐานขององค์การ แต่ละองค์การซึ่งมีความเฉพาะเจาะจง บ่งบอกลักษณะเฉพาะตัวขององค์การ และสามารถวัดความก้าวหน้าในการดำเนินงานขององค์การได้

3.2 การกำหนดวัตถุประสงค์หลัก หมายถึง การกำหนดผลงานของแผนให้มีความชัดเจน มีความเฉพาะเจาะจงมากกว่าการกำหนดภารกิจ สามารถวัดและประเมินผลในเชิงปริมาณได้

3.3 การกำหนดกลยุทธ์ คือ การกำหนดทางเลือกและความเป็นไปได้ในการปฏิบัติแผนให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยการนำจุดแข็งและจุดอ่อนที่ได้วิเคราะห์แล้วมาประเมินทางเลือกว่าปัจจัยในส่วนใดที่จะทำให้ภารกิจและวัตถุประสงค์ขององค์การบรรลุผลได้

4. ชั้นการดำเนินงานตามแผน ในขั้นตอนนี้จะต้องนำภารกิจ วัตถุประสงค์ และกลยุทธ์ที่กำหนดเอาไว้มาตีความเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ มีการกำหนดวัตถุประสงค์รองซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ระยะสั้น ในขั้นตอนนี้จะระบุความชัดเจนของแผนในด้านต่าง ๆ คือ ความต้องการของแผน ใครเป็นผู้รับผิดชอบ ระยะเวลาหรือกำหนดการดำเนินการ

5. ชั้นการวัดผลและประเมินผล ในขั้นตอนนี้เป็นการควบคุมการปฏิบัติตามแผนที่กำหนดเอาไว้ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับนโยบายขององค์การ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) กล่าวว่า ขั้นตอนของการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

1. นักเรียนเขียนแผนการปฏิบัติการ เป็นการนำร่างแนวคิดที่ผ่านการเลือกแล้วว่าเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมที่สุดในการจะนำไปปฏิบัติไปจัดทำรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินงาน ระยะเวลาที่ต้องดำเนินงาน ความสามารถของแรงงาน ความเหมาะสมด้านเทคนิค ค่าใช้จ่าย และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งขั้นตอนนี้ครูควรให้ความสนใจอย่างใกล้ชิดและซักถามนักเรียนอย่างละเอียดเพื่อให้ข้อเสนอแนะหรือป้องกันอุปสรรคที่อาจเกิดจากการวางแผนที่ไม่รอบคอบเหมาะสม และหลังการเขียนแผนปฏิบัติการ อาจต้องให้ครูอนุมัติแผนปฏิบัติการก่อนนำไปดำเนินการ เนื่องจากบางกิจกรรมอาจต้องอยู่ในความดูแลใกล้ชิดจากครูหรือผู้รู้เฉพาะด้าน

2. นักเรียนปฏิบัติงานตามแผนและรายงานความก้าวหน้าเป็นระยะ เป็นการลงมือปฏิบัติจริงในการแก้ปัญหา ระหว่างการปฏิบัติครูควรให้นักเรียนบันทึกความสำเร็จตามแผน ปัญหาอุปสรรคและวิธีแก้ไข และควรกำหนดเวลาที่นักเรียนต้องรายงานสรุปให้ครูทราบ ความก้าวหน้าของการทำงานเป็นระยะ ๆ ด้วย โดยกำชับนักเรียนว่าหากมีปัญหาหรืออุปสรรคหรือเหตุการณ์ที่จะต้องปรับแผน ต้องแจ้งให้ครูทราบก่อนดำเนินการทุกครั้ง

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2562) กล่าวว่า ขั้นตอนการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ก่อนการลงมือสร้างชิ้นงานควรมีการวางแผนโดยกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการตามที่ได้ออกแบบไว้ มีการกำหนดเป้าหมายและเวลาในการดำเนินงาน รวมทั้งผู้รับผิดชอบงานในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน จากนั้นจึงลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการตามที่ได้ออกแบบไว้ หลังจากวางแผนการทำงานเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการลงมือสร้างชิ้นงานตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ ในการสร้างชิ้นงานควรเลือกวัสดุให้เหมาะสมกับประเภทของงาน และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานก็ต้องใช้ให้ถูกต้องและคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งาน

กล่าวโดยสรุปว่า การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ประกอบด้วย นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์ นักเรียนกำหนดระยะเวลาในการดำเนินงาน นักเรียนกำหนดผู้รับผิดชอบงานในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน นักเรียนกำหนดค่าใช้จ่าย และอื่น ๆ นักเรียนเขียนแผนการปฏิบัติการ นักเรียนจัดทำรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินงาน ครูตรวจสอบและอนุมัติแผนปฏิบัติการ นักเรียนลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการตามที่ได้วางแผนไว้ นักเรียนเลือกวัสดุเหมาะสมกับประเภทของงาน และนักเรียนปฏิบัติงานตามแผนและรายงานความก้าวหน้าเป็นระยะ บันทึกความสำเร็จตามแผน

ขั้นตอนที่ 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

1. ความหมายของการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

มีนักวิชาการได้ให้ความหมายการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงานไว้ ดังนี้

พรณวิไล ชมชิต (2557) ได้ให้ความหมายว่า การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลอาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้ให้ความหมายว่า การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา (2559) ได้ให้ความหมายว่า การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Engineering) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

กล่าวโดยสรุปว่า การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน หมายถึง ขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้จากการทดสอบนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้มากกว่าหนึ่งครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

2. ขั้นตอนของการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

มีนักวิชาการได้กล่าวเกี่ยวกับการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานไว้ ดังนี้

สมบัติ กาญจนรักษ์พงศ์ และคณะ (2549) กล่าวว่า ขั้นตอนของการทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. ผู้สอนสังเกตผู้เรียนในการนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้
2. ประเมินความรู้และทักษะผู้เรียน หาหลักฐานที่แสดงว่าผู้เรียนเปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม

3. ผู้เรียนประเมินการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม
4. ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมผู้เรียนจึงคิดเช่นนั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) กล่าวว่า ขั้นตอนทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง ประกอบด้วย

1. ฝึกให้รู้จักวิธีการทดสอบ ครูควรให้นักเรียนระดมความคิดว่าในการทดสอบผลงาน ควรจะทดสอบด้วยวิธีใด และใครเป็นผู้ทดสอบ ระหว่างการทดสอบต้องอยู่ในการควบคุมดูแลหรือไม่ เพราะบางครั้งวิธีการทดสอบต้องคำนึงถึงความปลอดภัยซึ่งต้องอยู่ในการดูแลใกล้ชิดจากครูหรือผู้รู้เฉพาะด้าน

2. ฝึกให้รู้จักประเมินผล ครูควรให้นักเรียนประเมินโดยยึดว่าได้ผลงานเป็นรูปธรรมตามเป้าหมายหรือไม่ ผลงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการและภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้แต่แรกหรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงหรือไม่

3. ฝึกให้มีกระบวนการในการปรับปรุง ครูต้องกำชับนักเรียนว่าหากจำเป็นต้องปรับปรุง จะต้องบันทึกสาเหตุของการปรับปรุง วิธีปรับปรุงต้องอยู่บนพื้นฐานของการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและวิธีการทางวิศวกรรมมาใช้ และขออนุมัติแผนการปรับปรุงต่อครูก่อนนำไปปรับปรุง

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2562) กล่าวว่า ขั้นตอนของการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) ในการทดสอบการทำงานของชิ้นงานหรือวิธีการควรมีการกำหนดประเด็นในการทดสอบ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้น ซึ่งจะช่วยลดเวลาและทำให้การปฏิบัติงานง่ายยิ่งขึ้น โดยอาจทำได้ในรูปแบบของแบบประเมินรายการ หรือการเขียนบันทึกผลการทดสอบในแต่ละประเด็น จากนั้นวิเคราะห์ผลการทดสอบเพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือวิธีการ ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

กล่าวโดยสรุปว่า การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน ประกอบด้วย กำหนดประเด็นในการทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้น ครูให้นักเรียนระดมความคิดในการทดสอบผลงาน ควรจะทดสอบด้วยวิธีใด และใครเป็นผู้ทดสอบ ครูวางรูปแบบของแบบประเมินรายการ หรือการเขียนบันทึกผลการทดสอบในแต่ละประเด็น ครูกระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ได้ ครูใช้คำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น ครูประเมินความรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม นักเรียนประเมินผลงานตนเอง นักเรียนวิเคราะห์ผลการทดสอบเพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือวิธีการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นักเรียนต้องบันทึกสาเหตุ วิธีปรับปรุง และนักเรียนขออนุมัติแผนการปรับปรุงต่อครูก่อนนำไปปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

1. ความหมายของการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

มีนักวิชาการได้ให้ความหมายการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานไว้ ดังนี้

พรณวิไล ชมชิต (2557) ได้ให้ความหมายว่า การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้เรียนต้องนำเสนอผลลัพธ์ โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้ให้ความหมายว่า การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา (2559) ได้ให้ความหมายว่า การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม เป็นขั้นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

กล่าวโดยสรุปว่า การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน หมายถึง การนำเสนอผลลัพธ์โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่าย น่าสนใจ และเปิดโอกาสให้ผู้ชมได้เสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

2. ขั้นตอนของการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

มีนักวิชาการได้กล่าวเกี่ยวกับการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) กล่าวว่า ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม ขั้นนี้ครูเสนอแนะให้นักเรียนนำเสนออย่างเป็นขั้นตอนตั้งแต่สถานการณ์ปัญหา การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูล การออกแบบ การวางแผน การปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหา การทดสอบ ผลการประเมิน การปรับปรุง โดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้นตอนของการทำความเข้าใจปัญหาว่าอะไรคือเป้าหมาย อะไรคือความต้องการ อะไรเป็นข้อจำกัดของการสร้างงาน การรวบรวมข้อมูลทำให้เรียนรู้อะไร การออกแบบอยู่บนพื้นฐานของการใช้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างไร มีเทคโนโลยีอะไรที่ใช้ประโยชน์ในการสร้างงานนี้ เกิดปัญหาอุปสรรคระหว่างสร้างงานอย่างไร ปรับแก้อย่างไร และผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามเป้าหมายและความต้องการหรือไม่

คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา (2559) กล่าวว่า ขั้นตอนของการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ครูและนักเรียนร่วมจัดป้ายนิเทศหรือนิทรรศการ นำเสนอให้สมาชิกอื่น ๆ ในโรงเรียนติชม พร้อมรับฟังข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ และข้อปรับปรุงแก้ไข นักเรียนนำผลงานที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขเสร็จสมบูรณ์มานำเสนอให้เพื่อนร่วมชั้นเรียน ครู หรือเพื่อนห้องเรียนอื่น ๆ ได้รับชม เช่น การจัดป้ายนิเทศหรือนิทรรศการ เพื่อเสนอรายละเอียดการทำงานคร่าวๆ และผลงานที่ต้องการนำเสนอ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2562) กล่าวว่า ขั้นตอนการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) การนำเสนอข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับภาพรวมของกระบวนการทำงาน ตั้งแต่แนวคิดในแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหา รวมทั้งผลของการแก้ปัญหาและแนวทางการปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเขียนรายงาน การทำแผ่นนำเสนอผลงาน

กล่าวโดยสรุปว่า การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ประกอบด้วย ครูเสนอแนะให้นักเรียนนำเสนอ อย่างเป็นขั้นตอน นักเรียนนำเสนอปัญหาอุปสรรค การแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้ ใช้ภาษาที่ทำให้ผู้ฟังเข้าใจ บุคลิกท่าทางในการพูดมีความมั่นใจ มีมารยาทในการพูด รายงานตามลำดับหัวข้อที่เตรียมมา มีการสรุปเรื่องที่พูดได้ชัดเจนกระชับ และเปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถาม

การพัฒนาครู

1. ความหมายของการพัฒนาครู

นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของคำว่า การพัฒนาครู ไว้ดังนี้

Castetter (1976) การพัฒนาบุคลากร หมายถึง การส่งเสริมการพัฒนาตนเองของบุคลากรทุกคน จะสามารถก่อให้เกิดความพึงพอใจเพิ่มขึ้นในแต่ละบุคคลได้ ทั้งยังเป็นการเพิ่มสมรรถนะในการทำงานของแต่ละหน้าที่อีกด้วย

Thienput (2000) การพัฒนาบุคลากร เป็นกระบวนการในการพัฒนาและส่งเสริมให้บุคลากรมีความรู้ ความสามารถ ความเข้าใจ มีทักษะในการปฏิบัติงาน มีทัศนคติและพฤติกรรมที่ดี เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ซึ่งการพัฒนาบุคลากรถือเป็นขั้นตอนที่มีผลต่อความสำเร็จขององค์กร

สมาน อัสวภูมิ (2551) การพัฒนาครู (Staff Development) เป็นการดำเนินงานที่จะส่งเสริมและช่วยเหลือให้บุคลากรมีความรู้ ความสามารถ ตามวัตถุประสงค์ขององค์กรที่กำหนดไว้ และเป็นการตอบสนองบุคคลในการเติมเต็มศักยภาพและความก้าวหน้าในงานของตนด้วย

จอมพงศ์ มงคลวนิช (2555) การพัฒนาครู หมายถึง กระบวนการเพิ่มพูนความรู้ ความสามารถ ทักษะต่าง ๆ ของบุคลากรในองค์กร เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีประสิทธิผลยิ่งขึ้น

พจน์ พจนพานิชย์กุล (2556) การพัฒนาครู หมายถึงการทำให้บุคลากรดีขึ้น เจริญขึ้น หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงเพื่อสิ่งที่ดีกว่า (Change for the Better) และผลลัพธ์ที่ได้ควรเป็นไปในทางที่ดีด้วย

อัจศรา ประเสริฐสิน (2556) การพัฒนาครู หมายถึงกระบวนการที่จะเสริมสร้างให้บุคลากรมีความรู้ความสามารถ ความเข้าใจ ตลอดจนทัศนคติอันจะเกิดผลให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สมศักดิ์ ดลประสิทธิ์ (2564) การพัฒนาครู เป็นกระบวนการที่จะเสริมสร้างและเปลี่ยนแปลงผู้ปฏิบัติงานในด้านความรู้ ความสามารถ ทักษะ อุปนิสัยทัศนคติ และวิธีการทำงานที่นำไปสู่ประสิทธิภาพและผลผลิตที่มีคุณภาพ

จากการศึกษาความหมายของการพัฒนาครู จากนักวิชาการต่าง ๆ สรุปได้ว่า การพัฒนาครู หมายถึง กระบวนการต่าง ๆ ที่ช่วยส่งเสริม เสริมสร้าง และพัฒนาศักยภาพของครูให้มีความรู้ ความสามารถ ทักษะที่ตรงตามวัตถุประสงค์ขององค์กร ส่งผลให้สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อองค์กร

2. ความสำคัญของการพัฒนาครู

สุชาญ โภคิน (2545) ได้ให้ความหมาย ความสำคัญของการพัฒนาครู คือ การปรับตัวของครู เพื่อให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงตามยุคสมัยนั้นจะต้องมีทักษะหรือความชำนาญในเรื่องต่าง ๆ 5 ประการ เป็นพื้นฐาน ดังนี้ 1) ทักษะด้านแนวคิด มีทักษะด้านการใช้แนวคิดรวยยอดไปในทางที่ถูกที่ควร จะต้องพัฒนาความคิดริเริ่มและความคิดสร้างสรรค์ เช่น วิธีสอนจะต้องมีความคิดริเริ่มและคิดหาวิธีการสอนแปลก ๆ ใหม่ ๆ เพื่อให้ลูกศิษย์มีความรู้ความเข้าใจและสามารถนำไปปฏิบัติให้ได้ดี

2) ทักษะในด้านการปฏิบัติงาน มีความรู้ในงาน ต้องเป็นผู้ทำงานเป็นการวางแผนการสอน การให้เทคนิคการสอนแบบต่าง ๆ ตลอดจนการประเมินผลหรือการจัดเตรียมหลักสูตร เพื่อจะได้นำไปปฏิบัติได้จริงและสามารถอยู่ในสังคมหรือสภาพแวดล้อมใหม่ ๆ ได้ 3) ทักษะด้านการจัดการเป็นกุญแจสำคัญที่จะนำไปสู่ความสำเร็จ ครูต้องพัฒนาความรู้ในการจัดการอยู่ตลอดเวลา 4) ทักษะในด้านการเกี่ยวกับมนุษย์ ถ้าเราสามารถสร้างมนุษยสัมพันธ์ที่ดีได้ในสังคมเราก็จะได้รับการยอมรับนับถือมีเกียรติในสังคมและมีความอบอุ่นเสมอ 5) ทักษะในด้านการสื่อข้อความครูต้องเป็นนักสื่อความที่ดี ต้องรู้จักวิธีการสื่อข้อความอย่างหลากหลาย การสื่อความที่ดีเป็นการสร้างความเข้าใจและถูกต้องเป็นการลดปัญหาและความขัดแย้ง

สุรศักดิ์ ปาเฮ (2553) การพัฒนาครูเป็นการดำเนินงานที่พยายามจะสร้างเสริมความรู้ ทักษะ ความสามารถให้บังเกิดสมรรถนะที่จำเป็นและมีความสำคัญต่อวิชาชีพ การพัฒนาครูเป็นงานที่ต้องกระทำอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต เพราะการพัฒนาครูจะช่วยพัฒนาคุณภาพและวิธีการทำงานของครู ช่วยประหยัดเวลาและลดความสูญเปล่า ทำให้ครูงานและทำงานได้รวดเร็วมีประสิทธิภาพ ทำให้ครูก้าวทันความเปลี่ยนแปลงใหม่ ๆ อยู่เสมอ โดยเฉพาะในยุคสังคมแห่งการเรียนรู้ที่มีเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน

จอมพงศ์ มงคลวนิช (2555) ได้ให้เหตุผลถึงความสำคัญในการพัฒนาครู ดังนี้

1. เพื่อเพิ่มพูนศักยภาพของบุคลากรให้สามารถนำความรู้ ความสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์แก่องค์กรให้ได้มากที่สุด
2. ช่วยให้อุทิศการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งลดความผิดพลาดในการทำงาน ประหยัดทรัพยากรและเวลา
3. เกิดประโยชน์ต่อดังบุคลากร ได้รับการพัฒนาความรู้ ความสามารถ ทักษะ และทัศนคติให้มีความพร้อมในความก้าวหน้าในตำแหน่งหน้าที่ของงาน

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2556) เสนอการพัฒนาคุณภาพครูยุคใหม่ ว่า การปฏิรูปคุณภาพการศึกษาจะเป็นไปไม่ได้เลยหากปราศจากการยกระดับคุณภาพครู ซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในระบบการศึกษา ความสำคัญของคุณภาพครูต่อสัมฤทธิ์ผลทางการศึกษาของนักเรียนไม่ได้เป็นเพียงหลักการที่สมเหตุสมผลเท่านั้น แต่ยังได้รับการยืนยันจากงานวิจัยเชิงประจักษ์ด้วย งานศึกษาเชิงนโยบายก็สรุปเช่นกันว่านโยบายการยกระดับคุณภาพครูอย่างเป็นระบบคือปัจจัยความสำเร็จของระบบการศึกษาที่มีผลการสอบ PISA สูง เช่น ฟินแลนด์และสิงคโปร์ คุณภาพครูเป็นผลลัพธ์ของนโยบาย 4 ด้านหลัก ได้แก่ การดึงดูดคนเก่งและคัดเลือกคนเข้าสู่สายอาชีพครู (Attraction and Recruitment) การเตรียมความพร้อมก่อนที่จะเข้าสู่การเป็นครู (Preparation) การพัฒนาและยกระดับความรู้และสมรรถนะของครูอย่างต่อเนื่อง (Continuous Learning) และการรักษาคนเก่งไว้ในสายอาชีพครู (Retention) นโยบายแต่ละส่วนควรจะต้องสอดคล้องกัน โดยมีสมรรถนะครูที่พึงประสงค์เป็นเป้าหมายและศูนย์กลาง และสมรรถนะครูที่พึงประสงค์ก็ควรจะต้องให้เชื่อมเข้ากับการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรและตามแนวทางของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 การพัฒนาคุณภาพครูจึงจะประสบความสำเร็จและช่วยยกระดับสัมฤทธิ์ผลทางการศึกษาของผู้เรียนได้

พิณสุตา สิริธรรังศรี (2557) สรุปว่า ครูเป็นผู้เรียนที่ต้องเรียนรู้และพัฒนาตนเองและรับการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจึงมีกฎหมาย นโยบายว่า ครูทุกคนต้องได้รับการพัฒนาจากหน่วยงานและพัฒนาตนเองทุกปี อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง และต้องเข้ารับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องปีละ 100 ชั่วโมง โดยมีองค์การทหาหน้าที่ด้านพัฒนาครูเป็นการเฉพาะ มีคู่มือการพัฒนาให้ครูเข้ารับการพัฒนาตนเองตามความต้องการในแต่ละปีจากมหาวิทยาลัยที่ได้รับมอบหมายจากรัฐ มีการสร้างเครือข่ายการพัฒนา มีระบบพี่เลี้ยง ครูต้นแบบ (Master Teachers) เพื่อช่วยครู มีระบบการนิเทศติดตามและพัฒนากการทำงานของครูในชั้นเรียน การเรียนรู้และพัฒนาจากเพื่อนครู และการพัฒนาครูโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน นอกจากนี้ยังมีการสร้างครูจิตอาสาช่วยสอน มีการพัฒนาการเรียนการสอนของครู โดยเน้นการสอนของครูให้น้อยลงและให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และนำไปปฏิบัติด้วยตนเองมากขึ้น

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2558) เสนอว่า วิชาชีพครูถือเป็นวิชาชีพชั้นสูง เป็นวิชาชีพที่ใช้วิธีการแห่งปัญญาและมีลักษณะเฉพาะด้านการให้บริการแก่สังคมที่ต่างจากวิชาชีพอื่น ต้องผ่านการศึกษาระดับอุดมศึกษาในสถาบันการศึกษามาอย่างดี และมีการกำหนดมาตรฐานจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพ เพื่อควบคุมความประพฤติ มาตรฐาน และคุณภาพในการประกอบวิชาชีพมีเอกสิทธิ์และเสรีภาพทางวิชาชีพที่จะแสดงความคิดเห็นอันเป็นคุณประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติ ครูนับเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนคุณภาพการศึกษาเป็นด้านหน้าในการพัฒนาคุณภาพประชากรของชาติ ให้มีศักยภาพ มีความสามารถในการแข่งขันในเวทีนานาชาติ โดยเฉพาะการก้าวให้ทันความเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21 ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประกอบกับในปี พ.ศ. 2559 เป็นปีที่จะมีการเปิดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community : AEC) อย่างเต็มรูปแบบ โดยมีเป้าหมายของการรวมกลุ่มเศรษฐกิจเป็นตลาดและฐานการผลิตเดียว โดยให้มีการเคลื่อนย้ายสินค้า บริการ การลงทุนและแรงงานฝีมือภายในอาเซียนอย่างเสรี ซึ่งประเทศสมาชิกอาเซียนจะต้องมีการแข่งขันในหลายด้าน หลายมิติ วิชาชีพครูเป็นวิชาชีพหนึ่งที่จะต้องมีการปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงเพื่อเตรียมความพร้อมของประชากรในชาติให้สามารถตั้งรับและปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ของโลกในยุคศตวรรษที่ 21 และการเปิดเสรีของประชาคมอาเซียนได้อย่างมีศักดิ์ศรี สามารถอยู่ร่วมกับสังคมโลกได้อย่างมีความสุข ครูคือบุคลากรซึ่งประกอบวิชาชีพหลักทางด้านการเรียนการสอนและการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นบุคลากรที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการจัดการศึกษา เพราะเป็นผู้ที่อยู่ใกล้ชิดผู้เรียนมากที่สุด ภารกิจของครูจึงถือเป็นภารกิจที่สำคัญ สังคมส่วนใหญ่จึงมุ่งหวังให้ครูพัฒนาเด็กไทยให้มีคุณภาพเทียบเท่านานาชาติโดยหน้าที่สำคัญคือ การจัดการกระบวนการเรียนรู้ อบรม สั่งสอนผู้เรียนให้เกิดความเจริญงอกงาม ให้เป็นผู้มีความรู้ มีทักษะความสามารถในการเผชิญสถานการณ์ต่าง ๆ ครูจึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับบุคคลอื่นได้อย่างมีความสุข

Betts (1977) ได้ให้ความสำคัญของการพัฒนาครู คือ การบริหารคนหรือแรงงานที่มีคุณภาพ ทั้งนี้เพราะว่าความสำเร็จในการร่วมมือกันท างานเกิดจากการเสริมพลังความรู้ความสามารถ จากแรงงานทุกระดับ ตั้งแต่แรงงานไร้ฝีมือ แรงงานฝีมือปานกลาง แรงงานชำนาญงาน

แรงงานเทคนิคและแรงงานวิชาชีพ ความบกพร่องในคุณภาพของแรงงานเพียงส่วนเดียวอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพผลผลิตและประสิทธิภาพของงานได้

Castetter (1976) กล่าวว่า การพัฒนาครูของสถานศึกษาเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการบริหารบุคคล เพราะการพัฒนาครูจะช่วยแก้ไขในสิ่งต่อไปนี้

1. แก้ไขข้อบกพร่องของครู อาจารย์ ช่วยเหลือผู้ไม่มีประสบการณ์เพื่อพัฒนา ด้านการศึกษาควบคู่ไปกับด้านสังคม เพื่อกระตุ้นความเจริญทางด้านวิชาชีพ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัญหา ในการบริหารการศึกษา

2. มีสิ่งใหม่ ๆ เกิดขึ้นมากมายที่เอื้อต่อการพัฒนาบุคลากร เช่น การผลิตของ สถาบันครู การประชุมปฏิบัติการ การศึกษาทางไปรษณีย์และการประชุมต่าง ๆ

3. การเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาและสังคมมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด และวิทยาการได้เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว

สรุปได้ว่า ความสำคัญของการพัฒนาบุคลากร สรุปได้ว่า การพัฒนาบุคลากรมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาองค์กร เพราะจะทำให้บุคลากรได้เพิ่มพูนความรู้ ความสามารถ และมีเจตคติที่ดีในการปฏิบัติงาน ซึ่งจะทำให้ผลผลิตขององค์กรหรือหน่วยงานมี ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และทำให้บุคคลในหน่วยงานปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่หน่วยงาน ต้องการ นอกจากนี้ยังช่วยให้บุคลากรได้รับการเรียนรู้และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง รวมถึงช่วย แก้ปัญหาในการปฏิบัติงาน

3. วิธีการพัฒนาครู

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2542) กล่าวว่า วิธีการพัฒนา บุคลากร มีหลายวิธี ได้แก่

1. สนับสนุนและส่งเสริมให้บุคลากรเป็นรายบุคคลได้รับการพัฒนาอย่างสม่ำเสมอ และต่อเนื่อง เช่น การส่งไปฝึกอบรมหลักสูตรต่าง ๆ หรือศึกษาต่อ
2. จัดให้มีการประชุม อบรม สัมมนา เป็นหมู่คณะในโรงเรียน
3. จัดให้มีการศึกษาดูงานหรือแลกเปลี่ยนบุคลากรภายในกลุ่มโรงเรียน
4. ส่งเสริมและสนับสนุนให้บุคลากรพัฒนาการเรียนรู้ โดยสร้างนวัตกรรมสื่อและ การใช้เทคโนโลยีประกอบการเรียนรู้

สมชาติ กิจยรรยง และอรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง (2550) ก็ได้เสนอวิธีในการพัฒนาวิชาชีพไว้ 3 ลักษณะดังนี้

1. ให้การศึกษาและส่งเสริมให้พัฒนาตนเอง (Self-development) มีวิธีการต่าง ๆ ดังนี้
 - 1.1 ใช้บทเรียนสำเร็จรูป
 - 1.2 การศึกษาทางไกล
 - 1.3 การจัดทำวารสารวิชาการในสาขาอาชีพ
 - 1.4 ศึกษาจากเอกสารคู่มือการทำงาน
 - 1.5 ศึกษาจากสื่อโสตทัศนูปกรณ์ต่าง ๆ
 - 1.6 ให้การศึกษาเพิ่มเติมในระยะสั้นและระยะยาว

- 1.7 ส่งเอกสารให้สรุปรายงานและเสนอ
- 1.8 การมอบหมายให้วิจารณ์หนังสือ
2. ให้การฝึกอบรมและการพัฒนา (Training and Development) มีรูปแบบต่าง ๆ คือ
 - 2.1 จัดโครงการฝึกอบรมภายในองค์กร
 - 2.2 ส่งเข้าอบรมสถาบันภายนอก
 - 2.3 วางแผนโครงการฝึกอบรมประจำปี
 - 2.4 วางแผนการฝึกอบรมพัฒนาบุคลากรตามความจำเป็น
 - 2.5 พัฒนาบุคลากรให้สอดคล้องกับแผนการและเทคโนโลยี
 - 2.6 ใช้เทคนิคการฝึกอบรมแบบผสมผสานและการพัฒนาบุคลากรสมัยใหม่
 - 2.7 ใช้หลักสูตรอบรมในการประเมินผลงานการเลื่อนขั้นและการโยกย้าย
 - 2.8 สร้างแรงจูงใจในการฝึกอบรมและพัฒนาด้วยกิจกรรม/เกมส์ต่าง ๆ
3. การพัฒนาในงาน (In-service Development) มีวิธีการต่าง ๆ คือ
 - 3.1 การรักษาราชการแทน
 - 3.2 ทำหน้าที่เป็นคณะกรรมการ
 - 3.3 ให้ความร่วมมือคณะกรรมการ
 - 3.4 การจัดตั้งกลุ่มร่วมกิจกรรม
 - 3.5 การให้คำปรึกษาหารือ
 - 3.6 การให้ออกไปสังเกตการณ์
 - 3.7 การมีเพื่อนร่วมงานที่มีประสิทธิภาพ
 - 3.8 การเป็นตัวอย่างที่ดี
 - 3.9 การเสนอแนะให้นำไปประยุกต์ใช้
 - 3.10 การศึกษาดูงาน
 - 3.11 การสับเปลี่ยนหมุนเวียนงาน
 - 3.12 การสอนแนะนำงานแนะนำ
 - 3.13 การฝึกอบรมในงาน
 - 3.14 การมอบหมายงาน

เสาวลักษณ์ นิกรพิทยา (2552) ได้กล่าวไว้ว่า การพัฒนาบุคคลประกอบด้วย 3 วิธี ดังนี้

1. การพัฒนาตนเอง การพัฒนาตนเองเป็นกระบวนการในการเรียนรู้ไม่ว่าจากการศึกษาหรือการฝึกอบรม ซึ่งเป็นการนำเอาความรู้ ข้อมูล ข่าวสาร ทักษะทัศนคติ ตลอดจนแนวความคิดที่พึงได้รับความรู้ใหม่ไปประยุกต์ใช้ ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการปฏิบัติงาน การดำรงชีพอยู่ในปัจจุบันและต่อไปในอนาคต
2. การศึกษา เป็นกิจกรรมที่มีความมุ่งหมายในการที่จะเสริมสร้างความรู้ ความชำนาญ ค่านิยมศีลธรรม และความเข้าใจที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต เพื่อให้ผู้เข้ารับการศึกษามีสามารถใช้ชีวิตได้อย่างปกติสุขและทำประโยชน์แก่สังคมได้ แต่สำหรับผู้ปฏิบัติงานอยู่แล้ว การศึกษาหมายถึง กิจกรรมด้านการพัฒนาคนที่ได้กำหนดขึ้นเพื่อเพิ่มพูนประสิทธิภาพในการทำงาน

3. การฝึกอบรม การฝึกอบรมเป็นขั้นตอนหนึ่งของการพัฒนาบุคลากรที่หน่วยงานทุกหน่วยให้ความสนใจเป็นพิเศษ เพราะการฝึกอบรมเป็นกระบวนการที่ช่วยให้บุคลากร ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาองค์กรหรือหน่วยงาน ให้มีความเจริญก้าวหน้าหรือบรรลุเป้าหมายได้เป็นอย่างดี การฝึกอบรมเป็นการเสริมสร้างความรู้ความสามารถให้กับบุคคลในการทำงานเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดผลดียิ่งขึ้น

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2558) สำหรับรูปแบบการพัฒนาครูในภาพรวมของประเทศ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาได้สรุปรูปแบบการพัฒนาครูที่หน่วยงานทางการศึกษาต่าง ๆ นิยมปฏิบัติกันมาก ดังนี้

ให้ความรู้

1. การส่งครูไปเข้าร่วมประชุม อบรม สัมมนาตามที่หน่วยงานต่าง ๆ จัดขึ้น
2. การไปศึกษาดูงาน การจัดอบรมสัมมนาในโรงเรียนโดยเชิญวิทยากรภายนอกมา
3. การส่งครูไปศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น
4. การนิเทศภายใน
5. การทำวิจัยในชั้นเรียน
6. การมอบหมายครูเกี่ยวกับการปฏิบัติการเรียนรู้และงานที่เกี่ยวข้องกับครู
7. การเรียนรู้จากการปฏิบัติโดยหมุนเวียนครูให้ปฏิบัติงานในหลายหน้าที่
8. การจัดทีมงานเพื่อเรียนรู้และปฏิบัติงานร่วมกัน
9. การนำโครงการต่าง ๆ จากภายนอกเข้ามาดำเนินการภายในโรงเรียนเพื่อกระตุ้นการทำงานของครูภายในโรงเรียน
10. การสนับสนุนครูให้ทำผลงานทางวิชาการเพื่อเลื่อนวิทยฐานะและขอรับรางวัลจากหน่วยงานต่าง ๆ
11. การส่งครูไปเป็นวิทยากรในโอกาสต่าง ๆ
12. การเข้าร่วมโครงการต่าง ๆ ทั้งระดับประเทศและระดับภูมิภาคเพื่อกระตุ้นให้ครูตื่นตัวพัฒนาตนเอง เป็นต้น

ชวนคิด มะเสนะ (2558) หน่วยงานทางการศึกษาได้หาวิธีการในการพัฒนาทรัพยากรบุคลากรทางการศึกษาเพื่อตอบสนองความต้องการของบุคลากรและองค์กร มีหลายวิธี ซึ่งนำมาสรุปได้ 3 วิธีการที่สำคัญ คือ

1. การพัฒนาในขณะที่ปฏิบัติงาน (On the Job Training) การพัฒนาบุคลากรในขณะที่ปฏิบัติงานถือว่ามีความสำคัญมากต่อการพัฒนาองค์กร เนื่องจากการพัฒนาบุคคลที่ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ Dessler (2011) กล่าวว่า การที่ผู้รับการพัฒนาได้เรียนรู้เทคนิควิธีการทำงานจนเกิดทักษะมีความชำนาญจาก การได้ฝึกหรือทดลองปฏิบัติรวมทั้งอาจได้รับการถ่ายทอดจากผู้บริหารหรือพี่เลี้ยงไปพร้อม ๆ กับการปฏิบัติงานจริง ซึ่งอาจรวมทั้งการหมุนเวียนงานให้บุคลากรได้ปฏิบัติเพื่อเรียนรู้และพัฒนางานใหม่ ๆ ด้วย นับว่าเป็นวิธีที่ใช้กัน อยู่มากกว่าวิธีอื่น ๆ แต่ไม่ได้มีการจัดทำกันอย่างเป็นระบบ เพราะมีลักษณะเป็นวิธีการทดลองปฏิบัติงานมากกว่าการพัฒนาอย่างจริงจัง การพัฒนาในขณะที่ปฏิบัติงานที่นิยมใช้กันอยู่มี 3 วิธี คือ

1.1 การสอนงาน เป็นกระบวนการในการสร้างองค์ความรู้ ความสามารถ ทักษะ และความเชี่ยวชาญชำนาญงานอย่างใดอย่างหนึ่งให้เกิดขึ้น ภายใต้บรรยากาศความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนที่เหมาะสมและเชื่อมต่อการเรียนรู้ และการฝึกฝนความชำนาญเชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ โดยผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยชี้แนะในการกำหนดเป้าหมายและระดับขีดความรู้ ความสามารถในการปฏิบัติงานให้แก่ผู้เรียนว่า เมื่อสอนงานไปแล้วจะทำให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมในการทำงานอะไรบ้าง อย่างไร และจะใช้เวลานานเท่าใดโดยเปรียบเทียบจากพื้นฐานเดิมที่ผู้เรียนมีอยู่เกี่ยวกับขีดความสามารถในการปฏิบัติงานนั้น ๆ ซึ่งโดยปกติมักเป็นการสอนแนวกันแบบตัวต่อตัวหรืออาจเป็นการสอนกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ก็ได้

1.2 ระบบพี่เลี้ยง จัดให้ผู้ที่มิประสบการณ์ในการทำงานหรือที่มักเรียกกันว่ารุ่นพี่คอยให้คำปรึกษาแนะนำ ช่วยเหลือบุคลากรที่เข้ามาใหม่เพื่อให้มีทักษะในการทำงานตลอดจนเรียนรู้วัฒนธรรมองค์การ

1.3 การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน เป็นเทคนิคการฝึกอบรมที่ต้องการบุคลากรเรียนรู้จากการปฏิบัติงานโดยตรง ซึ่งมักเป็นการประชุมร่วมกันในกลุ่มงาน ร่วมกันคิดวิเคราะห์หรืออาจกล่าวได้ว่า การสอนงานเป็นเรื่องของการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติงานจริง ภายใต้การกำกับดูแลช่วยเหลือจากผู้บังคับบัญชา หัวหน้างาน หรือพี่เลี้ยงในหน่วยงานที่มีความชำนาญสูงกว่า

2. การพัฒนานอกจากการปฏิบัติงาน (Off the Job Development) การพัฒนาตนเองวิธีนี้เกือบ 80 เปอร์เซ็นต์ของการเรียนรู้มาจากการเรียนรู้และพัฒนาางานของตนเองแบบไม่เป็นการ (Dessler, 2011) นอกจากนี้ ยังรวมถึงการหยุดทำงานปกติของตนเองเพื่อเข้ารับการฝึกอบรมตามหลักสูตรหรือโครงการต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้นซึ่งอาจจะจัดขึ้นโดยหน่วยงานพัฒนาของตนสังกัด หรือส่งเข้าไปรับการฝึกอบรมในหน่วยงานภายนอกที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนางานก็ได้หรือการพัฒนาผ่านระบบสื่อทางไกล ที่นิยมกันมีอยู่ 4 วิธี ดังนี้

2.1 การฝึกอบรมในห้องหรือในชั้นเรียน เป็นวิธีการฝึกอบรมที่มีวิทยากรหรือสอนและผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้มีปฏิสัมพันธ์กันโดยตรงในการถ่ายทอดความรู้โดยใช้เทคนิคการฝึกอบรมแบบต่าง ๆ เช่น การบรรยาย การฝึกปฏิบัติ การอภิปราย กรณีศึกษา เป็นต้น ถ้าต้องการให้มีประสิทธิภาพสูงวิทยากรต้องเน้นการสร้างประสบการณ์และความเหมาะสมกับสภาพการณ์ของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ข้อดีอีกประการหนึ่งของการฝึกอบรมในห้องก็คือ ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะรู้สึกได้รับความอบอุ่นใกล้ชิดเป็นกันเอง และเมื่อเกิดปัญหาจะสามารถซักถามวิทยากรได้โดยตรงทันที

2.2 การฝึกอบรมทางไกล (Distance Training) เป็นวิธีการฝึกอบรมที่ผู้รับการฝึกอบรมไม่ต้องไปเข้ารับฟังการบรรยายในชั้นเรียน เป็นการเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองอย่างอิสระ กระบวนการฝึกอบรมมีความยืดหยุ่นในเรื่องเวลา สถานที่ โดยคำนึงถึงความสะดวกของผู้เรียนเป็นหลัก รูปแบบการฝึกอบรม จะใช้สื่อการเรียนประเภทต่าง ๆ แทนวิทยากร เช่น สิ่งพิมพ์ เอกสารสื่อทางวิทยุ สื่อทางโทรทัศน์ และสื่อ โสตทัศนูปกรณ์ประเภทอื่น ๆ รวมทั้งการพบกลุ่ม โดยมีวิทยากรทบทวนให้ความรู้ อภิปรายแลกเปลี่ยนประสบการณ์หรือตอบปัญหาพร้อมทั้งสอนเสริมเป็นครั้งคราวในปัจจุบันนิยมกันมากคือการเรียนรู้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต เพราะรวดเร็วและสามารถโต้ตอบสื่อสารระบบสองทาง

2.3 การศึกษาดูงาน เป็นวิธีการพัฒนารูปแบบหนึ่งที่น่าิยมกันมากในวงการการศึกษา ซึ่งจะจัดให้ศึกษาดูงานหน่วยงานที่เป็นต้นแบบ หรือมีแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) ในการบริหารและการจัดการเรียนการสอน โดยการจัดให้ผู้ปฏิบัติงานได้มีโอกาสไปเยี่ยมชมหน่วยงานหรือวิธีการปฏิบัติงานของหน่วยงานอื่น ๆ ที่มีการบริหารจัดการแนวใหม่หรือเทคนิควิธีการทำงานที่ทันสมัย เพื่อให้ผู้ได้รับการพัฒนาเกิดความรู้ความเข้าใจในเทคนิคและวิธีการทำงานของหน่วยงานที่ไปเยี่ยมชมดูงาน และเป็นการเพิ่มประสบการณ์โดยตรง ทั้งยังได้มีโอกาส แลกเปลี่ยนและสอบถามความรู้ต่าง ๆ อันอาจนำมาใช้ปรับปรุงการทำงานและเกิดประโยชน์ในหน่วยงานต่อไป

2.4 การศึกษาต่อ การสนับสนุนให้บุคลากรได้รับการศึกษาเพิ่มเติมยังสถาบันการศึกษาทั้งภายในประเทศและต่างประเทศเพื่อให้ได้ความรู้เพิ่มขึ้น ได้วุฒิปริญญาชั้นสูงกว่าเดิม ซึ่งจะเป็นประโยชน์โดยตรง ต่อการปฏิบัติงาน และเงินเดือนและความก้าวหน้าในตำแหน่งงานที่สูงขึ้น

3. การพัฒนาตนเอง (Self-Development) การพัฒนาบุคคลที่ประสบความสำเร็จในการทำงาน ส่วนใหญ่แล้วจะมาจากแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในตนเอง ซึ่งเป็นแรงขับในตัวตน บวกกับการสนับสนุนจากหน่วยงาน และคนรอบข้าง ดังนั้น การพัฒนาบุคคลจะประสบความสำเร็จอย่างยิ่ง หากผู้ที่ได้รับการพัฒนามีความสนใจ ใฝ่พัฒนาและพยายามพัฒนาตนเองอยู่เสมอ สำหรับวิธีการพัฒนาตนเองนั้นอาจทำได้มากมายหลายวิธีโดยขึ้นอยู่กับเวลา โอกาสความถนัด และความสนใจของผู้ปฏิบัติงานเอง การพัฒนาตนเองมีดังนี้คือ

3.1 ศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากหนังสือหรือเอกสารทางวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์ต่องานของตนเอง ซึ่งจะเป็นการเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจในสิ่งใหม่ ๆ ทันทักกับความก้าวหน้าอยู่เสมอ

3.2 ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิสัยทัศน์ พันธกิจ นโยบาย แผนงาน โครงการของ หน่วยงานเพื่อนำมาจัดทำแผนปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ชัดเจน เพื่อให้การทำงานสอดคล้องกับเป้าหมายของ หน่วยงาน

3.3 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์และความคิดเห็นกับผู้บังคับบัญชาเพื่อนร่วมงาน ผู้ใต้บังคับบัญชา และผู้เกี่ยวข้อง

3.4 การติดตามข้อมูลข่าวสารและเหตุการณ์สำคัญทั้งภายในและนอกประเทศ เพื่อเป็นการเปิดมุมมองใหม่ ๆ ของตน โดยเฉพาะข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตซึ่งเป็นข้อมูลที่ทันสมัยทันเหตุการณ์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) กระทรวงศึกษาธิการมีแนวทางส่งเสริมให้มีการอบรม PLC (Professional Learning Community) หรือ “ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ” ให้กับครูและผู้บริหารสถานศึกษาทั่วประเทศ ซึ่งแนวคิดของการอบรม PLC คือ การนำคนมาอยู่ร่วมกันเกิดการเรียนรู้ และแบ่งปันความรู้กันระหว่างผู้เข้าร่วมอบรม จนกระทั่งเกิดการสะท้อนความคิดในด้านต่าง ๆ ที่จะเป็แนวทางพัฒนา ในการอบรม PLC ถือเป็นการพัฒนาบุคลากรโดยเริ่มจากล่างขึ้นบน (Bottom Up) อย่างแท้จริง แทนที่จะสั่งการจากส่วนบนลงมา ซึ่งสิ่งสำคัญที่สุดของการอบรม PLC อยู่ที่การเรียนรู้ (Learning) กล่าวคือ ผู้เข้าอบรมต้องรู้ว่าวันนี้ได้เรียนรู้และแบ่งปันความรู้อะไรบ้าง และจะท้ออย่างไรให้ความรู้จากการอบรมส่งผลถึงคุณภาพการศึกษาของเด็กไม่ใช่นิ่งถึงวิทยฐานะเพียงอย่างเดียว แต่วิทยฐานะเป็นเพียงรางวัลตอบแทนว่าครูมีความเก่งแค่ไหน ซึ่งการอบรม PLC

ต้องมีเกณฑ์ตัวชี้วัดที่ชัดเจน โดยจะมีผู้ประเมินการอบรม เช่น อาจจะให้ศึกษานิเทศก์สุ่มตรวจการจัดอบรมตามหลักสูตรต่าง ๆ

Spark (1984) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีการพัฒนาครูเป็นการพัฒนาวิชาชีพประกอบด้วย 7 รูปแบบ ดังนี้

1. การฝึกอบรม (Training model) เป็นรูปแบบที่ทุกคนต่างมีประสบการณ์ซึ่งการฝึกอบรมนี้อาจเป็นการนำเสนอและการอภิปรายผลงาน การประชุมเชิงปฏิบัติการ การสัมมนา การสาธิต บทบาทสมมุติ การจำลองสถานการณ์ หรือการสอนระดับจุลภาค เป็นต้น

2. รูปแบบการสังเกตหรือการประเมิน (Observation/assessment Model) อาจเป็นการสังเกตคนอื่นหรือคนอื่นสังเกตตัวเรา อาจเป็นรายเดี่ยวหรือเป็นกลุ่มเพื่อให้ได้ผลสะท้อนกลับ (Feedback)

3. รูปแบบการให้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการพัฒนาหรือการปรับปรุง (Involvement in a Development Improvement Process Model) เพราะการพัฒนาหรือปรับปรุงเรื่องใดเรื่องหนึ่ง จำเป็นต้องอาศัยความรู้ใหม่ ๆ ทักษะใหม่ ๆ จะทำให้ผู้ที่เข้ามามีส่วนร่วม นั้นต้องมีการศึกษาหาความรู้และพัฒนาทักษะเพิ่มเติม มีโอกาสในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ตลอดจนมีการตัดสินใจร่วม และผลจากการมีส่วนร่วมนั้น จะทำให้เกิดความรู้สึกร่วมกันเป็นเจ้าของ และการมีพันธะผูกพันต่อการนำไปปฏิบัติให้บรรลุผลซึ่งจะก่อประโยชน์ต่อการพัฒนาหรือปรับปรุงในเรื่องนั้น ๆ ด้วย

4. รูปแบบการศึกษาเป็นกลุ่ม (Study Groups Model) ในกรณีที่โรงเรียนต้องการหาทางแก้ปัญหาหลักร่วมกันจากทุกคนทุกฝ่าย โดยหากปัญหาหลักนั้นสามารถแยกย่อยเป็นหลายประเด็น ก็จะแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ อาจจะมีกลุ่มละ 4-6 ราย เพื่อศึกษาวิเคราะห์ประเด็นปัญหาในส่วนของกลุ่มนั้น ในตอนท้ายเมื่อมีการนำเสนอและแลกเปลี่ยนผลการวิเคราะห์ของแต่ละกลุ่มร่วมกันจะก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความเห็นและข้อมูล ก่อให้เกิดการเรียนรู้และก่อให้เกิดเป็นชุมชนแห่งการเรียนรู้ ซึ่งก็ถือว่าเป็นการพัฒนาวิชาชีพอีกรูปแบบหนึ่ง

5. รูปแบบการสืบค้นหรือการวิจัยปฏิบัติการ (Inquiry/action Research Model) เป็นความพยายามที่จะแก้ปัญหาหรือหาคำตอบในข้อคำถามที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงาน ซึ่งอาจกระทำได้ในระดับบุคคล ระดับกลุ่ม หรือระดับโรงเรียน และสามารถกระทำได้หลายวิธี แต่โดยทั่วไปมีขั้นตอนดังนี้ 1) กำหนดหรือเลือกปัญหาหรือคำถามที่สนใจ 2) รวบรวม จัดกระทำ และแปลความในข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น 3) ศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4) กำหนดทางเลือกเพื่อการปฏิบัติ 5) ลงมือปฏิบัติและสรุปเป็นเอกสาร

6. รูปแบบการพัฒนาตนเอง (Individually Guided Activities Model) โดยแต่ละบุคคลจะกำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนาวิชาชีพของตนเอง แล้วเลือกกิจกรรมเพื่อการปฏิบัติที่เชื่อว่า จะช่วยให้บรรลุผลสำเร็จ เป็นรูปแบบที่มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า บุคคลสามารถจะตัดสินใจถึงความต้องการจำเป็นในการเรียนรู้ของตนเองได้ดีที่สุด สามารถที่จะกำหนดทิศทางและริเริ่มการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ และมีแรงจูงใจในตนเองได้มากขึ้นจากการที่ได้มีโอกาสได้ริเริ่มและวางแผนในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง

7. รูปแบบการเป็นพี่เลี้ยง (Mentoring Model) นิยมจับคู่กันระหว่างผู้ที่มีประสบการณ์และประสบผลสำเร็จแล้วกับบุคคลที่เริ่มงานใหม่หรือที่มีประสบการณ์น้อยกว่า โดยให้มีการอภิปรายกันถึงจุดมุ่งหมายในการพัฒนาวิชาชีพ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและกลยุทธ์ที่จะให้การปฏิบัติที่มีประสิทธิผล การสะท้อนถึงวิธีการที่ใช้กันอยู่ การสังเกตการณ์ทำงาน และการใช้เทคนิคเพื่อการปรับปรุงแก้ไข

จากการศึกษาแนวคิดของหน่วยงาน นักวิชาการ เกี่ยวกับวิธีการพัฒนาครูซึ่งมีหลากหลาย ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดต่าง ๆ แล้วนำมาสังเคราะห์วิธีการพัฒนาครูปรากฏดังตาราง 2

ตาราง 2 การสังเคราะห์วิธีการพัฒนาครู

วิธีการพัฒนาครู	นักวิชาการ							
	สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2542)	สมชาติ กิจยรรยง และอรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง (2550)	เสาวลักษณ์ นิมิตรพิทยา (2552)	สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2558)	ชวนคิด มะเสนาะ (2558)	กระทรวงศึกษาธิการ (2560)	park (1984)	ความถี่
1. การทำวิจัย				✓			✓	2
2. การสอนงานระบบพี่เลี้ยง				✓	✓		✓	3
3. การฝึกอบรม	✓	✓	✓	✓	✓		✓	6
4. การประชุม	✓			✓				2
5. การสัมมนา	✓			✓	✓		✓	4
6. การจัดทีมงานเพื่อเรียนรู้ร่วมกัน				✓			✓	2
7. การเรียนรู้ด้วยตนเอง	✓	✓	✓	✓	✓		✓	6
8. การนิเทศ				✓				1
9. การศึกษาดูงานนอกสถานที่	✓			✓	✓			3
10. การทำโครงการต่าง ๆ				✓				1
11. ทำผลงานทางวิชาการ				✓				1
12. การส่งครูไปเป็นวิทยากร				✓				1
13. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง		✓		✓	✓		✓	4
14. แลกเปลี่ยนบุคลากรภายในกลุ่มโรงเรียน	✓							1

ตาราง 2 (ต่อ)

นักวิชาการ	สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2542)	สมาชิก กิจจรยรยง และออร์จันนิซึน ตะกัวทุง (2550)	เสาลักษณั นิกัรพิทยา (2552)	สำนักรงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2558)	ชวนคิด มะเสนะ (2558)	กระทรวงศึกษาธิการ (2560)	park (1984)	ความถี่
15. การฝึกอบรมออนไลน์					✓			1
16. ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC)						✓	✓	2

จากตาราง 2 ผลการสังเคราะห์วิธีการพัฒนาครูจากหน่วยงาน และนักวิชาการที่ทำการศึกษา ผู้วิจัยสรุปได้ว่า วิธีการพัฒนาครูนั้น มีวิธีการพัฒนาที่หลากหลาย ดังนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกวิธีการพัฒนาครูที่มีความถี่ตั้งแต่ 4 ขึ้นไปและมีความสอดคล้องกับบริบทพื้นที่วิจัย เพื่อกำหนดเป็นวิธีการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ซึ่งมี 3 วิธี ได้แก่ 1) การฝึกอบรมและสัมมนา 2) การเรียนรู้ด้วยตนเอง และ 3) การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง

4. หลักการพัฒนาบุคลากร

สำหรับการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับหลักการพัฒนาบุคลากรที่สำคัญ คือ แนวคิดการเรียนรู้แบบ 70 : 20 : 10 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

Lombardo และ Eichinger (1996) กล่าวว่า หลักการพัฒนาบุคลากรตามกรอบ 70: 20: 10 เป็นสูตรที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยของ Morgan McCall และคณะจากสถาบัน Center for Creative Leadership (CCL) ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งในภายหลัง 2 ในคณะทำงานนั้น คือ Michael M. Lombardo และ Robert W. Eichinger ได้ตีพิมพ์หนังสือที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยดังกล่าว เรื่อง The Career Architect Development Planner จนกลายเป็นสูตรที่โด่งดัง และมักถูกนำมาอ้างถึงว่า การที่คนเราจะพัฒนาศักยภาพได้จริงๆ นั้น มีสัดส่วนขององค์ประกอบสำคัญที่จะช่วยให้เกิดการพัฒนาดีตามอัตราส่วน 70: 20: 10 ซึ่งสูตรนี้มองว่าการที่ปัจเจกบุคคลจะสามารถพัฒนาตนเองได้จากกิจกรรมพื้นฐาน 3 ส่วนด้วยกัน โดยมีสัดส่วนดังนี้

1. ร้อยละ 70 คือ อัตราส่วนของกิจกรรมที่จะช่วยให้เกิดการพัฒนาตนเองจากประสบการณ์ (Experience) ของการเรียนรู้และพัฒนาผ่านการปฏิบัติงานในแต่ละวัน การได้ทำงานหรือได้รับมอบหมายงานที่ท้าทาย และการลงมือปฏิบัติ

2. ร้อยละ 20 คือ อัตราส่วนของกิจกรรมที่จะช่วยให้เกิดการพัฒนาตนเองจากการค้นคว้า (Exposure) ของการเรียนรู้และพัฒนาผ่านการสอนแนะ การทำงานร่วมกับเครือข่ายหรือการเรียนรู้จากการทำงานร่วมกับผู้อื่น การเรียนรู้จากบุคคลอื่น ๆ

3. ร้อยละ 10 คือ อัตราส่วนของกิจกรรมที่จะช่วยให้เกิดการพัฒนาตนเองจากการเรียน (Education) ของการศึกษาเรียนรู้และพัฒนาผ่านการเรียนในสถานศึกษาอย่างเป็นทางการหรือผ่านหลักสูตร และโปรแกรมต่าง ๆ

วิทยา วิจิตร (2557) กล่าวว่า 70 : 20 : 10 Framework เป็นแนวทางในการจัดการศึกษาต่างจากเดิมที่จะมองว่าการจัดการเรียนคือการจัดการชั้นเรียน วิชาเรียน และหลักสูตร โดยแนวคิดนี้บางวิธีเรียนรู้เป็น 3 ส่วน คือ 1) เรียนจากประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน 2) เรียนจากการแลกเปลี่ยนกับคนอื่น ๆ และ 3) เรียนจากหลักสูตรที่เป็นระบบ แล้วนำทั้ง 3 ส่วนมาผสมผสานกัน โดยให้นำหนักเป็น 70 : 20 : 10 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามสิ่งที่ 70: 20: 10 Framework ที่นำเสนอนี้เป็นแค่แนวทาง การปรับสัดส่วนต่าง ๆ ไม่จำเป็นต้องเป็น 70 : 20 : 10 เสมอไป ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น 1) เนื้อหาในการเรียนรู้ แต่ละเนื้อหาต้องการสัดส่วนที่ไม่เหมือนกัน เช่น การเรียนวิชาคณิตศาสตร์อาจจะต้องให้นำหนักกับการเรียนหลักสูตรเป็นระบบมากขึ้น แต่การเรียนซึ่งก็เรียนก็ต้องให้นำหนักการลงมือปฏิบัติมากหน่อย 2) ประสบการณ์เดิมของผู้เรียน พวกมือใหม่ ๆ จะต้องการเรียนจากหลักสูตร ขณะที่ผู้ชำนาญแล้วอาจจะต้องการแลกเปลี่ยนเรียนรู้มากกว่า

อาภรณ์ ภูวิทย์พันธ์ (2559) ได้กล่าวถึงแนวคิดการเรียนรู้แบบ 70 : 20 : 10 ดังนี้

1. 70% Learning Model คือ แนวคิดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์การทำงาน (Learning by Job Experience) ที่เน้นการเรียนรู้แบบผู้ใหญ่ เป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบไม่เป็นทางการ มุ่งเน้นการเรียนรู้จากการมีสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่นด้วยการติดตาม การเฝ้าดูผู้อื่นในการปฏิบัติงานจริง เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้ รวมทั้งเรียนรู้จากการทดลองปฏิบัติ ได้สัมผัสของจริงในพื้นที่ทำงานจริง ทำให้ผู้เรียนรู้เกิดการรับรู้อย่างรวดเร็ว แนวทางที่จะให้การเรียนรู้แบบนี้ประสบความสำเร็จผู้บริหารระดับสูงต้องให้การสนับสนุนและกำหนดเป็นนโยบายที่บุคลากรทุกคนต้องถือปฏิบัติ รวมทั้งพนักงานต้องให้ความร่วมมือและเห็นด้วยกับการพัฒนาตนเองจากการปฏิบัติงานจริง สำหรับเครื่องมือการพัฒนาบุคลากรแบบ 70% Learning Model มีหลายเครื่องมือด้วยกัน อาทิเช่น การติดตามสังเกตแม่แบบ การติดตามสังเกตผู้บริหาร การแลกเปลี่ยนความรู้ การแลกเปลี่ยนข้อมูลกับบริษัทลูกค้า การหมุนเวียนงาน เป็นต้น

2. 20% Learning Model คือ แนวคิดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลต่าง ๆ ที่ทำงานอยู่รอบตัวเราผ่านกระบวนการพูดคุย การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ประสบการณ์เป็นการเรียนรู้แบบผู้ใหญ่ ดังนั้นจึงเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากผู้อื่นที่ล้อมรอบตัวเรา การเรียนรู้แบบนี้มีความสำคัญและประโยชน์ต่อพนักงานโดยตรง ทำให้เกิดการรับรู้หรือมุมมองใหม่ ๆ นำไปสู่การปรับปรุงผลงานหรือทำให้เกิดผลงานใหม่ ๆ จากการนำไปเชื่อมโยงกับการเรียนรู้จากประสบการณ์ ซึ่งเครื่องมือการพัฒนาบุคลากรแบบ 20% Learning Model ประกอบด้วย การสอนแนะ โดยผู้จัดการผู้อื่น การสอนแนะเป็นกลุ่ม การเป็นพี่เลี้ยง การสอน การให้คำปรึกษา เป็นต้น

3. 10% Learning Model คือแนวคิดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการเรียนรู้แบบผู้ใหญ่แบบเป็นทางการที่เน้นการเรียนรู้จากโปรแกรมหรือหลักสูตรที่จัดขึ้นโดยมุ่งเน้นการกำหนดหัวข้อ

เนื้อหา หลักสูตรและรูปแบบที่ชัดเจนแบบเฉพาะเจาะจงไว้ล่วงหน้าแล้ว มุ่งเน้นการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจต่อทฤษฎี แนวคิดหลักการของเรื่องใดเรื่องหนึ่งผ่านการฝึกอบรมทั้งภายในและภายนอก องค์กร การเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ การศึกษาต่อและการอ่าน การเรียนรู้แบบนี้มุ่งเน้นให้ ผู้เรียนเกิดความรู้ (Head) มากกว่าเกิดทักษะ (Hand) และทัศนคติ/การรับรู้ที่เปลี่ยนแปลงไป (Heart)

ดังนั้น 70:20:10 Learning Model จึงเป็นแนวทางการพัฒนาที่มุ่งเน้นการปฏิบัติจริง การทำงานจริงในภาคสนามจริงและต้องนำมาปรับใช้เพื่อให้ได้ผลการพัฒนาเกิดขึ้นเป็นไปตาม เป้าหมายที่องค์กรต้องการ โดยเริ่มต้นจากการนำไปใช้เป็นเครื่องมือให้เหมาะสมกับ Competency ในแต่ละประเภทและกำหนดกรอบการพัฒนาตาม Competency ที่องค์กรคาดหวังจากพนักงาน ซึ่งจะช่วยให้ผู้บังคับบัญชาและพนักงานเข้าใจว่าไม่ใช่เฉพาะเครื่องมือการอบรมในห้องเรียนเท่านั้นที่จะ ช่วยพัฒนาความสามารถของพนักงาน ยังมีเครื่องมือการพัฒนาอื่น ๆ อีกมาก ไม่ว่าจะ เป็นเครื่องมือ การพัฒนาที่เน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ และเครื่องมือการพัฒนาที่เน้นการเรียนรู้จากผู้อื่น ซึ่งแนวทางการเรียนรู้แบบ 70 : 20 : 10 สามารถสรุปได้ดังตาราง 3

ตาราง 3 กิจกรรมการพัฒนาบุคลากรจากแนวทางการเรียนรู้แบบ 70 : 20 : 10

สัดส่วน	ลักษณะการเรียนรู้	ตัวอย่างเครื่องมือสำหรับพัฒนา
70 %	การเรียนรู้จากประสบการณ์ และการปฏิบัติจริง (Learn by Experience)	<ul style="list-style-type: none"> - การติดตามสังเกตแม่แบบ - การรับผิดชอบโครงการพิเศษ - การมอบหมายงานที่ทำหาย - การทำงานกับที่ปรึกษาหรือผู้เชี่ยวชาญ - การหมุนเวียนเปลี่ยนงาน - การเรียนรู้จากการปฏิบัติงานจริง
20 %	การเรียนรู้จากผู้อื่น (Learn by Others)	<ul style="list-style-type: none"> - การเข้าร่วมเครือข่ายภายนอก - การประชุมการประชุมเชิงปฏิบัติการ - การประชุมสัมมนา - การศึกษาดูงาน
10 %	การเรียนรู้ผ่านหลักสูตรและ โปรแกรม (Learn by Courses)	<ul style="list-style-type: none"> - การฝึกอบรม - การเรียนรู้จากบทความ - การเรียนรู้จากหนังสือ - การศึกษาด้วยตนเอง

โปรแกรมและการพัฒนาโปรแกรม

1. ความหมายของโปรแกรม

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

1. โปรแกรม หมายถึง หน่วย (Units) ที่จัดขึ้นเพื่อทำกิจกรรมพิเศษหรือให้บริการตามความต้องการของสถาบันหรือบุคคล
2. โปรแกรม หมายถึง ลำดับการปฏิบัติตามที่วางแผนไว้ (Series of Planned Intervention) เพื่อวัตถุประสงค์โดยเฉพาะสำหรับกลุ่มเป้าหมายโดยเฉพาะ
3. โปรแกรม หมายถึง กิจกรรมที่วางแผนไว้ (Planned Activity) เพื่อเป้าหมายโดยเฉพาะ

Rogers (2000) ได้ให้ความหมายของ ทฤษฎีโปรแกรม เป็นการสร้างโมเดลที่เป็นไปได้เกี่ยวกับโปรแกรมถูกคาดหวังว่าจะทำงานอย่างไร เพื่อที่จะทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ต้องการ ซึ่งนักประเมินจะใช้ทฤษฎีนี้เป็นแนวทางในการดำเนินการประเมินและใช้เป็นมาตรฐาน (Benchmark) ในการตัดสินประสิทธิผลของโครงการ

สุวิมล ว่องวานิช (2550) ได้ให้ความหมายของโปรแกรมการพัฒนาทางวิชาชีพครู หมายถึง ระบบโครงสร้างที่กำหนดกิจกรรมต่าง ๆ ที่ออกแบบมาเพื่อจุดมุ่งหมายเดียวกัน เพื่อการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมความรู้และทักษะในการปฏิบัติงานของครู

ปริญญา มีสุข (2552) ได้ให้ความหมายของโปรแกรมการพัฒนาทางวิชาชีพครู หมายถึง ระบบแผนโครงสร้างที่กำหนดกิจกรรมต่าง ๆ ที่ออกแบบมาเพื่อช่วยเหลือครูให้ทำกิจกรรมกับเพื่อนร่วมงาน โดยทุกกิจกรรมล้วนมีแนวทางเพื่อจุดมุ่งหมายเดียวกัน เพื่อการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมความรู้และทักษะในการปฏิบัติงานของครู

กาญจนา จันทะโยธา (2560) ได้ให้ความหมายว่า โปรแกรม คือ แผนหรือกิจกรรมที่มีการวางแผนไว้อย่างเป็นระบบมีขั้นตอนในการพัฒนาที่ออกแบบมาจากการนำเอาองค์ประกอบที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กับหลักการแนวคิด ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐาน เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติให้ได้ตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายภายใต้บริบทของการพัฒนาในแต่ละองค์กรพัฒนาในแต่ละองค์กร

กล่าวโดยสรุปได้ว่า โปรแกรม หมายถึง แผนหรือกิจกรรมที่มีการวางแผนไว้อย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติให้บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่วางไว้ เพื่อเปลี่ยนแปลงการพัฒนาครูให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

2. องค์ประกอบของโปรแกรม

Funnel และ Rogers (2011) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของโปรแกรมว่า โปรแกรมประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 5 ประการ คือ สถานการณ์ วัตถุประสงค์ ทฤษฎี กระบวนการ และการวัดและประเมินผล

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

กิจกรรมการเรียนการสอน (Learning Activities) หัวใจของหลักสูตรอยู่ที่กิจกรรมการเรียนการสอน เพราะเป็นเรื่องของการหล่อหลอม กำหนดประสบการณ์การเรียนรู้และการศึกษาของผู้เรียน

ไท คำล้า (2551) ได้พัฒนาโปรแกรมฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างภาวะผู้นำทางสิ่งแวดล้อมศึกษาสำหรับผู้บริหารสถานศึกษา ผลการพัฒนาโปรแกรมฝึกอบรม พบว่า โปรแกรมฝึกอบรมมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจากส่วนประกอบของโปรแกรม ได้แก่ จุดมุ่งหมายกิจกรรม วิธีการพัฒนา เนื้อหาสาระ รวมทั้งวิธีการประเมินผล ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดที่เกิดจากสภาพปัญหาและความต้องการของผู้บริหารสถานศึกษาและปรับปรุงเนื้อหา และกิจกรรมให้สอดคล้องกับสภาพการณ์และนโยบายเร่งด่วนของหน่วยงานต้นสังกัด และสอดคล้องกับแนวทางในการประเมินคุณภาพการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ

ยอดอนงค์ จอมหงษ์พิพัฒน์ (2553) ได้พัฒนาโปรแกรมการพัฒนาครูผู้นำการจัดการเรียนตามแนวทางปฏิรูปการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีองค์ประกอบสำคัญ 7 ประการ ประกอบด้วย วิสัยทัศน์ หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา กระบวนการ โครงสร้าง การวัดและประเมินผลโปรแกรม สุวัฒน์ จุลสุวรรณ (2554) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของโปรแกรมที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นสำหรับการจัดการศึกษา และมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้การจัดการศึกษามีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย จุดมุ่งหมายของโปรแกรม เนื้อหาสาระ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผล

เชษฐา คำค่อง (2557) ได้สรุปองค์ประกอบของโปรแกรมประกอบด้วย 1) หลักการและความสำคัญ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) กิจกรรมและเครื่องมือการพัฒนา และ 5) การวัดและประเมินผล

สุวิทย์ ยอดสละ (2557) ได้สรุปกรอบแนวคิดขององค์ประกอบโปรแกรมไว้ ดังนี้ 1) ที่มาและความสำคัญของโปรแกรม 2) วัตถุประสงค์ของโปรแกรม 3) รูปแบบและวิธีการพัฒนา 4) โครงสร้างของโปรแกรม 5) เนื้อหาและสาระสำคัญของโปรแกรม 6) การวัดและประเมินผล

จากการศึกษาแนวคิดของหน่วยงาน นักวิชาการ เกี่ยวกับองค์ประกอบของโปรแกรม ซึ่งมีหลากหลาย ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดต่าง ๆ แล้วนำมาสังเคราะห์องค์ประกอบของโปรแกรม ปรากฏดังตาราง 4



ตาราง 4 การวิเคราะห์องค์ประกอบของโปรแกรม

องค์ประกอบ	นักวิชาการ							ความถี่
	Funnel and Rogers (2011)	สมิตรา พงศธร (2550)	ไท คำล้าน (2551)	ยอดอนงค์ จอมทองพิพัฒน์ (2553)	สุวัฒน์ จุฑสุวรรณ (2554)	เชษฐา คำคลอง (2557)	สุวิทย์ ยอดสละ (2557)	
1. สถานการณ์	✓							1
2. วัตถุประสงค์	✓	✓		✓		✓	✓	5
3. ทฤษฎี	✓							1
4. กระบวนการ	✓			✓	✓			3
5. การวัดและประเมินผล	✓		✓	✓	✓	✓	✓	6
6. จุดมุ่งหมาย		✓	✓		✓			3
7. เป้าหมาย		✓						1
8. เนื้อหาสาระ		✓	✓	✓	✓	✓	✓	6
9. กิจกรรม		✓				✓		2
10. วิธีการพัฒนา			✓				✓	2
11. วิสัยทัศน์				✓				1
12. หลักการ				✓		✓		2
13. โครงสร้าง				✓			✓	2
14. ที่มาและความสำคัญ							✓	1

จากตาราง 4 แสดงถึงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของโปรแกรม ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่นักวิชาการทั้งในและต่างประเทศได้เสนอไว้ จำนวน 7 แหล่ง เมื่อนำองค์ประกอบจากการวิเคราะห์ของนักวิชาการทั้ง 7 แหล่งมารวมกัน พบว่า มีองค์ประกอบทั้งสิ้น 14 องค์ประกอบ แต่ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้หลักเกณฑ์องค์ประกอบที่มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของโปรแกรมเพื่อกำหนดเป็นกรอบแนวคิดการวิจัย และพิจารณาองค์ประกอบที่มีความถี่สูง ในที่นี้ใช้ความถี่ตั้งแต่ 3 ขึ้นไป และเป็นองค์ประกอบที่มีความหมายเดียวกันกับองค์ประกอบอื่นแต่ใช้ชื่อต่างกัน แล้วทำการจัดหมวดหมู่องค์ประกอบของโปรแกรม ได้องค์ประกอบหลัก 5 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) หลักการและความสำคัญ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) วิธีการพัฒนา และ 5) การวัดและประเมินผล

ตาราง 5 การสังเคราะห์องค์ประกอบโปรแกรม

การสังเคราะห์องค์ประกอบของโปรแกรม	การวิเคราะห์องค์ประกอบ
1. หลักการและความสำคัญ	หลักการ
	ที่มาและความสำคัญ
	ทฤษฎี
	วิสัยทัศน์
	โครงสร้าง
	สถานการณ์
2. วัตถุประสงค์	วัตถุประสงค์
	จุดมุ่งหมาย
	เป้าหมาย
3. เนื้อหา	เนื้อหาสาระ
	กิจกรรม
4. วิธีการพัฒนา	วิธีการพัฒนา
	กระบวนการ
5. การวัดและประเมินผล	การวัดและประเมินผล

จากตาราง 5 ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มองค์ประกอบที่มีข้อความที่คล้ายกันหรือความหมายใกล้เคียงกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันซึ่งสามารถสรุปออกมาได้ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการและความสำคัญ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) วิธีการพัฒนา และ 5) การวัดและประเมินผล

3. การพัฒนาโปรแกรม

Knowles (1980) ได้นำเสนอการวางโปรแกรมการพัฒนาศึกษา ซึ่งประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้คือ

- ขั้นที่ 1 การจัดบรรยากาศสำหรับการเรียนรู้
- ขั้นที่ 2 การจัดตั้งโครงสร้างองค์การสำหรับการวางแผน
- ขั้นที่ 3 การวินิจฉัยความต้องการสำหรับการเรียนรู้
- ขั้นที่ 4 การจัดสร้างทิศทางเป้าหมายสำหรับเรียนรู้
- ขั้นที่ 5 การปฏิบัติตามโปรแกรม (การสรรหาและการฝึกอบรมการจัดการเกี่ยวกับผู้สนับสนุนการเรียนรู้ และกระบวนการ การปรึกษาทางด้านการศึกษาระดับประมาณ)
- ขั้นที่ 6 การออกแบบด้านประสบการณ์ ในการเรียนรู้
- ขั้นที่ 7 การประเมินผลและการวินิจฉัยซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

Styles (1990) ได้เสนอกระบวนการพัฒนาโปรแกรม (Program Development Model) ประกอบด้วย

1. การประเมินความต้องการ (Needs Assessment)

2. ตั้งวัตถุประสงค์ (Goal Setting)
3. การวางแผนตั้งทีมงาน (Planning Team)
4. การพัฒนาบุคลากร (Staff Development)
5. การประเมินผล (Evaluation)
6. วิธีลงมือปฏิบัติ (Modes of Implementation)
7. การจัดการทรัพยากร (Resource Management)
8. การประเมินสิ่งแวดล้อม (Environment Assessment)

Barr และ Keating (1990) กล่าวถึง รูปแบบการพัฒนาโปรแกรม (Program Development Model) โดยเสนอรูปแบบ 5 ขั้นตอน เพื่อการพัฒนาโปรแกรม (Five-step Model for Program Development) คือ

ขั้นที่ 1 การประเมิน (Assessment)

- 1.1 ประเมินความต้องการ
- 1.2 ประเมินสิ่งแวดล้อมสถานศึกษา
- 1.3 ประเมินทรัพยากร เช่น บุคลากร เงิน ทรัพยากรทางกายภาพ

ขั้นที่ 2 การวางแผน (Planning)

- 2.1 การพัฒนาที่วางแผน
- 2.2 การกำหนดเป้าหมายวัตถุประสงค์และการประเมินผล
- 2.3 เลือกวิธีปฏิบัติ
- 2.4 ฝึกอบรมบุคลากรที่เกี่ยวข้อง
- 2.5 กำหนดงบประมาณที่ต้องใช้
- 2.6 กำหนดเวลาที่ใช้จนสิ้นสุดโปรแกรม

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติ (Implementation)

- 3.1 กำหนดความรับผิดชอบ เช่น ทักษะความสามารถและงานที่ต้องทำ
- 3.2 ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้
- 3.3 ประเมินผลกระบวนการ (Process) และประเมินผลผลิต (Product)

ขั้นที่ 4 ประเมินหลังจบโปรแกรม (Post-assessment) ใช้ข้อมูลที่ได้จากการประเมินกระบวนการและผลผลิตเพื่อการตัดสินใจอนาคตของโปรแกรม

ขั้นที่ 5 การตัดสินใจเชิงบริหาร (Administrative Decision) การตัดสินใจว่าจะดำเนินโปรแกรมต่อไป หรือยุติโปรแกรมหรือดัดแปลงปรับปรุง

Houle (1996) ได้นำเสนอกระบวนการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาบุคลากร ซึ่งประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้ คือ

- ขั้นที่ 1 การสร้างวิสัยทัศน์ร่วมและระบุกิจกรรมที่เป็นไปได้
- ขั้นที่ 2 การตัดสินใจทางด้านกระบวนการที่จะนำมาใช้
- ขั้นที่ 3 การระบุวัตถุประสงค์และการปรับให้เหมาะสม

ขั้นที่ 4 การออกแบบรูปแบบที่เหมาะสมทางด้านทรัพยากร ผู้นำ วิธีการ ตาราง กำหนดการ ลำดับเรื่อง การเสริมแรงทางสังคม การทำให้อยู่ในรูปปัจเจกบุคคล บทบาทและ เกณฑ์ ทางด้านประเมินผล และความชัดเจนของการออกแบบ

ขั้นที่ 5 รูปแบบที่ใช้มีความเหมาะสมกับแบบแผนของชีวิตที่ใหญ่กว่าทั้งด้านการ แนะนำผู้เรียน รูปแบบของการดำเนินชีวิตของผู้เรียน งบประมาณ การเงินที่สนับสนุน และการ ตีความหมาย

ขั้นที่ 6 นำแผนไปสู่ผลกระทบเชิงบวกที่จะเกิดขึ้นในองค์การ ทั้งในระดับบุคคล ระดับกลุ่มบุคคล และระดับองค์การ

ขั้นที่ 7 การวัดผลลัพธ์และการประเมินประสิทธิผลที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาตาม กระบวนการของโปรแกรม

Carolyn และคณะ (2013) ได้เสนอขั้นตอนของการพัฒนาโปรแกรมไว้ 5 ขั้นตอน ซึ่งมี รายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ความจำเป็นในการฝึกอบรม (Analyze the Training Need) เมื่อมีการพัฒนาโปรแกรมการอบรมเพื่อพัฒนางานต้องคำนึงถึงว่า อะไรคือความรู้ อะไรคือ ทักษะ และทัศนคติของผู้ที่ได้รับการอบรมที่จะทำให้โปรแกรมการอบรมมีความสมบูรณ์ นอกจากนี้ยัง ต้องพิจารณาระยะเวลาของการฝึกอบรม วิธีการฝึกอบรม แนวโน้มที่ดีที่สุดที่ผู้เข้ารับการอบรมจะได้ เรียนรู้ ตลอดจนคำนึงถึงเครื่องมือและทรัพยากรที่มี

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบโปรแกรมการอบรม (Design the Training Program) ซึ่งต้องออกแบบให้อยู่บนพื้นฐานจากขั้นตอนการวิเคราะห์ ประกอบด้วย การระบุวัตถุประสงค์โดย อธิบายในลักษณะที่สามารถวัดผู้เข้ารับการฝึกอบรมว่าบรรลุตามวัตถุประสงค์เมื่อเสร็จสิ้น การฝึกอบรม นอกจากนี้ยังต้องกำหนดวิธีการอบรมแสดงเป็นวิธีการฝึกอบรมให้ผู้เข้าอบรมได้เห็น ชัดเจน การออกแบบในขั้นตอนนี้อาจสร้างเค้าร่างหรือเค้าโครงเนื้อเรื่องที่จะช่วยในการพัฒนา โปรแกรมการฝึกอบรม เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาโปรแกรมการฝึกอบรม (Develop the Training Program) เป็นการใช่วัตถุประสงค์หรือเป้าหมายและองค์ประกอบอื่น ๆ ที่สร้างขึ้นในระหว่างขั้นตอนการ ออกแบบเพื่อพัฒนาโปรแกรมการฝึกอบรม ในขั้นตอนนี้ยังอาจจะพัฒนาวิธีการทดสอบการ เปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการของผู้เข้ารับการอบรมเกี่ยวกับความรู้ทักษะหรือทัศนคติ ทั้งนี้ ก็ขึ้นอยู่กับ การฝึกอบรมในเรื่องนั้น ๆ

ขั้นตอนที่ 4 การใช้โปรแกรมการฝึกอบรม (Implement the Training Program) ขั้นตอนนี้บางครั้งเรียกว่าขั้นตอนการจัดส่งหรือขั้นตอนการส่งมอบ เป็นขั้นตอนที่จะต้องทำการ ฝึกอบรมให้กับผู้เข้าร่วมฝึกอบรม ไม่ว่าจะเป็นคำสั่ง การฝึกออนไลน์ ในห้องเรียน หรือผ่านวิธีอื่น ๆ ครั้งแรกของวิธีการฝึกอบรมหรือวิธีการสอนบางครั้งจะถูกเรียกว่า “การนำร่อง”

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลโปรแกรมการฝึกอบรม (Evaluate the Training Program) เป็นขั้นตอนที่จะสามารถตรวจสอบว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้รับความรู้ ทักษะหรือทัศนคติ ตามที่ระบุเป้าหมายไว้ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ความจำเป็นในการฝึกอบรมหรือไม่ โดยการใช้

ข้อมูลที่ได้รับในระหว่างขั้นตอนการประเมินผล สามารถทำการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมในการออกแบบ การพัฒนาโปรแกรมการฝึกอบรมในครั้งต่อไปที่นำเสนอให้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรม เป็นต้น

สมคิด บางโม (2551) ได้เสนอโปรแกรมเพื่อพัฒนางานให้มีประสิทธิภาพและเกิด ประโยชน์สูงสุด ซึ่งสามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกอบรมมีรายละเอียด 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การหาความจำเป็นในการฝึกอบรม

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างหลักสูตรการฝึกอบรม หลังจากสามารถหาความจำเป็นในการ ฝึกอบรมได้แล้วว่าจำเป็นต้องจัดให้มีการฝึกอบรมให้แก่ใครและอบรมเรื่องอะไร ขั้นตอนต่อมาคือ สร้างหลักสูตรในการฝึกอบรมขึ้น และหลักสูตรในการฝึกอบรมนั้น ต้องให้เหมาะสมต่อปัญหาของ องค์กรและหน่วยงาน ซึ่งส่วนประกอบหลักของหลักสูตรฝึกอบรม ควรมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ 1) ชื่อหลักสูตร 2) วัตถุประสงค์ของหลักสูตร 3) ระยะเวลาฝึกอบรม 4) หัวข้อวิชาและจำนวนชั่วโมง 5) คำอธิบายรายวิชาพอสังเขป 6) เทคนิคการฝึกอบรม และ 7) วิธีการประเมินผล

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบโครงการฝึกอบรม ซึ่งต้องเขียนเป็นโครงการอย่างละเอียด เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติที่ชัดเจน

ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการฝึกอบรม ถือเป็นขั้นตอนการนำโครงการที่ได้รับการ อนุมัติ มาดำเนินการฝึกอบรม โดยต้องบริหารโครงการเป็น 3 ระยะ คือ 1) ระยะเตรียมการก่อน ฝึกอบรม 2) ระยะฝึกอบรม และ 3) ระยะหลังการฝึกอบรม

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลการฝึกอบรม เพื่อวัดและประเมินว่าการอบรมบรรลุ วัตถุประสงค์หรือไม่เพียงใด มีปัญหาหรืออุปสรรคอะไรบ้าง เป็นต้น

วิโรจน์ สารรัตนะ (2553) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการวินิจฉัยและพัฒนาโปรแกรมพัฒนา วิชาชีพบุคลากรทางการศึกษา ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและตรวจสอบแนวคิดเชิงทฤษฎีของโปรแกรมการ ตรวจสอบแนวคิดเชิงทฤษฎีของโปรแกรมที่พัฒนา

ขั้นตอนที่ 2 ปรับปรุงแก้ไขและจัดทำเอกสารประกอบ

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบและการปรับปรุงโปรแกรม

ขั้นตอนที่ 4 สร้างเครื่องมือประเมินโปรแกรมในภาคสนาม

ขั้นตอนที่ 5 ทดลองโปรแกรมในภาคสนาม การทดลองใช้โปรแกรมในภาคสนามจริง

จากการศึกษาการพัฒนาโปรแกรมจากนักวิชาการสามารถนำสู่ตารางวิเคราะห์ กระบวนการพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการวิจัย ได้ดังนี้

พัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการวิจัย

ตาราง 6 การวิเคราะห์กระบวนการพัฒนาโปรแกรม

องค์ประกอบ	Knowles (1980)	Styles (1990)	Barr and Keating (1990)	Houle (1996)	Carolyn and others (2013)	สมคิด บางโม (2551)	วิโรจน์ สารรัตน์นะ (2553)	ความถี่
1. การวิเคราะห์ความจำเป็น	✓	✓			✓	✓		4
2. การกำหนดวัตถุประสงค์	✓	✓		✓				3
3. การออกแบบโปรแกรม	✓		✓	✓	✓	✓	✓	6
4. การใช้โปรแกรม	✓	✓	✓	✓	✓	✓		6
5. การประเมินผลโปรแกรม	✓	✓	✓	✓	✓	✓		6
6. การวางแผนตั้งทีมงาน		✓						1
7. การพัฒนาบุคลากร		✓						1
8. การจัดการทรัพยากร		✓		✓				2
9. การประเมินสิ่งแวดล้อม		✓	✓					2
10. การจัดบรรยากาศ	✓							1
11. การตัดสินใจเชิงบริหาร			✓	✓				2
12. การสร้างวิสัยทัศน์ร่วม				✓				1
13. การพัฒนาโปรแกรม					✓	✓		2
14. การสร้างหลักสูตรฝึกอบรม						✓		1
15. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและตรวจสอบแนวคิดเชิงทฤษฎี							✓	1
16. สร้างเครื่องมือประเมินโปรแกรมในภาคสนาม							✓	1
17. ทดลองใช้โปรแกรมก่อนนำไปใช้จริง							✓	1

จากตาราง 6 การวิเคราะห์กระบวนการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จากแนวคิดของนักวิชาการ ทำให้ได้กระบวนการพัฒนาโปรแกรมหลายขั้นตอนด้วยกัน และในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พิจารณากำหนดขอบข่ายในการเลือกขั้นตอนของกระบวนการพัฒนาโปรแกรมที่มีความถี่ตั้งแต่ 3 ขึ้นไป เพื่อกำหนดเป็นกระบวนการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์ความจำเป็น 2) การกำหนดวัตถุประสงค์ 3) การออกแบบโปรแกรม 4) การใช้โปรแกรม และ 5) การประเมินผลโปรแกรม และในขั้นตอนของกระบวนการพัฒนาโปรแกรมที่มีความถี่ไม่ถึง 3 ผู้วิจัยไม่ได้นำมาเป็นกระบวนการพัฒนาโปรแกรมในการวิจัยนี้ เนื่องจากกระบวนการบางขั้นตอนมีนิยามหรือความหมายที่คล้ายคลึงและครอบคลุมกัน

บริบทสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม มีที่ตั้งอยู่ในพื้นที่โรงเรียนมหาวิทยาลัย ถนนเลี้ยวเมืองมหาสารคาม - ร้อยเอ็ด ตำบลแวงนาง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม มีพื้นที่รับผิดชอบ ให้บริการครอบคลุม 13 อำเภอ ดังนี้ เมืองมหาสารคาม แกดำ โกสุมพิสัย กันทรวิชัย เชียงยืน บรบือ นาเชือก พยัคฆภูมิพิสัย วาปีปทุม นาคุณ ยางสีสุราช กุฉีกรัง และชื่นชม มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับจังหวัดขอนแก่นและจังหวัดกาฬสินธุ์

ทิศตะวันออก ติดต่อกับจังหวัดกาฬสินธุ์และจังหวัดร้อยเอ็ด

ทิศใต้ ติดต่อกับจังหวัดสุรินทร์และจังหวัดบุรีรัมย์

ทิศตะวันตก ติดต่อกับจังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดขอนแก่น

ข้อมูลโรงเรียน ซึ่งจำแนกตามขนาดของโรงเรียนเป็น 4 ขนาด คือ

โรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 22 โรงเรียน

โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 4 โรงเรียน

โรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 4 โรงเรียน

โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 5 โรงเรียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

นิภาพรณ์ ชัยโพธิ์กลาง (2561) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการบริหารจัดการชั้นเรียนในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 7 มีความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบและตัวชี้วัดสมรรถนะครูด้านการบริหารจัดการชั้นเรียน 2) เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของสมรรถนะครูด้านการบริหารจัดการชั้นเรียน 3) เพื่อพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการบริหารจัดการชั้นเรียน โดยดำเนินการแบ่งเป็น 3 ระยะ ระยะที่ 1 การศึกษาองค์ประกอบและตัวชี้วัดสมรรถนะครูด้านการบริหารจัดการชั้นเรียน ระยะที่ 2 การศึกษาสภาพปัจจุบันสภาพที่พึงประสงค์ของสมรรถนะครูด้านการบริหารจัดการชั้นเรียน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนประจำชั้นจำนวนทั้งสิ้น 322 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ แบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระยะที่ 3 การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการบริหารจัดการชั้นเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ แบบประเมิน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าดัชนี PNI ผลวิจัยปรากฏว่า 1) การสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดของโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการบริหารจัดการชั้นเรียนใน

สถานศึกษา ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ และ 27 ตัวชี้วัด คือ ซึ่งทุกองค์ประกอบและตัวชี้วัดมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดและมีความเป็นไปได้ในระดับมากที่สุด 2) ผลการวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน พบว่า สภาพปัจจุบันของสมรรถนะครูด้านการบริหารจัดการชั้นเรียน โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.80$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน 3) ผลการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการบริหารจัดการชั้นเรียนในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 7 ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ 9 ส่วน ได้แก่ (1) ที่มาและความสำคัญของโปรแกรม (2) วัตถุประสงค์ของโปรแกรม (3) เป้าหมาย (4) รูปแบบและวิธีการพัฒนา (5) โครงสร้างของโปรแกรม (6) เนื้อหา (7) แนวการจัดกิจกรรม (8) เทคนิคและเครื่องมือ และ (9) การประเมินผล และขอขยายเนื้อหา แบ่งออก 5 Module ได้แก่ 1) การจัดบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ความสุขและความปลอดภัยของผู้เรียน 2) ด้านการกำกับดูแลชั้นเรียน 3) ด้านการจัดทำข้อมูลสารสนเทศประจำชั้นเรียน/ประจำวิชา 4) การส่งเสริมพฤติกรรมเชิงบวกระหว่างครูกับนักเรียน และ 5) ความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และผลการประเมินความเหมาะสม ความเป็นไปได้ของโปรแกรม พบว่า มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด มีความเป็นไปได้ระดับมากที่สุด

ชภัทร์ สงวนเครือ (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่อง โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษา 2) เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และวิธีการพัฒนาสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษา 3) เพื่อพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ 4) ศึกษาผลการนำโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มเป้าหมายที่เป็นครูผู้สอน จำนวน 468 คน เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถาม แบบประเมินและแบบทดสอบ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) องค์ประกอบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ 10 ตัวบ่งชี้ อยู่ในระดับมากที่สุด 2) สภาพปัจจุบันของสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับปานกลาง วิธีการเสริมสร้างสมรรถนะ ได้แก่ การประชุมปฏิบัติการ การเรียนรู้ด้วยตนเอง การสอนงาน กระบวนการพี่เลี้ยง และการนิเทศ 3) โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษา ใช้ระยะเวลา 180 ชั่วโมง วิธีการพัฒนาได้แก่ 1) การประชุมปฏิบัติการ 2) การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3) การสอนงาน 4) กระบวนการพี่เลี้ยง และ 5) การนิเทศ ผลการประเมิน มีความเป็นประโยชน์ ความเป็นไปได้ และความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด 4) ผลการนำโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครู ผลการทดสอบโดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด

เฉลิมพล สุปัญญาบุตร (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 มีความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 2) เพื่อพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยดำเนินการเป็น 2 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ ประชากร ได้แก่ ครูโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2,631 คน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครู จำนวน 365 คน โดยการเทียบจำนวนประชากรทั้งหมดกับตารางกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Krejcie และ Morgan จากนั้นใช้เทคนิคการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling Technique) ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล แบบสอบถามเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างซึ่งแบบประเมินความเหมาะสม ผลวิจัยปรากฏว่า 1) สภาพปัจจุบันของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง และสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด 2) โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 ประกอบด้วย (1) หลักการ (2) วัตถุประสงค์ (3) เนื้อหา (4) วิธีการพัฒนา และ (5) การวัดและประเมินผล มี 4 โมดูล คือ การออกแบบการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดและการลงมือปฏิบัติการใช้และพัฒนาสื่อนวัตกรรมเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง ผลโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 24 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดและความเป็นไปได้อยู่ในระดับมาก

ยุวดี แสงจันทร์ (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง แนวทางการบริหารจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาหนองคาย เขต 2 มีความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้ 1) ศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของการบริหารจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาหนองคาย เขต 2 2) แนวทางการบริหารจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาหนองคาย เขต 2 โดยกระบวนการวิจัยและพัฒนา ประกอบด้วย 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของการบริหารจัดการแบบสะเต็มศึกษาสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาหนองคาย เขต 2 กลุ่มตัวอย่างได้แก่ ครูโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาหนองคาย เขต 2 จำนวน 285 คน โดยการคำนวณจากสูตรเครซีและมอร์แกน ผู้เชี่ยวชาญเครื่องมือการวิจัย 5 คน ระยะที่ 2 แนวทางการบริหารจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยการศึกษาจากสถานศึกษาที่มีวิธีปฏิบัติที่ดีเยี่ยม 3 แห่ง โดยการเลือกแบบเจาะจงตามเกณฑ์การพิจารณาคือ มีการพัฒนาการบริหารจัดการแบบสะเต็มศึกษาเป็นที่ประจักษ์และยอมรับโดยทั่วกัน ดังนี้ 1) โรงเรียนบ้านหมากแข้ง สังกัด

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 1 2) โรงเรียนอนุบาลอุดรธานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 1 และ 3) โรงเรียนภัทรบพิตร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 23 ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินแนวทางการบริหารจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสำหรับโรงเรียนสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาหนองคาย เขต 2 จำนวน 5 คน โดยใช้เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ ผลวิจัยพบว่า 1) สภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของการบริหารจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาหนองคาย เขต 2 ซึ่งประกอบไปด้วย 7 ด้านพบว่า ลำดับสภาพที่พึงประสงค์ของการบริหารจัดการแบบสะเต็มศึกษาสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาหนองคาย เขต 2 เรียงลำดับความสภาพที่พึงประสงค์จากมากไปหาน้อย ได้แก่ 1) การกำหนดนโยบายและแผนการบริหารจัดการแบบสะเต็มศึกษา 2) การพัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษา 3) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 4) การนิเทศและการประเมินผลการบริหารจัดการสะเต็มศึกษา 5) การพัฒนาครูสะเต็ม 6) การสร้างเครือข่ายแนวร่วมพัฒนาสะเต็มศึกษา 7) การวิจัยและพัฒนาสะเต็มศึกษา และ 2) แนวทางการบริหารจัดการแบบสะเต็มศึกษาสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาหนองคาย เขต 2 ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน 1) การวางแผน 2) การดำเนินการปฏิบัติ 3) การกำกับติดตามและประเมินผล ผลการประเมินแนวทางการบริหารจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาหนองคายเขต 2 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และมีความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุด

สถินพัฒน์ ไมตรีแพน (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 1 การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และความต้องการจำเป็นของการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 2) เพื่อพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 1 แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และความต้องการจำเป็นของการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 1 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคามเขต 1 จำนวน 304 คน กลุ่มผู้ให้ข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ จำนวน 6 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างแบบบันทึกการสนทนากลุ่ม แบบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าดัชนีความสอดคล้องสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคและค่าดัชนีจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (PNImodified) ผลการวิจัยพบว่า 1) สภาพปัจจุบันของการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง สภาพที่พึงประสงค์ของการ

จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับมาก และลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นในการเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 1 เรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อย ได้แก่ 1) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 2) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 5) การระบุปัญหา และ 6) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ตามลำดับและ 2) โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 1 ประกอบด้วย 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหาและกิจกรรม แบ่งออกเป็น 4 Module 4) วิธีพัฒนา ประกอบด้วย การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง และการฝึกอบรมและร่วมสัมมนา และ 5) การประเมินผลโปรแกรม ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 1 โดยรวม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากและความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุด

งานวิจัยต่างประเทศ

Sahin และ Adiguzel (2014) ได้ศึกษาผลของกิจกรรมสะเต็มศึกษาต่อการจัดหลักสูตรสำหรับเด็กหลังเลิกเรียนและศึกษาผลที่เกิดขึ้นกับการเรียนรู้ของนักเรียน โดยทำการศึกษากับนักเรียนในเขตตะวันออกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกา งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพ เพื่อทำความเข้าใจมุมมองของนักเรียนและความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมสะเต็มศึกษาและวิธีการเรียนรู้ ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรม การเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย การสังเกตอย่างเป็นทางการ การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างและการจดบันทึกข้อมูล จากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมสะเต็มศึกษามีศักยภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้ การทำงานร่วมกัน และการสืบเสาะหาความรู้ตลอดจนนำไปสู่การพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21

Petrescu และคณะ (2015) ได้วิจัยเรื่อง โปรแกรมพัฒนาวิชาชีพสำหรับครูวิทยาศาสตร์กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ประเทศในจีเรียได้ โปรแกรม Continuous Professional Development Programme (DPC) ระยะเวลาในการใช้โปรแกรม CPD รวม 60 ชั่วโมง แบ่งเป็นการบรรยาย 18 ชั่วโมง การปฏิบัติ 36 ชั่วโมง วัดและประเมินผล 6 ชั่วโมง แบ่งเป็น 2 หลักสูตร คือ แนวทางการสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่และการศึกษาวิทยาศาสตร์เชิงสืบสวน ได้ทำการทดลอง 2 รุ่น รุ่นแรกในปี 2012 มีครูที่เข้าร่วมโครงการ 35 คน รุ่นที่สองจัดขึ้นในปี 2013 มีครูเข้าร่วมโครงการ 66 คน มีข้อสรุปสามข้อคือ 1) สร้างสภาพแวดล้อมที่เอาใจใส่นักเรียนมากขึ้น 26.6% และ 29.6% 2) ใช้วิธีการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ 15.6% และ 17.6% 3) เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางในการสอนมากขึ้น 6.3% และ 16.7%

Quang และคณะ (2015) ได้ศึกษาการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) ผ่านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคของนักเรียนในโรงเรียนของเวียดนาม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเพิ่มเติมศึกษา 2) ศึกษากิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และการเสริมสร้างประสบการณ์ 3) แนะนำการประยุกต์ใช้กิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคสำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ ใช้การบูรณาการการเรียนการสอนตามแนวทางเพิ่มเติมศึกษาและนำไปใช้กับการเรียนการสอนในสาขาเทคโนโลยี ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาของประเทศเวียดนาม ในเดือนเมษายน ปี ค.ศ. 2015 ผลการวิจัยพบว่า การบูรณาการเพิ่มเติมศึกษาผ่านการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคสำหรับนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาของเวียดนาม ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเห็นประโยชน์ที่เป็นรูปธรรมและแนวทางการบูรณาการเพิ่มเติมศึกษาผ่านการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคมีความเป็นไปได้และมีความสอดคล้องกันกับการพัฒนาความสามารถของนักเรียน



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

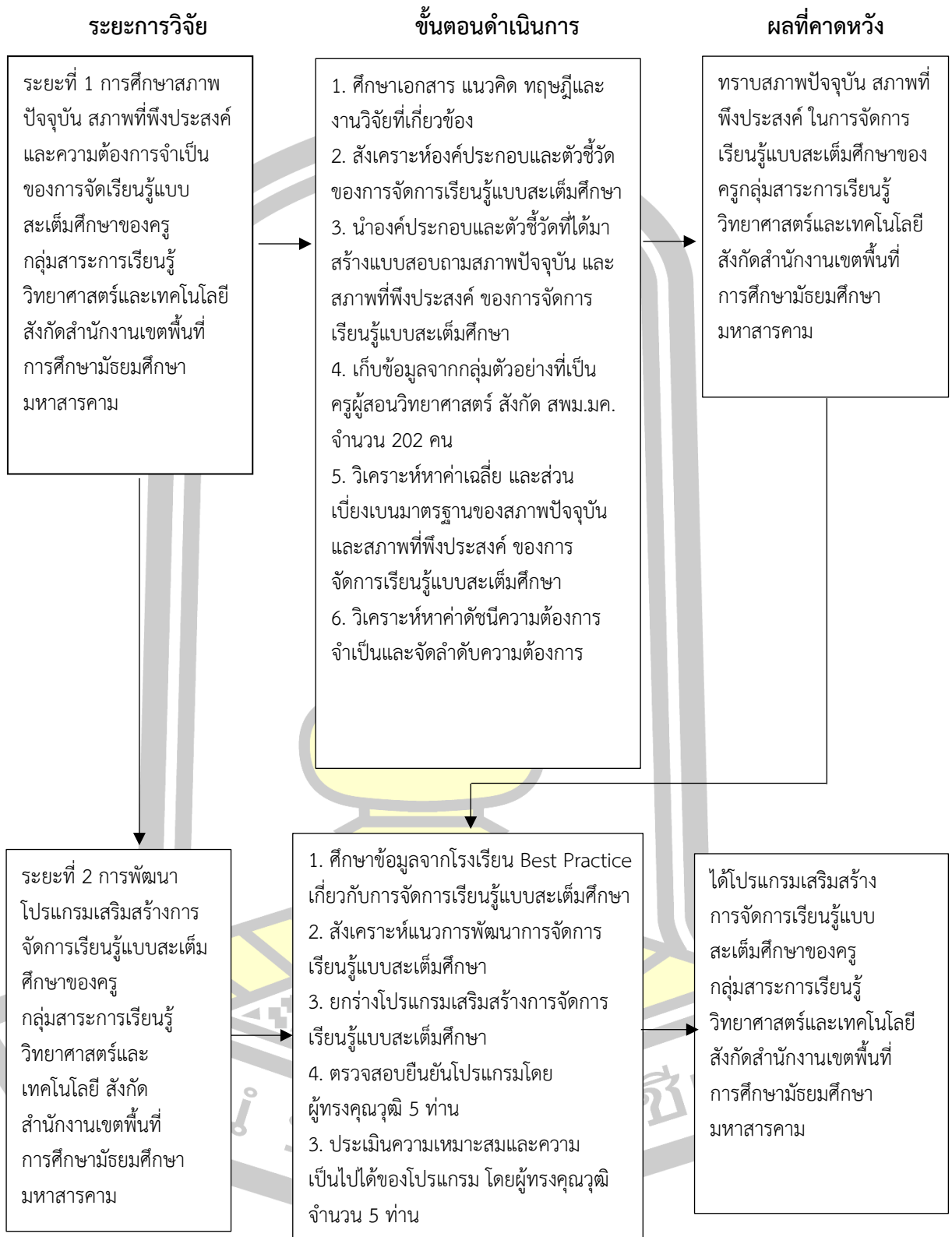
การวิจัย เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
มหาสารคาม เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Design) ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดระยะ
ดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และความต้องการจำเป็นของการ
จัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงาน
เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
มหาสารคาม

ระยะของการวิจัย ขั้นตอนการดำเนินการ และผลที่คาดหวัง แสดงดังภาพประกอบ 2





ภาพประกอบ 2 ระยะของการวิจัย ขั้นตอนดำเนินการ และผลที่คาดหวัง

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และความต้องการจำเป็น ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

1. ขั้นตอนดำเนินการ

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู และสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้องค์ประกอบและตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.2 ตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวชี้วัดของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.3 นำองค์ประกอบและตัวชี้วัดที่ได้ มาสร้างแบบสอบถามสภาพปัจจุบัน และสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

1.4 เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

1.5 วิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัจจุบัน และสภาพที่พึงประสงค์ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม จำนวน 425 คน จาก 35 โรงเรียน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม จำนวน 202 คน ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยเทียบจำนวนประชากรทั้งหมดกับตารางสำเร็จรูปของเครจซี่และมอร์แกน (Krejcie and Morgan) (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ, 2558)

2.2.2 ใช้วิธีสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ จำแนกโรงเรียนตามขนาดของโรงเรียน แบ่งเป็น 4 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ และขนาดใหญ่พิเศษ จากทั้งหมด 35 โรงเรียน จำนวน 202 คน โดยการเทียบจำนวนประชากรทั้งหมดกับตารางกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Krejcie และ Morgan และจากนั้นใช้วิธีการกำหนดตามสัดส่วน แบ่งเป็นครูโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 40 คน ครูโรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 23 คน ครูโรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 49 คน และครูโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 90 คน ผู้วิจัยจึง

ดำเนินการสุ่มตัวอย่างโดยใช้เทคนิคการสุ่ม แบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) และใช้ขนาดของสถานศึกษาเป็นหน่วยของการสุ่ม เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่าง ตาราง 7

ตาราง 7 จำนวนครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษามหาสารคาม

ขนาดโรงเรียน	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
โรงเรียนขนาดเล็ก (1-499 คน)	85	40
โรงเรียนขนาดกลาง (500-1,499 คน)	48	23
โรงเรียนขนาดใหญ่ (1,500-2,499 คน)	104	49
โรงเรียนขนาดใหญ่ พิเศษ (2,500 คนขึ้นไป)	188	90
รวม	425	202

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ลักษณะของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะที่ 1 นี้ เป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) เพื่อใช้ในการสอบถามสภาพปัจจุบัน และสภาพที่พึงประสงค์ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม และวิธีการพัฒนาครูในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 สถานภาพและข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสอบถามตรวจสอบรายการ (Check list) เกี่ยวกับระดับการศึกษา ประสบการณ์ และขนาดสถานศึกษา

ตอนที่ 2 ข้อคำถามเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน และสภาพที่พึงประสงค์ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert Type) 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์ ดังนี้

- 5 หมายถึง สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในระดับมาก
- 3 หมายถึง สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในระดับน้อย
- 1 หมายถึง สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด (Open Ended Question)

3.2 การสร้างและหาคุณภาพแบบสอบถาม

ในการสร้างแบบสอบถามในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพ ปัญหาและขอบข่ายการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู

3.2.2 ศึกษาหลักเกณฑ์และวิธีการสร้างแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า Rating Scale

3.2.3 ร่างแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่าให้ครอบคลุมเนื้อหาตามองค์ประกอบและตัวชี้วัดของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ที่ได้จากการสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู

3.2.4 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข

3.2.5 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขผ่านความเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย จำนวน 5 คน โดยพิจารณาความเหมาะสมของข้อความ (หาความเที่ยงตรง: Validity) และความสอดคล้องระหว่างข้อความกับลักษณะเฉพาะของเนื้อหา (IOC: Index of Item Objective Congruence) รวมทั้งให้คำแนะนำปรับปรุงแก้ไข โดยมีเกณฑ์คุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านบริหารการศึกษา เป็นอาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาที่มีวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาเอกทางด้านการบริหารการศึกษา และมีตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่าผู้ช่วยศาสตราจารย์

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นอาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาที่มีวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาโททางการสอนวิทยาศาสตร์

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านบริหารการศึกษาและการบริหารงานหลักสูตรในสถานศึกษา เป็นผู้บริหารการศึกษา หรือผู้บริหารสถานศึกษา หรือศึกษานิเทศก์ ที่มีวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาโททางการบริหารการศึกษาและมีวิทยฐานะไม่ต่ำกว่าชำนาญการพิเศษ

4. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน หรือการปฏิบัติงานด้านวิชาการ เป็นครูหรือศึกษานิเทศก์ที่มีวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาโทด้านหลักสูตรและการสอน และมีวิทยฐานะไม่ต่ำกว่าชำนาญการพิเศษ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 ท่าน ประกอบด้วย

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชชัย จิตรนันท์ อาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม วุฒิการศึกษา ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต (อุดมศึกษา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ อาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม วุฒิการศึกษา การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (กศ.ด.) สาขาวิชานวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3) นางวิไลรัตน์ สุวรรณสม ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม วุฒิการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) การบริหารและพัฒนาศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

4) นางภัทรภร ภาวะหาญ รองผู้อำนวยการโรงเรียนนาเชือกพิทยาสรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม วุฒิการศึกษา ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

5) นางพัชรินทร์ ดอนสมพงษ์ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนอุดรพิชัยรักษ์พิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุดรธานี วุฒิการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3.2.6 นำแบบสอบถามที่ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจพิจารณา นำมาหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ความเหมาะสมความถูกต้อง ความสมบูรณ์ของข้อคำถาม โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะเฉพาะของเนื้อหา (IOC: Index of Item Objective Congruence) โดยพิจารณาข้อความที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถวัดได้

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถวัดได้

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สามารถวัดได้

พิจารณาข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 แล้วนำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try Out) กับครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงาน

เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

3.2.7 นำแบบสอบถามจากการทดลองใช้มาคำนวณหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อตามวิธี Item Total Correlation โดยหาค่าสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (บุญชม ศรีสะอาดและคณะ, 2558) ระหว่างคะแนนรายข้อคำถามกับคะแนนรวมโดยการคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พบว่าค่าอำนาจจำแนกรายข้อของสภาพปัจจุบัน อยู่ระหว่าง .469 - .825 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อของสภาพที่พึงประสงค์ อยู่ระหว่าง .546-.897

3.2.8 นำแบบสอบถามจากการทดลองใช้มาคำนวณหาความเชื่อมั่น โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ตามวิธีของ Cronbach โดยเกณฑ์ความเชื่อมั่นที่ยอมรับได้จะมีค่าตั้งแต่ .70 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ, 2558) ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบสอบถามสภาพปัจจุบันเท่ากับ .937 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบสอบถามสภาพที่พึงประสงค์เท่ากับ .933

3.2.9 จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะที่ 1 ตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

4.1 ขออนุญาตราชการจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยต่อผู้อำนวยการสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

4.2 ผู้วิจัยนำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยเสนอผู้อำนวยการสถานศึกษาของโรงเรียนในกลุ่มตัวอย่าง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

4.3 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากสถานศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 202 ฉบับ โดยใช้ช่องทาง My office ของสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม รวมทั้งผู้วิจัยมีการติดต่อเพื่อเก็บข้อมูลในแต่ละโรงเรียนโดยตรง

4.4 นำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วน เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

5. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

จากความมุ่งหมายของการวิจัย ข้อที่ 1 ศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และความต้องการจำเป็นของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมแล้วทำการจัดกระทำและวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

5.1 การจัดกระทำข้อมูล

5.1.1 ตรวจสอบความครบถ้วนสมบูรณ์ของแบบสอบถามที่ได้รับกลับคืนมา

5.1.2 แบบสอบถามตอนที่ 1 สอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับ ขนาดโรงเรียน นำข้อมูลแจกแจงความถี่ (Frequency) และหาค่าร้อยละ (Percentage) โดยวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป และนำเสนอในรูปแบบตารางประกอบคำบรรยาย

5.1.3 แบบสอบถามตอนที่ 2 ตรวจสอบและให้คะแนนเป็นรายข้อตามเกณฑ์ ดังนี้

สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์	คะแนน
มากที่สุด	5
มาก	4
ปานกลาง	3
น้อย	2
น้อยที่สุด	1

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.2.1 วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; S.D.) รายข้อ รายด้าน และโดยรวม โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป แล้วแปลความหมายของค่าเฉลี่ยโดยกำหนดเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51–5.00	สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในระดับมากที่สุด
3.51–4.50	สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในระดับมาก
2.51–3.50	สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในระดับปานกลาง
1.51–2.50	สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในระดับน้อย
1.00–1.50	สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู ในระดับน้อยที่สุด

5.2.2 วิเคราะห์และสรุประดับสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม โดยรวมและเป็นรายด้าน

5.2.3 วิเคราะห์ร้อยละของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ในส่วนของข้อมูลที่ได้จากข้อคำถาม

5.2.4 วิเคราะห์ความต้องการจำเป็น (Needs Assessment) โดยนำข้อมูลผลการศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ ในระยะที่ 1 มาหาค่าดัชนีความต้องการจำเป็น (Priority Needs Index) เพื่อจัดลำดับความต้องการจำเป็น ซึ่งคำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (สุวิมล ว่องวานิช, 2550)

$$PNI_{\text{modified}} = \frac{I-D}{D}$$

เมื่อ I แทน ค่าเฉลี่ยของสภาพการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูที่คาดหวัง

D แทน ค่าเฉลี่ยของสภาพการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูที่เป็นจริง

กรณีที่ค่าดัชนีความต้องการจำเป็น (PNI modified) เท่ากันจะพิจารณาจากค่า PNI ประกอบ ซึ่งคำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (สุวิมล ว่องวานิช, 2550)

$$PNI = (I - D) \times I$$

เมื่อ I แทน ค่าเฉลี่ยของสภาพการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูที่คาดหวัง

D แทน ค่าเฉลี่ยของสภาพการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูที่เป็นจริง

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และใช้สถิติพื้นฐานหาค่าสถิติพื้นฐาน ดังนี้

6.1 สถิติพื้นฐาน

6.1.1 ความถี่

6.1.2 ร้อยละ

6.1.3 ค่าเฉลี่ย

6.1.4 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6.1.5 ดัชนีความต้องการจำเป็น (Modified Priority Needs Index:

PNI_{modified})

6.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่

6.2.1 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

6.2.2 อำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

6.2.3 ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

**ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
มหาสารคาม**

1. ขั้นตอนดำเนินการ

ในการดำเนินการวิจัยระยะที่ 2 ผู้วิจัยดำเนินการแยกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากสถานศึกษาที่เป็นที่ยอมรับและเป็นแบบวิธีปฏิบัติที่ดีเยี่ยม (Best Practice) มาสังเคราะห์เพื่อนำไปสู่การออกแบบโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

1.2 ยกร่างโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม โดยนำผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมและผลการศึกษการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู จากสถานศึกษาที่เป็นที่ยอมรับและเป็นแบบวิธีปฏิบัติที่ดีเยี่ยม (Best Practice) มาใช้ในการร่างโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู

1.3 ประเมินโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน

1.4 จัดพิมพ์โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม และจัดทำคู่มือการดำเนินการตามแนวทางฉบับจริง เพื่อเผยแพร่และนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

2. กลุ่มผู้ให้ข้อมูล

กลุ่มผู้ให้ข้อมูลในการวิจัยในระยะที่ 2 นี้ ได้แก่

2.1 สถานศึกษาที่เป็นที่ยอมรับและเป็นแบบวิธีปฏิบัติที่ดีเยี่ยม (Best Practice) กลุ่มผู้ให้ข้อมูลได้แก่ ครูที่มีการจัดการเรียนรู้อยู่ตามแนวสะเต็มศึกษา จากโรงเรียนที่เป็นศูนย์วิทยาศาสตร์พลังสิบ ซึ่งมีการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาที่เป็นที่ประจักษ์เป็นที่ยอมรับโดยทั่วกัน จำนวน 3 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โรงเรียนละ 1 คน จาก 3 โรงเรียน รวมผู้ให้ข้อมูลทั้งสิ้นจำนวน 3 คน ประกอบด้วย

2.1.1 โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
ขอนแก่น

2.1.2 โรงเรียนผดุงนารี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
มหาสารคาม

2.1.3 โรงเรียนอนุกุลนารี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
กาฬสินธุ์

2.2 ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน ซึ่งมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ ดังนี้

2.2.1 วุฒิการศึกษาปริญญาตรี/ปริญญาโท/ปริญญาเอก ด้านการศึกษา

2.2.2 เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานด้านวิชาการอย่างน้อย 10 ปี

ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน ได้แก่

1. ดร.นงลักษณ์ มีแก้ว ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม วุฒิการศึกษา ปรัชญาดุขฎิบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีการศึกษา (หลักสูตรนานาชาติ) สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล

2. นางดาวใจ ศรีสองเมือง ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วท.ม) สาขาวิทยาการ
คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3. นายศิริพงษ์ ศาลาผาย รองผู้อำนวยการโรงเรียนผดุงนารี สำนักงานเขต
พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม วุฒิการศึกษา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (ศษ.ม) สาขาการ
บริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

4. นางสาวสุพัตรา ปิตจะยัง รองผู้อำนวยการโรงเรียนเหล่ายาววิทยาคาร
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม วุฒิการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.)
การบริหารและพัฒนการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

5. นางศิริพรรณ ศิริบุญนาม ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนผดุงนารี
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม วุฒิการศึกษา หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
(ปร.ด.) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ลักษณะของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะที่ 2 นี้ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่ง
โครงสร้าง และแบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม
ศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษ
มัธยมศึกษามหาสารคาม

3.2 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

3.2.1 แบบสัมภาษณ์ มีวิธีการสร้างและหาคุณภาพตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.2.1.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อกำหนดกรอบประเด็นข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์

3.2.1.2 กำหนดประเด็นที่จะสัมภาษณ์ให้ครบถ้วนครอบคลุม

3.2.1.3 สร้างแบบสัมภาษณ์วิธีพัฒนาครูในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับร่าง

3.2.1.4 นำแบบสัมภาษณ์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาความครอบคลุมของเนื้อหา ความเป็นปรนัยหรือความชัดเจนทางภาษาแล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.2.1.5 จัดพิมพ์แบบสัมภาษณ์ฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3.2.2 แบบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม มีวิธีการสร้างและหาคุณภาพตามลำดับขั้นตอนดังนี้

3.2.2.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อกำหนดกรอบประเด็นข้อคำถามในแบบประเมินความเหมาะสมความเป็นไปได้ ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

3.2.2.2 กำหนดขอบเขตด้านเนื้อหาเกี่ยวกับแบบประเมินความเหมาะสมความเป็นไปได้และความเป็นประโยชน์ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

3.2.2.3 สร้างแบบประเมินความเหมาะสม

3.2.2.4 นำแบบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ฉบับร่างเสนอที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความตรงในเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ความตรงในเชิงเนื้อหา (Content Validity) ด้านการใช้ภาษาและด้านอื่นๆ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เห็นควรให้ปรับปรุงแก้ไข ข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

3.2.2.5 นำร่างโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา

มหาสารคาม เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน (ชุดเดิม) เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรม

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ผู้วิจัยขอหนังสือจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อนำส่งถึงสถานศึกษาที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

4.2 ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ตามวัน เวลา และสถานที่ที่ได้นัดหมายไว้ เพื่อสัมภาษณ์กลุ่มผู้ให้ข้อมูล พร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลโดยละเอียด ซึ่งในการสัมภาษณ์แต่ละครั้งผู้วิจัยต้องขออนุญาตบันทึกเสียงกลุ่มผู้ให้ข้อมูลขณะสัมภาษณ์ทุกครั้งเพื่อป้องกันข้อผิดพลาดของข้อมูล

4.3 นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อนำมาพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

4.4 ยกร่างโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม และนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะปรับปรุงแก้ไข

4.5 ประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน

5. การจัดการกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การจัดการกระทำข้อมูล

5.1.1 ตรวจสอบความครบถ้วนสมบูรณ์ของแบบประเมินที่ได้รับคืนมา

5.1.2 ตรวจสอบให้คะแนนของแบบประเมิน ที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

ความเหมาะสม/ความเป็นไปได้	คะแนน
มากที่สุด	5
มาก	4
ปานกลาง	3
น้อย	2
น้อยที่สุด	1

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.2.1 นำคะแนนที่ได้จากแบบประเมินความเหมาะสม และความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลความหมายตามเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51–5.00	มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ อยู่ในระดับ มากที่สุด
3.51–4.50	มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ อยู่ในระดับ มาก
2.51–3.50	มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ อยู่ในระดับ ปานกลาง
1.51–2.50	มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ อยู่ในระดับ น้อย
1.00–1.50	มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ อยู่ในระดับ น้อยที่สุด

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และใช้สถิติพื้นฐานหาค่าสถิติพื้นฐาน ดังนี้

6.1 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean)

6.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้การนำเสนอข้อมูลเป็นที่เข้าใจตรงกันในการแปลความหมาย ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
X	แทน ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
D	แทน ค่าเฉลี่ยสภาพปัจจุบัน
I	แทน ค่าเฉลี่ยสภาพที่พึงประสงค์
$PNI_{modified}$	แทน ค่าดัชนีความต้องการจำเป็น

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอข้อมูลผลการวิเคราะห์ข้อมูล เป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และความต้องการจำเป็นของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม

ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และความต้องการจำเป็นของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามเป็นครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม จำนวน 202 คน ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์และการจัดกระทำข้อมูลตามลำดับ ปรากฏดังตาราง 8

ตาราง 8 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

ข้อมูลทั่วไป	ครู (n=202)	
	จำนวน	ร้อยละ
ระดับการศึกษา		
ปริญญาตรี	143	70.79
ปริญญาโท	56	27.72
ปริญญาเอก	3	1.49
รวม	202	100
ประสบการณ์การทำงาน		
น้อยกว่า 5 ปี	15	7.43
5-10 ปี	22	10.89
11-15 ปี	40	19.80
16-20 ปี	48	23.76
21-25 ปี	30	14.85
26-30 ปี	37	18.32
31-35 ปี	10	4.95
36 ปีขึ้นไป	0	0
รวม	202	100
ขนาดของสถานศึกษา		
ขนาดเล็ก	40	19.80
ขนาดกลาง	23	11.39
ขนาดใหญ่	49	24.26
ขนาดใหญ่พิเศษ	90	44.55
รวม	202	100

จากตาราง 8 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาปริญญาตรีจำนวน 143 คน คิดเป็นร้อยละ 70.79 มีประสบการณ์ทำงาน 16-20 ปี คิดเป็นร้อยละ 23.76 และปฏิบัติงานอยู่ในสถานศึกษาขนาดใหญ่พิเศษจำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 44.55

1.2 ผลการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 202 คน แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ การจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ปรากฏดังตาราง 9-15

ตาราง 9 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และค่าเฉลี่ยดัชนีการจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น ($PNI_{modified}$) ของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา		สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์			$(PNI_{modified})$	ลำดับ
		\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ		
1.	การระบุปัญหา	3.43	0.56	ปานกลาง	4.60	0.49	มากที่สุด	0.34	1
2.	การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	3.48	0.55	ปานกลาง	4.58	0.51	มากที่สุด	0.31	2
3.	การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	3.58	0.53	มาก	4.61	0.49	มากที่สุด	0.29	3
4.	การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	3.59	0.54	มาก	4.51	0.51	มากที่สุด	0.26	4
5.	การทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	3.64	0.54	มาก	4.56	0.50	มากที่สุด	0.25	5
6.	การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	3.67	0.50	มาก	4.52	0.52	มากที่สุด	0.23	6
รวม		3.57	3.54	มาก	4.56	0.5	มากที่สุด		

จากตาราง 9 พบว่า สภาพปัจจุบันของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.57$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า อยู่ในระดับปานกลาง 2 ด้าน และอยู่ในระดับมาก 4 ด้าน ส่วนสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุดทั้ง 6 ด้าน และลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม เรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อย ได้แก่ การระบุปัญหา ($PNI_{\text{modified}} = 0.34$) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ($PNI_{\text{modified}} = 0.31$) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ($PNI_{\text{modified}} = 0.29$) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ($PNI_{\text{modified}} = 0.26$) การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ($PNI_{\text{modified}} = 0.25$) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ($PNI_{\text{modified}} = 0.23$)



ตาราง 10 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และค่าเฉลี่ยดัชนีการจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (PNI_{modified}) ของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการระบุปัญหา

ด้านการระบุปัญหา		สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์			(PNI _{modified})	ระดับ
		\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ		
1	ครูกำหนดขอบเขตของปัญหา	3.15	0.54	ปานกลาง	4.57	0.50	มากที่สุด	0.45	1
2	ครูช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา	3.47	0.52	ปานกลาง	4.48	0.54	มาก	0.29	5
3	ครูจัดสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนเข้าใจปัญหา	3.43	0.60	ปานกลาง	4.77	0.42	มากที่สุด	0.39	2
4	ครูตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาให้นักเรียนทุกคนเข้าใจได้ตรงกัน	3.51	0.53	มาก	4.62	0.50	มากที่สุด	0.32	4
5	นักเรียนวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์	3.59	0.50	มาก	4.57	0.50	มากที่สุด	0.27	6
6	นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ได้ตรงประเด็น	3.43	0.68	ปานกลาง	4.59	0.51	มากที่สุด	0.34	3
โดยรวม		3.43	0.56	ปานกลาง	4.60	0.49	มากที่สุด	0.34	

จากตาราง 10 พบว่า สภาพปัจจุบันของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการระบุปัญหา จำนวน 6 ตัวบ่งชี้ โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.43$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายตัวบ่งชี้ พบว่า อยู่ในระดับปานกลาง 4 ด้าน และอยู่ในระดับมาก 2 ด้าน ส่วนสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการระบุปัญหา จำนวน 6 ตัวบ่งชี้ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายตัวบ่งชี้ พบว่า อยู่ในระดับมาก 1 ด้าน และอยู่ในระดับมากที่สุด 5 ด้าน และลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการระบุปัญหา เรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อย 3 ลำดับ ได้แก่ ครูกำหนดขอบเขตของปัญหา ($PNI_{\text{modified}} = 0.45$) ครูจัดสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนเข้าใจปัญหา ($PNI_{\text{modified}} = 0.39$) นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ได้ตรงประเด็น ($PNI_{\text{modified}} = 0.34$) ตามลำดับ

ตาราง 11 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และค่าเฉลี่ยดัชนีการจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (PNI_{modified}) ของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ด้านการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา		สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์			(PNI_{modified})	ระดับ
		\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ		
1	การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลที่นำเชื่อถือ	3.50	0.50	ปานกลาง	4.51	0.54	มากที่สุด	0.29	4
2	นักเรียนมีการสืบค้นจากหนังสือเรียน เอกสาร บทความ เว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ หรือการสอบถามจากครูผู้สอน	3.45	0.51	ปานกลาง	4.64	0.51	มากที่สุด	0.35	1
3	การทำแผนที่ความคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา	3.53	0.50	มาก	4.50	0.52	มาก	0.27	5
4	กำหนดแนวทางการแก้ปัญหา	3.43	0.71	ปานกลาง	4.60	0.51	มากที่สุด	0.34	2

ตาราง 11 (ต่อ)

ด้านการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา		สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์			(PNI _{modified})	ระดับ
		\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ		
5	ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมไว้	3.51	0.51	มาก	4.63	0.48	มากที่สุด	0.32	3
โดยรวม		3.48	0.55	ปานกลาง	4.58	0.51	มากที่สุด	0.31	

จากตาราง 11 พบว่า สภาพปัจจุบันของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.48$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายตัวบ่งชี้ พบว่า อยู่ในระดับปานกลาง 3 ด้าน และอยู่ในระดับมาก 2 ด้าน ส่วนสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายตัวบ่งชี้ พบว่า อยู่ในระดับมาก 1 ด้าน และอยู่ในระดับมากที่สุด 4 ด้าน และลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อย 3 ลำดับ ได้แก่ นักเรียนมีการสืบค้นจากหนังสือเรียน เอกสาร บทความ เว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ หรือการสอบถามจากครูผู้สอน (PNI_{modified} = 0.35) กำหนดแนวทางการแก้ปัญหา (PNI_{modified} = 0.34) ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมไว้ (PNI_{modified} = 0.32) ตามลำดับ

ตาราง 12 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และค่าเฉลี่ยดัชนีการจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (PNI_{modified}) ของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์			(PNI _{modified})	ระดับ
	\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ		
1 นักเรียนออกแบบเป็นร่างแนวคิดของแต่ละวิธีการแก้ปัญหา	3.55	0.51	มาก	4.69	0.46	มากที่สุด	0.32	1
2 ประเมินร่างแนวคิดในท้ายที่สุดว่าควรจะเลือกเลือกวิธีแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้และดีที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติจริง	3.51	0.50	มาก	4.51	0.52	มากที่สุด	0.27	4
3 นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหามากที่สุด	3.66	0.60	มาก	4.60	0.51	มากที่สุด	0.26	5
4 นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาจากร่างแนวคิด	3.58	0.50	มาก	4.63	0.48	มากที่สุด	0.29	3
5 นักเรียนตรวจสอบแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ว่าตรงกับสถานการณ์ของปัญหาหรือไม่	3.56	0.51	มาก	4.63	0.48	มากที่สุด	0.30	2
โดยรวม	3.58	0.53	มาก	4.61	0.49	มากที่สุด	0.29	

จากตาราง 12 พบว่า สภาพปัจจุบันของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.58$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายตัวบ่งชี้ พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุดทั้ง 5 ด้าน ส่วนสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.61$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายตัวบ่งชี้ พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุดทั้ง 5 ด้าน และลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

มัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อย 3 ลำดับ ได้แก่ นักเรียนออกแบบเป็นร่างแนวคิดของแต่ละวิธีการแก้ปัญหา ($PNI_{\text{modified}} = 0.32$) นักเรียนตรวจสอบแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ว่าตรงกับสถานการณ์ของปัญหาหรือไม่ ($PNI_{\text{modified}} = 0.30$) นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหากจากร่างแนวคิด ($PNI_{\text{modified}} = 0.29$) ตามลำดับ

ตาราง 13 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และค่าเฉลี่ยดัชนีการจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (PNI_{modified}) ของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

	ด้านการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์			(PNI_{modified})	ระดับ
		\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ		
1	นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์	3.46	0.58	ปานกลาง	4.57	0.50	มากที่สุด	0.32	1
2	นักเรียนมีการกำหนดระยะเวลาในการดำเนินงานและกำหนดผู้รับผิดชอบงานในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน	3.60	0.50	มาก	4.36	0.57	มาก	0.21	6
3	นักเรียนวางแผนและจัดทำรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินงาน	3.66	0.52	มาก	4.60	0.49	มากที่สุด	0.26	3
4	ครูตรวจสอบและอนุมัติแผนปฏิบัติการ	3.68	0.49	มาก	4.51	0.51	มากที่สุด	0.23	5
5	นักเรียนลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการตามที่ได้วางแผนไว้	3.59	0.50	มาก	4.50	0.50	มาก	0.25	4
6	นักเรียนปฏิบัติตามแผนและรายงานความก้าวหน้าเป็นระยะ บันทึกความสำเร็จตามแผน	3.52	0.66	มาก	4.54	0.52	มากที่สุด	0.29	2
โดยรวม		3.59	0.54	มาก	4.51	0.51	มากที่สุด	0.26	

จากตาราง 13 พบว่า สภาพปัจจุบันของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาจำนวน 6 ตัวบ่งชี้ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.59$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายตัวบ่งชี้ พบว่า อยู่ในระดับปานกลาง 1 ด้าน และอยู่ในระดับมาก 5 ด้าน ส่วนสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาจำนวน 6 ตัวบ่งชี้ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.51$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายตัวบ่งชี้ พบว่า อยู่ในระดับมาก 2 ด้าน และอยู่ในระดับมากที่สุด 4 ด้าน

และลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อย 3 ลำดับ ได้แก่ นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์ ($PNI_{\text{modified}} = 0.32$) นักเรียนปฏิบัติตามแผนและรายงานความก้าวหน้าเป็นระยะ บันทึกความสำเร็จตามแผน ($PNI_{\text{modified}} = 0.29$) นักเรียนวางแผนและจัดทำรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินงาน ($PNI_{\text{modified}} = 0.26$) ตามลำดับ

ตาราง 14 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และค่าเฉลี่ยดัชนีการจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (PNI_{modified}) ของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ด้านการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์			(PNI_{modified})	ระดับ
	\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ		
1 กำหนดประเด็นในการทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้น	3.64	0.55	มาก	4.67	0.47	มากที่สุด	0.28	2
2 ครูวางรูปแบบของแบบประเมินรายการหรือการเขียนบันทึกผลการทดสอบในแต่ละประเด็น	3.59	0.51	มาก	4.52	0.54	มากที่สุด	0.26	3

ตาราง 14 (ต่อ)

	ด้านการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์			(PNI _{modified})	ระดับ
		\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ		
3	ครูประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลาย	3.55	0.60	มาก	4.61	0.49	มากที่สุด	0.30	1
4	นักเรียนวิเคราะห์ผลการทดสอบเพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือวิธีการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น	3.67	0.53	มาก	4.59	0.50	มากที่สุด	0.25	4
5	นักเรียนต้องบันทึกสาเหตุวิธีปรับปรุง	3.69	0.48	มาก	4.51	0.50	มากที่สุด	0.22	5
6	นักเรียนขออนุมัติแผนการปรับปรุงต่อครูก่อนนำไปปรับปรุง	3.72	0.55	มาก	4.48	0.52	มาก	0.20	6
โดยรวม		3.64	0.54	มาก	4.56	0.50	มากที่สุด	0.25	

จากตาราง 14 พบว่า สภาพปัจจุบันของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน จำนวน 6 ตัวบ่งชี้ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.64$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายตัวบ่งชี้ พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 6 ด้าน ส่วนสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน จำนวน 6 ตัวบ่งชี้ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายตัวบ่งชี้ พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 1 ด้าน และอยู่ในระดับมากที่สุด 5 ด้าน

และลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อย 3 ลำดับ ได้แก่ ครูประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลาย (PNI_{modified} = 0.30) กำหนดประเด็นในการทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของ

ชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้น ($PNI_{\text{modified}} = 0.28$) ครุวางรูปแบบของแบบประเมินรายการหรือการเขียนบันทึกผลการทดสอบในแต่ละประเด็น ($PNI_{\text{modified}} = 0.26$) ตามลำดับ

ตาราง 15 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และค่าเฉลี่ยดัชนีการจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (PNI_{modified}) ของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ด้านการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ด้านการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน		สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์			(PNI_{modified})	ระดับ
		\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ		
1	ครูเสนอแนะให้นักเรียนนำเสนออย่างเป็นขั้นตอน	3.67	0.50	มาก	4.58	0.49	มากที่สุด	0.25	2
2	นักเรียนนำเสนอปัญหาอุปสรรคการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้	3.60	0.50	มาก	4.57	0.58	มากที่สุด	0.27	1
3	ใช้ภาษาที่ทำให้ผู้ฟังเข้าใจ บุคลิกท่าทางการพูด มีความมั่นใจ มีมารยาทในการพูด	3.77	0.46	มาก	4.54	0.50	มากที่สุด	0.21	5
4	การสรุปเรื่องที่พูดได้ชัดเจนกระชับ	3.68	0.49	มาก	4.54	0.51	มากที่สุด	0.24	3
5	มีรายงานตามลำดับหัวข้อที่เตรียมมา	3.64	0.49	มาก	4.49	0.50	มาก	0.23	4
6	เปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถาม	3.64	0.58	มาก	4.38	0.51	มาก	0.20	6
โดยรวม		3.67	0.50	มาก	4.52	0.52	มากที่สุด	0.23	

จากตาราง 15 พบว่า สภาพปัจจุบันของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม ด้านการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน จำนวน 6 ตัวบ่งชี้ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.67$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายตัวบ่งชี้ พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 6 ด้าน ส่วนสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม ด้านการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน จำนวน 6 ตัวบ่งชี้ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.52$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายตัวบ่งชี้ พบว่า อยู่ในระดับมาก 2 ด้าน และอยู่ในระดับมากที่สุด 4 ด้าน และลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม ด้านการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อย 3 ลำดับ ได้แก่ นักเรียนนำเสนอปัญหาอุปสรรคการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้ ($PNI_{\text{modified}} = 0.27$) ครูเสนอแนะให้นักเรียนนำเสนออย่างเป็นขั้นตอน ($PNI_{\text{modified}} = 0.25$) การสรุปเรื่องที่พูดได้ชัดเจนกระชับ ($PNI_{\text{modified}} = 0.24$) ตามลำดับ

ระยะที่ 2 ผลการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังต่อไปนี้

2.1 ผลการศึกษาวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practices) เกี่ยวกับการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสำหรับครู จากโรงเรียนที่มีแนวปฏิบัติที่ดี

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยวิธีการสัมภาษณ์ เกี่ยวกับการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสำหรับครู จากสถานศึกษาที่มีวิธีการปฏิบัติที่เป็นเลิศของโรงเรียนต้นแบบ 3 โรงเรียน และได้นำเสนอผลการศึกษาโดยเรียงลำดับองค์ประกอบตามความจำเป็น มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การระบุปัญหา โรงเรียนต้นแบบทั้ง 3 แห่ง มีการดำเนินการด้านการระบุปัญหาสรุปได้ดังนี้

“...การให้เด็กๆ สังเกตสิ่งรอบตัว ฝึกการคิดวิเคราะห์จากสถานการณ์จริง หรือการยกตัวอย่างสถานการณ์ ตั้งคำถามให้นักเรียนระดมความคิด กระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ โดยอาศัยประสบการณ์เดิมกับปัญหาที่นักเรียนกำลังเผชิญ...”

(ครู 1, โรงเรียนต้นแบบ 1, 10 กุมภาพันธ์ 2568 : การสัมภาษณ์)

“...ครูสร้างบรรยากาศให้นักเรียนกล้าแสดงออก กล้าแสดงความคิดเห็นในการนำเสนอปัญหาในเรื่องที่กำลังศึกษา ครูต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหากับเพื่อนในชั้นเรียน และครูทำหน้าที่ในการกระตุ้นความคิดของนักเรียน โดยอาศัยสิ่งแวดล้อมและประสบการณ์ของนักเรียน ...”

(ครู 2, โรงเรียนต้นแบบ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2568 : การสัมภาษณ์)

“...นำเข้าบทเรียนด้วยการเปิดวิดีโอ หรือการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนระดมความคิด และให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์เงื่อนไขจากสถานการณ์เพื่อให้ระบุปัญหาของเรื่องนั้น ๆ ได้ตรงประเด็น...”

(ครู 3, โรงเรียนต้นแบบ 3, 12 กุมภาพันธ์ 2568 : การสัมภาษณ์)

สรุปจากการสัมภาษณ์การสังเคราะห์การระบุปัญหา ได้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ครูสร้างบรรยากาศ หรือจัดสิ่งแวดล้อมในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออก
2. ครูเป็นผู้กระตุ้นความคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้โดยอาศัยประสบการณ์เดิมกับปัญหาของสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ใหม่ในเรื่องนั้น ๆ
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อให้สามารถระบุปัญหาได้ตรงประเด็น

ขั้นตอนที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โรงเรียนต้นแบบทั้ง 3 แห่ง มีการดำเนินการด้านการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา สรุปได้ดังนี้

“...แนะนำแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือให้กับนักเรียน เช่นการสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต การสืบค้นจากหนังสือเรียน หรือสื่ออื่น ๆ และนำข้อมูลที่ได้มาสรุปเป็นของตนเอง...”

(ครู 1, โรงเรียนต้นแบบ 1, 10 กุมภาพันธ์ 2568 : การสัมภาษณ์)

“...สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต สอบถามครู สอบถามผู้รู้เกี่ยวกับเรื่องที่เราที่กำลังศึกษานำข้อมูลที่ได้มาสรุป เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา...”

(ครู 2, โรงเรียนต้นแบบ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2568 : การสัมภาษณ์)

“...สอบถามจากผู้รู้ หรือผู้เชี่ยวชาญ ประกอบกับการสืบค้นด้วยตนเองจากอินเทอร์เน็ต หรือแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือ เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา...”

(ครู 3, โรงเรียนต้นแบบ 3, 12 กุมภาพันธ์ 2568 : การสัมภาษณ์)

สรุปจากการสัมภาษณ์การสังเคราะห์การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ได้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ครูเตรียมสื่อ ระบบอินเทอร์เน็ต เพื่ออำนวยความสะดวกให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่ง
2. มีการให้ความรู้เกี่ยวกับการตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้
3. นักเรียนนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องข้องกับประเด็นปัญหามาสรุปเป็นของตนเอง เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา พิจารณาเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โรงเรียนต้นแบบทั้ง 3 แห่ง มีการดำเนินการด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา สรุปได้ดังนี้

“...ให้นักเรียนระดมสมองเพื่อออกแบบการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับงานกลุ่มของตนเอง แล้วเลือกวิธีที่เหมาะสมตรงตามจุดมุ่งหมายของงานมากที่สุด...”

(ครู 1, โรงเรียนต้นแบบ 1, 10 กุมภาพันธ์ 2568 : การสัมภาษณ์)

“...นักเรียนร่วมกันหาวิธีการออกแบบการแก้ปัญหา โดยมีครูช่วยตอบคำถามหรืออธิบายเพิ่มเติม แล้วตรวจสอบขั้นตอนที่เหมาะสมที่สุด เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด...”

(ครู 2, โรงเรียนต้นแบบ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2568 : การสัมภาษณ์)

“...ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นแบบเปิดกว้าง เพื่อช่วยกันออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและตรวจสอบความเหมาะสม...”

(ครู 3, โรงเรียนต้นแบบ 3, 12 กุมภาพันธ์ 2568 : การสัมภาษณ์)

สรุปจากการสัมภาษณ์การสังเคราะห์การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ได้ข้อเสนอแนะดังนี้

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบร่างแนวคิดของงานตนเอง
2. นักเรียนตรวจสอบขั้นตอนและความเหมาะสม
3. ครูทำให้นักเรียนสามารถเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา โรงเรียนต้นแบบทั้ง 3 แห่ง มีการดำเนินการด้านการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา สรุปได้ดังนี้

“...นักเรียนร่วมกันวางแผนและดำเนินการตามแผนที่เตรียมไว้อย่างเป็นขั้นตอน นักเรียนแบ่งผู้รับผิดชอบงาน มีการเขียนแผนการปฏิบัติงาน มีครูคอยชี้แนะแนวทางและติดตามอย่างใกล้ชิด เมื่อเกิดปัญหานักเรียนสามารถปรึกษาครูได้ตลอดเวลา...”

(ครู 1, โรงเรียนต้นแบบ 1, 10 กุมภาพันธ์ 2568 : การสัมภาษณ์)

“...ครูให้นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์ ระยะเวลา และแบ่งผู้รับผิดชอบงานในแต่ละขั้นตอน ให้นักเรียนปฏิบัติงานตามแผนและรายงานความก้าวหน้าเป็นระยะให้ครูทราบ บันทึกความสำเร็จตามแผนที่วางไว้...”

(ครู 2, โรงเรียนต้นแบบ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2568 : การสัมภาษณ์)

“...นักเรียนทำตามแผนที่ออกแบบไว้โดยมีครูเป็นผู้แนะนำแนวทางและวิธีการอย่างใกล้ชิด ในแต่ละขั้นตอนของนักเรียน จะต้องแจ้งให้ครูทราบ และมีการบันทึกผลการดำเนินงาน...”

(ครู 3, โรงเรียนต้นแบบ 3, 12 กุมภาพันธ์ 2568 : การสัมภาษณ์)

สรุปจากการสัมภาษณ์การสังเคราะห์การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ได้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ จัดทำรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน
2. นักเรียนลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินงาน โดยมีครูเป็นผู้แนะนำแนวทางอย่างใกล้ชิด

3. ครูคอยเป็นที่ปรึกษาในการแก้ไขปัญหา
4. นักเรียนมีการรายงานความก้าวหน้า ภาระบันทึกความสำเร็จตามแผน

ขั้นตอนที่ 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โรงเรียนต้นแบบทั้ง 3 แห่ง มีการดำเนินการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน สรุปได้ดังนี้

“...ครูมีการวางรูปแบบของการประเมินรายการ หรือการเขียนบันทึกผลการทดสอบในแต่ละประเด็น เมื่อนักเรียนทำการทดสอบเสร็จแล้ว ให้นักเรียนวิเคราะห์ผลการทดสอบเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงหรือแก้ไขชิ้นงาน...”

(ครู 1, โรงเรียนต้นแบบ 1, 10 กุมภาพันธ์ 2568 : การสัมภาษณ์)

“...ครูกำหนดวัตถุประสงค์ในการประเมิน มีการประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลาย นักเรียนวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาแล้ว ต้องทำความเข้าใจกับกระบวนการปรับปรุงแก้ไข เพราะเป็นขั้นตอนที่สำคัญและนำไปสู่ความสำเร็จของชิ้นงาน...”

(ครู 2, โรงเรียนต้นแบบ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2568 : การสัมภาษณ์)

“...ครูและนักเรียนร่วมกันออกแบบวิธีการประเมินตามจุดประสงค์ เพื่อให้มีวิธีการประเมินที่หลากหลาย ถ้านักเรียนมีสิ่งที่ต้องการปรับปรุงแก้ไข นักเรียนต้องแจ้งให้ครูทราบ เพื่อที่จะหาวิธีการร่วมกับนักเรียนเพื่อหาวิธีการแก้ไขปัญหา จากนั้นแก้ไขปัญหาร่วมกับบันทึกผล...”

(ครู 3, โรงเรียนต้นแบบ 3, 12 กุมภาพันธ์ 2568 : การสัมภาษณ์)

สรุปจากการสัมภาษณ์การสังเคราะห์การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ได้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดจุดประสงค์ของการประเมิน เพื่อให้ได้วิธีการประเมินที่หลากหลาย

2. ครูมีการกระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำทักษะแนวคิดใหม่ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา

3. นักเรียนศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหาและนำเสนอต่อครู

4. นักเรียนดำเนินการแก้ไขปัญหาหรือชิ้นงานและบันทึกผล

ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โรงเรียนต้นแบบทั้ง 3 แห่ง มีการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน สรุปได้ดังนี้

“...ครูแนะนำขั้นตอนในการนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยอธิบายวิธีการจัดทำปัญหา วิธีการแก้ไขปัญหา สรุปผล...”

(ครู 1, โรงเรียนต้นแบบ 1, 10 กุมภาพันธ์ 2568 : การสัมภาษณ์)

“...เปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอปัญหาอุปสรรค วิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้ เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน...”

(ครู 2, โรงเรียนต้นแบบ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2568 : การสัมภาษณ์)

“...การนำเสนอ ต้องมีการนำเสนอที่สรุปตามหัวข้อ พุดชัดเจนกระชับ ใช้ภาษาที่ผู้ฟังเข้าใจง่าย บุคลิกท่าทางในการพูดต้องมีความมั่นใจ กล้าแสดงออก...”

(ครู 3, โรงเรียนต้นแบบ 3, 12 กุมภาพันธ์ 2568 : การสัมภาษณ์)

สรุปจากการสัมภาษณ์การสังเคราะห์การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ได้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. นักเรียนนำเสนอปัญหาอุปสรรค การแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้
2. มีการนำเสนอตามลำดับขั้นตอน
3. มีการสรุปเรื่องที่น่าเสนอได้ชัดเจน กระชับ เปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถาม

ผู้วิจัยนำผลจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนจากโรงเรียนที่มีวิธีปฏิบัติที่ดี เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มาทำการสังเคราะห์เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ปรากฏดังตาราง 16

พูน ปรณ ทิโต ชีเว

ตาราง 16 การสังเคราะห์แนวทางการพัฒนาประกอบการร่างโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

ขั้นตอน	การศึกษา Best Practices	ผลการสังเคราะห์
การระบุปัญหา 1. ครูกำหนดขอบเขตของปัญหา 2. ครูช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา 3. ครูจัดสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนเข้าใจปัญหา 4. ครูตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาให้นักเรียนทุกคนเข้าใจได้ตรงกัน 5. นักเรียนวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ 6. นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ได้ตรงประเด็น	การระบุปัญหา 1. ครูสร้างบรรยากาศ หรือจัดสิ่งแวดล้อมในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออก 2. ครูเป็นผู้กระตุ้นความคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้โดยอาศัยประสบการณ์เดิมกับปัญหาของสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ใหม่ในเรื่องนั้น ๆ 3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อให้สามารถระบุปัญหาได้ตรงประเด็น	การระบุปัญหา 1. สร้างบรรยากาศ หรือจัดสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออก 2. ครูช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา 3. ครูตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาให้นักเรียนทุกคนเข้าใจได้ตรงกัน 4. ครูเป็นผู้กระตุ้นความคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้โดยอาศัยประสบการณ์เดิมกับปัญหาของสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ใหม่ในเรื่องนั้น ๆ 5. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน เพื่อให้สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ได้ตรงประเด็น

ตาราง 16 (ต่อ)

ขั้นตอน	การศึกษา Best Practices	ผลการสังเคราะห์
<p>การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลที่นำเชื่อถือ 2. นักเรียนมีการสืบค้นจากหนังสือเรียน เอกสาร บทความ เว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ หรือการสอบถามจากครูผู้สอน 3. การทำแผนที่ความคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา 4. กำหนดแนวทางการแก้ปัญหา 5. ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมไว้ 	<p>การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูเตรียมสื่อ ระบบอินเทอร์เน็ต เพื่ออำนวยความสะดวกให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่ง 2. มีการให้ความรู้เกี่ยวกับการตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ 3. นักเรียนนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหามาสรุปเป็นของตนเอง เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา พิจารณาเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด 	<p>การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูเตรียมสื่อ ระบบอินเทอร์เน็ต เพื่ออำนวยความสะดวกให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง 2. ครูส่งเสริมและให้ความรู้เกี่ยวกับการตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ และมีที่มาจากหลายแหล่ง 3. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาสรุปเป็นของตนเอง เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา 4. ตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมไว้
<p>การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนออกแบบเป็นร่างแนวคิดของแต่ละวิธีการแก้ปัญหา 2. ประเมินร่างแนวคิดในทำนองที่ว่าควรจะเลือกเลือกวิธีแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้และดีที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติจริง 3. นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหามากที่สุด 4. นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาจากร่างแนวคิด 	<p>การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบร่างแนวคิดของงานตนเอง 2. นักเรียนตรวจสอบขั้นตอนและความเหมาะสม 3. ครูทำให้นักเรียนสามารถเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม 	<p>การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนออกแบบร่างแนวคิดของงานตนเองแต่ละวิธีการแก้ปัญหา 2. นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหามากที่สุด 3. นักเรียนตรวจสอบขั้นตอนและความเหมาะสม 4. ประเมินร่างแนวคิดในทำนองที่ว่าควรจะเลือกเลือกวิธีแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้และดีที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติจริง

ตาราง 16 (ต่อ)

ขั้นตอน	การศึกษา Best Practices	ผลการสังเคราะห์
5. นักเรียนตรวจสอบแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ว่าตรงกับสถานการณ์ของปัญหาหรือไม่		
การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 1. นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์ 2. นักเรียนมีการกำหนดระยะเวลาในการดำเนินงาน และกำหนดผู้รับผิดชอบงานในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน 3. นักเรียนวางแผนและจัดทำรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินงาน 4. ครูตรวจสอบและอนุมัติแผนปฏิบัติการ 5. นักเรียนลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการตามที่ได้วางแผนไว้ 6. นักเรียนปฏิบัติงานตามแผนและรายงานความก้าวหน้าเป็นระยะ บันทึกความสำเร็จตามแผน	การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 1. กำหนดวัตถุประสงค์ จัดทำรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน 2. นักเรียนลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินงาน โดยมีครูเป็นผู้แนะนำแนวทางอย่างใกล้ชิด 3. ครูคอยเป็นที่ปรึกษาในการแก้ไขปัญหา 4. นักเรียนมีการรายงานความก้าวหน้า และบันทึกความสำเร็จตามแผน	การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 1. กำหนดวัตถุประสงค์ จัดทำรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน 2. นักเรียนลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินงาน โดยมีครูเป็นผู้แนะนำแนวทางอย่างใกล้ชิด 3. นักเรียนลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการตามที่ได้วางแผนไว้ 4. นักเรียนมีการรายงานความก้าวหน้า เป็นระยะ บันทึกความสำเร็จตามแผน
การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 1. กำหนดประเด็นในการทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้น	การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 1. ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดจุดประสงค์ของการประเมิน เพื่อให้ได้วิธีการประเมินที่หลากหลาย	การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 1. กำหนดประเด็นในการทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของชิ้นงาน

ตาราง 16 (ต่อ)

ขั้นตอน	การศึกษา Best Practices	ผลการสังเคราะห์
<p>2. ครูวางรูปแบบของแบบประเมินรายการ หรือการเขียนบันทึกผลการทดสอบในแต่ละประเด็น</p> <p>3. ครูประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลาย</p> <p>4. นักเรียนวิเคราะห์ผลการทดสอบเพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือวิธีการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น</p> <p>5. นักเรียนต้องบันทึกสาเหตุวิธีปรับปรุง</p> <p>6. นักเรียนขออนุมัติแผนการปรับปรุงต่อครูก่อนนำไปปรับปรุง</p>	<p>2. ครูมีการกระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำทักษะแนวคิดใหม่ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา</p> <p>3. นักเรียนศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหาและนำเสนอต่อครู</p> <p>4. นักเรียนดำเนินการแก้ไขปัญหหรือชิ้นงานและบันทึกผล</p>	<p>2. ครูประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลาย</p> <p>3. ครูจัดทำวิธีการประเมินตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ร่วมกับนักเรียน</p> <p>4. นักเรียนวิเคราะห์ ผลการทดสอบเพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือวิธีการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น</p> <p>5. นักเรียนศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหาและนำเสนอต่อครูก่อนนำไปปรับปรุง</p>
<p>การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน</p> <p>1. ครูเสนอแนะให้นักเรียนนำเสนอ อย่างเป็นขั้นตอน</p> <p>2. นักเรียนนำเสนอปัญหาอุปสรรคการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้</p> <p>3. ใช้ภาษาที่ทำให้ผู้ฟังเข้าใจ บุคลิกท่าทางการพูด มีความมั่นใจ มีมารยาทในการพูด</p> <p>4. การสรุปเรื่องที่ได้พูดได้ชัดเจน กระชับ</p> <p>5. มีรายงานตามลำดับหัวข้อที่เตรียมมา</p> <p>6. เปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถาม</p>	<p>การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน</p> <p>1. นักเรียนนำเสนอปัญหาอุปสรรค การแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้</p> <p>2. มีการนำเสนอตามลำดับขั้นตอน</p> <p>3. มีการสรุปเรื่องที่น่าเสนอได้ชัดเจน กระชับ เปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถาม</p>	<p>การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน</p> <p>1. ครูบอกขั้นตอนการนำเสนอ</p> <p>2. ครูแนะนำวิธีการใช้ภาษาที่ทำให้ผู้ฟังเข้าใจ บุคลิกท่าทางการพูด มีความมั่นใจ มีมารยาทในการพูด</p> <p>3. ครูให้นักเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียน</p> <p>4. นักเรียนนำเสนอตามขั้นตอนการวางแผน</p> <p>5. รับฟังข้อเสนอแนะ และเปิดโอกาสให้ผู้ฟังได้ถาม</p>

จากตาราง 16 ผลการสังเคราะห์เพื่อนำไปเป็นแนวทางการพัฒนาประกอบยกร่างโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม พบว่า

การระบุปัญหา

1. สร้างบรรยากาศ หรือจัดสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออก
2. กระตุ้นให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา
3. กำหนดจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาให้นักเรียนทุกคนเข้าใจได้ตรงกัน
4. การเชื่อมโยงความรู้โดยอาศัยประสบการณ์เดิม
5. แลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อให้ระบุปัญหาได้ตรงประเด็น

การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

1. เตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกในการสืบค้นข้อมูล
2. การตรวจสอบข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ และจากหลายแหล่ง
3. นำข้อมูลที่ได้มาสรุปเป็นของตนเอง เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา
4. การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

1. การออกแบบร่างแนวคิดของงานตนเอง
2. การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม
3. การตรวจสอบขั้นตอนและความเหมาะสม
4. การประเมินร่างแนวคิด

การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1. การกำหนดวัตถุประสงค์ จัดทำรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน
2. การลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินงาน
3. การให้คำปรึกษาในการแก้ปัญหาในวิธีการอื่น ๆ
4. การรายงานความก้าวหน้า และบันทึกความสำเร็จตามแผน

การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

1. กำหนดประเด็นในการทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของชิ้นงาน
2. การประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลาย
3. ครูจัดทำวิธีการประเมินตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ร่วมกับนักเรียน
4. การวิเคราะห์ ผลการทดสอบเพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน
5. การศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหา การขออนุมัติและการขอปรับปรุง

การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

1. ทักษะการนำเสนอเป็นขั้นตอน

2. การใช้ภาษาที่ทำให้ผู้ฟังเข้าใจ บุคลิกท่าทางในการพูด มีความมั่นใจ มีมารยาทในการพูด

3. การนำเสนอหน้าชั้นเรียน
4. การนำเสนอตามขั้นตอนการวางแผน
5. การรับฟังข้อเสนอแนะ และเปิดโอกาสให้ผู้ฟังได้ถาม

2.2 การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

2.2.1 ยกร่างโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม จากการวิเคราะห์ สังเคราะห์เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของโปรแกรม ประกอบด้วย (Funnel and Rogers, 2011 ; สุมิตรรา พงศธร, 2550 ; ไท คำลำน, 2551 ; ยอดอนงค์ จอมหงษ์พิพัฒน์, 2553 ; สุวัฒน์ จุลสุวรรณ, 2554 ; เชษฐา คำคลอง, 2557 ; สุวิทย์ ยอดสละ, 2557) ได้องค์ประกอบของโปรแกรม 5 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) หลักการและความสำคัญ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) วิธีการพัฒนา 5) การวัดและประเมินผล และผู้วิจัยนำผลจากการวิจัยในระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม การวิเคราะห์การประเมินความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม และการศึกษา Best Practices เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู จากโรงเรียนที่มีแนวปฏิบัติที่ดี มาเป็นข้อมูลประกอบการยกร่างโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม โดยมีรายละเอียดของโปรแกรดังนี้

1. หลักการ

สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดทำขึ้นเพื่อนำไปใช้พัฒนาครูผู้สอนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคามสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พัฒนาศักยภาพครูให้มีสมรรถนะด้านการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมให้ครูสามารถนำความรู้ ความเข้าใจ และการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนต่อไป

2. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาครูให้มีความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถในการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ทั้ง 6 ขั้นตอน คือ การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

3. เนื้อหาและกิจกรรม

เนื้อหาและกิจกรรมของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษามหาสารคาม แบ่งออกเป็น 6 Module ได้แก่

Module 1 การระบุปัญหา

แสดงออก

ตรงกัน

1. การสร้างบรรยากาศหรือจัดสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมให้นักเรียนกล้า
2. การกระตุ้นให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา
3. การกำหนดจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาให้นักเรียนทุกคนเข้าใจได้
4. การเชื่อมโยงความรู้โดยอาศัยประสบการณ์เดิม
5. การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อให้ระบุปัญหาได้ตรงประเด็น

Module 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

แหล่ง

แก้ปัญหา

1. การเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกในการสืบค้นข้อมูล
2. การตรวจสอบข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ และจากหลาย
3. การนำข้อมูลที่ได้มาสรุปเป็นของตนเอง เพื่อกำหนดแนวทางการ
4. การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

Module 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

1. การออกแบบร่างแนวคิดของงานตนเอง
2. การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

ชั้นงาน

3. การตรวจสอบขั้นตอนและความเหมาะสม

4. การประเมินร่างแนวคิด

Module 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1. การกำหนดวัตถุประสงค์ จัดทำรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน

2. การลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินงาน

3. การให้คำปรึกษาในการแก้ปัญหาในวิธีการอื่น ๆ

4. การรายงานความก้าวหน้า และบันทึกความสำเร็จตามแผน

Module 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือ

1. กำหนดประเด็นในการทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของชั้นงาน

2. การประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลาย

3. การจัดทำวิธีการประเมินตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ร่วมกับนักเรียน

4. การวิเคราะห์ ผลการทดสอบเพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขชั้นงาน

5. การศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหา การขออนุมัติและการขอปรับปรุง

Module 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชั้นงาน

1. ทักษะการนำเสนอเป็นขั้นตอน

2. การใช้ภาษา บุคลิกท่าทางในการพูด มีความมั่นใจ มีมารยาทในการพูด

3. การนำเสนอหน้าชั้นเรียน

4. การนำเสนอตามขั้นตอนการวางแผน

5. การรับฟังข้อเสนอแนะ และเปิดโอกาสให้ผู้ฟังได้ถาม

4. วิธีการพัฒนา

วิธีการที่จะนำมาใช้ในการดำเนินการพัฒนาตามโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังนี้ 1) การฝึกอบรมและสัมมนา 2) การเรียนรู้ด้วยตนเอง และ 3) การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ปราบกฏตั้งในตาราง 17

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ตาราง 17 แผนการดำเนินโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
มหาสารคาม

องค์ประกอบ	กระบวนการพัฒนา	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้	ระยะเวลา	การ ประเมินผล
Module 1 การระบุปัญหา				
1. การสร้างบรรยากาศหรือจัดสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออก 2. การกระตุ้นให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา 3. การกำหนดจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาให้นักเรียนทุกคนเข้าใจได้ตรงกัน 4. การเชื่อมโยงความรู้โดยอาศัยประสบการณ์เดิม 5. การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อให้ระบุปัญหาได้ตรงประเด็น	1. การฝึกอบรมและสัมมนา 2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	1. เอกสารประกอบการอบรม 2. ใบงาน 3. คอมพิวเตอร์ 4. เครื่องพิมพ์ 5. แบบประเมินการระบุปัญหา	3 ชั่วโมง 3 ชั่วโมง 3 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง 4 ชั่วโมง	ประเมินการปฏิบัติตามรายการในแบบประเมินการระบุปัญหา
Module 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (13 ชั่วโมง)				
1. การเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกในการสืบค้นข้อมูล 2. การตรวจสอบข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ และจากหลายแหล่ง 3. การนำข้อมูลที่ได้มาสรุปเป็นของตนเอง เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา	1. การฝึกอบรมและสัมมนา 2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	1. เอกสารประกอบการอบรม 2. ใบงาน 3. คอมพิวเตอร์ 4. เครื่องพิมพ์ 5. แบบประเมินการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	2 ชั่วโมง 3 ชั่วโมง 4 ชั่วโมง 4 ชั่วโมง	ประเมินการปฏิบัติตามรายการในแบบประเมินการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ตาราง 17 (ต่อ)

องค์ประกอบ	กระบวนการพัฒนา	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้	ระยะเวลา	การ ประเมินผล
4. การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด				
Module 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (12 ชั่วโมง)				
1. การออกแบบร่างแนวคิดของงานตนเอง	1. การฝึกอบรมและสัมมนา	1. เอกสารประกอบการอบรม	5 ชั่วโมง	ประเมินการปฏิบัติตามรายการในแบบประเมิน
2. การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม	2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	2. ใบงาน	3 ชั่วโมง	การออกแบบวิธีการ
3. การตรวจสอบขั้นตอนและความเหมาะสม		3. คอมพิวเตอร์	2 ชั่วโมง	แก้ปัญหา
4. การประเมินร่างแนวคิด		4. เครื่องพิมพ์	2 ชั่วโมง	
		5. แบบประเมินการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา		
Module 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (10 ชั่วโมง)				
1. การกำหนดวัตถุประสงค์จัดทำรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน	1. การฝึกอบรมและสัมมนา	1. เอกสารประกอบการอบรม	4 ชั่วโมง	ประเมินการปฏิบัติตามรายการในแบบประเมิน
2. การลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินงาน	2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	2. ใบงาน	2 ชั่วโมง	การวางแผนและ
3. การให้คำปรึกษาในการแก้ปัญหาในวิธีการอื่น ๆ		3. คอมพิวเตอร์	2 ชั่วโมง	ดำเนินการแก้ปัญหา
4. การรายงานความก้าวหน้า และบันทึกความสำเร็จตามแผน		4. เครื่องพิมพ์	2 ชั่วโมง	
		5. แบบประเมินการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	2 ชั่วโมง	
Module 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (6 ชั่วโมง)				
1. กำหนดประเด็นในการทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของชิ้นงาน	1. การฝึกอบรมและสัมมนา	1. เอกสารประกอบการอบรม	1 ชั่วโมง	ประเมินการปฏิบัติตามรายการในแบบประเมิน
2. การประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลาย	2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	2. ใบงาน	2 ชั่วโมง	

ตาราง 17 (ต่อ)

องค์ประกอบ	กระบวนการพัฒนา	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้	ระยะเวลา	การ ประเมินผล
3. การจัดทำวิธีการประเมินตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ร่วมกับนักเรียน 4. การวิเคราะห์ ผลการทดสอบเพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน 5. การศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหา การขออนุมัติและการขอปรับปรุง		3. คอมพิวเตอร์ 4. เครื่องพิมพ์ 5. แบบประเมินการทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	1 ชั่วโมง 1 ชั่วโมง 1 ชั่วโมง	การทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน
Module 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (6 ชั่วโมง)				
1. ทักษะการนำเสนอเป็นขั้นตอน 2. การใช้ภาษา บุคลิก ทำท่าทางการพูด มีความมั่นใจ มีมารยาทในการพูด 3. การนำเสนอหน้าชั้นเรียน 4. การนำเสนอตามขั้นตอนการวางแผน 5. การรับฟังข้อเสนอแนะและเปิดโอกาสให้ผู้ฟังได้ถาม	1. การฝึกอบรมและสัมมนา 2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	1. เอกสารประกอบการอบรม 2. ใบงาน 3. คอมพิวเตอร์ 4. เครื่องพิมพ์ 5. แบบประเมินการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	1 ชั่วโมง 1 ชั่วโมง 1 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง 1 ชั่วโมง	ประเมินการปฏิบัติตามรายการในแบบประเมินการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

5. การประเมินผลโปรแกรม

5.1 การประเมินความรู้ความเข้าใจ ก่อน-หลัง การพัฒนา

5.2 การประเมินความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

5.3 การประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมพัฒนา

2.2.2 การตรวจสอบยืนยันโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจสอบและประเมิน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 5 คน ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิแสดงดังตาราง 18

ตาราง 18 บันทึกการตรวจสอบยืนยันโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
มัธยมศึกษามหาสารคาม โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ประเด็นการตรวจสอบยืนยัน โปรแกรม	ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ	การปรับปรุงแก้ไขตาม ข้อเสนอแนะ
1. หลักการ	ควรกล่าวถึงทฤษฎีการจัดการ เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม ศึกษา อ้างอิงในหลักการ	ปรับหลักการโดยกล่าวถึง ทฤษฎี การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา
2. วัตถุประสงค์	ควรกำหนดวัตถุประสงค์ เป็น รายชื่อและให้มีความชัดเจน	ปรับวัตถุประสงค์เป็นรายชื่อ และมีความชัดเจน 1. เพื่อพัฒนาครูให้มีความรู้ ความเข้าใจในการจัดเรียนรู้ ตาม แนวทางสะเต็มศึกษา 2. เพื่อพัฒนาครูให้สามารถ ออกแบบการจัดเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษา
3. เนื้อหาและกิจกรรม Module 1 การระบุปัญหา Module 2 การรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหา Module 3 การออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา Module 4 การวางแผนและ ดำเนินการแก้ปัญหา	ควรปรับให้มีคำนิยามหรือ ข้อความอธิบายความหมาย หรือวิธีการจัดการเรียนรู้แต่ละ โมดูล ให้มีความชัดเจน	ปรับให้มีคำนิยามหรือข้อความ อธิบายความหมายหรือวิธีการ จัดการเรียนรู้แต่ละโมดูล ให้มีความชัดเจน

ตาราง 18 (ต่อ)

ประเด็นการตรวจสอบยืนยัน โปรแกรม	ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ	การปรับปรุงแก้ไขตาม ข้อเสนอแนะ
Module 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน Module 6 การนำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน		
4. วิธีการพัฒนา 1) การฝึกอบรมและสัมมนา 2) การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3) การเรียนรู้จากการปฏิบัติ จริง โดยมีการจัดกิจกรรม	คงไว้	คงไว้
5. การประเมินผลโปรแกรม 1) การประเมินความรู้ความ เข้าใจ ก่อน-หลัง การพัฒนา 2) การประเมิน ความสามารถ ในการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษา 3) การประเมินความพึง พอใจของผู้เข้าร่วม พัฒนา	1. ควรประเมินผลตาม วัตถุประสงค์ 2. ควรกำหนดเกณฑ์ วิธีการ เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน ให้ชัดเจน	1. ประเมินผลตาม วัตถุประสงค์ 2. กำหนดเกณฑ์ประเมิน วิธีการ เครื่องมือที่ใช้ประเมินชัดเจน

2.2.3 นำการตรวจสอบยืนยันโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ จนได้โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม โดยมีรายละเอียดของโปรแกรกดังนี้

1. หลักการ

สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิต

จริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทาง วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้ เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อ ค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดทำขึ้นเพื่อนำไปใช้พัฒนาครูผู้สอนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พัฒนาศักยภาพครูให้มี สมรรถนะด้านการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมให้ครูสามารถนำ ความรู้ ความเข้าใจ และการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาคุณภาพของนักเรียนต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาครูให้มีความรู้ความเข้าใจในการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม ศึกษา

2.2 เพื่อพัฒนาครูให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

3. เนื้อหาและกิจกรรม

เนื้อหาและกิจกรรมของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม แบ่งออกเป็น 6 Module ได้แก่

Module 1 การระบุปัญหา คือ ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา จัดสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนเข้าใจปัญหา ตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาให้นักเรียนทุกคนเข้าใจตรงกัน ทำให้นักเรียนมองเห็นปัญหา และวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์และสามารถระบุ ปัญหาจากสถานการณ์ได้ตรงประเด็น ประกอบด้วย

1. การสร้างบรรยากาศหรือจัดสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมให้นักเรียนกล้า แสดงออก

2. การกระตุ้นให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา

3. การกำหนดจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาให้นักเรียนทุกคนเข้าใจได้ ตรงกัน

4. การเชื่อมโยงความรู้โดยอาศัยประสบการณ์เดิม

5. การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อให้ระบุปัญหาได้ตรงประเด็น

Module 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา คือ การใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลที่น่าเชื่อถือ สืบค้นจากเอกสาร บทความ งานวิจัย การสอบถามจากครูผู้สอน การทดลองทางวิทยาศาสตร์ การทำแผนที่ความคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา กำหนดแนวทางการแก้ปัญหา การพิจารณาเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่

เหมาะสม และตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมไว้ ประกอบด้วย

แหล่ง

แก้ปัญหา

1. การเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกในการสืบค้นข้อมูล
2. การตรวจสอบข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ และจากหลายแหล่ง
3. การนำข้อมูลที่ได้มาสรุปเป็นของตนเอง เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา
4. การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

Module 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา คือ การร่างแนวคิดของแต่ละวิธี ประเมินร่างแนวคิดเลือกวิธีแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้และดีที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติจริง เลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหามากที่สุด ประกอบด้วย

1. การออกแบบร่างแนวคิดของงานตนเอง
2. การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม
3. การตรวจสอบขั้นตอนและความเหมาะสม
4. การประเมินร่างแนวคิด

Module 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา คือ กำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดระยะเวลาในการดำเนินงาน กำหนดผู้รับผิดชอบงานในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน เขียนแผนการปฏิบัติการ ลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการตามที่ได้วางแผนไว้ และรายงานความก้าวหน้าเป็นระยะ บันทึกความสำเร็จตามแผน ประกอบด้วย

1. การกำหนดวัตถุประสงค์ จัดทำรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน
2. การลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินงาน
3. การให้คำปรึกษาในการแก้ปัญหาในวิธีการอื่น ๆ
4. การรายงานความก้าวหน้า และบันทึกความสำเร็จตามแผน

Module 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน คือ กำหนดประเด็นในการทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้น ระดมความคิดในการทดสอบผลงาน ควรจะทดสอบด้วยวิธีใด มีการวางรูปแบบของแบบประเมินรายการ หรือการเขียนบันทึกผลการทดสอบในแต่ละประเด็น ประเมินผลงานตนเอง ผลการทดสอบเพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือวิธีการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ประกอบด้วย

1. กำหนดประเด็นในการทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของชิ้นงาน
2. การประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลาย
3. การจัดทำวิธีการประเมินตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ร่วมกับนักเรียน
4. การวิเคราะห์ ผลการทดสอบเพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน
5. การศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหา การขออนุมัติและการขอปรับปรุง

Module 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน คือนำเสนออย่างเป็นขั้นตอน นำเสนอปัญหาอุปสรรค การแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้ ใช้ภาษาที่ทำให้ผู้ฟังเข้าใจ บุคลิกท่าทางในการพูด มีความมั่นใจ มีมารยาทในการพูด รายงานตามลำดับหัวข้อที่เตรียมมา มีการสรุปเรื่องที่พูดได้ชัดเจนกระชับ และเปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถาม ประกอบด้วย

1. ทักษะการนำเสนอเป็นขั้นตอน
2. การใช้ภาษา บุคลิกท่าทางในการพูด มีความมั่นใจ มีมารยาทในการพูด
3. การนำเสนอหน้าชั้นเรียน
4. การนำเสนอตามขั้นตอนการวางแผน
5. การรับฟังข้อเสนอแนะ และเปิดโอกาสให้ผู้ฟังได้ถาม

4. วิธีการพัฒนา

วิธีการที่จะนำมาใช้ในการดำเนินการพัฒนาครูตามโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ได้แก่ 1) การฝึกอบรมและสัมมนา 2) การเรียนรู้ด้วยตนเอง และ 3) การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ปรากฏดังในตาราง 19



ตาราง 19 แผนการดำเนินโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
มหาสารคาม

องค์ประกอบ	กระบวนการพัฒนา	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้	ระยะเวลา	การ ประเมินผล
Module 1 การระบุปัญหา				
1. การสร้างบรรยากาศหรือจัดสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออก	1. การฝึกอบรมและสัมมนา	1. เอกสารประกอบกรออบรม	3 ชั่วโมง	ประเมินการปฏิบัติตามรายการในแบบประเมินการระบุปัญหา
2. การกระตุ้นให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา	2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	2. ใบงาน	3 ชั่วโมง	
3. การกำหนดจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาให้นักเรียนทุกคนเข้าใจได้ตรงกัน		3. คอมพิวเตอร์	3 ชั่วโมง	
4. การเชื่อมโยงความรู้โดยอาศัยประสบการณ์เดิม		4. เครื่องพิมพ์	2 ชั่วโมง	
5. การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อให้ระบุปัญหาได้ตรงประเด็น		5. แบบประเมินการระบุปัญหา	4 ชั่วโมง	
Module 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (13 ชั่วโมง)				
1. การเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกในการสืบค้นข้อมูล	1. การฝึกอบรมและสัมมนา	1. เอกสารประกอบกรออบรม	2 ชั่วโมง	ประเมินการปฏิบัติตามรายการในแบบประเมินการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
2. การตรวจสอบข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ และจากหลายแหล่ง	2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	2. ใบงาน	3 ชั่วโมง	
3. การนำข้อมูลที่ได้มาสรุปเป็นของตนเอง เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา		3. คอมพิวเตอร์	4 ชั่วโมง	
		4. เครื่องพิมพ์	4 ชั่วโมง	
		5. แบบประเมินการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	4 ชั่วโมง	

ตาราง 19 (ต่อ)

องค์ประกอบ	กระบวนการพัฒนา	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้	ระยะเวลา	การ ประเมินผล
4. การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด				
Module 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (12 ชั่วโมง)				
1. การออกแบบร่างแนวคิดของงานตนเอง	1. การฝึกอบรมและสัมมนา	1. เอกสารประกอบการอบรม	5 ชั่วโมง	ประเมินการปฏิบัติตามรายการในแบบประเมิน
2. การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม	2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	2. ใบงาน	3 ชั่วโมง	การออกแบบวิธีการ
3. การตรวจสอบขั้นตอนและความเหมาะสม		3. คอมพิวเตอร์	2 ชั่วโมง	แก้ปัญหา
4. การประเมินร่างแนวคิด		4. เครื่องพิมพ์	2 ชั่วโมง	
		5. แบบประเมินการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา		
Module 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (10 ชั่วโมง)				
1. การกำหนดวัตถุประสงค์จัดทำรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน	1. การฝึกอบรมและสัมมนา	1. เอกสารประกอบการอบรม	4 ชั่วโมง	ประเมินการปฏิบัติตามรายการในแบบประเมิน
2. การลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินงาน	2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	2. ใบงาน	2 ชั่วโมง	การวางแผนและ
3. การให้คำปรึกษาในการแก้ปัญหาในวิธีการอื่น ๆ		3. คอมพิวเตอร์	2 ชั่วโมง	ดำเนินการ
4. การรายงานความก้าวหน้า และบันทึกความสำเร็จตามแผน		4. เครื่องพิมพ์	2 ชั่วโมง	แก้ปัญหา
		5. แบบประเมินการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	2 ชั่วโมง	
Module 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (6 ชั่วโมง)				
1. กำหนดประเด็นในการทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของชิ้นงาน	1. การฝึกอบรมและสัมมนา	1. เอกสารประกอบการอบรม	1 ชั่วโมง	ประเมินการปฏิบัติตามรายการในแบบประเมิน
2. การประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลาย	2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	2. ใบงาน	2 ชั่วโมง	

ตาราง 19 (ต่อ)

องค์ประกอบ	กระบวนการพัฒนา	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้	ระยะเวลา	การ ประเมินผล
3. การจัดทำวิธีการประเมินตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ร่วมกับนักเรียน 4. การวิเคราะห์ ผลการทดสอบเพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน 5. การศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหา การขออนุมัติและการขอปรับปรุง		3. คอมพิวเตอร์ 4. เครื่องพิมพ์ 5. แบบประเมินการทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	1 ชั่วโมง 1 ชั่วโมง 1 ชั่วโมง	การทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน
Module 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (6 ชั่วโมง)				
1. ทักษะการนำเสนอเป็นขั้นตอน 2. การใช้ภาษา บุคลิก ทำท่าทางการพูด มีความมั่นใจ มีมารยาทในการพูด 3. การนำเสนอหน้าชั้นเรียน 4. การนำเสนอตามขั้นตอนการวางแผน 5. การรับฟังข้อเสนอแนะและเปิดโอกาสให้ผู้ฟังได้ถาม	1. การฝึกอบรมและสัมมนา 2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	1. เอกสารประกอบการอบรม 2. ใบงาน 3. คอมพิวเตอร์ 4. เครื่องพิมพ์ 5. แบบประเมินการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	1 ชั่วโมง 1 ชั่วโมง 1 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง 1 ชั่วโมง	ประเมินการปฏิบัติตามรายการในแบบประเมินการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน



5. การประเมินผลโปรแกรม

การประเมินผลโปรแกรม	ตัวชี้วัดความสำเร็จ	วิธีการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้
1. การประเมินความเข้าใจก่อน - หลังการพัฒนา	ร้อยละ 80 ของคณะครูที่เข้าร่วมการพัฒนา หลังการพัฒนา มีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสูงขึ้นไป ก่อนการพัฒนา	การประเมิน	แบบประเมินความเข้าใจ ก่อน - หลังการพัฒนา (pre test - post test)
2. การประเมินความสามารถในการออกแบบจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	ร้อยละ 80 ของคณะครูที่เข้าร่วมการพัฒนา สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาได้ในระดับดีขึ้นไป	-การสังเกต -การประเมิน	- แบบสังเกต - แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
3. การประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมพัฒนา	ร้อยละ 80 ของคณะครูที่เข้าร่วมพัฒนามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากขึ้นไป	การประเมินความพึงพอใจ	แบบประเมินความพึงพอใจ

แผนผังของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ดังภาพประกอบ 3



โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

หลักการ

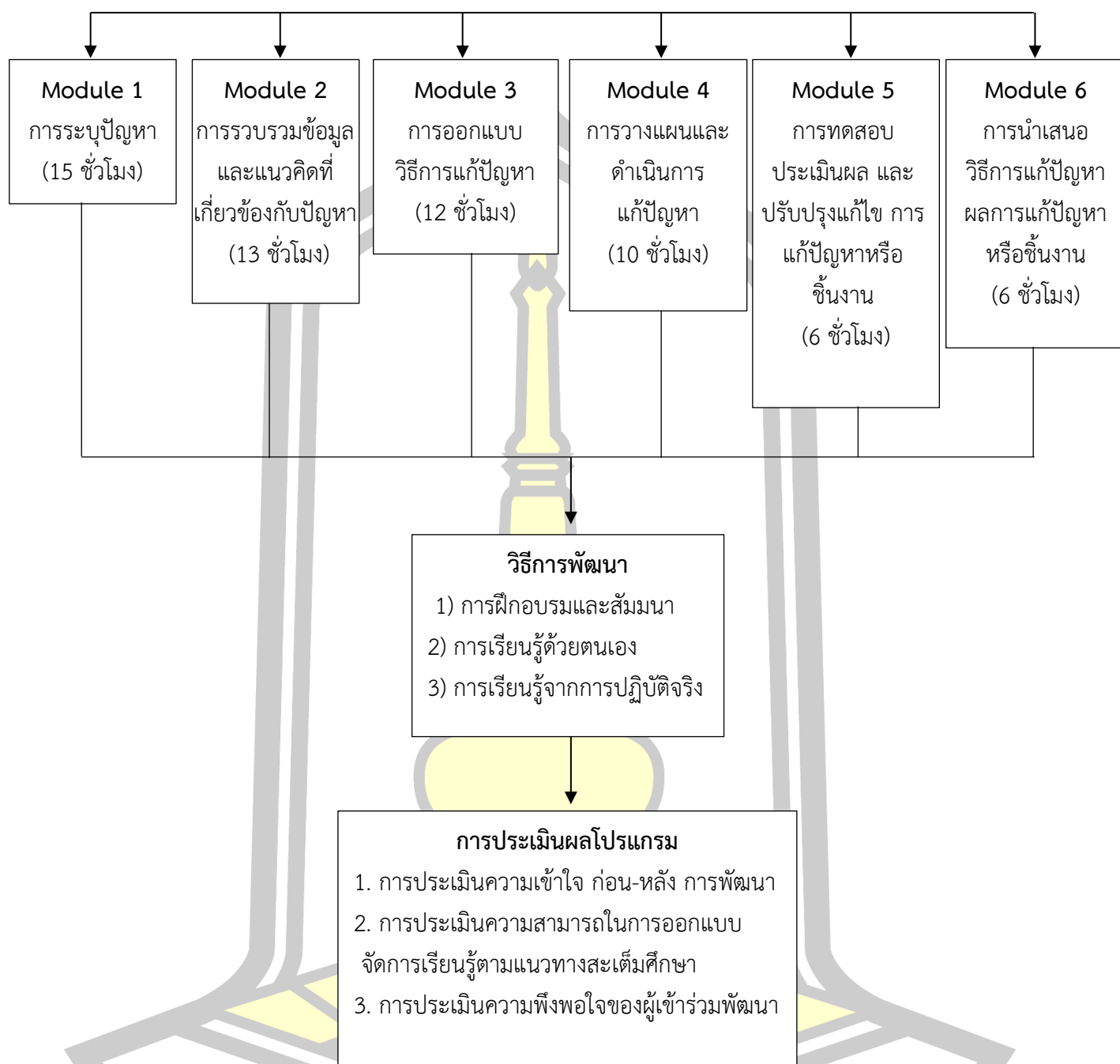
สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูล และวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดทำขึ้นเพื่อนำไปใช้พัฒนาครูผู้สอนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พัฒนาศักยภาพครูให้มีสมรรถนะด้านการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมให้ครูสามารถนำความรู้ ความเข้าใจ และการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาครูให้มีความรู้ความเข้าใจในการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
2. เพื่อพัฒนาครูให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

เนื้อหา



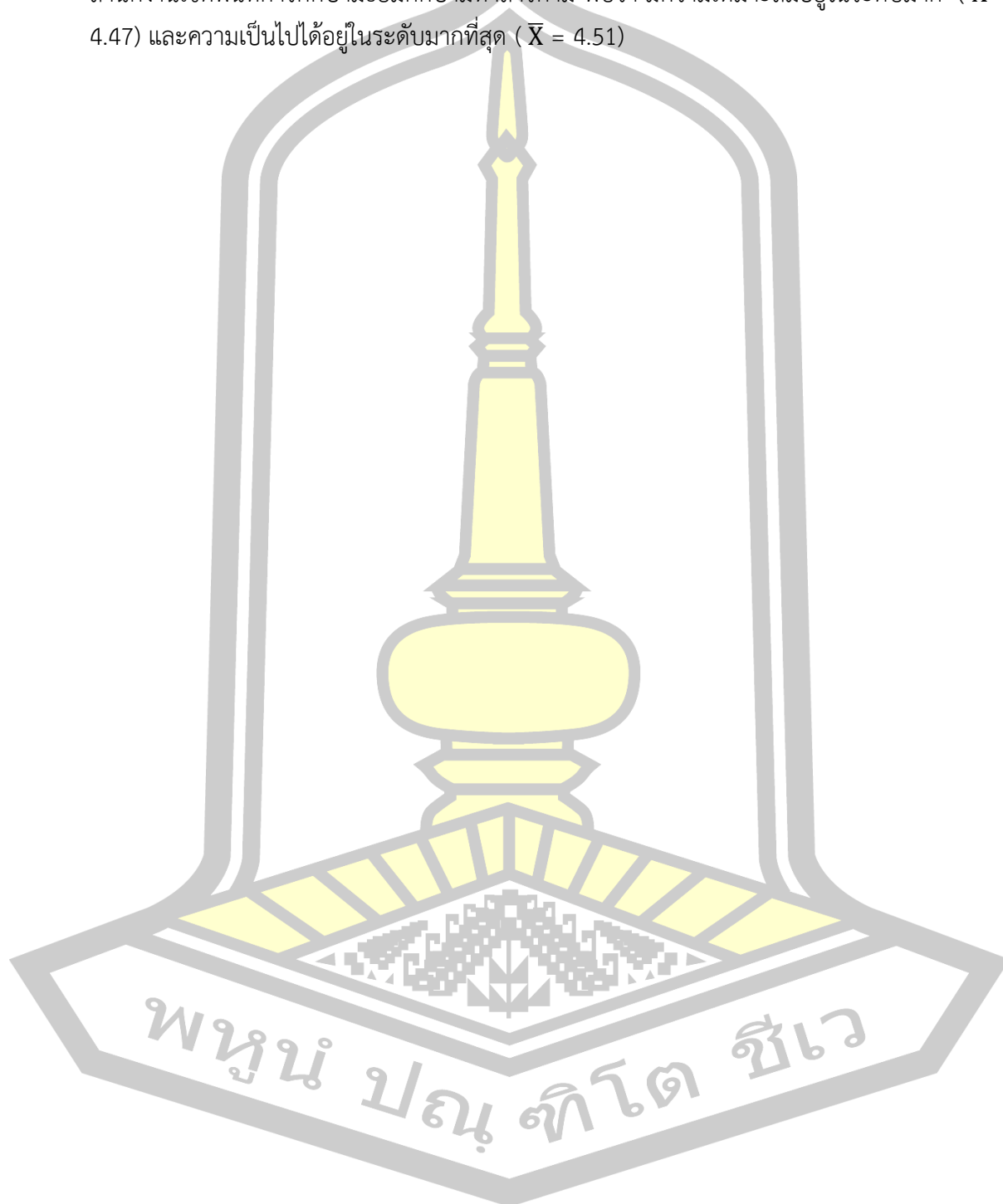
ภาพประกอบ 3 โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.3 ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน ปรากฏดังตาราง 20

ตาราง 20 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความเหมาะสม และความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

รายการประเมิน	ความเหมาะสม			ความเป็นไปได้		
	\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ
1. หลักการ	4.40	0.55	มาก	4.60	0.55	มากที่สุด
2. วัตถุประสงค์	4.60	0.55	มากที่สุด	4.60	0.55	มากที่สุด
3. เนื้อหาและกิจกรรม						
Module 1 การระบุปัญหา	4.40	0.55	มาก	4.60	0.55	มากที่สุด
Module 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	4.20	0.45	มาก	4.40	0.55	มาก
Module 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	4.60	0.55	มากที่สุด	4.20	0.45	มาก
Module 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	4.20	0.45	มาก	4.60	0.55	มากที่สุด
Module 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	4.40	0.55	มาก	4.40	0.55	มาก
Module 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	4.60	0.55	มากที่สุด	4.40	0.55	มาก
4. วิธีพัฒนา						
4.1 การเรียนรู้จากการพัฒนาตนเอง	4.80	0.45	มากที่สุด	4.40	0.55	มาก
4.2 การเรียนรู้จากการจัดทีมแลกเปลี่ยนเรียนรู้	4.20	0.45	มาก	4.40	0.55	มาก
4.3 การเรียนรู้จากการอบรม สัมมนา	4.40	0.55	มาก	4.80	0.45	มากที่สุด
5. การประเมินผลโปรแกรม						
การประเมินความเข้าใจก่อน - หลัง การพัฒนา	4.60	0.55	มากที่สุด	4.80	0.45	มากที่สุด
การประเมินความสามารถในการออกแบบจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.40	0.55	มาก	4.60	0.55	มากที่สุด
การประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมพัฒนา	4.80	0.45	มากที่สุด	4.40	0.55	มาก
โดยรวม	4.47	0.51	มาก	4.51	0.53	มากที่สุด

จากตาราง 20 ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.47$) และความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.51$)



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว และได้ดำเนินการตามลำดับดังต่อไปนี้

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

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และความต้องการจำเป็นของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม
2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

สรุปผล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม สามารถสรุปผลตามความมุ่งหมายของการวิจัยได้ดังนี้

1. ศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และความต้องการจำเป็นของการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

สภาพปัจจุบันของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.57$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า อยู่ในระดับปานกลาง 2 ด้านและอยู่ในระดับมาก 4 ด้าน ส่วนสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุดทั้ง 6 ด้าน และลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นในการการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม เรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อย ได้แก่ การระบุ ปัญหา ($PNI_{\text{modified}} = 0.34$) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ($PNI_{\text{modified}} = 0.31$) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ($PNI_{\text{modified}} = 0.29$) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ($PNI_{\text{modified}} = 0.26$) การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ($PNI_{\text{modified}} = 0.25$) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ($PNI_{\text{modified}} = 0.23$)

2. การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม

โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม ประกอบด้วย 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหาและกิจกรรม แบ่งออกเป็น 6 Module Module 1 การระบุปัญหา Module 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา Module 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา Module 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา Module 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง แก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน Module 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน 4) วิธีพัฒนา ประกอบด้วย การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง และการ ฝึกอบรมและร่วมสัมมนา และ 5) การประเมินผลโปรแกรม ผลการประเมินความเหมาะสมและความ เป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.47$) และความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.51$)

อภิปรายผล

จากการศึกษาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม ผู้วิจัย นำมาอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และความต้องการจำเป็นของการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม พบว่า สภาพปัจจุบันของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของ ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.57$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า อยู่ในระดับปาน กลาง 2 ด้าน คือ ด้านการระบุปัญหา ด้านการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และอยู่ ในระดับมาก 4 ด้าน คือ การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา การ

ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เนื่องจากว่า นักเรียนบางกลุ่มยังขาดทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงลึก ทำให้ไม่สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้อย่างชัดเจน หรือไม่คุ้นเคยกับรูปแบบการแก้ปัญหา แบบเปิดที่ไม่มีคำตอบตายตัว การแนะแนวและการสนับสนุนจากครูในด้านเทคนิคการระบุปัญหายังมีข้อจำกัด บรรยากาศในชั้นเรียนที่ไม่ส่งเสริมการแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ดังที่ บันลือศักดิ์ จ่านง (2546) ได้อธิบายองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า ผู้สอนเป็นผู้ที่มีความสำคัญในการที่จะแปล มาตรฐานการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ที่เป็นตัวหนังสือให้เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม น่าสนใจ และมีกระบวนการเรียนรู้หลากหลายวิธี อย่างอิสระ จะต้องรู้จักเลือกปรับปรุงเทคนิคและ วิธีการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและผู้เรียนโดยไม่ใช้วิธีการเดียว ผู้สอน จะต้องจัดเนื้อหาวิชาให้มีความสัมพันธ์กันมีความน่าสนใจ เหมาะสมกับวัย ระดับชั้น รวมทั้งสภาพ สิ่งแวดล้อมของการจัดการเรียน มีสื่อ/แหล่งการเรียนรู้ ที่ช่วยให้การจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ รวมไปถึงสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาทางวิชาการ มีการดัดแปลง ห้องเรียนให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถมีปฏิสัมพันธ์กันได้ดี

สภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุดทั้ง 6 ด้าน ทั้งนี้เพราะครูมีความต้องการที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาให้ดียิ่งขึ้น ดังที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ศึกษา เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อการเตรียมคนไทยรุ่นใหม่ โดยสะเต็มศึกษา (STEM Education) คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) โดยนำจุดเด่นเทคนิควิธีการ ของการจัดการเรียนรู้ตามธรรมชาติของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียน สามารถนำความรู้ในแต่ละแขนงมาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มา สร้างหรือพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลากหลายสาขา ร่วมมือกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพราะในการทำงานหรือใช้ชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้าน ในการทำงานโดยไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ และยังเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการส่งเสริม พัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 และมนตรี จุฬาวัดนทล (2556) ได้กล่าวไว้ว่า สะเต็มศึกษา เน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง การพัฒนากระบวนการหรือนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ ต่อการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพนับว่าเป็นแกนหลักของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมโลกใน อนาคต

ความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม เรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อย ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การ รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) การวางแผนและ ดำเนินการแก้ปัญหา 5) การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ

6) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ลัสน์พัฒน์ ไมตรีแพน (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่องโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 1 เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และความต้องการจำเป็นของการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และเพื่อพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 1 ผลการวิจัยพบว่า 1) สภาพปัจจุบันของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง สภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับมาก และลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นในการเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 1 เรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นจากมากไปหาน้อย ได้แก่ 1) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 2) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 5) การระบุปัญหา และ 6) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ตามลำดับ

2. โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ประกอบด้วย 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหาและกิจกรรม แบ่งออกเป็น 6 Module Module 1 การระบุปัญหา Module 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา Module 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา Module 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา Module 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน Module 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 4) วิธีพัฒนา ประกอบด้วย การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง และการฝึกอบรมและร่วมสัมมนา และ 5) การประเมินผลโปรแกรม ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะว่า ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและสังเคราะห์แนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน เพื่อนำมากำหนดเป็นองค์ประกอบของโปรแกรมในการวิจัยในครั้งนี้ โดยเมื่อพิจารณาองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบจะเห็นว่า มีลักษณะของการทำงานที่ร้อยรัดเป็นขั้นตอน ตั้งแต่ข้อมูลพื้นฐานที่แสดงถึงแนวคิดและหลักการของโปรแกรม วัตถุประสงค์ของโปรแกรม ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาและวิธีการพัฒนาของโปรแกรมที่ใช้ในการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูในครั้งนี้ และก่อนการสร้างโปรแกรม ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรม องค์ประกอบของโปรแกรม และขอขยายเนื้อหาของโปรแกรมตามแนวคิดของ Funnel and Rogers (2011) ; สุมิตรา พงศธร (2550) ; ไท คำล้าน (2551) ; ยอดอนงค์ จอมหงษ์พิพัฒน์ (2553) ; สุวัฒน์ จุลสุวรรณ (2554) ; เชษฐา คำคล้อง (2557) ; สุวิทย์ ยอดสละ (2557) ได้องค์ประกอบของโปรแกรม 5 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหาและกิจกรรม 4) วิธีการพัฒนา และ 5) การประเมินผลโปรแกรม

การดำเนินงานของโปรแกรมทั้งหมดใช้ระยะเวลารวม 62 ชั่วโมง แบ่งเนื้อหา ออกเป็น 6 Module คือ Module 1 การระบุปัญหา Module 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา Module 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา Module 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา Module 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ Module 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยแผนการดำเนินงานโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานโปรแกรมรวม 62 ชั่วโมง ประกอบด้วย การเสริมสร้างความรู้ (10% Education) 6 ชั่วโมง การพัฒนาประสบการณ์ (70% Experience) โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองและการปฏิบัติจริง 44 ชั่วโมง และปฏิสัมพันธ์เชิงสร้างสรรค์ (20% Interaction) 12 ชั่วโมง ซึ่งโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้นี้ สอดคล้องกับลักษณะและความมุ่งหมายของกฎ 70-20-10 ซึ่งสอดคล้องกับ Lombardo and Eichinger (1996) ; วิทยา วิจิตร (2557) และอาภรณ์ ภูวิทย์พันธ์ (2559) ประกอบด้วยหลักการเรียนรู้ 3 ส่วนสำคัญ ดังนี้ 1) 70% การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์และการปฏิบัติจริง (Learn by Experience) 2) 20% การเรียนรู้ผ่านบุคคลอื่น (Learn by Others) 3) 10% การเรียนรู้ผ่านหลักสูตรและโปรแกรม (Learn by Courses)

เนื่องจากโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ได้รับการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และออกแบบตามหลักการพัฒนาโปรแกรม จึงทำให้ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน มีผลการประเมินโดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งผลการวิจัยนี้ สอดคล้องกับผลการศึกษานิพนธ์ของ ชัย โพธิ์กลาง (2561) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการบริหารจัดการชั้นเรียนในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 7 ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินความเหมาะสม ความเป็นไปได้ของโปรแกรม พบว่า มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด มีความเป็นไปได้ระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการจำเป็นในการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้ ดังนี้ 1) การระบุปัญหา 2) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง

แก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 6) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานตามลำดับ

1.2 โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น มีระยะเวลาการดำเนินงานโปรแกรมโดยภาพรวม 62 ชั่วโมง ซึ่งระยะเวลาทั้งหมดในการดำเนินงานของโปรแกรม สามารถปรับใช้ได้ตามความเหมาะสมและตามบริบทของแต่ละสถานศึกษา

1.3 โปรแกรมและกิจกรรมของโปรแกรมสามารถเพิ่มเติมกิจกรรม จำนวนระยะเวลา และจำนวนวันได้ตามความเหมาะสมและบริบทของแต่ละสถานศึกษา

1.4 ควรมีการจัดทำโปรแกรมการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หรือรายวิชาอื่น ๆ หรือพัฒนาในแต่ละด้านให้กับครูอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ครูได้มีการพัฒนาตนเองมากขึ้น

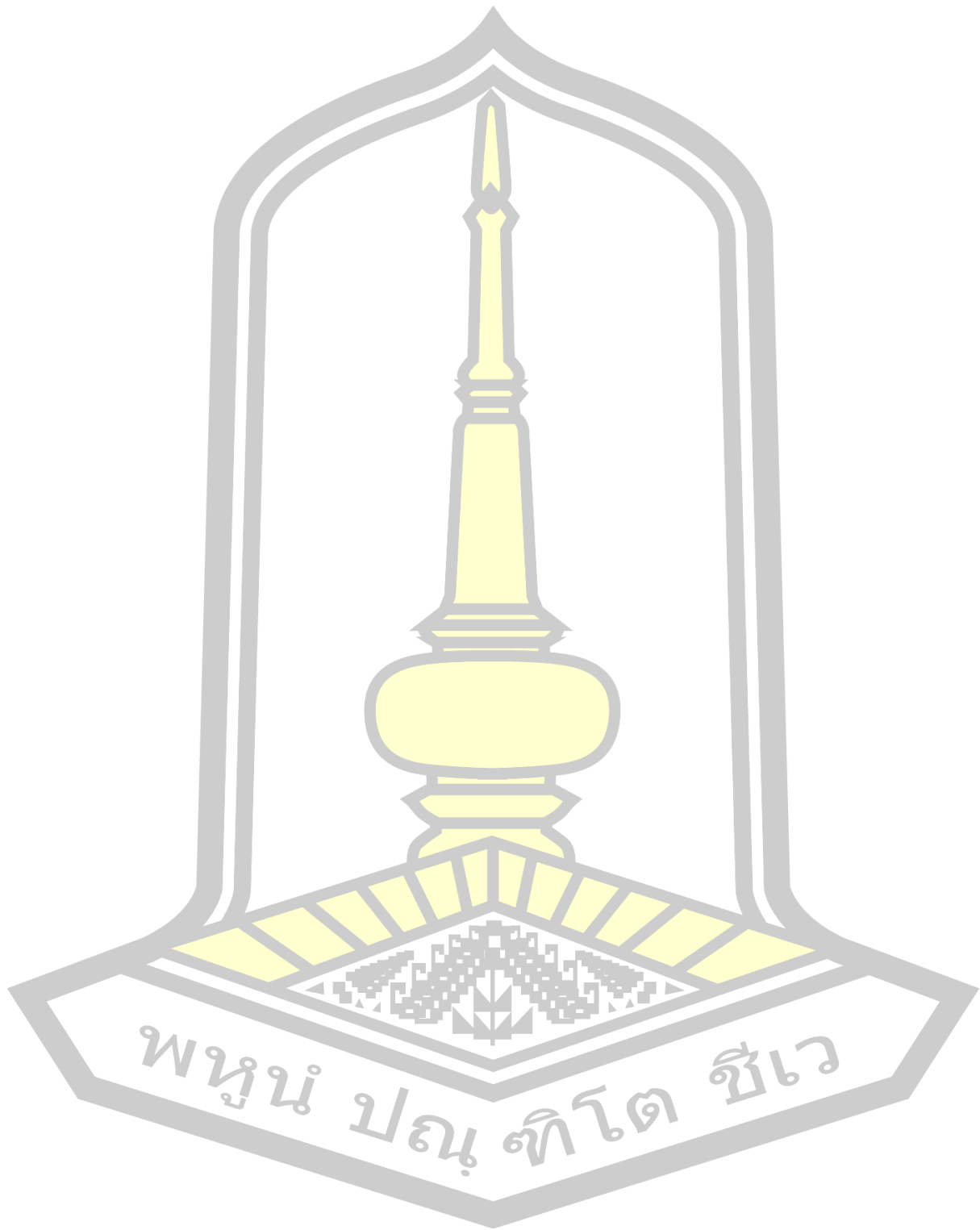
2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในสังกัดอื่น ๆ หรือวิชาอื่น เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ เพื่อให้การพัฒนาเป็นไปอย่างสอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมายและกลุ่มตัวอย่างที่มีสถานะและบริบทใกล้เคียงกัน

2.2 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสอดแทรกที่สอดแทรกกับกระบวนการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดแก้ปัญหา การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดขั้นสูง



บรรณานุกรม

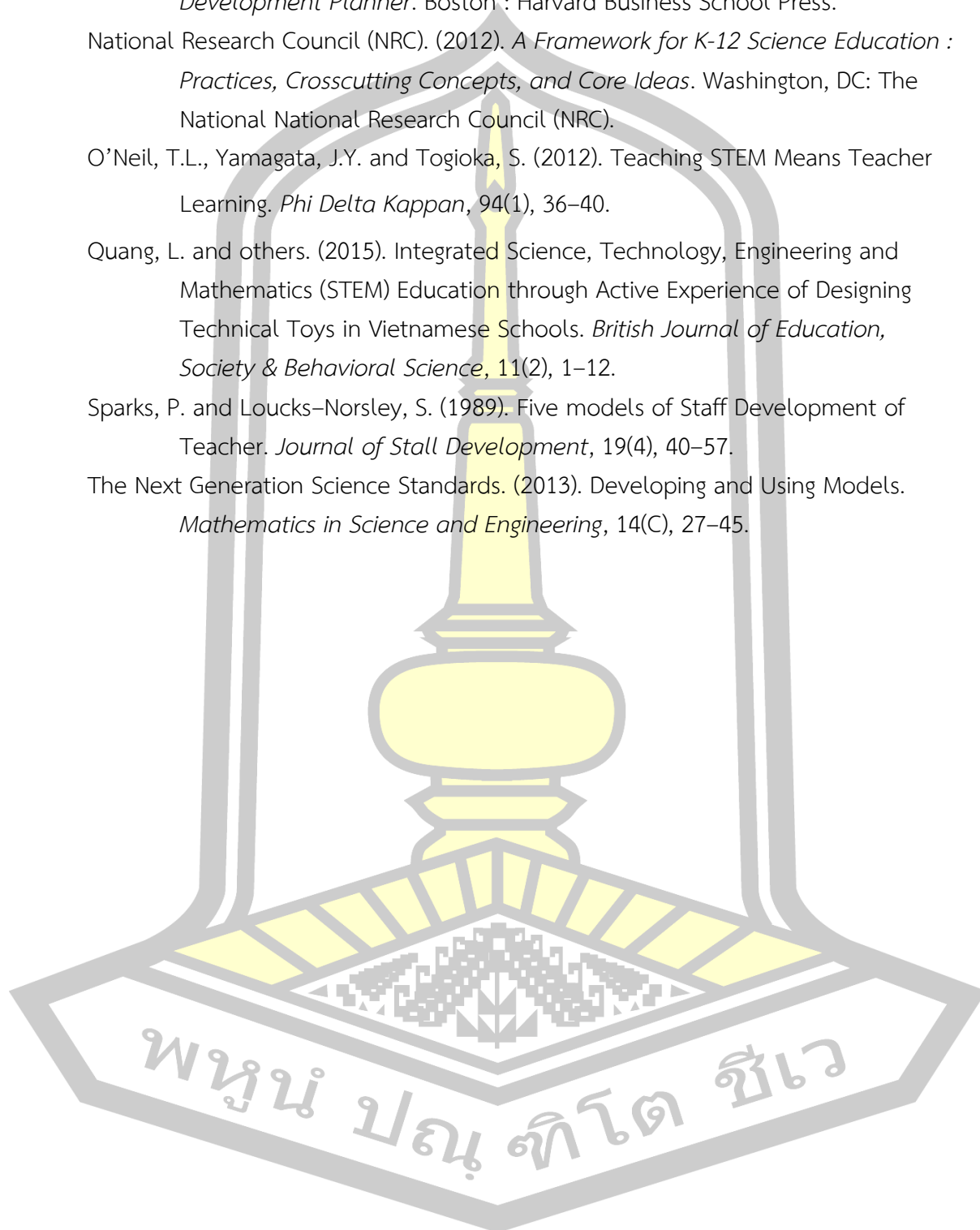


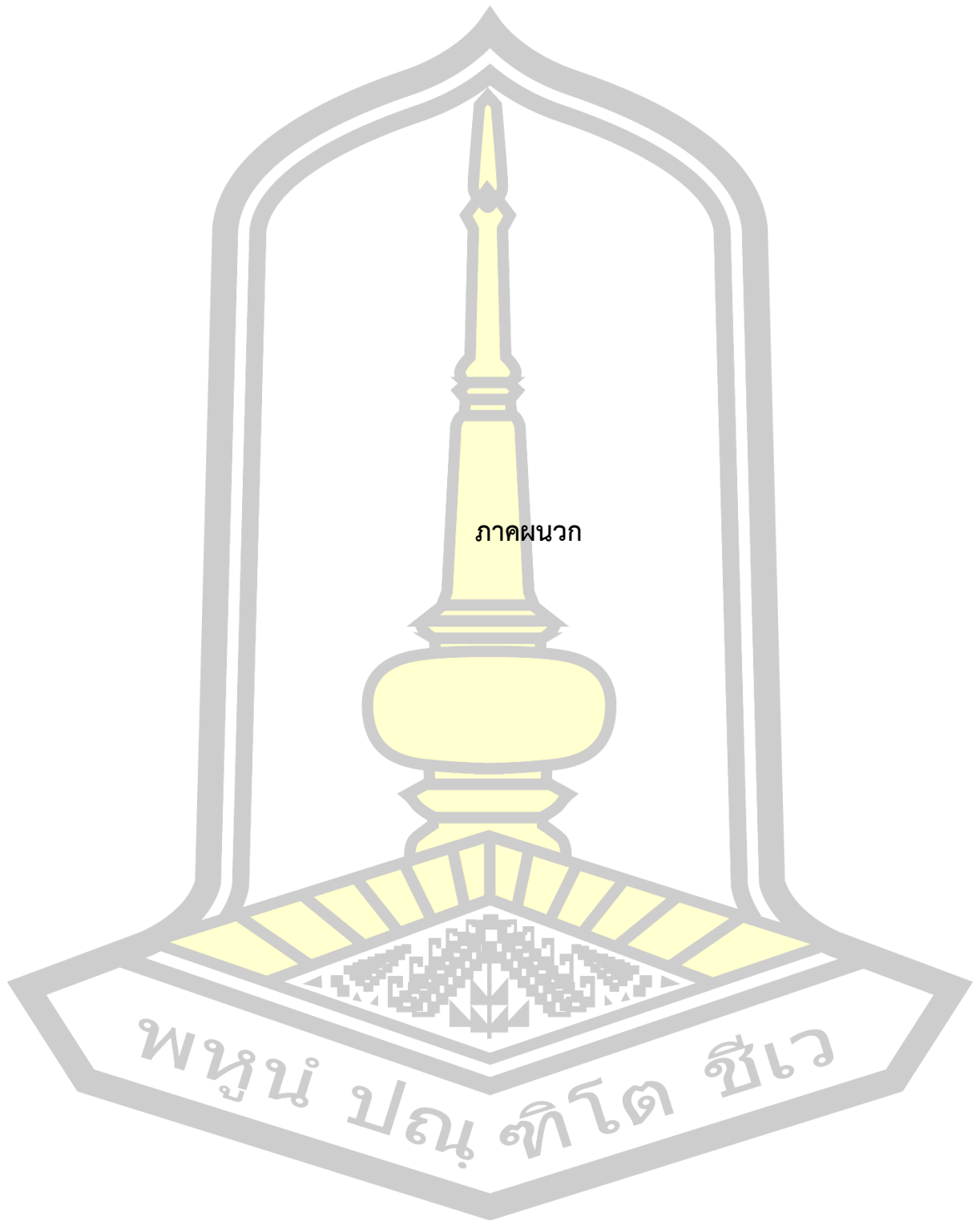
บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *คู่มือประกอบการอบรม การขับเคลื่อนกระบวนการ PLC (Professional Learning Community) “ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ” สู่สถานศึกษา*. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนเพิ่มเติมศึกษาในสถานศึกษา. (2559). *ผลประชุมคณะกรรมการนโยบาย “สะเต็มศึกษา” กระทรวงศึกษาธิการ*. [ออนไลน์]. ได้จาก : <https://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?> [สืบค้นเมื่อ วันที่ 13 พฤษภาคม 2566]
- คมกริช ภูคงกิ่ง. (2560). *การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้ของครูสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- จอมพงศ์ มงคลวนิช. (2555). *การบริหารองค์การและบุคลากรทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ทวีพรี้นท์ (1991) จำกัด.
- เชษฐา คำคลอง. (2557). *การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างภาวะผู้นำแบบมุ่งบริการของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหาร และพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชมพันธ์ กุญชร ณ อยุธยา. (2519). *หน่วยการเรียนรู้ เอกสารประกอบการสอนวิชาทฤษฎีและการปฏิบัติหลักสูตร*. กรุงเทพฯ
- ไท คำล้าน. (2551). *การพัฒนาโปรแกรมฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างภาวะผู้นำทางสิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับผู้บริหารสถานศึกษา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อึ้ง บัวศรี. (2542). *ทฤษฎีหลักสูตร : การออกแบบและการพัฒนา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา.
- ธีระ รุญเจริญ. (2546). *การบริหารโรงเรียนในยุคปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ : แอลทีเพรส.
- นงนภัส คำรัฐัญญู เทียงกมล. (2551). *การวิจัยบูรณาการแบบองค์รวม*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- พรธมนวิไล ชมจิต. (2557). *พฤติกรรมกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์
- รัตน์นะ บัวสนธ์. (2551). *วิจัยเชิงคุณภาพทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : คำสมัย.

- รัตน์ บัวสนธ์. (2556). *การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา*. พิษณุโลก : จุฬาลงกรณ์ราชบัณฑิตยสถาน. (2557). *ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ : ราชบัณฑิตยสถาน.
- วรภัทร์ ภูเจริญ. (2550). *คิดอย่างเป็นระบบและเทคนิคการแก้ปัญหา*. กรุงเทพฯ : หจก.สามลดา.
- วิชัย วงใหญ่. (2519). มิถุนายน – ธันวาคม). การฝึกหัดครูแบบสมรรถฐาน. *ศึกษาศาสตร์*. 1:14-20.
- วีโรจน์ สารรัตน์. (2556). *การวิจัยทางการบริหารการศึกษา : แนวคิดและกรณีศึกษา*. กรุงเทพฯ : ทิพย์วิสุทธิ์.
- ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ. (2558). *คู่มือเครือข่ายส่งเสริมศึกษา*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *คู่มือเครือข่ายส่งเสริมศึกษา*. กรุงเทพฯ : สกสศ. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *ส่งเสริมศึกษา (STEM Education)*. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579*. กรุงเทพฯ : พริกหวานกราฟฟิค.
- สุวัฒน์ จุลสุวรรณ. (2554). *การพัฒนาภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงผู้บริหารสายสนับสนุน สถาบันอุดมศึกษาของรัฐ*. *วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). *ส่งเสริมศึกษา (STEM EDUCATION)*. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 16(2), 165-173.
- เอียน สมิต และอนงค์ วิเศษสุวรรณ. (2550). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ Facilitating Student Centered Learning. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 18(2), 1-10.
- อาภรณ์ ภูวิทย์พันธ์. (2559). *การพัฒนาขีดความสามารถของบุคลากรบนพื้นฐาน 70:20:10 Learning Model*. กรุงเทพฯ : เอช อาร์เซ็นเตอร์.
- Brown, R.E. and Bogiages, C.A. (2017). Professional Development Through STEM Integration: How Early Career Math and Science Teachers Respond to Experiencing Integrated STEM Tasks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(1), 111–128.
- Carolyn, B. 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-Job>. [accessed 30 May 2022].
- Houle, C. (1996). *The Design of Education*. San Francisco : Jossey-Bass.
- Jennings, C. and Wargnier, J. (2013). *Effective learning with 70:20:10: The new frontier for the extended enterprise*. [online]. Available from : <http://info.crossknowledge.com/dc>. [accessed 25 May 2022].

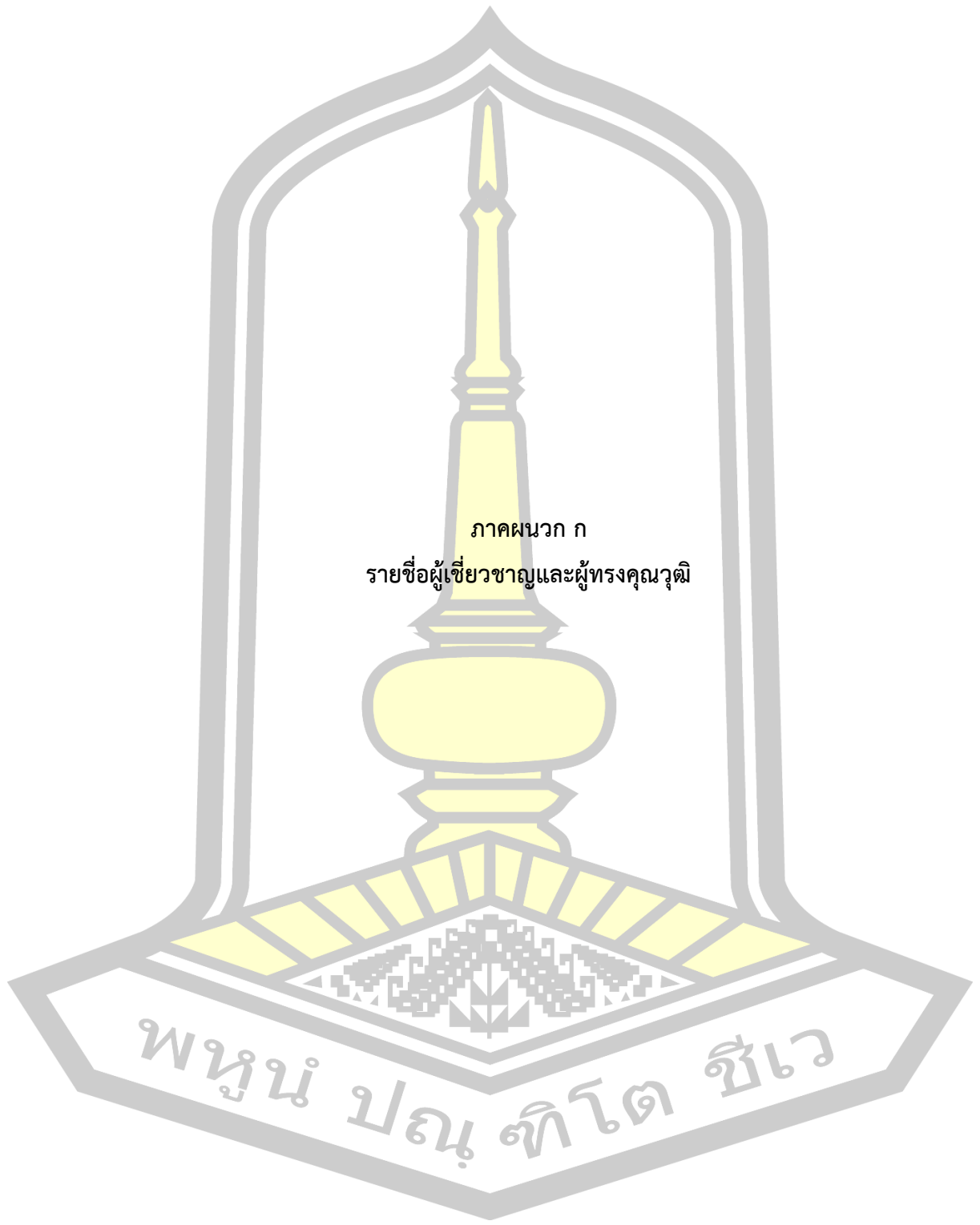
- McCall, M., Lombardo, M.M. and Eichinger, R.A. (1996) *The Career Architect Development Planner*. Boston : Harvard Business School Press.
- National Research Council (NRC). (2012). *A Framework for K-12 Science Education : Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National National Research Council (NRC).
- O’Neil, T.L., Yamagata, J.Y. and Togioka, S. (2012). Teaching STEM Means Teacher Learning. *Phi Delta Kappan*, 94(1), 36–40.
- Quang, L. and others. (2015). Integrated Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education through Active Experience of Designing Technical Toys in Vietnamese Schools. *British Journal of Education, Society & Behavioral Science*, 11(2), 1–12.
- Sparks, P. and Loucks–Norsley, S. (1989). Five models of Staff Development of Teacher. *Journal of Stall Development*, 19(4), 40–57.
- The Next Generation Science Standards. (2013). Developing and Using Models. *Mathematics in Science and Engineering*, 14(C), 27–45.





ภาคผนวก

พหุณํ ปณฺ ทิโต ชีเว



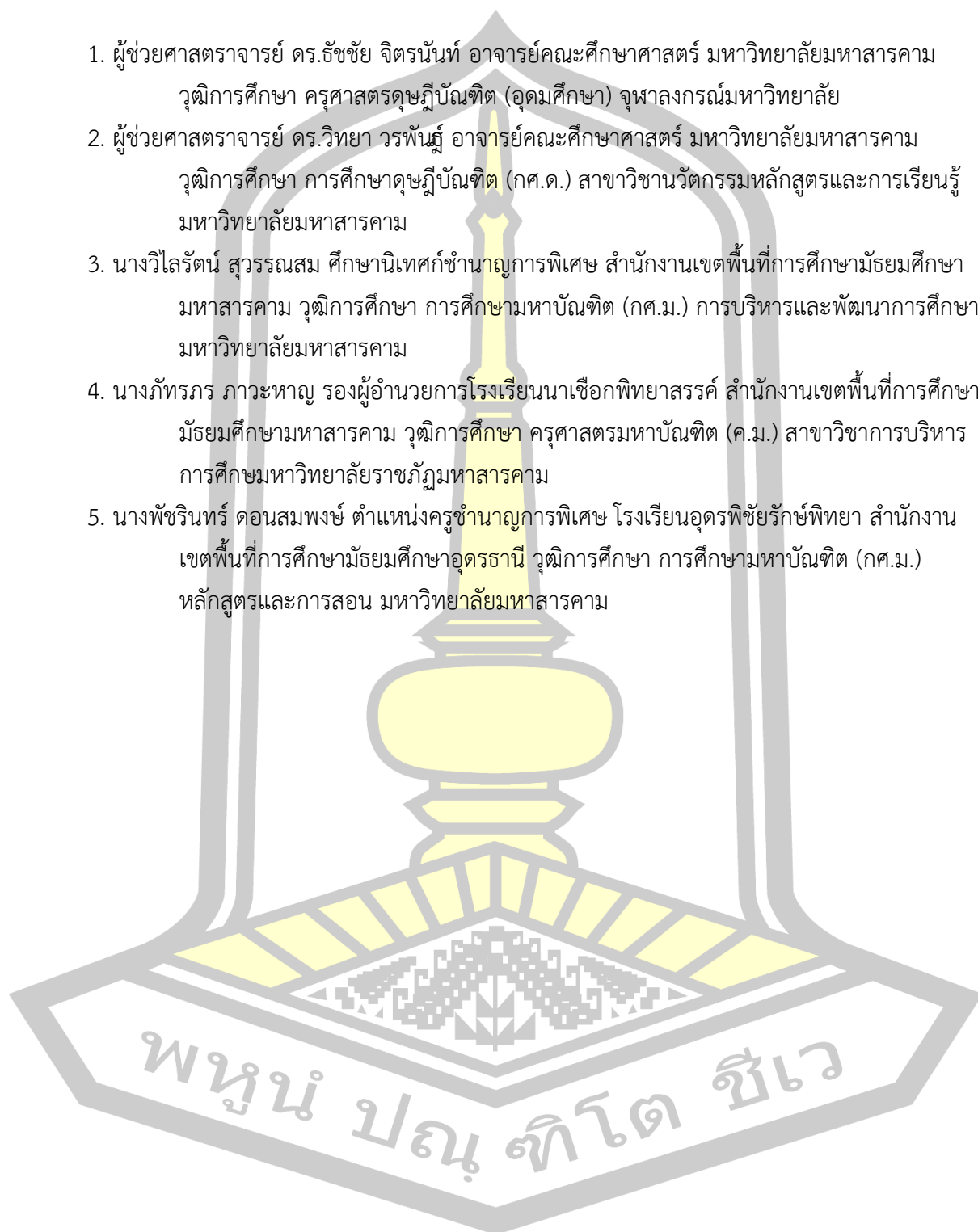
ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ

พหุมนั ปณุ ทิโต ชีเว

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

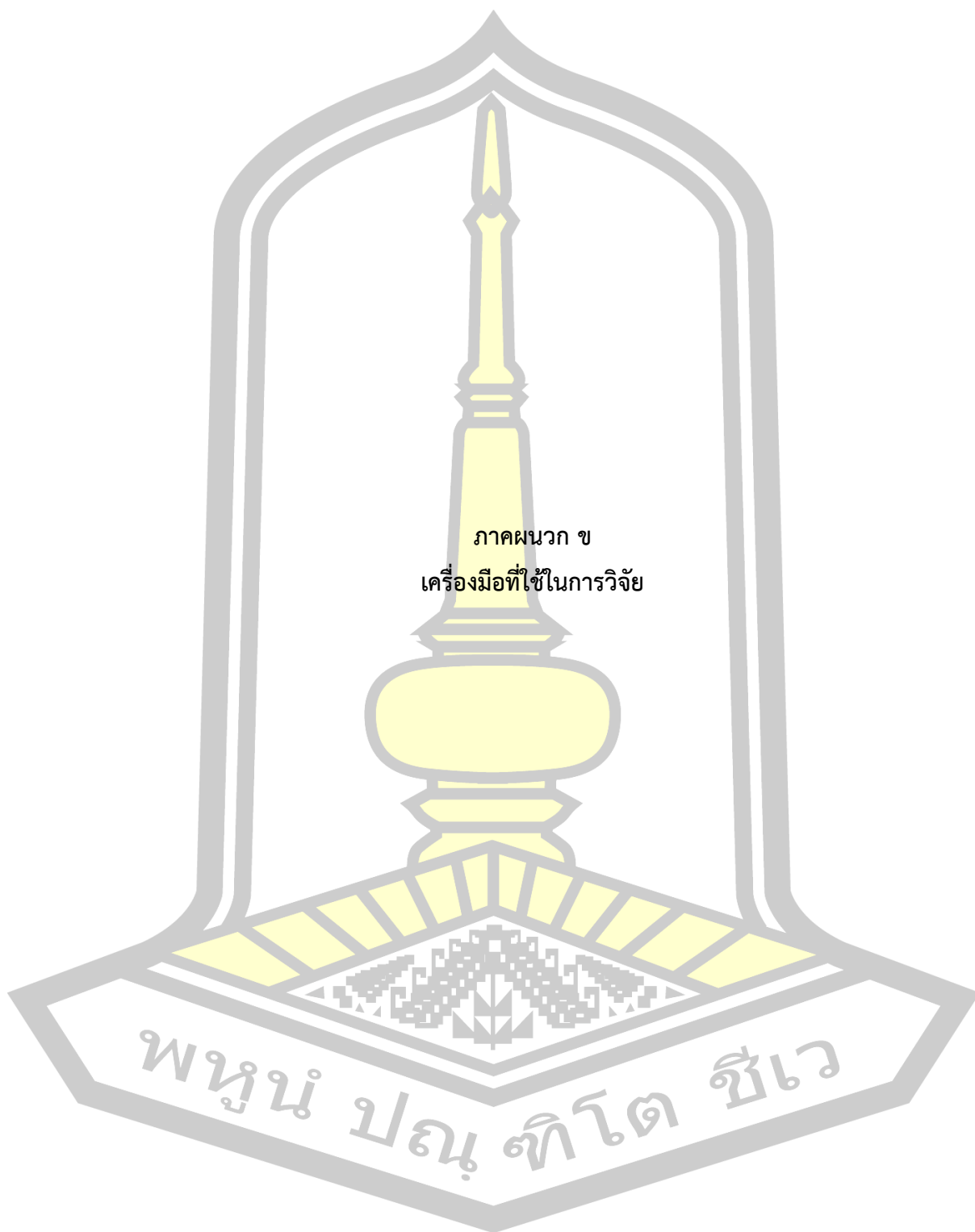
1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชชัย จิตรนนท์ อาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
วุฒิการศึกษา ครุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต (อุดมศึกษา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ อาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
วุฒิการศึกษา การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (กศ.ด.) สาขาวิชานวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
3. นางวิไลรัตน์ สุวรรณสม ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
มหาสารคาม วุฒิการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) การบริหารและพัฒนาศึกษา
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
4. นางภัทรภร ภาวะหาญ รองผู้อำนวยการโรงเรียนนาเชือกพิทยาสรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
มหาสารคาม วุฒิการศึกษา ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาการบริหาร
การศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
5. นางพัชรินทร์ ดอนสมพงษ์ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนอุดรพิชัยรัชภัทยา สำนักงาน
เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุดรธานี วุฒิการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.)
หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในตรวจสอบยืนยันประเมินความเหมาะสม และความเป็นไปได้โปรแกรม

1. ดร.นงลักษณ์ มีแก้ว ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
มหาสารคาม วุฒิกการศึกษา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
การศึกษา (หลักสูตรนานาชาติ) สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล
2. นางดาวใจ ศรีสองเมือง ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
มหาสารคาม วุฒิกการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม) สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
3. นายศิริพงษ์ ศาลาผาย รองผู้อำนวยการโรงเรียนผดุงนารี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
มหาสารคาม วุฒิกการศึกษา ศีษศาสตรมหาบัณฑิต (ศษ.ม) สาขาการบริหารการศึกษา
มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
4. นางสาวสุพัตรา ปิตจะยัง รองผู้อำนวยการโรงเรียนเหล่ายาววิทยาคาร สำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม วุฒิกการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.)
การบริหารและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
5. นางศิริพรรณ ศิริบุญนาม ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนผดุงนารี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
มัธยมศึกษามหาสารคาม วุฒิกการศึกษา หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.)
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม





ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พหุบัน ปณุ ทิโต ชีเว

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์
สำหรับการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของ
ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้ อยู่ในระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และความต้องการจำเป็นของการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม
2. แบบสอบถามฉบับนี้มุ่งตรวจสอบ เพื่อหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) โดยการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) ของแบบสอบถาม และข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
3. แบบสอบถามฉบับนี้มีทั้งหมด 3 ตอน
 - ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
 - ตอนที่ 2 สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ของการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัด สพม.มหาสารคาม เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า (rating Scale) ตามแบบของ Likert 5 ระดับ จำนวน 34 ข้อ
 - ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เป็นแบบสอบถามปลายเปิดให้ผู้ตอบ แบบสอบถามได้แสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
4. ขอความกรุณาผู้ทรงคุณวุฒิหรือท่านผู้เชี่ยวชาญ ช่วยพิจารณาร่างแบบสอบถามว่า มีความสอดคล้องกับตัวแปรของการวิจัยเรื่องนี้หรือไม่ ด้วยการให้คะแนนในแต่ละข้อคำถามในระบบ IOC โดยการทำเครื่องหมาย \checkmark ลงในช่องว่างเกณฑ์การให้คะแนนในระบบ IOC

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาไม่สอดคล้องกับตัวแปรและวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวแปรและวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา

ให้ +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวแปรและวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา
5. ผู้วิจัยขอความกรุณาท่านผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ให้ข้อเสนอแนะหรือความคิดเห็นเพิ่มเติมในประเด็นที่ยังไม่สมบูรณ์ โดยการเขียนข้อเสนอแนะไว้ท้ายข้อความนั้น ๆ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความกรุณาของท่านมา ณ โอกาสนี้

นางสาวปราณี ป้ากระโทก

นิสิตระดับปริญญาโท สาขาการบริหารและพัฒนาศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ข้อ	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1. การระบุปัญหา					
1	ครูกำหนดขอบเขตของปัญหา				
2	ครูช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา				
3	ครูจัดสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนเข้าใจปัญหา				
4	ครูตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาให้นักเรียนทุกคนเข้าใจได้ตรงกัน				
5	นักเรียนวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์				
6	นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ได้ตรงประเด็น				
2. การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา					
7	การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลที่น่าเชื่อถือ				
8	นักเรียนมีการสืบค้นจากหนังสือเรียน งานวิจัย หรือการสอบถามจากครูผู้สอน				
9	การทำแผนที่ความคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา				
10	กำหนดแนวทางการแก้ปัญหา				
11	ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมไว้				
3. การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา					
12	นักเรียนออกแบบเป็นร่างแนวคิดของแต่ละวิธีการแก้ปัญหา				
13	ประเมินร่างแนวคิดในท้ายที่สุดว่าควรจะเลือกเลือกวิธีแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้และดีที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติจริง				
14	นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหามากที่สุด				
15	นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหากจากร่างแนวคิด				
16	นักเรียนตรวจสอบแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาแล้วตรวจสอบผลลัพธ์ว่าตรงกันหรือไม่				
4. การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา					
17	นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์				

ข้อ	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
18	นักเรียนมีการกำหนดระยะเวลาในการดำเนินงานและกำหนดผู้รับผิดชอบงานในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน				
19	นักเรียนจัดทำรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินงาน				
20	ครูตรวจสอบและอนุมัติแผนปฏิบัติการ				
21	นักเรียนลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการตามที่ได้วางแผนไว้				
22	นักเรียนปฏิบัติงานตามแผนและรายงานความก้าวหน้าเป็นระยะ บันทึกความสำเร็จตามแผน				
5. การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน					
23	กำหนดประเด็นในการทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้น				
24	ครูวางรูปแบบของแบบประเมินรายการ หรือการเขียนบันทึกผลการทดสอบในแต่ละประเด็น				
25	ครูประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลาย				
26	นักเรียนวิเคราะห์ผลการทดสอบเพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือวิธีการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น				
27	นักเรียนต้องบันทึกสาเหตุ วิธีปรับปรุง				
28	นักเรียนขออนุมัติแผนการปรับปรุงต่อครูก่อนนำไปปรับปรุง				
6. การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน					
29	ครูเสนอแนะให้นักเรียนนำเสนอ อย่างเป็นขั้นตอน				
30	นักเรียนนำเสนอปัญหาอุปสรรคการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้				
31	ใช้ภาษาที่ทำให้ผู้ฟังเข้าใจ บุคลิกท่าทางในการพูด มีความมั่นใจ มีมารยาทในการพูด				
32	การสรุปเรื่องที่พูดได้ชัดเจนกระชับ				
6. การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (ต่อ)					
33	มีรายงานตามลำดับหัวข้อที่เตรียมมา				
34	เปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถาม				

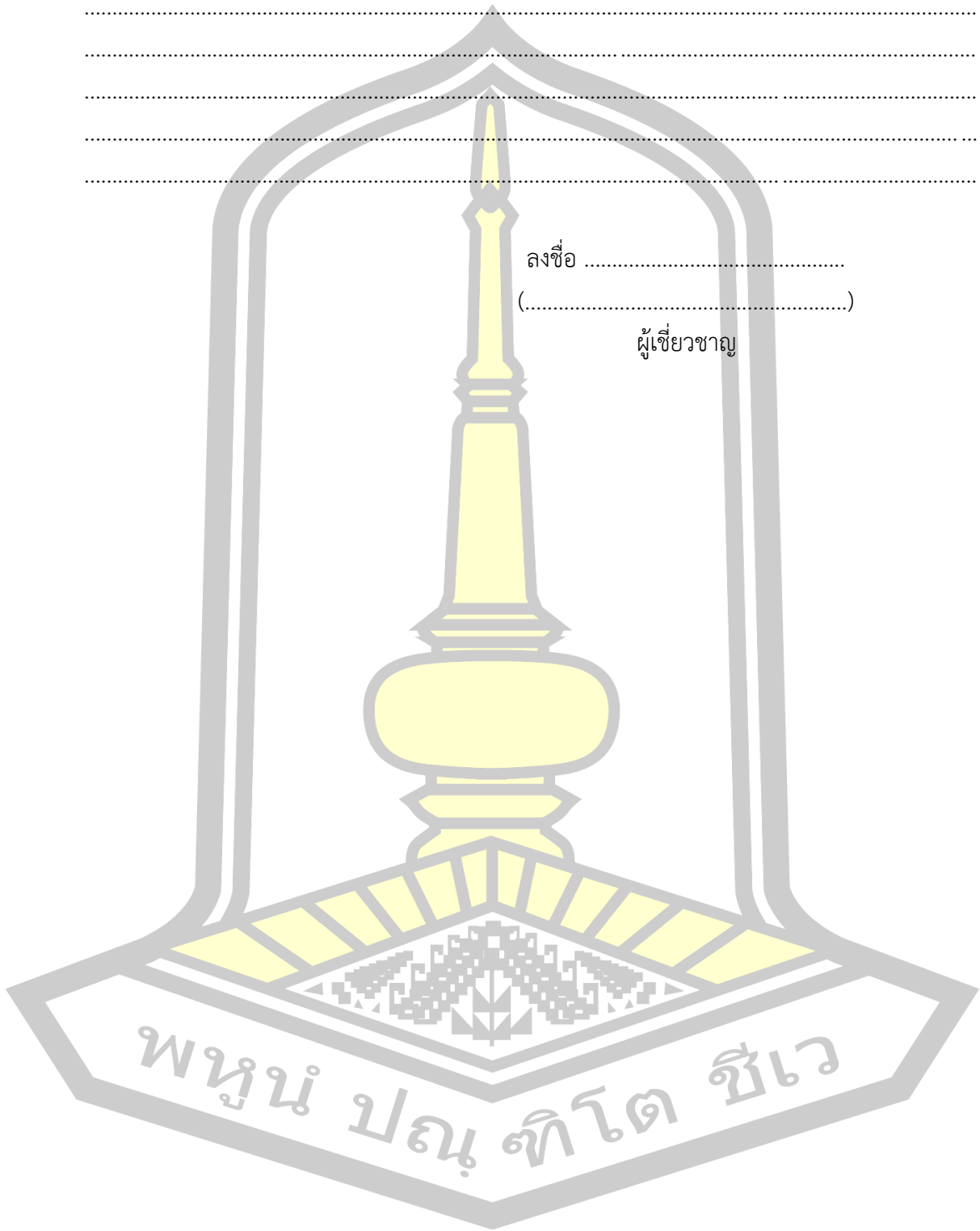
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

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

ลงชื่อ

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ



พหุจน์ ปณฺ ทิโต ชีเว

**แบบสอบถามสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
ของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
มัธยมศึกษามหาสารคาม สำหรับการวิจัย**

เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
มหาสารคาม

ผู้วิจัย นางสาวปราณี บำระโทก
นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยในหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
การบริหารและพัฒนาศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เรื่องการพัฒนา
โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อ
การศึกษาการพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จึงขอความกรุณาท่านให้ข้อมูลที่ตรง
กับความจริงมากที่สุด

2. แบบสอบถามฉบับนี้ประกอบด้วย 3 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ข้อคำถามเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม
ศึกษา

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน () หน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริงของผู้ตอบแบบสอบถาม

ระดับการศึกษา

() ปริญญาตรี () ปริญญาโท () ปริญญาเอก

ประสบการณ์การทำงาน

() น้อยกว่า 5 ปี () 5-10 ปี () 11-15 ปี () 16-20 ปี
() 21-25 ปี () 26-30 ปี () 31-35 ปี () 36 ปีขึ้นไป

ขนาดของสถานศึกษา

() ขนาดเล็ก () ขนาดกลาง () ขนาดใหญ่ () ขนาดใหญ่พิเศษ

ตอนที่ 2 ข้อคำถามเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

คำชี้แจง โปรดอ่านข้อคำถามแต่ละข้อโดยละเอียด แล้วพิจารณาว่าสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของท่าน อยู่ในระดับใด แล้วตัดสินใจทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงเพียงช่องเดียว โดยพิจารณาจากเกณฑ์ต่อไปนี้

ระดับ 5 หมายถึง สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์ อยู่ในระดับมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์ อยู่ในระดับมาก

ระดับ 3 หมายถึง สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์ อยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์ อยู่ในระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึง สภาพปัจจุบัน/สภาพที่พึงประสงค์ อยู่ในระดับน้อยที่สุด

พหุ ประถม ศึกษาศาสตร์

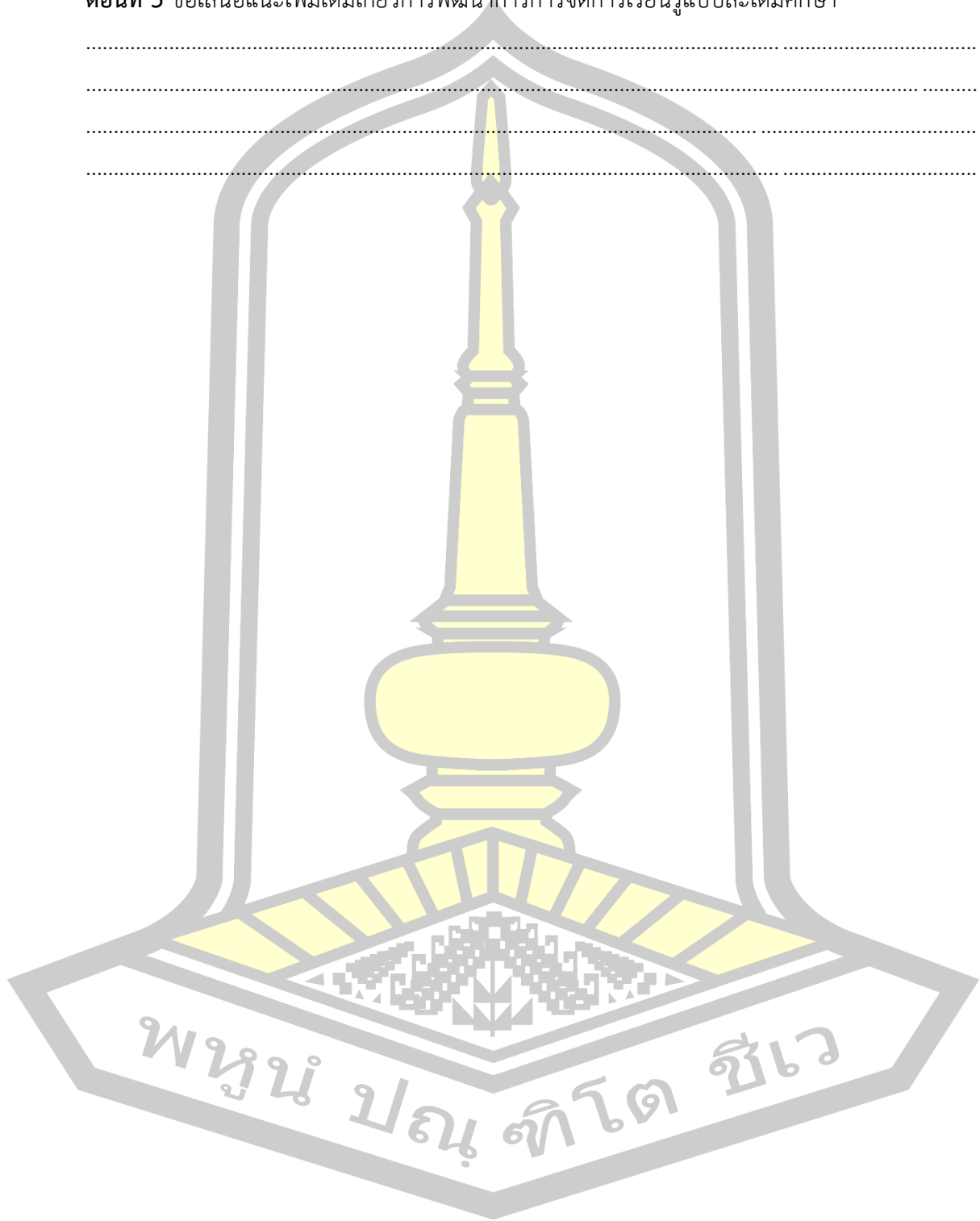
ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

.....

.....

.....

.....



แบบสัมภาษณ์สถานศึกษาที่มีวิธีปฏิบัติที่ดีเยี่ยม (Best practices)

สำหรับการวิจัย

เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

คำชี้แจง

1. แบบสัมภาษณ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย เรื่องการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม มีจุดมุ่งหมายเพื่อสัมภาษณ์ ผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้แทนที่ได้รับมอบหมายจากผู้บริหารโรงเรียน หัวหน้างานสะเต็มศึกษาหรือหัวหน้ากลุ่มสาระ ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา ที่มีวิธีปฏิบัติที่ดีเยี่ยม (Best Practices) เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2. แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

ตอนที่ 2 ประเด็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู

3. แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาที่มุ่งเน้นประโยชน์ใช้ในการวิจัยเท่านั้น ไม่มีผลกระทบหรือเกิดความเสียหายใด ๆ ต่อสถานศึกษาหรือบุคคลที่ให้สัมภาษณ์แต่อย่างใด จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้กรุณาให้ความร่วมมือในการตอบแบบสัมภาษณ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านในการสัมภาษณ์เป็นอย่างดี จึงขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

นางสาวปราณี ป้ากระโทก

นิสิตระดับปริญญาโท สาขาการบริหารและพัฒนาศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหุ ปรณ ภิโต ชีเว

แบบสัมภาษณ์สถานศึกษาที่มีวิธีปฏิบัติที่ดีเยี่ยม (Best practices)

สำหรับการวิจัย

เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

ตอนที่ 1 สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

1. ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์
2. ตำแหน่ง
3. สถานศึกษาสังกัด.....
4. วันที่สัมภาษณ์.....เดือน.....พ.ศ.เวลา.....

ตอนที่ 2 ประเด็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู

ในฐานะที่ท่านเป็นผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้แทนที่ได้รับมอบหมายจากผู้บริหารโรงเรียน
หัวหน้างานสะเต็มศึกษาหรือหัวหน้ากลุ่มสาระ หรือครูผู้สอนสะเต็มศึกษา มีหน้าที่และความ
รับผิดชอบในการขับเคลื่อนงานในโรงเรียนจนประสบความสำเร็จเป็นที่ประจักษ์ มีความเชี่ยวชาญ
มีความรู้ความสามารถและอุดมด้วยประสบการณ์ ท่านมีวิธีการพัฒนาและเสริมสร้างการจัดการ
เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูแต่ละกระบวนการอย่างไร

1. สถานศึกษาของท่านมีแนวปฏิบัติในด้านการระบุปัญหาในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของ
ครูอย่างไร
.....
2. สถานศึกษาของท่านมีแนวปฏิบัติในด้านการรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
อย่างไร
.....
3. สถานศึกษาของท่านมีแนวปฏิบัติในด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา อย่างไร
.....
4. สถานศึกษาของท่านมีแนวปฏิบัติในด้านการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไร
.....
5. สถานศึกษาของท่านมีแนวปฏิบัติในด้านการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข แก้ปัญหาหรือ
ชิ้นงานอย่างไร
.....
6. สถานศึกษาของท่านมีแนวปฏิบัติในด้านการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน
อย่างไร
.....

ขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์อย่างสูงยิ่ง

แบบประเมินโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

คำชี้แจง

แบบประเมินโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม เป็นเครื่องมือส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ นางสาวปราณี บำกระโทก นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

1. แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

2. แบบประเมินต่อไปนี้เป็นคำถามเกี่ยวกับโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ หลังจากที่ท่านได้ศึกษาโปรแกรมซึ่งผู้วิจัยได้แนบมาพร้อมแบบประเมินนี้

3. แบบประเมินนี้แบ่งเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ทรงคุณวุฒิ

ตอนที่ 2 การประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้

พูน ปรนุ ทิโต ชีเว

แบบประเมินโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ชื่อ-สกุล
2. ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง
3. สังกัดหน่วยงาน
4. วุฒิการศึกษาสูงสุด.....สาขา.....
5. ประสบการณ์การทำงาน.....ปี

ตอนที่ 2 ความเหมาะสมความเป็นไปได้ของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม
ศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
มัธยมศึกษามหาสารคาม

คำชี้แจง

1. โปรดพิจารณาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ว่า
มีความเหมาะสมและความเป็นไปได้เพียงใด

2. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็นแต่ละข้อคำถามโดยข้อความแต่ละช่อง
มีความหมายดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ มากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ มาก

ระดับ 3 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ น้อย

ระดับ 1 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ น้อยที่สุด

3. หากท่านเห็นว่าควรปรับปรุงหรือเพิ่มเติมประการใดกรุณาเขียนข้อมูลลงในข้อเสนอแนะ
และความคิดเห็นเพิ่มเติม

รายการประเมิน	ความเหมาะสม					ความเป็นไปได้				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1. หลักการ										
2. วัตถุประสงค์										
3. เนื้อหาและกิจกรรม										
Module 1 การระบุปัญหา										
Module 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา										
Module 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา										
Module 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา										
Module 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน										
Module 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน										
4. วิธีพัฒนา										
4.1 การเรียนรู้จากการพัฒนาตนเอง										
4.2 การเรียนรู้จากการจัดทีมแลกเปลี่ยนเรียนรู้										
4.3 การเรียนรู้จากการอบรม สัมมนา										
5. การประเมินผลโปรแกรม										
การประเมินความเข้าใจก่อน - หลัง การพัฒนา										
การประเมินความสามารถในการออกแบบจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา										
การประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมพัฒนา										

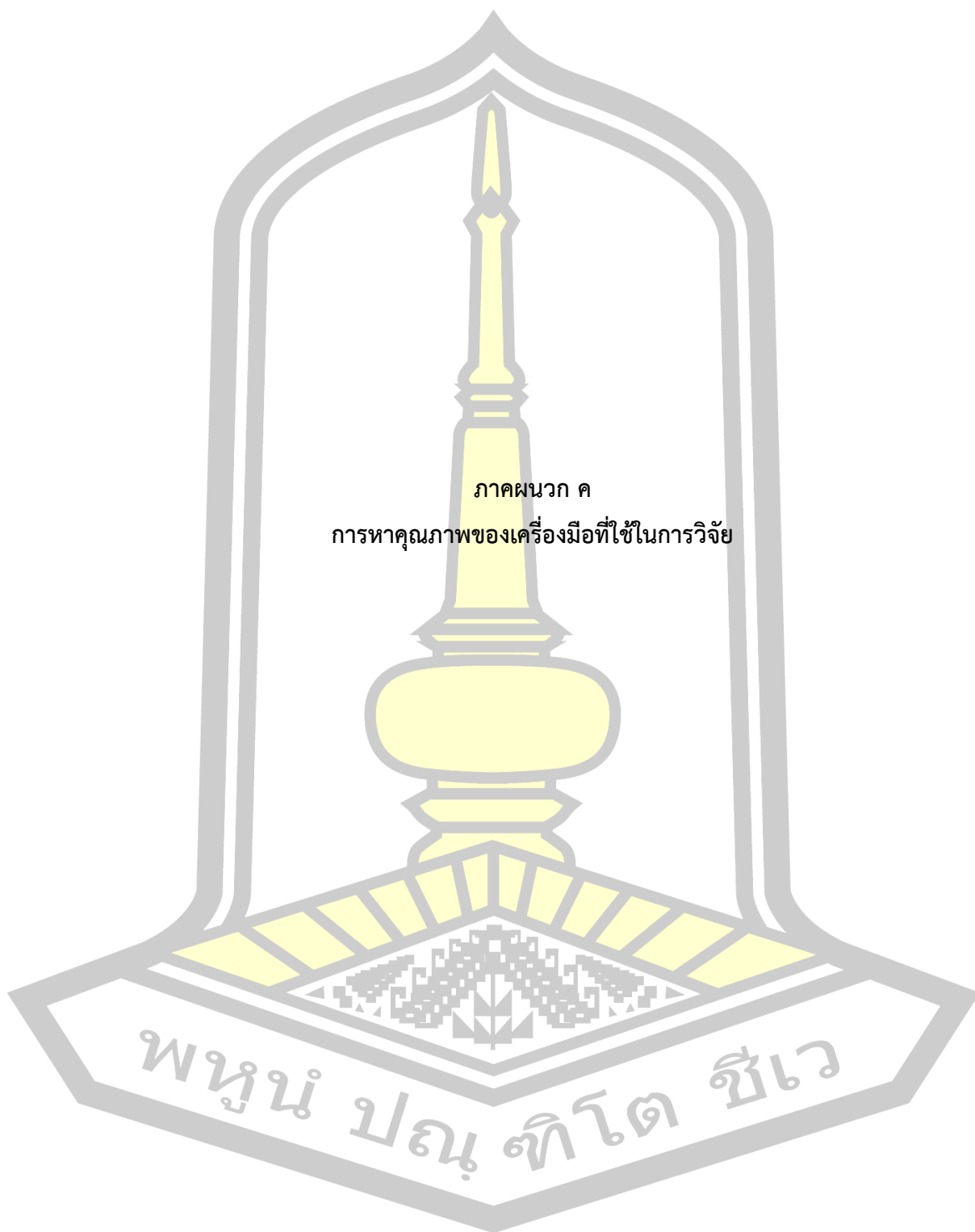
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

พจนันท์ ปณฺฑิต โสโธ ชีวะ

ลงชื่อ
 (.....)

ผู้เชี่ยวชาญ



ภาคผนวก ค

การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

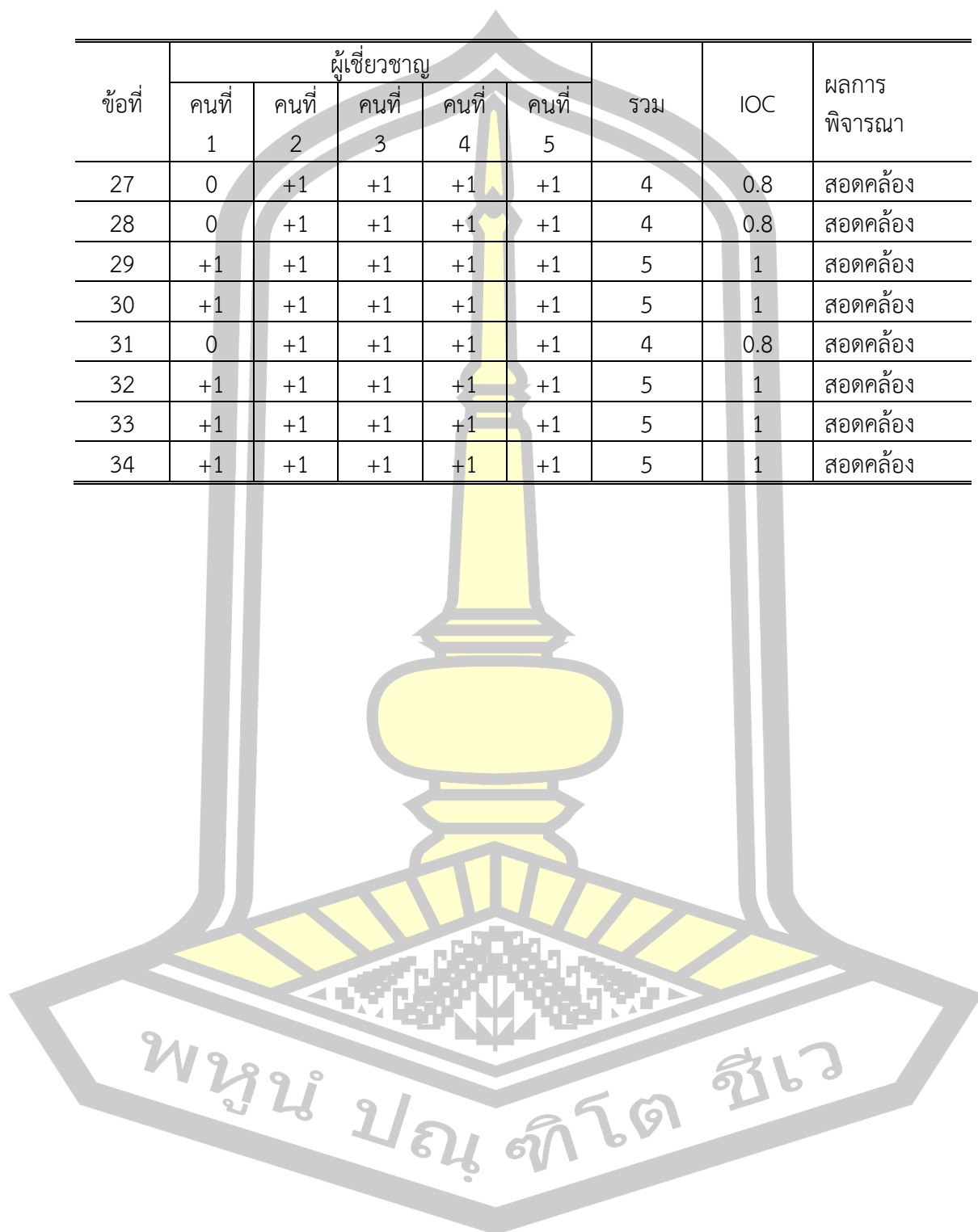
พหุ ประถม ชิต ชัยเว

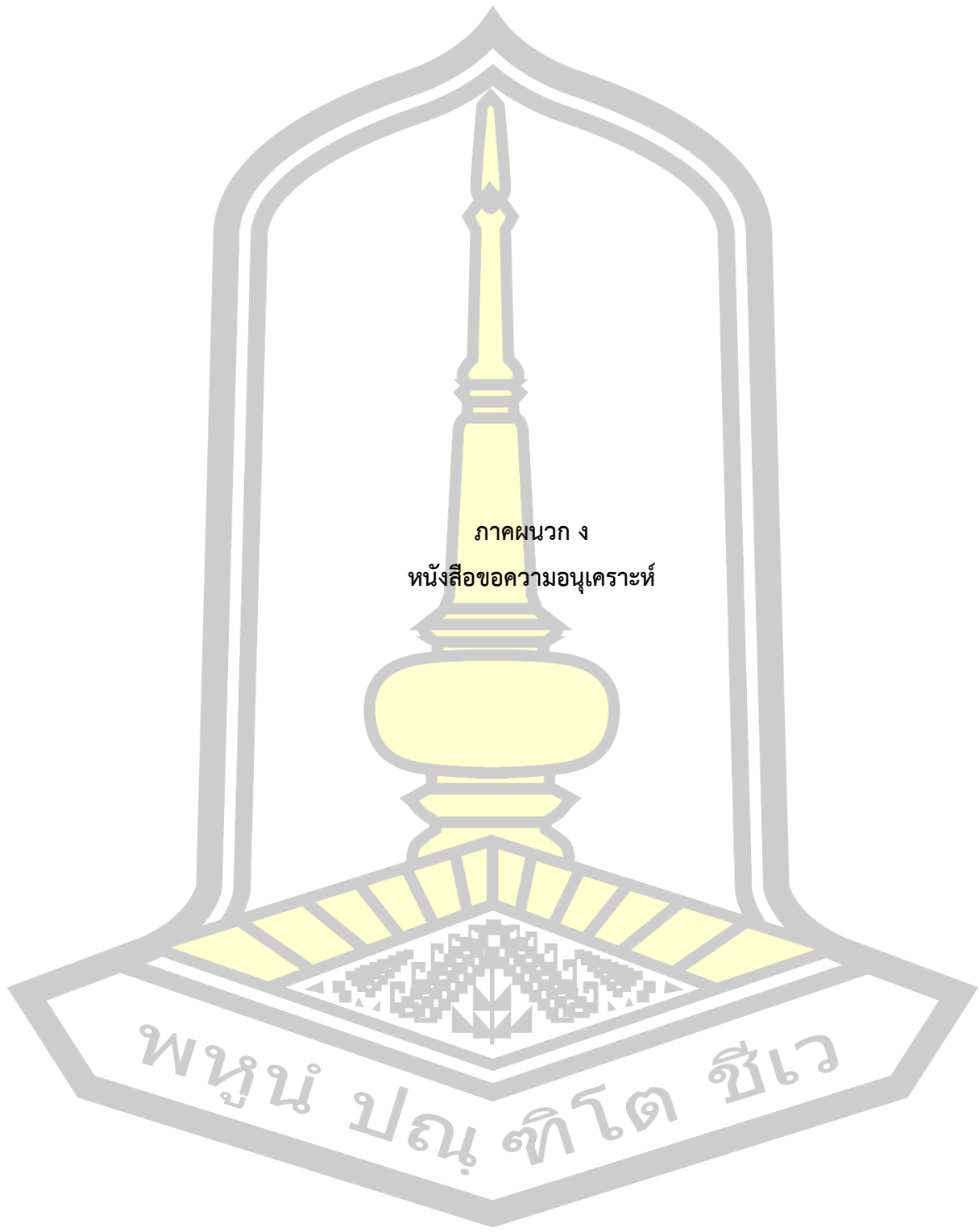
ตาราง 21 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เชิงเนื้อหาของแบบสอบถามการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้าง
การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการ พิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	0	+1	0	+1	+1	3	0.6	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
10	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
16	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
21	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
25	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 21 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
27	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
28	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
31	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง





ภาคผนวก ง
หนังสือขอความอนุเคราะห์

พหุบัณฑิตยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทรสาร. 0-4372-1764 ภายใน 6216

ที่ อว 0605.5(2)/ว2056

วันที่ 26 กรกฎาคม 2567

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัชชัย จิตรนนท์

ด้วย นางสาวปราณี ป้ากระโทก นิสิตรระดับปริญญาโท สาขาการบริหารและพัฒนาศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม" ซึ่งเป็นงานวิจัยในรายวิชา (กศ.ม.) การบริหารและพัฒนาศึกษา โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรณ นามวรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้นำไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทรสาร. 0-4372-1764 ภายใน 6216

ที่ อว 0605.5(2)/ว2056

วันที่ 26 กรกฎาคม 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์

ด้วย นางสาวปราณี ป้ากระโทก นิสิตระดับปริญญาโท สาขาการบริหารและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม" ซึ่งเป็นงานวิจัยในรายวิชา (กศ.ม.) การบริหารและพัฒนาการศึกษา โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ธรินธร นามวรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้นำไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



อว 0605.5(2)/ ว2056

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

26 กรกฎาคม 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางวิไลรัตน์ สุวรรณสม

ด้วย นางสาวปราณี ป้ากระโทก นิสิตระดับปริญญาโท สาขาการบริหารและพัฒนาศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม" ซึ่งเป็นงานวิจัยในรายวิชา (กศ.ม.) การบริหารและพัฒนาศึกษา โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ธรินธร นามวรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ในครั้งนี เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216

โทรสาร 0-4371-3147



ที่ อว 0605.5(2)/2122

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

2 สิงหาคม 2567

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางสาวภัทรภร ภาวะหาญ

ด้วย นางสาวปราณี ป้ากระโทก นิสิตระดับปริญญาโท สาขาการบริหารและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การบริหารและพัฒนาการศึกษา โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ธรินธร นามวรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216

โทรสาร 0-4371-3147



อว 0605.5(2)/ ว2056

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

26 กรกฎาคม 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางพัชรินทร์ ดอนสมพงษ์

ด้วย นางสาวปราณี ป้ากระโทก นิสิตระดับปริญญาโท สาขาการบริหารและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม" ซึ่งเป็นงานวิจัยในรายวิชา (กศ.ม.) การบริหารและพัฒนาการศึกษา โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ธรินธร นามวรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ในครั้งนี เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216

โทรสาร 0-4371-3147



ที่ อว 0605.5(2)/ว2306

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

21 สิงหาคม 2567

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์ทดลองใช้เครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

ด้วย นางสาวปราณี ป้ากระโทก นิสิตระดับระดับปริญญาโท สาขาวิชาการบริหารและพัฒนา การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนา โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การบริหารและพัฒนาการศึกษา โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ธรินธร นามวรรณ เป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขออนุมัติครุภัณฑ์จากท่านอนุญาตให้นิสิตคนดังกล่าวเข้าทดลองใช้ เครื่องมือวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216

โทรสาร 0-4371-3147



ที่ อว 0605.5(2)/ ว2331

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

21 สิงหาคม 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

ด้วย นางสาวปราณี ป้ากระโทก นิสิตระดับระดับปริญญาโท สาขาวิชาการบริหารและพัฒนา การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนา โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม " ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การบริหารและพัฒนาการศึกษา โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ธรินธร นามวรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางสาวปราณี ป้ากระโทก เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการ ในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216
โทรสาร 0-4371-3147

แบบสอบถามสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
ของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
มัธยมศึกษามหาสารคาม สำหรับการวิจัย

เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการ
เรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม
ผู้วิจัย นางสาวปราณี ป้ากระโทก
นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สแกน QR Code



หรือเข้าที่ Link : <https://forms.gle/CA116nUMMFx8MZJS6>

พูน ปณ ทิโต ชีเว



ที่ อว 0605.5(2)/ ว643

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

10 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เข้าสัมภาษณ์โรงเรียนที่มีแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice)

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุคุณนารี

ด้วย นางสาวปราณี ป้ากระโทก นิสิตระดับปริญญาโท สาขาการบริหารและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การบริหารและพัฒนาการศึกษา โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ธริณธร นามวรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์เข้าสัมภาษณ์โรงเรียนที่มีแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป ทั้งนี้ นิสิตจักได้ประสานวัน เวลา และสถานที่จัดประชุมกับท่านอีกครั้ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์ 0-4374-3174

เบอร์โทรศัพท์นิสิต 0975429956



ที่ อว 0605.5(2)/ ว643

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

10 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เข้าสัมภาษณ์โรงเรียนที่มีแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice)

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนผดุงนารี

ด้วย นางสาวปราณี ป้ากระโทก นิสิตระดับปริญญาโท สาขาการบริหารและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การบริหารและพัฒนาการศึกษา โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ธรินธร นามวรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์เข้าสัมภาษณ์โรงเรียนที่มีแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป ทั้งนี้ นิสิตจักได้ประสานวัน เวลา และสถานที่จัดประชุมกับท่านอีกครั้ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขาธิการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4374-3174
เบอร์โทรศัพท์นิสิต 0975429956



ที่ อว 0605.5(2)/ ว643

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

10 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เข้าสัมภาษณ์โรงเรียนที่มีแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice)

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนขอนแก่นวิทยายน

ด้วย นางสาวปราณี ป้ากระโทก นิสิตระดับปริญญาโท สาขาการบริหารและพัฒนการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรม เสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การบริหารและพัฒนการศึกษา โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ธรินธร นามวรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์เข้าสัมภาษณ์โรงเรียนที่มีแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป ทั้งนี้ นิสิตจักได้ประสานวัน เวลา และ สถานที่จัดประชุมกับท่านอีกครั้ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์ 0-4374-3174

เบอร์โทรศัพท์นิสิต 0975429956



คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

ที่ อว 0605.5(2)/ ว651

10 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน นางสาวใจ ศรีสองเมือง

ด้วย นางสาวปราณี ป้ากระโทก นิสิตระดับปริญญาโท สาขาการบริหารและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การบริหารและพัฒนาการศึกษา โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ธรินธร นามวรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิตินจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216

เบอร์โทรศัพท์นิติน 0975429956



ที่ อว 0605.5(2)/ ว651

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

10 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน นายศิริพงษ์ ศาลาผาย

ด้วย นางสาวปราณี ป้ากระโทก นิสิตระดับปริญญาโท สาขาการบริหารและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การบริหารและพัฒนาการศึกษา โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ธรินธร นามวรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิตินจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216
เบอร์โทรศัพท์นิติน 0975429956



ที่ อว 0605.5(2)/ ว651

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

10 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน ดร.ศิริพรรณ ศิริบุญนาม

ด้วย นางสาวปราณี ป้ากระโทก นิสิตระดับปริญญาโท สาขาการบริหารและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การบริหารและพัฒนาการศึกษา โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ธรินธร นามวรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิตินจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216
เบอร์โทรศัพท์นิสิต 0975429956



ที่ อว 0605.5(2)/ ว651

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

10 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน นางสาวสุพัตรา ปิดจะยัง

ด้วย นางสาวปราณี ป้ากระโทก นิสิตระดับปริญญาโท สาขาการบริหารและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การบริหารและพัฒนาการศึกษา โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ธรินธร นามวรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216

เบอร์โทรศัพท์นิสิต 0975429956



ที่ อว 0605.5(2)/ ว651

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

10 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน ดร.นงลักษณ์ มีแก้ว

ด้วย นางสาวปราณี ป้ากระโทก นิสิตระดับปริญญาโท สาขาการบริหารและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การบริหารและพัฒนาการศึกษา โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ธรินธร นามวรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216

เบอร์โทรศัพท์นิสิต 0975429956



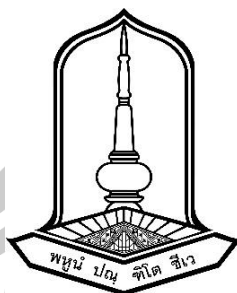
ภาคผนวก จ

ตัวอย่างคู่มือโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

พหุ ประทีป ชีวะ



คู่มือโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงาน
เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

โดย
ปราณี ป้ากระโทก

นิสิตระดับการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คำนำ

โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหาและกิจกรรม วิธีพัฒนา การประเมินผลโปรแกรม และเอกสารประกอบ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโปรแกรมนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับครู และบุคลากรทางการศึกษา หรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีความประสงค์จะพัฒนาเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ครูได้มีโอกาสพัฒนาตัวเองไปสู่ความเป็นครูมืออาชีพสามารถปฏิบัติหน้าที่ของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพและดำเนินงานด้านการจัดการศึกษาให้บรรลุวัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายที่มีคุณภาพของการจัดการศึกษาทุกระดับ ให้ครูสามารถนำความรู้ ความเข้าใจ ที่ได้จากการพัฒนาไปดำเนินการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนต่อไป

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

ปราณี ป้ากระโทก



โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

1. หลักการ

สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทาง วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดทำขึ้นเพื่อนำไปใช้พัฒนาครูผู้สอนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พัฒนาศักยภาพครูให้มี สมรรถนะด้านการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมให้ครูสามารถนำ ความรู้ ความเข้าใจ และการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนต่อไป

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อพัฒนาครูให้มีความรู้ความเข้าใจในการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
- 2.2 เพื่อพัฒนาครูให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

3. เนื้อหาและกิจกรรม

เนื้อหาและกิจกรรมของโปรแกรมโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษา มัธยมศึกษามหาสารคาม แบ่งออกเป็น 6 Module ได้แก่

Module 1 การระบุปัญหา คือ ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา จัดสิ่งแวดล้อมให้ นักเรียนเข้าใจปัญหา ตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาให้นักเรียนทุกคนเข้าใจตรงกัน ทำให้นักเรียน มองเห็นปัญหา และวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์และสามารถระบุปัญหาจาก สถานการณ์ได้ตรงประเด็น ประกอบด้วย

1. การสร้างบรรยากาศหรือจัดสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออก
2. การกระตุ้นให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา
3. การกำหนดจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาให้นักเรียนทุกคนเข้าใจได้ตรงกัน
4. การเชื่อมโยงความรู้โดยอาศัยประสบการณ์เดิม
5. การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อให้ระบุปัญหาได้ตรงประเด็น

Module 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา คือ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลที่น่าเชื่อถือ สืบค้นจากเอกสาร บทความ งานวิจัย การสอบถามจากครูผู้สอน การทดลองทางวิทยาศาสตร์ การทำแผนที่ความคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา กำหนดแนวทางการแก้ปัญหา การพิจารณาเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสม และตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมไว้ ประกอบด้วย

1. การเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกในการสืบค้นข้อมูล
2. การตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ และจากหลายแหล่ง
3. การนำข้อมูลที่นำมาสรุปเป็นของตนเอง เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา
4. การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

Module 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา คือ การร่างแนวคิดของแต่ละวิธี ประเมินร่างแนวคิดเลือกวิธีแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้และดีที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติจริง เลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหามากที่สุด ประกอบด้วย

1. การออกแบบร่างแนวคิดของงานตนเอง
2. การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม
3. การตรวจสอบขั้นตอนและความเหมาะสม
4. การประเมินร่างแนวคิด

Module 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา คือ กำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดระยะเวลาในการดำเนินงาน กำหนดผู้รับผิดชอบงานในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน เขียนแผนการปฏิบัติการ ลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการตามที่ได้วางแผนไว้ และรายงานความก้าวหน้าเป็นระยะ บันทึกความสำเร็จตามแผน ประกอบด้วย

1. การกำหนดวัตถุประสงค์ จัดทำรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน
2. การลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินงาน
3. การให้คำปรึกษาในการแก้ปัญหาในวิธีการอื่น ๆ
4. การรายงานความก้าวหน้า และบันทึกความสำเร็จตามแผน

Module 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน คือ กำหนดประเด็นในการทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้น ระดมความคิดในการทดสอบผลงาน ควรจะทดสอบด้วยวิธีใด มีการวางรูปแบบของแบบประเมินรายการ หรือการเขียนบันทึกผลการทดสอบในแต่ละประเด็น ประเมินผลงานตนเอง ผลการทดสอบเพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือวิธีการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ประกอบด้วย

1. กำหนดประเด็นในการทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของชิ้นงาน
2. การประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลาย
3. การจัดทำวิธีการประเมินตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ร่วมกับนักเรียน

4. การวิเคราะห์ ผลการทดสอบเพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน

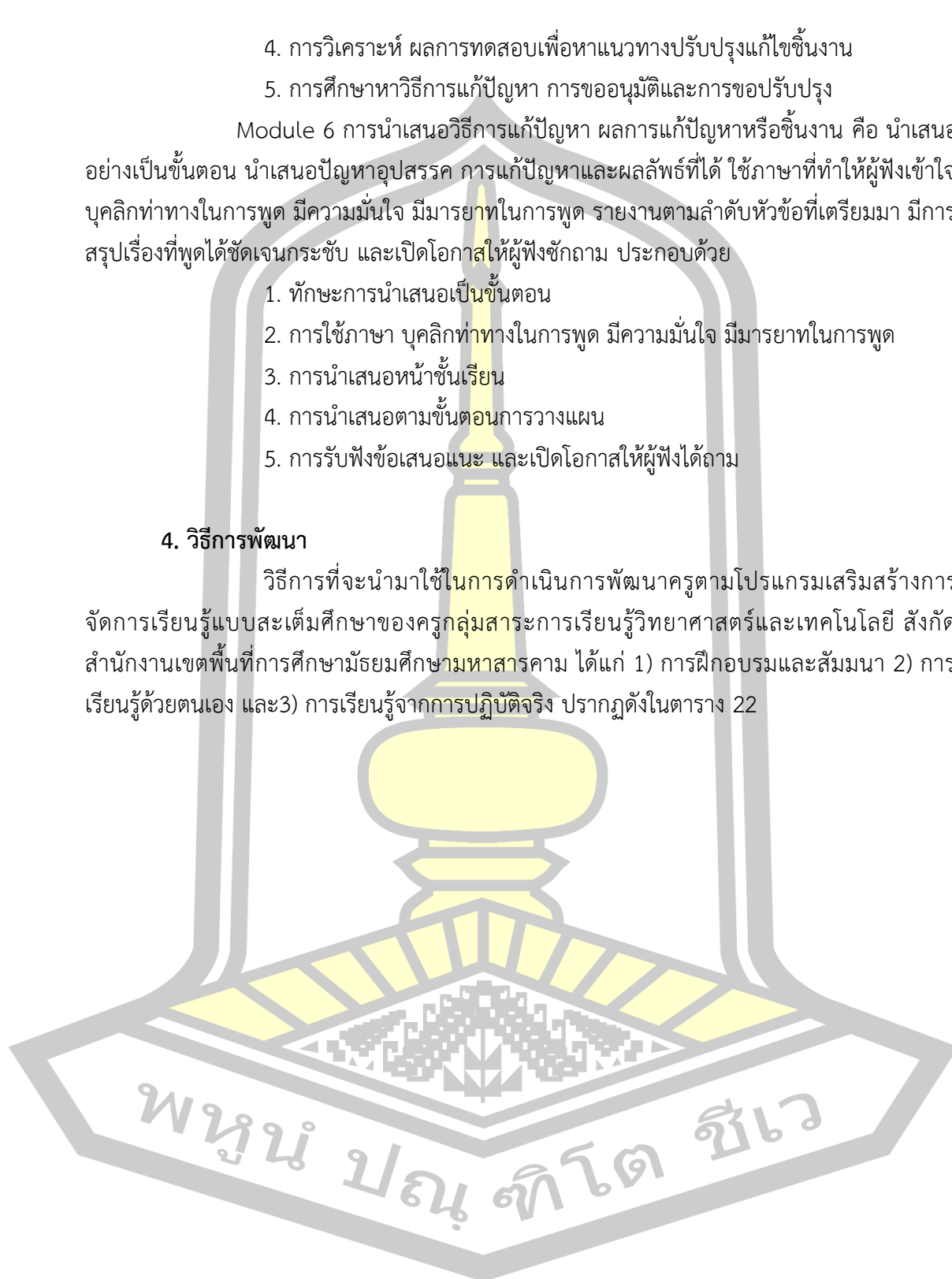
5. การศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหา การขออนุมัติและการขอปรับปรุง

Module 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน คือ นำเสนอ
 อย่างเป็นขั้นตอน นำเสนอปัญหาอุปสรรค การแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้ ใช้ภาษาที่ทำให้ผู้ฟังเข้าใจ
 บุคลิกท่าทางในการพูด มีความมั่นใจ มีมารยาทในการพูด รายงานตามลำดับหัวข้อที่เตรียมมา มีการ
 สรุปเรื่องที่พูดได้ชัดเจนกระชับ และเปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถาม ประกอบด้วย

1. ทักษะการนำเสนอเป็นขั้นตอน
2. การใช้ภาษา บุคลิกท่าทางในการพูด มีความมั่นใจ มีมารยาทในการพูด
3. การนำเสนอหน้าชั้นเรียน
4. การนำเสนอตามขั้นตอนการวางแผน
5. การรับฟังข้อเสนอแนะ และเปิดโอกาสให้ผู้ฟังได้ถาม

4. วิธีการพัฒนา

วิธีการที่จะนำมาใช้ในการดำเนินการพัฒนาครูตามโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ได้แก่ 1) การฝึกอบรมและสัมมนา 2) การเรียนรู้ด้วยตนเอง และ3) การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ปรากฏดังในตาราง 22



ตาราง 22 แผนการดำเนินโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
มหาสารคาม

องค์ประกอบ	กระบวนการพัฒนา	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้	ระยะเวลา	การ ประเมินผล
Module 1 การระบุปัญหา				
1. การสร้างบรรยากาศหรือจัดสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออก 2. การกระตุ้นให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา 3. การกำหนดจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาให้นักเรียนทุกคนเข้าใจได้ตรงกัน 4. การเชื่อมโยงความรู้โดยอาศัยประสบการณ์เดิม 5. การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อให้ระบุปัญหาได้ตรงประเด็น	1. การฝึกอบรมและสัมมนา 2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	1. เอกสารประกอบการอบรม 2. ใบงาน 3. คอมพิวเตอร์ 4. เครื่องพิมพ์ 5. แบบประเมินการระบุปัญหา	3 ชั่วโมง 3 ชั่วโมง 3 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง 4 ชั่วโมง	ประเมินการปฏิบัติตามรายการในแบบประเมินการระบุปัญหา
Module 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (13 ชั่วโมง)				
1. การเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกในการสืบค้นข้อมูล 2. การตรวจสอบข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ และจากหลายแหล่ง 3. การนำข้อมูลที่ได้มาสรุปเป็นของตนเอง เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา	1. การฝึกอบรมและสัมมนา 2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	1. เอกสารประกอบการอบรม 2. ใบงาน 3. คอมพิวเตอร์ 4. เครื่องพิมพ์ 5. แบบประเมินการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	2 ชั่วโมง 3 ชั่วโมง 4 ชั่วโมง 4 ชั่วโมง	ประเมินการปฏิบัติตามรายการในแบบประเมินการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ตาราง 22 (ต่อ)

องค์ประกอบ	กระบวนการพัฒนา	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้	ระยะเวลา	การ ประเมินผล
4. การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด				
Module 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (12 ชั่วโมง)				
1. การออกแบบร่างแนวคิดของงานตนเอง	1. การฝึกอบรมและสัมมนา	1. เอกสารประกอบการอบรม	5 ชั่วโมง	ประเมินการปฏิบัติตามรายการในแบบประเมิน
2. การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม	2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	2. ใบงาน	3 ชั่วโมง	การออกแบบวิธีการ
3. การตรวจสอบขั้นตอนและความเหมาะสม		3. คอมพิวเตอร์	2 ชั่วโมง	แก้ปัญหา
4. การประเมินร่างแนวคิด		4. เครื่องพิมพ์	2 ชั่วโมง	
		5. แบบประเมินการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา		
Module 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (10 ชั่วโมง)				
1. การกำหนดวัตถุประสงค์จัดทำรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน	1. การฝึกอบรมและสัมมนา	1. เอกสารประกอบการอบรม	4 ชั่วโมง	ประเมินการปฏิบัติตามรายการในแบบประเมิน
2. การลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินงาน	2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	2. ใบงาน	2 ชั่วโมง	การวางแผนและ
3. การให้คำปรึกษาในการแก้ปัญหาในวิธีการอื่น ๆ		3. คอมพิวเตอร์	2 ชั่วโมง	ดำเนินการแก้ปัญหา
4. การรายงานความก้าวหน้า และบันทึกความสำเร็จตามแผน		4. เครื่องพิมพ์	2 ชั่วโมง	
		5. แบบประเมินการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	2 ชั่วโมง	
Module 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (6 ชั่วโมง)				
1. กำหนดประเด็นในการทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของชิ้นงาน	1. การฝึกอบรมและสัมมนา	1. เอกสารประกอบการอบรม	1 ชั่วโมง	ประเมินการปฏิบัติตามรายการในแบบประเมิน
2. การประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลาย	2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	2. ใบงาน	2 ชั่วโมง	

ตาราง 22 (ต่อ)

องค์ประกอบ	กระบวนการพัฒนา	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้	ระยะเวลา	การ ประเมินผล
3. การจัดทำวิธีการประเมิน ตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ร่วมกับนักเรียน 4. การวิเคราะห์ ผลการ ทดสอบเพื่อหาแนวทาง ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน 5. การศึกษาหาวิธีการ แก้ปัญหา การขออนุมัติและ การขอปรับปรุง		3. คอมพิวเตอร์ 4. เครื่องพิมพ์ 5. แบบประเมิน การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง แก้ไข การ แก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน	1 ชั่วโมง 1 ชั่วโมง 1 ชั่วโมง	การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง แก้ไข การ แก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน
Module 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (6 ชั่วโมง)				
1. ทักษะการนำเสนอเป็น ขั้นตอน 2. การใช้ภาษา บุคลิก ท่าทางในการพูด มีความ มั่นใจ มีมารยาทในการพูด 3. การนำเสนอหน้าชั้นเรียน 4. การนำเสนอตามขั้นตอน การวางแผน 5. การรับฟังข้อเสนอแนะ และเปิดโอกาสให้ผู้ฟังได้ ถาม	1. การฝึกอบรมและ สัมมนา 2. การเรียนรู้ด้วย ตนเอง 3. การเรียนรู้ จากการปฏิบัติจริง	1. เอกสาร ประกอบการ อบรม 2. ใบงาน 3. คอมพิวเตอร์ 4. เครื่องพิมพ์ 5. แบบประเมิน การนำเสนอ วิธีการ แก้ปัญหา ผล การแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน	1 ชั่วโมง 1 ชั่วโมง 1 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง 1 ชั่วโมง	ประเมินการ ปฏิบัติตาม รายการใน แบบประเมิน การนำเสนอ วิธีการ แก้ปัญหา ผล การแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน



5. การประเมินผลโปรแกรม

การประเมินผลโปรแกรม	ตัวชี้วัดความสำเร็จ	วิธีการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้
1. การประเมินความเข้าใจก่อน - หลัง การพัฒนา	ร้อยละ 80 ของคณะครูที่เข้าร่วมการพัฒนา หลังการพัฒนา มีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สูงขึ้นก่อนการพัฒนา	การประเมิน	แบบประเมินความเข้าใจก่อน - หลัง การพัฒนา (pre test - post test)
2. การประเมินความสามารถในการออกแบบจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	ร้อยละ 80 ของคณะครูที่เข้าร่วมการพัฒนา สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ได้ในระดับดีขึ้นไป	-การสังเกต -การประเมิน	- แบบสังเกต - แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
3. การประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมพัฒนา	ร้อยละ 80 ของคณะครูที่เข้าร่วมพัฒนามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากขึ้นไป	การประเมินความพึงพอใจ	แบบประเมินความพึงพอใจ

แผนผังของโปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ดังภาพประกอบ 4



โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

หลักการ

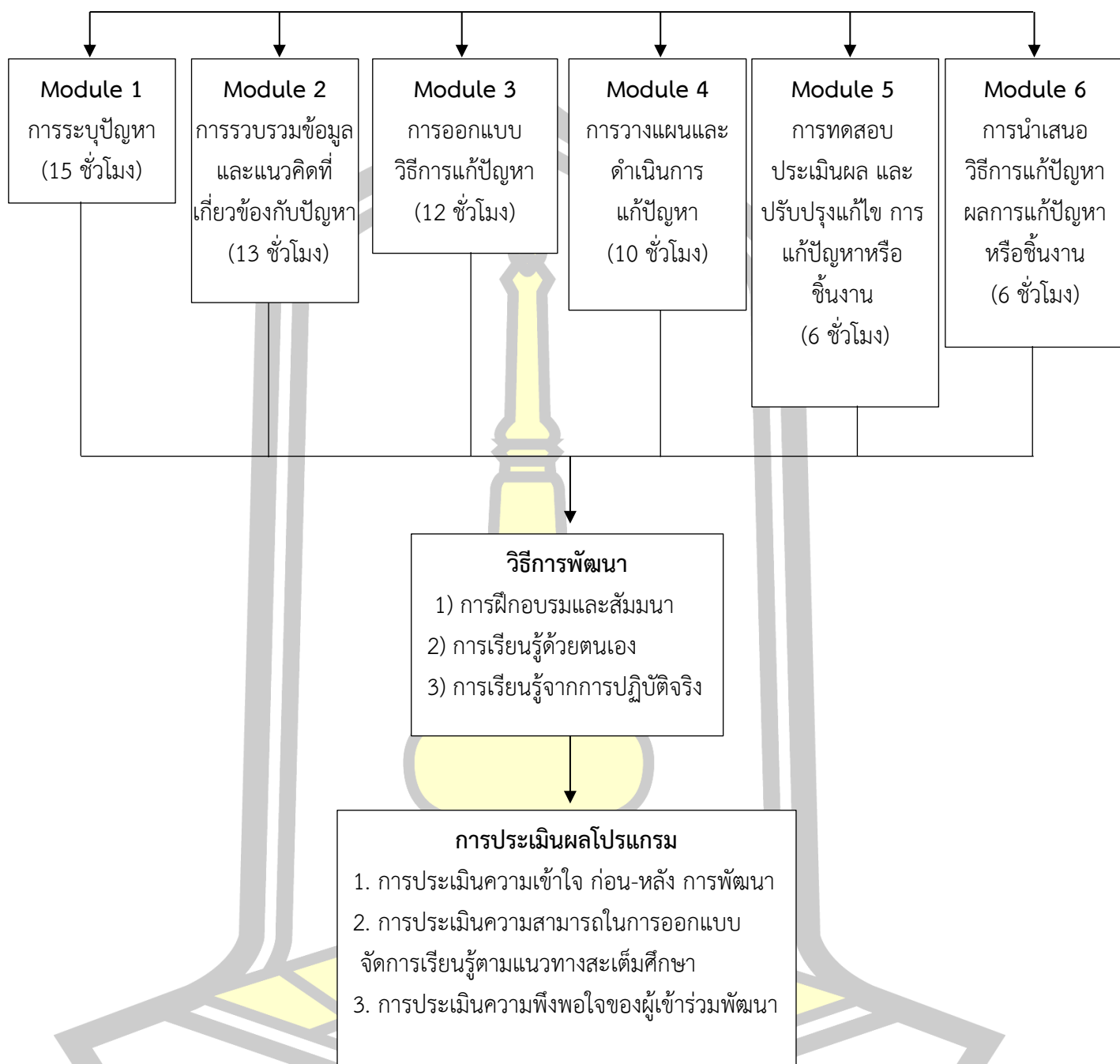
สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูล และวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดทำขึ้นเพื่อนำไปใช้พัฒนาครูผู้สอนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พัฒนาศักยภาพครูให้มีสมรรถนะด้านการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมให้ครูสามารถนำความรู้ ความเข้าใจ และการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนต่อไป

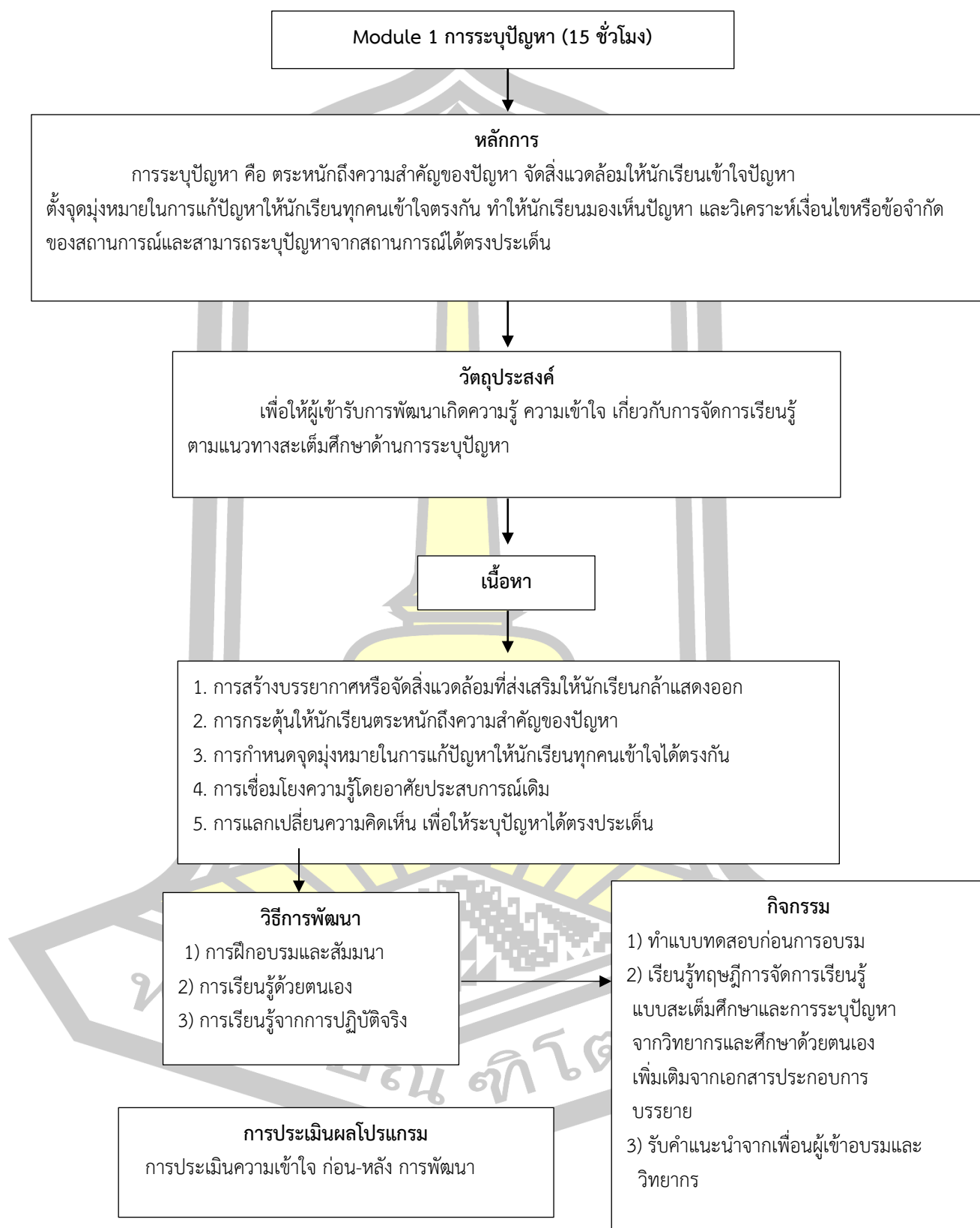
วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาครูให้มีความรู้ความเข้าใจในการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
2. เพื่อพัฒนาครูให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

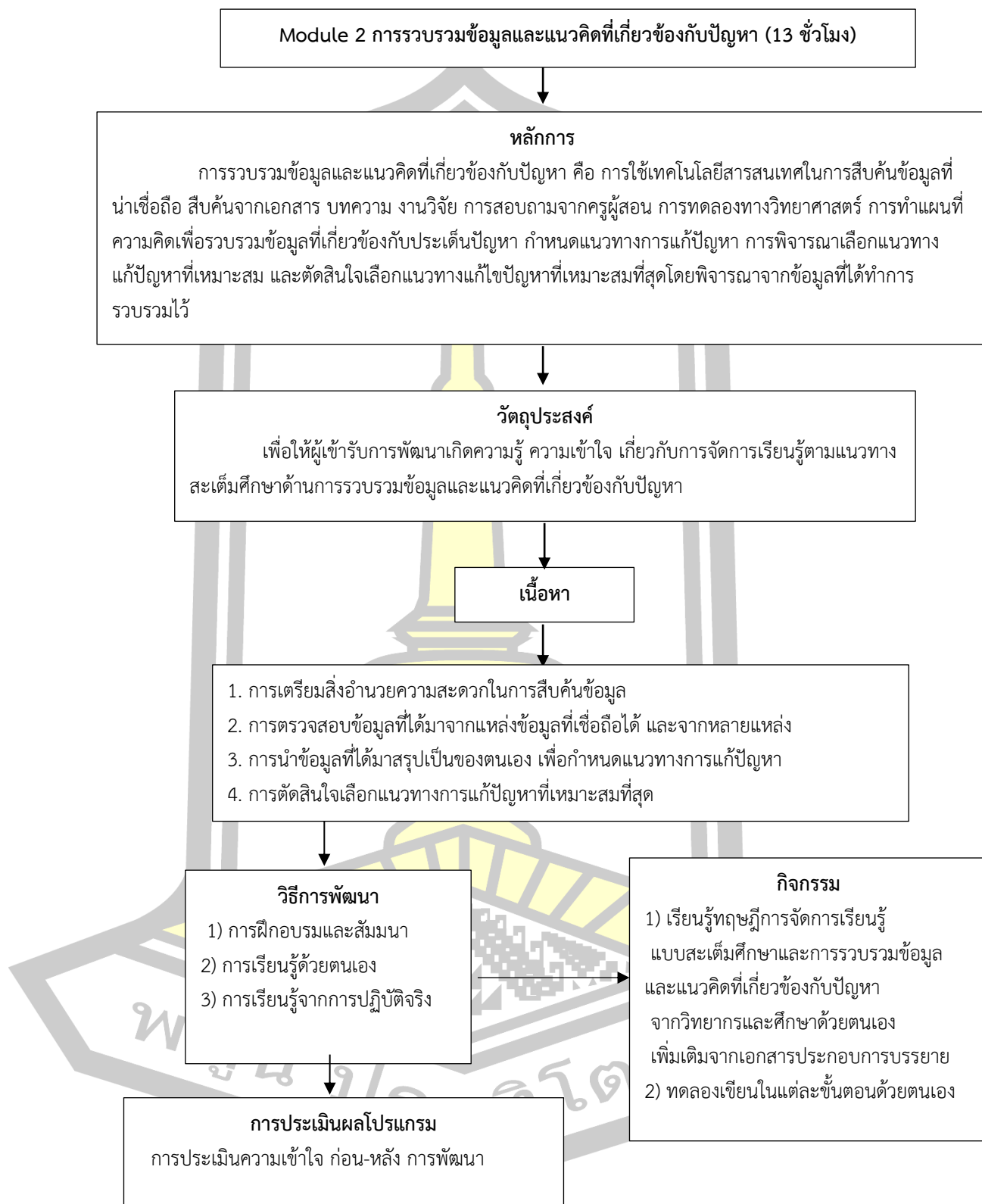
เนื้อหา



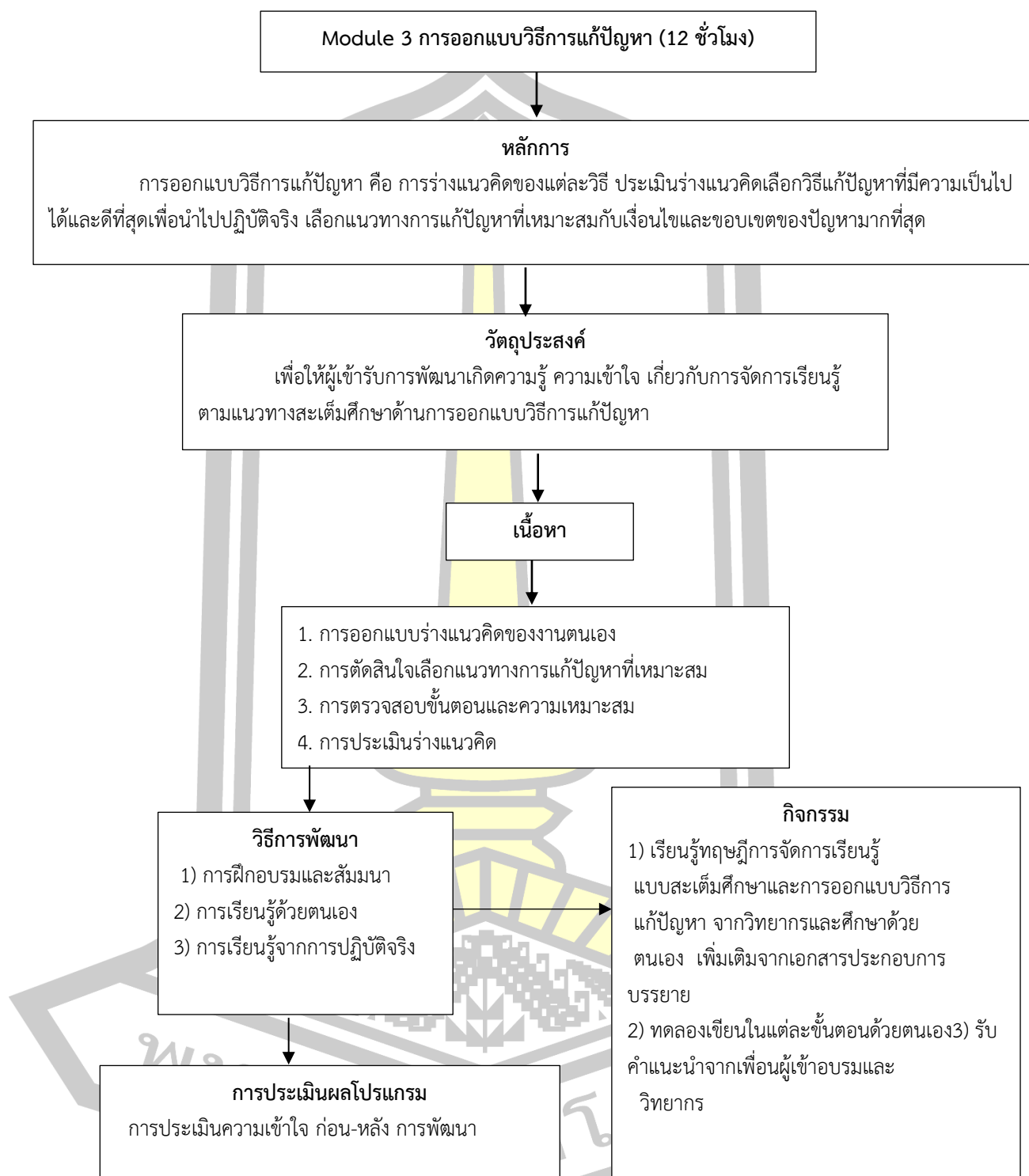
ภาพประกอบ 4 โปรแกรมเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม



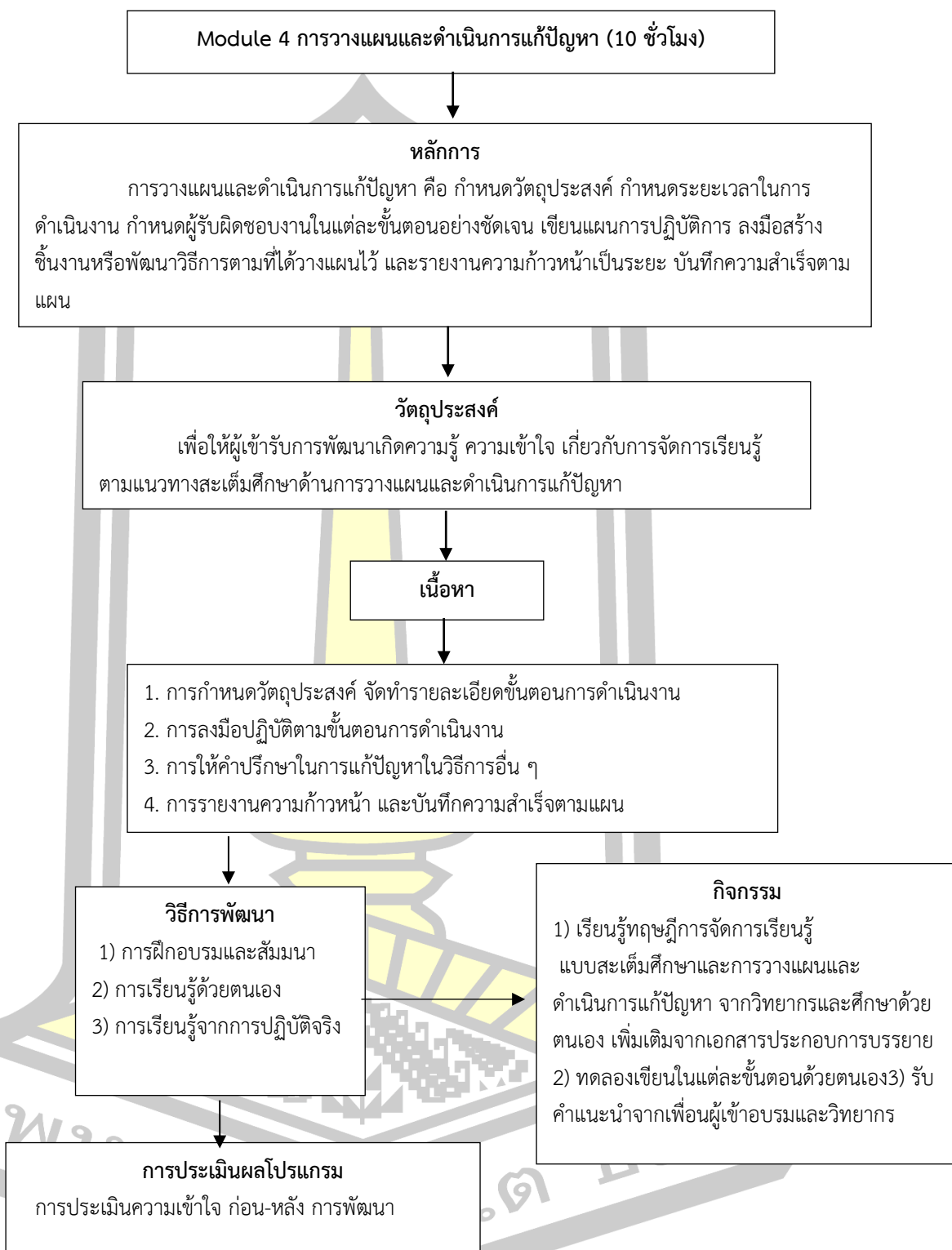
ภาพประกอบ 5 Module 1 การระบุปัญหา



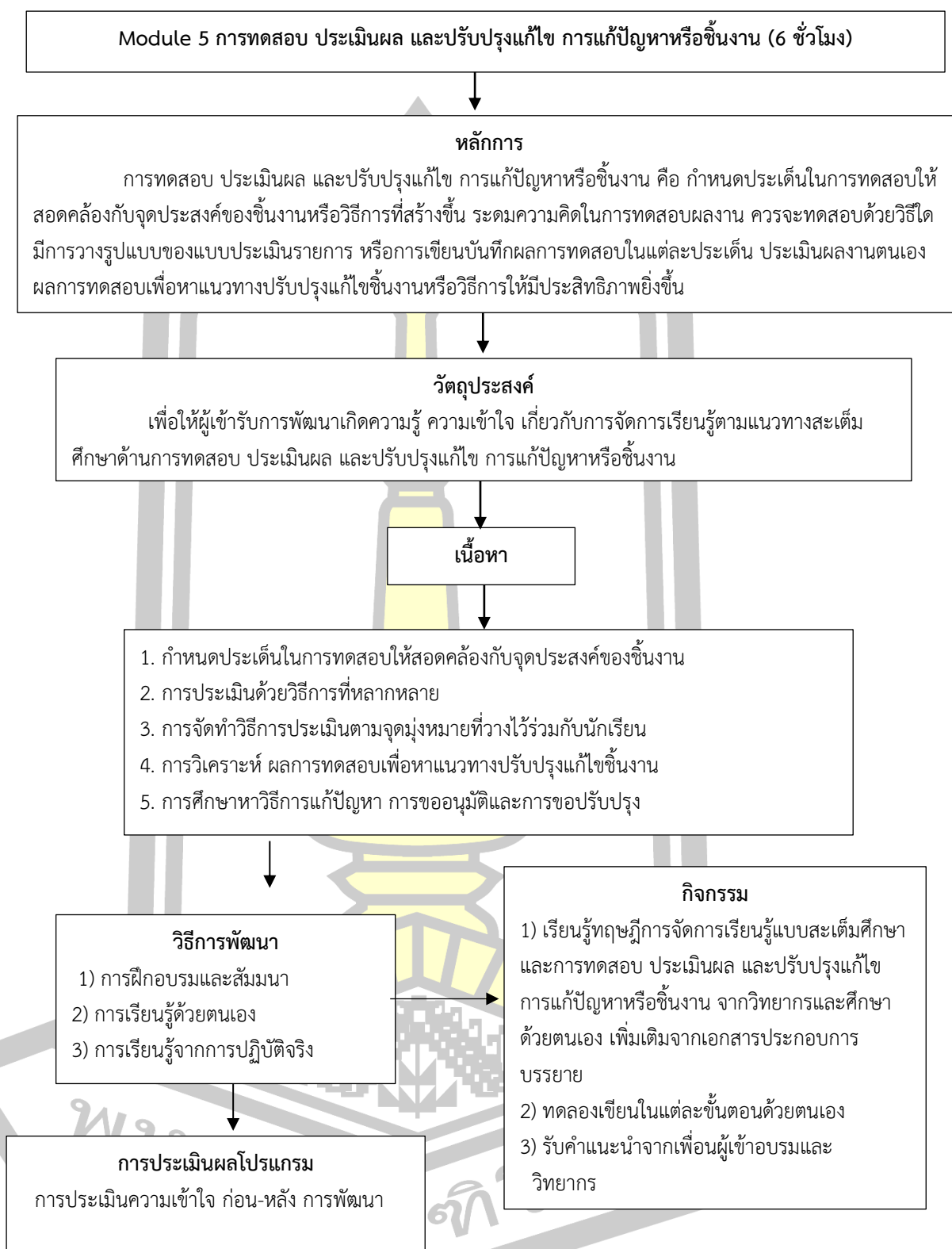
ภาพประกอบ 6 Module 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา



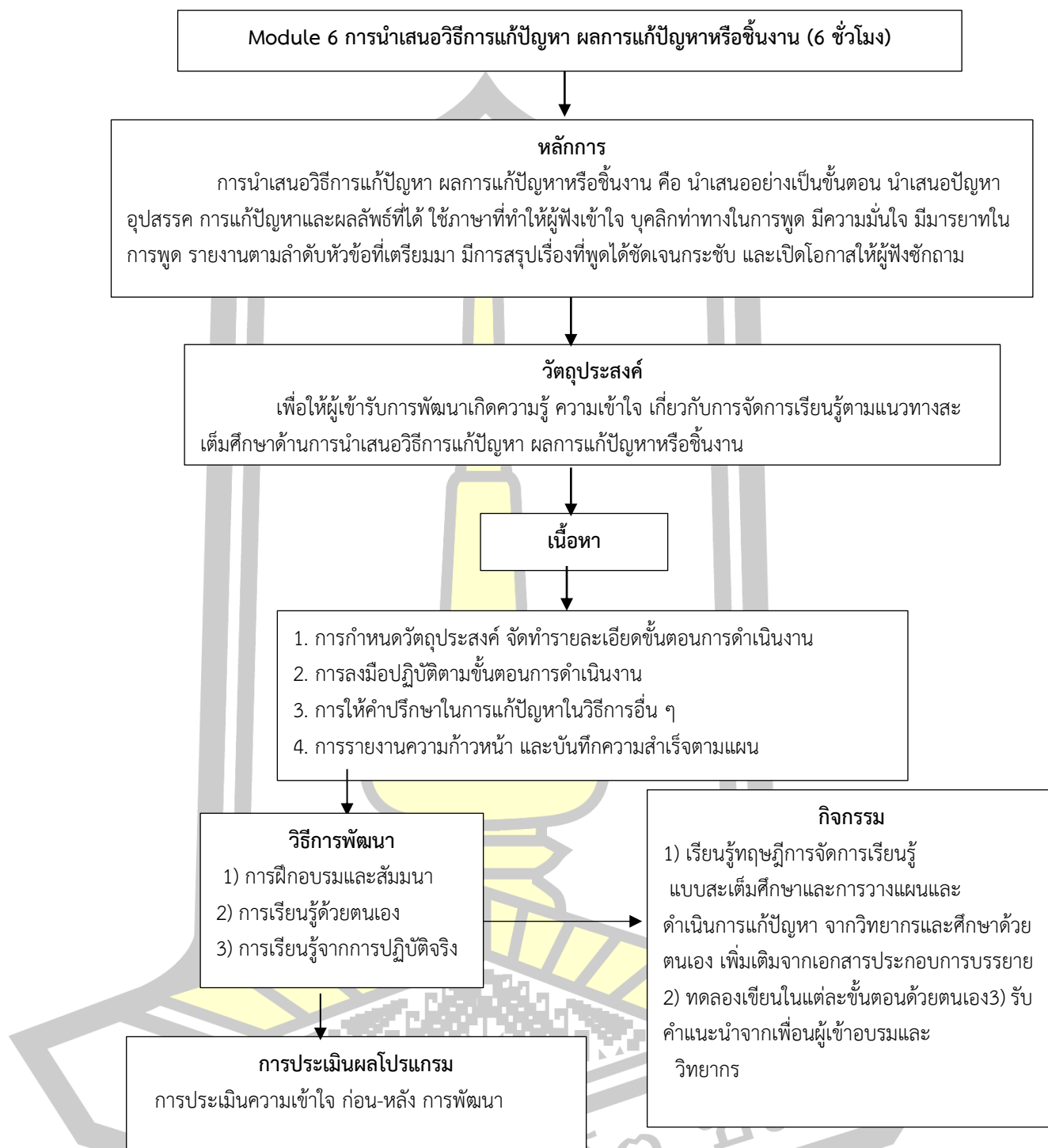
ภาพประกอบ 7 Module 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา



ภาพประกอบ 8 Module 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา



ภาพประกอบ 9 Module 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน



ภาพประกอบ 10 Module 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ตัวอย่าง เอกสารประกอบโปรแกรม
ใบความรู้
ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1. ความเป็นมาของสะเต็มศึกษา

สุรยศ ทรัพย์ประกอบ และคณะ (2556) กล่าวว่า จุดเริ่มต้นของ “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) เริ่มต้นเมื่อปี ค.ศ. 1980 โดยประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีความต้องการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ โดยการพัฒนาให้นักเรียนให้มีความเข้มแข็งในวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของ ประเทศสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science : AAAS) ได้ สร้างโปรเจค 2061 ขึ้นมาในปี ค.ศ. 1985 เพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนอเมริกัน เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ต่อมาในปี ค.ศ. 1989 ได้จัดพิมพ์หนังสือชื่อ วิทยาศาสตร์เพื่อพลเมืองอเมริกา (Science for All Americans) ขึ้นมาเพื่อส่งเสริมการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ จนกระทั่งต้นปี ค.ศ. 1990 หน่วยงานต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกาทั้งสมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Teacher Association : NSTA) คณะกรรมการครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ (Council National of Teachers of Mathematics) นักเรียน นักวิจัย เจ้าของธุรกิจและอาจารย์ในมหาวิทยาลัยต่างเรียกร้องให้มินวัตรกรรมการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และ เทคโนโลยี ซึ่งในยุคนั้น สถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Foundation : NSF) ได้ กำเนิดคำว่า SMET Education จนกระทั่งปี ค.ศ. 2001 Judith A. Ramaley ผู้บริหารของ NSF ได้ เปลี่ยนจาก คำว่า SMET Education เป็นคำว่า STEM Education ซึ่งหมายถึงการเรียนรู้อัจฉริยะ โดยมีการ บูรณาการ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีเข้าไว้เป็นหนึ่งศาสตร์การเรียนรู้

Breiner and Percen (2012) จากผลการสอบ PISA และ TIMSS ของประเทศสหรัฐอเมริกาแสดงให้เห็นถึงการถดถอยทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งถ้าหลังประเทศอื่นในด้านความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ รวมทั้งปัญหาการขาดความสนใจในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ตลอดจนขาดความสนใจที่จะเข้าศึกษาต่อและประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มีจำนวนลดน้อยลง จึงทำให้เกิดแรงผลักดันให้เกิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของ STEM ขึ้น โดยรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการพัฒนาการศึกษาตามแนวทาง STEM ซึ่งมุ่งผลให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ มาใช้เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนานวัตกรรมให้สอดคล้องกับสถานการณ์ของปัจจุบัน และให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในวิทยาศาสตร์และอยากประกอบอาชีพในสาขาที่เกี่ยวข้องกับ STEM มากยิ่งขึ้น เพื่อนำไปสู่การแข่งขันในระดับโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

ในขณะที่เดียวกันประเทศไทยกำลังจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุทำให้มีสัดส่วนของประชากรในวัยทำงานลดลงจึง ต้องเพิ่มทักษะและคุณภาพของแรงงานด้านสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อที่จะสามารถช่วยเพิ่มการสร้างผลผลิต (Productivity) ของประเทศขึ้นได้เพราะสะเต็มศึกษา (STEM Education) จะสามารถช่วยสร้างทักษะด้านสะเต็มให้แก่เยาวชนในระบบการศึกษาผลิตกำลังคนที่มีทักษะด้านสะเต็ม (STEM Workforce) ตลอดจนช่วยยกระดับทักษะขีดความสามารถทางเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมของประชากรในวัยที่ทำงาน (Career Development) อีกด้วย โดยเฉพาะแรงงานในวิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อมเพื่อให้บริษัทเหล่านี้สามารถพัฒนาไปสู่บริษัทที่มีทักษะและความสามารถที่จะผลิตสินค้าคุณภาพสูงได้

ประเทศไทยจำเป็นต้องยกระดับการลงทุนทางการวิจัยและพัฒนา จึงจำเป็นต้องพัฒนาระบบการผลิตกำลังคน ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อรองรับการลงทุนนี้ไม่เพียงแต่ในสถาบันอุดมศึกษาหรืออาชีวศึกษา แต่จำเป็นต้องเริ่มพัฒนากำลังคนในการสร้างความรู้ความเข้าใจและแรงบันดาลใจให้แก่ผู้เรียนระดับประถมศึกษาจะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนรู้ โดยครูจะต้องสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ ตั้งคำถาม ด้วยคำถาม แล้วหาคำตอบด้วยตนเอง รวมทั้งสามารถทำงานเป็นกลุ่ม ในระดับมัธยมศึกษาจะต้องนำสะเต็มศึกษา (STEM Education) มาใช้มากขึ้น

ดังนั้นการเรียนการสอน วิธีการวัดผลสำหรับสะเต็มศึกษา (STEM Education) จะต้องปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนจากการเรียนทฤษฎีเพียงอย่างเดียว เป็นการเรียนที่มีการลงมือปฏิบัติมากขึ้นนอกจากนั้นการใช้สะเต็มศึกษา (STEM Education) จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและมีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ได้ดีขึ้นในการนำไปสร้างพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ หรือสรรค์สร้างนวัตกรรมต่าง ๆ เนื่องจากสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาการเชื่อมต่อองค์ความรู้และการนำงานวิจัยไปสู่การใช้จริงได้

2. ความหมายของสะเต็มศึกษา

นักวิชาการได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

O'Neil, Tamagata และ Togioka (2012) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเห็น ถึงความสัมพันธ์ของแต่ละวิชาที่บูรณาการและสามารถนำไปใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สะเต็มศึกษา คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ (Engineer : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติวิชาตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาการค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานศึกษาโลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูสอนหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำ

นั้น ต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วนๆ นอกจากนี้ STEM Education ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ที่เน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคน สามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีทักษะในการออกแบบ และคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริง

จากการศึกษาความหมายของสะเต็มศึกษาจากนักวิชาการต่าง ๆ สรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ของสหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถมีความคิดแยกแยะ วิเคราะห์ ชิ้นงาน และสามารถสร้างสรรค์ผลงานที่เป็นประโยชน์ในการดำรงชีวิตได้

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้มีนักวิชาการกล่าวถึงในหลากหลายมุมมอง ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอตามลำดับ ดังนี้

National Research Council (2012) ได้เสนอขั้นตอนการออกแบบทางวิศวกรรม ในกิจกรรมสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 6 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหาหรือความต้องการ คือ ระบุปัญหาเพื่อหาทางแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน ตามเกณฑ์ความสำเร็จหรือข้อจำกัด เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้สำหรับผู้เรียน ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ถึงความสามารถที่จะแก้ไขสิ่งนั้นได้และเหมาะสมกับสภาพจริงรวมถึงพิจารณาถึงข้อดีและข้อจำกัด

3. ขั้นการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา คือ ประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าภายใต้ข้อจำกัดตามสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งในขั้นนี้หากมีปัญหาเกี่ยวกับการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาสามารถที่จะย้อนกลับไปขั้นที่ 2 ได้เพื่อที่จะพิจารณาแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้

4. ขั้นวางแผนและลงมือปฏิบัติ เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ โดยการสร้างแผนผังแนวคิดในการแก้ไขปัญหานั้นที่สามารถปรับเปลี่ยนและเข้าใจได้ง่ายแล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ขั้นการทดสอบและการประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหา ขั้นนี้เป็น การทดสอบและประเมินผลการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้เอานำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวสามารถทำงานย้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนต่าง ๆ ได้ตลอด ขึ้นอยู่กับสถานการณ์

6. ขั้นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

The Next Generation Science Standards (2013) สภาวิจัยแห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเกณฑ์การประเมินการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้เกิดการพัฒนาขึ้นในตัวผู้เรียน ไว้ในมาตรฐานการจัดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้เสนอขั้นตอน 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

พรหมวิไล ชมชิด (2557) ได้เสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษานั้นจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการมีขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

1. การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่ปัญหาในชีวิตประจำวัน แล้วจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว
2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ความคุ้มค่า ข้อดี ข้อด้อยและความเหมาะสม เพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด
3. การวางแผนพัฒนา (Plan and Development) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจนรวมทั้งออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา
4. การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา โดยผลอาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น
5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้เรียนต้องนำเสนอผลลัพธ์โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในกรณีปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหา แนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหามักมีการดำเนินการ ดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูล คือการสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหายังไง และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

2. การค้นหาแนวคิดคือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหามักพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจัดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการกำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหามักกำหนด ขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

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

ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพ ตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหามักนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา (2559) ได้เสนอขั้นตอนของกิจกรรมเรียนรู้ไว้ 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนาเป็นขั้นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเป็นขั้นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Science Math & Technology) เป็นขั้นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Engineering) เป็นขั้นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Engineering) เป็นขั้นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรมเป็นขั้นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

4. บริบทสถานศึกษาสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ตั้งอยู่เลขที่ 134 ถนนเลียงเมือง มหาสารคาม-ร้อยเอ็ด ตำบล แวงน่าง อำเภอ เมือง จังหวัด มหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44000 มีพื้นที่รับผิดชอบครอบคลุม 13 อำเภอ ดังนี้ เมืองมหาสารคาม แกดดำ โกสุมพิสัย กันทรวิชัย เชียงยืน บรบือ นาเชือก พยัคฆภูมิพิสัย วาปีปทุม

นาดูน ยางสีสุราช กุดรัง และชื่นชม มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับจังหวัดขอนแก่นและจังหวัดกาฬสินธุ์

ทิศตะวันออก ติดต่อกับจังหวัดกาฬสินธุ์และจังหวัดร้อยเอ็ด

ทิศใต้ ติดต่อกับจังหวัดสุรินทร์และจังหวัดบุรีรัมย์

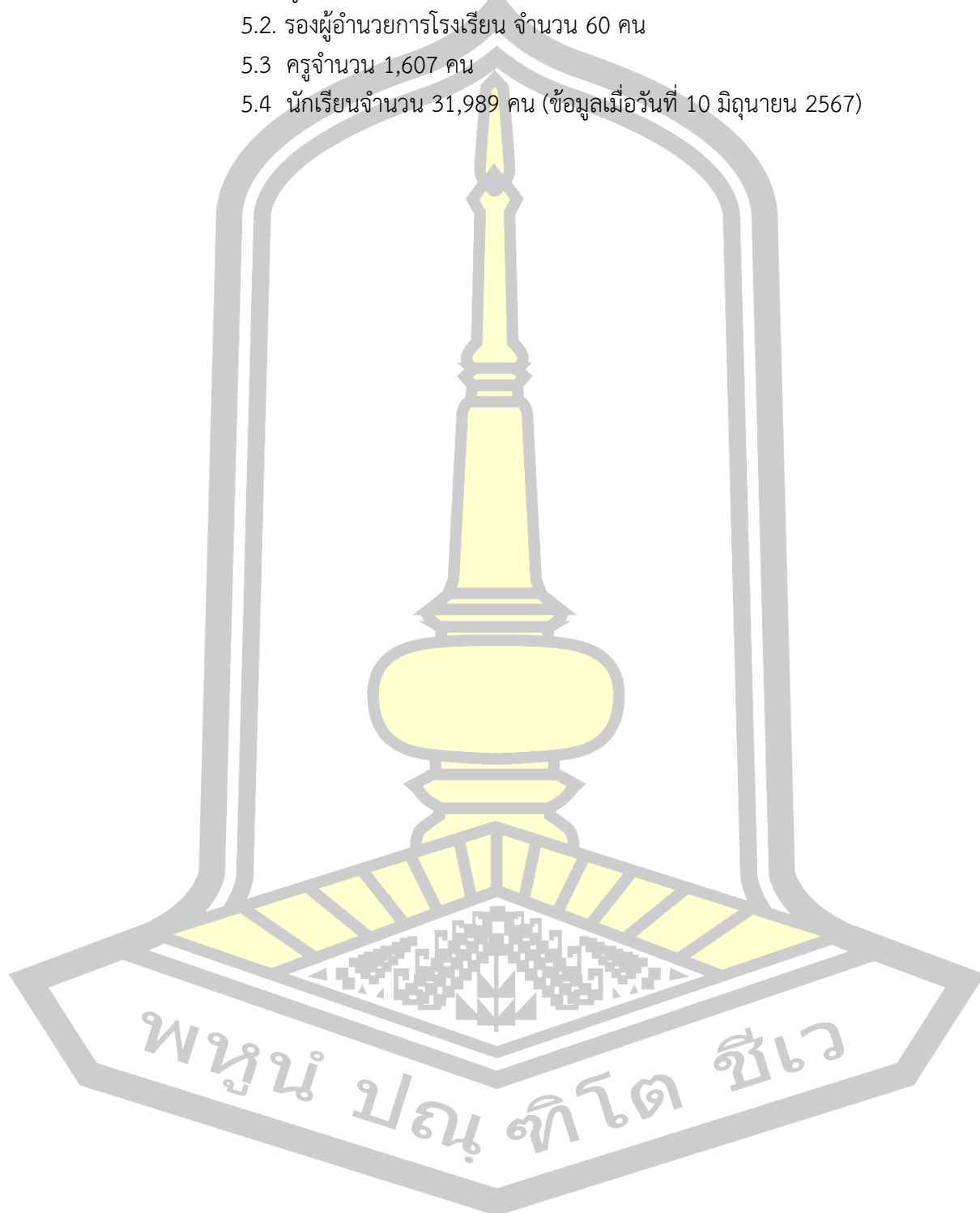
ทิศตะวันตก ติดต่อกับจังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดขอนแก่น

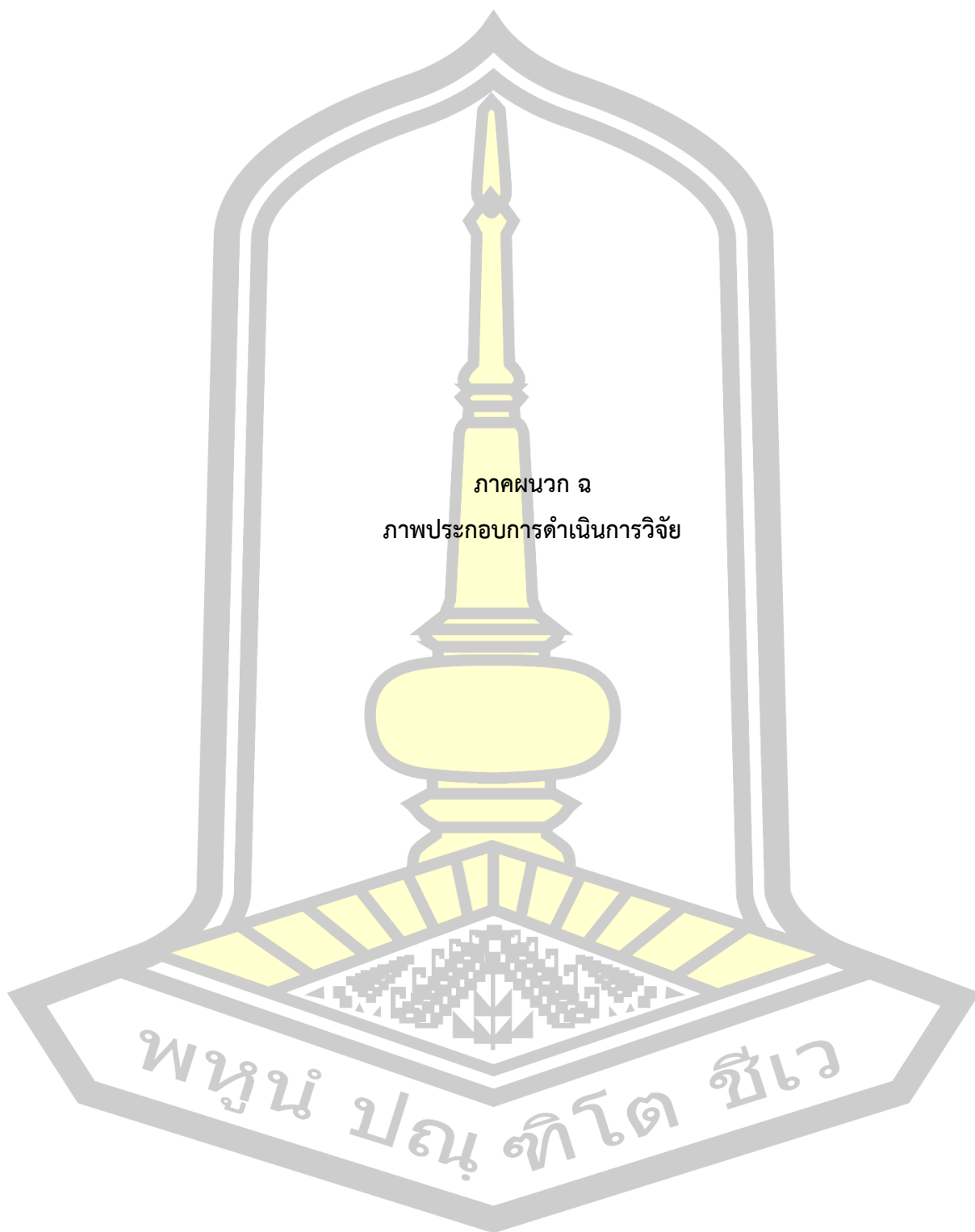
มีโรงเรียนในสังกัดจำนวน 35 โรงเรียน (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม. 2568 : เว็บไซต์) ซึ่งแบ่งขนาดโรงเรียนเป็น 4 ขนาด คือ

- 5.1 โรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 22 โรงเรียน
- 5.2 โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 4 โรงเรียน
- 5.3 โรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 4 โรงเรียน
- 5.4 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 5 โรงเรียน

จำนวนครูและบุคลากรทางการศึกษาและนักเรียนมีดังนี้

- 5.1 ผู้อำนวยการโรงเรียน จำนวน 35 คน
- 5.2. รองผู้อำนวยการโรงเรียน จำนวน 60 คน
- 5.3 ครูจำนวน 1,607 คน
- 5.4 นักเรียนจำนวน 31,989 คน (ข้อมูลเมื่อวันที่ 10 มิถุนายน 2567)





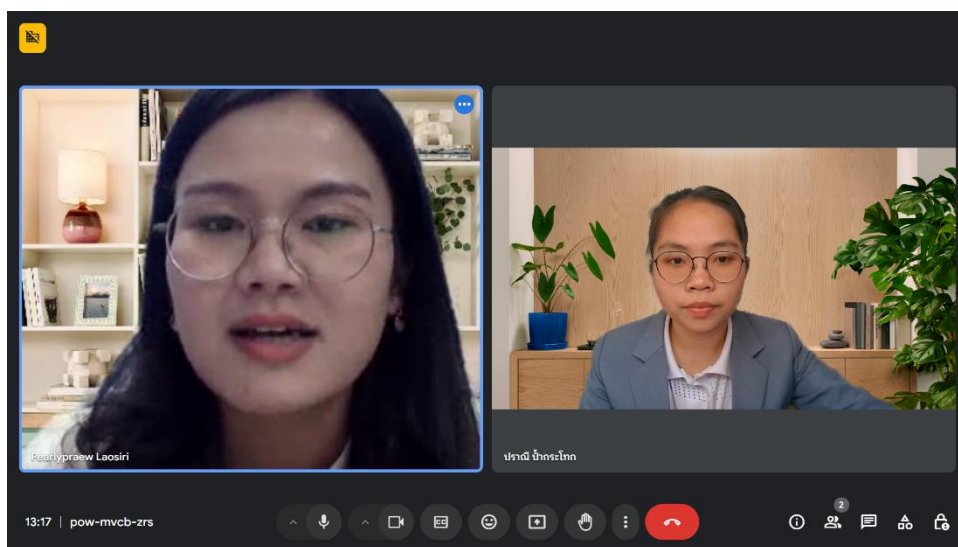
ภาคผนวก ฉ
ภาพประกอบการดำเนินการวิจัย

พหุบัณฑิต โสภโชน

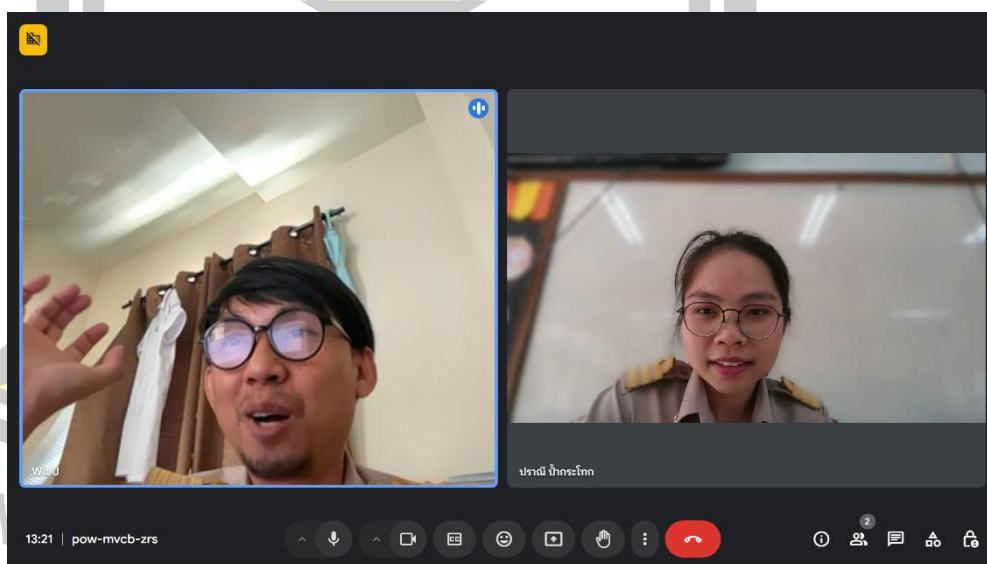


พบอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์





สัมภาษณ์ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาที่มีวิธีปฏิบัติที่ดีเยี่ยม (Best Practices)
เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา





ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโปรแกรม



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวปราณี ป้ากระโทก
วันเกิด	วันที่ 25 สิงหาคม 2538
สถานที่เกิด	จังหวัดมหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	เลขที่ 112 หมู่ที่ 8 ตำบลเขวาไร่ อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนผดุงนารี ตำบลตลาด อำเภอมือเมือง จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2556 มัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนนาเชือกพิทยาสรรค์ อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2562 ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา พ.ศ. 2568 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการบริหารและพัฒนการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนัน ปณุกิตโต ชีวะ