



การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21



ฐิตารีย์ ศรีบุญเพ็ง

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21"

ของ ฐิตารีย์ ศรีบุญเพ็ง

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ท้ายเรือคำ)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอี่ยมพร หลินเจริญ)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายฝน วิบูลรังสรรค์)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษยากาญจน์ โต้พิทักษ์)

อนุมัติ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.กรองกาญจน์ ชูทิพย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21
ผู้วิจัย	ฐิตารีย์ ศรีบุญเพ็ง
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอื้อมพร หลินเจริญ
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายฝน วิบูลรังสรรค์
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ ปร.ด. วิจัยและประเมินทางการศึกษา, มหาวิทยาลัย นเรศวร, 2566
คำสำคัญ	สะเต็มศึกษา, สมรรถนะครูผู้สอน, ศตวรรษที่ 21

บทคัดย่อ

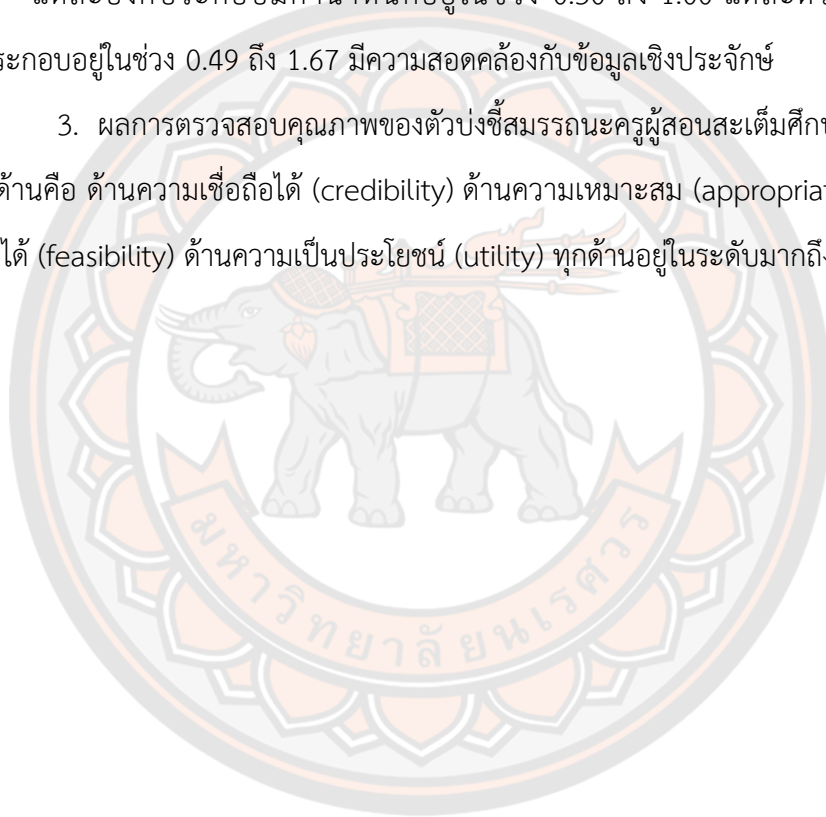
บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 2) ทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ 3) ตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่างคือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนศูนย์สะเต็มศึกษาภาค 13 ภูมิภาค ทั้งหมด 450 คน ซึ่งใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบประเมินความเหมาะสมของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 2) แบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้(Knowledge) ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 เป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก 3) แบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ(Skill) ด้านคุณลักษณะ(Traits) มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ 4) แบบประเมินคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 เป็นแบบแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) สัมประสิทธิ์การกระจาย (Coefficient of variation) ความเบ้ (Skewness) ความโด่ง (Kurtosis) การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product moment coefficient) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Window และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง (Second Order Confirmatory Factor Analysis) ด้วยโปรแกรม LISREL

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการศึกษาสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 จำนวน 3 องค์ประกอบ จำนวน 16 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ ด้านความรู้ (Knowledge) จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ ด้านทักษะ (Skill) จำนวน 8 ตัวบ่งชี้ และด้านคุณลักษณะ (Traits) จำนวน 3 ตัวบ่งชี้

2. ผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งมีค่า $\chi^2 = 106.07$ (df=88, p = 0.092) ที่ระดับ .05 ค่า $\chi^2/df = 1.205$, GFI = 0.97, AGFI = 0.96, RMSEA = 0.021 มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์ทุกค่า แต่ละองค์ประกอบมีค่าน้ำหนักอยู่ในช่วง 0.50 ถึง 1.00 แต่ละตัวบ่งชี้มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ในช่วง 0.49 ถึง 1.67 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

3. ผลการตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ทั้ง 4 ด้านคือ ด้านความเชื่อถือได้ (credibility) ด้านความเหมาะสม (appropriateness) ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ด้านความเป็นประโยชน์ (utility) ทุกด้านอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด



Title	DEVELOPMENT OF INDICATOR FOR STEM EDUCATION'S TEACHER COMPETENCY IN THE 21 ST CENTURY
Author	Thitaree Seebunpheng
Advisor	Assistant Professor Professor Aumporn Lincharoen, Ph.D.
Co-Advisor	Assistant Professor Saifon Vibulrangson, Ph.D.
Academic Paper	Ph.D. Dissertation in Educational Research and Evaluation - (Type 2.1), Naresuan University, 2023
Keywords	STEM, teacher competency, the 21st century

ABSTRACT

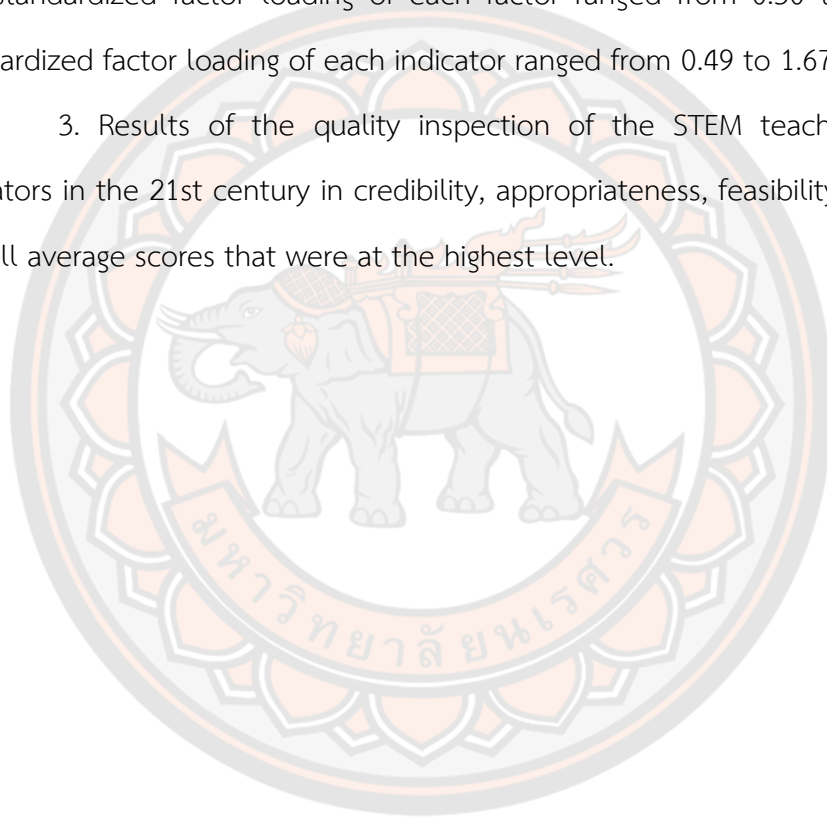
This research aimed to 1) study the synthesis of components and indicators of STEM teacher competency in the 21st century. 2) test the consistency of the structural equation model of STEM teacher competency indicators in the 21st century with empirical data. 3) examine the quality of STEM teacher competency indicators in the 21st century. The study used quantitative research methods. The sample group was teachers of the science and technology and mathematics subject group. In STEM education center schools in 13 regions, number of teachers was 450, which used a multi-stage random sampling method. There are of instruments used in the research: 1) Quiz Test to measure competency in knowledge of STEM teachers in the 21st century, multiple-choice exam, 4 options. 2) skill and traits of STEM teachers competency in the 21st century by was a five rating scale assessment, 3) the competency indicator quality assessment form is a five level rating questionnaire and 4) the competency indicator quality assessment form is a 5-level rating scale (Likert Five Rating Scales). Data were analyzed by using percentage, mean, standard deviation, confirmatory factor analysis, and second order confirmatory factor analysis by using the LISREL software.

1. The results of the study synthesized the components and indicators of

STEM teacher competency in the 21st century can be categorized into three components; 16 indicators, for Knowledge 5 indicators, skills 8 indicators and traits 3 indicators.

2. Results of the consistency test of the structural equation model of competency indicators for STEM teachers in the 21st century with empirical data. (χ^2) = 106.07 (df=88, p = 0.092), (χ^2)/df =1.205, GFI = 0.97, AGFI = 0.96 ,RMSEA = 0.021 The standardized factor loading of each factor ranged from 0.50 to 1.00 and the standardized factor loading of each indicator ranged from 0.49 to 1.67

3. Results of the quality inspection of the STEM teacher competency indicators in the 21st century in credibility, appropriateness, feasibility, utility: had an overall average scores that were at the highest level.



ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่ง จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอื้อมพร หลินเจริญ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายฝน วิบูลย์รังสรรค์ อาจารย์ประจำสาขาวิจัยและประเมินการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษาแนะนำและแสดงความคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษา ตลอดจนตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างสูง และขอขอบพระคุณ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก รองศาสตราจารย์ ดร. สมบัติ ท้ายเรือคำ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษฎา กาญจน์ โตพิทักษ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณางษ์ ที่ได้ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ ผู้ศึกษาจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ได้กรุณาให้คำแนะนำแก้ไขและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้สมบูรณ์ ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญจาก สสวท. ผู้บริหารสถานศึกษา บุคลากร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่งใน และการเก็บข้อมูล เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณกัลยาณมิตรทุกท่านที่เป็นกำลังใจและคอยช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา ในระหว่างที่ผู้วิจัยทำการศึกษา

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์จากการศึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่ครู อาจารย์ ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ตลอดจนผู้เขียนตำราทางวิชาการที่ผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าอ้างอิงทุกท่าน

ฐิตารีย์ ศรีบุญเพ็ง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุณูปการ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
ตาราง.....	ฅ
ภาพ.....	๗
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	6
ความสำคัญของการวิจัย.....	6
ขอบเขตการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
1. ความหมาย ลักษณะ ประเภท และประโยชน์ของตัวบ่งชี้.....	9
2. แนวคิด และความหมายของสมรรถนะ.....	19
3. สะเต็มศึกษา.....	36
4. งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาตัวบ่งชี้.....	54
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	68

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาใน ศตวรรษที่ 21	72
ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างสมรรถนะและตัว บ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์.....	76
ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตรวจสอบคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21	89
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	94
ตอนที่ 1 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็ม ศึกษาในศตวรรษที่ 21	94
ตอนที่ 2 ผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างสมรรถนะและตัว บ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์.....	130
ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาใน ศตวรรษที่ 21	168
บทที่ 5 บทสรุป.....	183
สรุปผลการวิจัย.....	185
อภิปรายผล	190
ข้อเสนอแนะ	200
บรรณานุกรม.....	202
ภาคผนวก.....	212
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ.....	213
ภาคผนวก ข ผลการประเมินความสอดคล้อง(IOC : Index of item objective congruence)	216

ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ค่าความยากรายข้อ ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของข้อสอบแบบอิงกลุ่ม ของแบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge) ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21.....	219
ภาคผนวก ง ผลการประเมินความสอดคล้อง(IOC : Index of item objective congruence) ระหว่างข้อสอบกับนิยามตัวบ่งชี้ของ ข้อคำถามตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ(Skill) และด้านคุณลักษณะ (Traits).....	222
ภาคผนวก จ แบบประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอน.....	236
ภาคผนวก ฉ แบบประเมินตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของข้อสอบกับตัวบ่งชี้ของแบบวัดสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21.....	245
ภาคผนวก ช แบบประเมินตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง(Index of Item Objective Congruence: IOC) แบบสอบถามสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ(Skill) และ คุณลักษณะ (Traits).....	266
ภาคผนวก ซ แบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge) ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21.....	284
ภาคผนวก ฌ แบบสอบถามสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ และด้านคุณลักษณะ.....	300
ภาคผนวก ญ แบบประเมินคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21.....	314
ประวัติผู้วิจัย.....	324

ตาราง

หน้า

ตาราง 1 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 ด้าน ความรู้(Knowledge).....	63
ตาราง 2 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 ด้าน ทักษะ(Skill).....	64
ตาราง 3 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 ด้าน คุณลักษณะ(Traits).....	66
ตาราง 4 แสดงขั้นตอนการดำเนินการศึกษาวิจัยเพื่อศึกษาและสังเคราะห์องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21.....	69
ตาราง 5 แสดงจำนวนประชากรครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนศูนย์สะเต็มศึกษาภาคจำนวน 13 ภูมิภาค (13 โรงเรียน) และโรงเรียนเครือข่าย จำนวน 78 โรงเรียน รวมทั้งหมด 91 โรงเรียน.....	78
ตาราง 6 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	82
ตาราง 7 ผลการสังเคราะห์ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบด้านความรู้ (Knowledge).....	95
ตาราง 8 ผลการสังเคราะห์ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบด้านทักษะ (Skill).....	98
ตาราง 9 ผลการสังเคราะห์ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ(Traits).....	101
ตาราง 10 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความเหมาะสมของตัวบ่งชี้ สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านความรู้(Knowledge).....	103

ตาราง 11 ผลการปรับปรุงตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ตาม ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ องค์ประกอบด้านความรู้(Knowledge).....	105
ตาราง 12 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความเหมาะสมของตัวบ่งชี้ สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบด้านทักษะ(Skill)	111
ตาราง 13 ผลการปรับปรุงตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ตาม ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ องค์ประกอบด้านทักษะ(Skill).....	114
ตาราง 14 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความเหมาะสมของตัวบ่งชี้ สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ(Traits).....	120
ตาราง 15 ผลการปรับปรุงตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ตาม ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ(Traits).....	122
ตาราง 16 แสดงตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบ ด้านความรู้ (Knowledge) องค์ประกอบด้านทักษะ (Skill) ด้านคุณลักษณะ(Traits).....	125
ตาราง 17 ผลการพิจารณาความสอดคล้อง (IOC) ข้อสอบวัดสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็ม ศึกษาในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบด้านความรู้(Knowledge)	131
ตาราง 18 แสดงผลการตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถาม กับตัวบ่งชี้ แบบประเมินด้านทักษะ(Skill).....	133
ตาราง 19 แสดงผลการตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถาม กับตัวบ่งชี้คุณลักษณะ(Traits).....	136
ตาราง 20 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาใน ศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ(Skill) โดยการวิเคราะห์ Corrected Item -Total Correlation (CITC).....	139
ตาราง 21 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็ม ศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านคุณลักษณะ(Traits) โดยการวิเคราะห์ Corrected Item -Total Correlation (CITC).....	151

ตาราง 22 แสดงจำนวนและร้อยละข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ครูผู้สอนกลุ่มสาระ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ (n=450)	158
ตาราง 23 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของตัวบ่งชี้โมเดลการวัดสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาใน ศตวรรษที่ 21	159
ตาราง 24 แสดงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเมทริกซ์ สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ของตัว บ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21	163
ตาราง 25 แสดงผลการทดสอบค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลสมรรถนะครูผู้สอนสะ เต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 (n=450)	164
ตาราง 26 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ของโมเดลการวัดของสมรรถนะครูผู้สอนสะ เต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 (n=450)	165
ตาราง 27 แสดงข้อมูลทั่วไปของกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21	168
ตาราง 28 แสดงผลการประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษา ในศตวรรษที่ 21	170
ตาราง 29 แสดงข้อมูลการประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาใน ศตวรรษที่ 21 ทั้งหมด 4 ด้าน	175

ภาพ

	หน้า
ภาพ 1 โมเดลภูเขาน้ำแข็ง (Iceberg model).....	20
ภาพ 2 กรอบแนวคิดสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21.....	67



บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันสังคมโลกและสังคมไทยกำลังอยู่ในยุคศตวรรษที่ 21 ซึ่งในปัจจุบัน เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และตลอดเวลาในทุก ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง การศึกษา ฯลฯ โดยมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ทันสมัย เป็นตัวขับเคลื่อน ในการดำเนินชีวิต ปัจจุบัน จึงต้องก้าวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลง ซึ่งได้เข้าสู่สังคมที่ให้ความสำคัญกับความรู้ คือมีความรู้เป็นฐานหรือที่เรียกว่า สังคมฐานความรู้ (Knowledge based Society) (อัญญาณี คล้ายสุบรรณ, 2550) การศึกษาซึ่งถือว่าเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะพัฒนาคนและสังคม ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลก สำหรับการศึกษาศตวรรษที่ 21 ย้ำให้เห็นว่า ระบบการศึกษาจำเป็นต้องมีการปรับตัว และเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของเยาวชน สังคมและรวมถึงตลาดแรงงานในอนาคต ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ โดยจำเป็นต้องมุ่งเน้นการพัฒนาและยกระดับคนในทุกมิติและในทุกช่วงวัยให้เป็นทรัพยากรมนุษย์ที่ดี เก่ง และมีคุณภาพมีการปฏิรูปการเรียนรู้ ในทุกระดับตั้งแต่ระดับปฐมวัยจนถึงการเรียนรู้ตลอดชีวิต การปรับเปลี่ยนระบบการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะสำหรับศตวรรษที่ 21 โดยออกแบบกระบวนการเรียนรู้ในทุกระดับชั้นอย่างเป็นระบบ ที่มุ่งเน้นการใช้ฐานความรู้และระบบคิดในลักษณะสหวิทยาการ อาทิ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการตั้งคำถาม ความเข้าใจ และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์และการคิดเพื่อหาทางแก้ปัญหา ความรู้และทักษะทางศิลปะ และความรู้ด้านคณิตศาสตร์ ระบบการคิดของเหตุผล และการหาความสัมพันธ์ การพัฒนาระบบการเรียนรู้เชิงบูรณาการ ที่เน้นการลงมือปฏิบัติ การสร้างผู้เรียน ให้มีทักษะการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์ ที่ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ในการสร้างรายได้รวมทั้งการเรียนรู้ด้านวิชาชีพและทักษะชีวิต(ยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (พ.ศ.2560-2579), 2560) การศึกษาเป็นกระบวนการในการพัฒนามนุษย์ ในฐานะที่เป็นทรัพยากร การศึกษาจึงเป็นการพัฒนาคนที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้ (knowledge-based) เช่นเดียวกับประกาศคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดเป้าหมายการพัฒนาคนในทุกมิติ และทุกช่วงวัย ปรับบทบาทครูให้เป็นครูยุคใหม่ และเพิ่มประสิทธิภาพระบบบริหารจัดการศึกษาในทุกระดับ พัฒนากำลังคนให้มีสมรรถนะในการทำงานสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2556 ถึง 2570) มีเป้าหมายการพัฒนากำลังคนให้มีสมรรถนะสูง มุ่งเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตอบโจทย์การพัฒนาแห่งอนาคต สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกันและระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตลอดจน การเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย เพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนั้น การจัดการศึกษาในปัจจุบัน จึงให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมาก กระทรวงศึกษาธิการจึงกำหนดให้มีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ในทุกระดับชั้นตั้งแต่อนุบาลจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย และอุดมศึกษาในบางสาขา เพื่อสร้างพื้นฐานความรู้และความคิดทางวิทยาศาสตร์แก่เยาวชน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้ หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2559)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่เน้นความสำคัญของการปฏิบัติงานวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ในการที่จะเป็นกลุ่มบุคลากรหลัก ในการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีตามแนวทาง สะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ควบคู่ไปกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ มองเห็นความเชื่อมโยงสู่อาชีพในอนาคตข้างหน้า นักเรียนจะได้ฝึกฝนเป็นคนรุ่นใหม่ที่มีความรู้ และทักษะในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ สามารถนำไปใช้ในการประกอบวิชาชีพ มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นได้ การจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มเป็นอีกรูปแบบในการจัดการศึกษาที่ต้องอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกันเพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงาน ไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วนๆ (Dejarnette, 2012; Wayne, 2012; Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler, 2012) ครูถือเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างการศึกษาให้มีคุณภาพอย่างยั่งยืน และในการพัฒนาการศึกษาให้มีคุณภาพ (Quality Education) เป็นเป้าหมายการพัฒนาที่สำคัญไม่ใช่เฉพาะในภูมิภาคเอเชีย ตะวันออกเฉียงใต้ แต่เป็นเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals - SDGs) จึงต้องพัฒนาวิชาชีพครูให้มีคุณภาพสูง เพิ่มทักษะของครูตลอดช่วงวิชาชีพ เพื่อให้ครูมีสมรรถนะที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน ดังนั้นครูผู้สอนต้องมีความรู้และทักษะเฉพาะ เพื่อส่งเสริมให้ผู้สอนมีความรู้และสมรรถนะในการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว และในการเพิ่มศักยภาพครูให้มีสมรรถนะของครูยุคใหม่สำหรับการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 ตามแนวทางของ สสวท. ในปี 2566 คือ พัฒนาครูให้จัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ เพื่อยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ร่วมกับเครือข่าย เพิ่ม

การติดตามผลเชิงรุก เน้นสร้างแกนนำในพื้นที่เพื่อสนับสนุนครูในการจัดการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ การส่งเสริมการเรียนภาษาคอมพิวเตอร์ (Coding)

จากการศึกษาในปัจจุบันได้มีหน่วยงานของรัฐและเอกชนต่างๆ ได้จัดกิจกรรมการอบรม ส่งเสริม และพัฒนาครูด้านต่างๆ อย่างแพร่หลายให้กับคุณครูพัฒนาผู้เรียนด้านสะเต็มศึกษา เพื่อกระตุ้นให้คุณครูเห็นความสำคัญ และพัฒนาศักยภาพของตนในด้านการสอนอย่างเต็มที่ และการจัดการเรียนรู้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ตามที่ได้ตั้งไว้ รวมถึงได้มีนักวิชาการต่างๆ ได้มีการศึกษาวิจัยถึง ปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นกับครู นโยบายและแนวทางการขับเคลื่อนด้านสะเต็มศึกษาในระดับชาติของ ไทย เช่น แนวทางการพัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษา การพัฒนาครูสะเต็ม รวมทั้ง หน่วยงานกลางที่ทำหน้าที่ขับเคลื่อนสะเต็มศึกษา และเครือข่ายความร่วมมือ ระหว่างหน่วยงานต่างๆ ในการพัฒนาสะเต็มศึกษา ยังขาดความชัดเจนในทางปฏิบัติส่งผลให้สะเต็มศึกษาที่เป็นรากฐานในการพัฒนากำลังคน นวัตกรรม และการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไม่สามารถดำเนินการได้ อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา: 2559) จากการศึกษาด้านกลยุทธ์ในการบริหารการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษา ของโรงเรียนมัธยมศึกษา พบว่าสภาพแวดล้อมการบริหารจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษาที่เป็น จุดอ่อนคือ ครูขาดความรู้ ความสามารถและทักษะในการดำเนินกิจกรรม สะเต็มศึกษา และครูขาดการทำงานแบบมีส่วนร่วม และการทำงานเป็นทีมในการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษา ครูขาดการบูรณาการการสอนร่วมกัน การรับรู้ของนักเรียนเป็นไปอย่างช้ามาก (รมณี เหลี่ยมแสง, 2560) และพบว่าครูยังขาดความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา และหา แนวทางแก้ไขพัฒนาความรู้ความเข้าใจของครูให้ถูกต้อง จากการศึกษาสภาพปัจจุบันปัญหาและความ ต้องการในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา (วรกันยา แก้ว กลม, 2561) สำหรับการพัฒนาผู้นำครูสะเต็มศึกษา ยังพบว่า ครูผู้สอนสะเต็มไม่สามารถจัดทำ แผนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับรายวิชาและบริบท ในการตอบสนองศักยภาพของผู้เรียน (รสริน พันธุ์, 2562) ทั้งนี้ จากการศึกษา พบว่าองค์ประกอบสำคัญและมีอิทธิพลมากที่สุดต่อสมรรถนะของ ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คือ ด้านคุณลักษณะ ด้านความรู้และด้านทักษะ ส่งผลต่อสมรรถนะของ ครูผู้สอนสะเต็ม ตามลำดับ และได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอนสะเต็มศึกษา ควรเริ่มจากการ พัฒนาสมรรถนะในด้านคุณลักษณะ โดยมีการพัฒนาตนเองให้มีศักยภาพ และจากการศึกษาดังกล่าว สะท้อนให้เห็นว่ามีการพัฒนาครูผู้สอนสะเต็มให้มีประสิทธิภาพและครอบคลุมมากยิ่งขึ้น (จุฬาลักษณ์ ไกรพล, 2561) จากการศึกษาปัญหาต่างๆ พบว่าทักษะความสามารถ และคุณลักษณะของครูผู้สอน ในบางประเด็นยังไม่ชัดเจน และครอบคลุมสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาตามแนวทางการสอนสะเต็มศึกษา ซึ่งตัวบ่งชี้จึงเป็นตัวแปรที่สำคัญ ที่สามารถบ่งบอกสถานะของสภาพ หรือลักษณะของสิ่ง ที่ต้องการวัดหรือตรวจสอบในประเด็นที่ มุ่งศึกษาในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง ทั้งในเชิงคุณภาพและ เชิงปริมาณ ซึ่งให้เห็นถึงลักษณะของการดำเนินงาน ทำให้สามารถนำมาวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรค

ของการดำเนินการเพื่อกำหนดเป็นนโยบายนำไปสู่การปฏิบัติ จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาความสามารถของบุคลากร ให้สอดคล้องกับวิสัยทัศน์ และเป้าประสงค์ขององค์การ ตัวบ่งชี้ที่มีความสำคัญยิ่งต่อครูผู้สอนได้ตรงกับคุณลักษณะของสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษา จะทำให้สามารถนำมาวิเคราะห์ หรือบ่งชี้ประเด็นปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ได้ และยังสามารถนำไปสู่การปฏิบัติสามารถนำไปใช้ในการวัดและประเมินผลการปฏิบัติงานของบุคลากรได้อย่างชัดเจน ซึ่งได้มีผู้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบ่งชี้วัดสมรรถนะในการศึกษา เพื่อนำไปพัฒนาครูผู้สอนอย่างแพร่หลาย เช่น การศึกษาของ ภัณฑิรา ดวงจินดา การศึกษาการวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัยสามารถนำไปใช้วัดครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาเพื่อประเมินสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา แล้วนำผลการประเมินมาพัฒนาสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ (ภัณฑิรา ดวงจินดา, 2560) การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะในการปฏิบัติงานของศึกษานิเทศก์ กลุ่มงานวัดและประเมินผลการศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นำผลตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ ร่วมกับกระบวนการมาตรฐานที่หน่วยงานการประเมินผลการปฏิบัติงาน และนำตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้นประกอบพิจารณาการส่งเสริมพัฒนาหรือจัดกิจกรรมอื่น ๆ สำหรับศึกษานิเทศก์ใช้ตัวบ่งชี้ที่ในการประเมินสมรรถนะตนเอง เพื่อประเมินให้เห็นการพัฒนาตนเองในด้านต่าง ๆ (ชมาพร ศรีอิทยาจิต, 2560) การศึกษาการพัฒนาสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูโรงเรียนมาตรฐานสากล ผลการวิจัยสามารถเป็นเครื่องมือให้ครูได้ พัฒนาตนเองตามขีดความสามารถได้อย่างสอดคล้องกับความต้องการจำเป็นที่แท้จริงซึ่งจะช่วยลดปัญหาความไม่มีคุณภาพของครู ลดเวลา และปัญหาในการพัฒนาครูที่ไม่ตรงกับสภาพจริง (ชวนพิศ ศิลาเดช, 2559) จากการศึกษาเกี่ยวกับการวิจัยด้านการพัฒนาตัวบ่งชี้ (Indicator) มีความสำคัญ ซึ่งเป็นแนวคิดที่ถูกนำมาใช้ศึกษาปัญหาทางการศึกษา ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ จำนวนมาก เพื่อให้ได้ ตัวบ่งชี้ที่เหมาะสมและสามารถนำไปตอบปัญหาแก้ปัญหาทางการศึกษา (กมล สุดประเสริฐ, 2543) ซึ่งสมรรถนะเป็นคุณลักษณะเชิงพฤติกรรมที่เป็นผลมาจากความรู้ ทักษะ ความสามารถ และคุณลักษณะอื่นๆที่ทำให้บุคคลสามารถสร้างผลงานได้โดดเด่นกว่าเพื่อนร่วมงานคนอื่น ๆ โดยคุณลักษณะเหล่านี้จะเป็นตัวผลักดันให้บุคคลสามารถสร้างผลการปฏิบัติงานที่ตนรับผิดชอบให้ สูงกว่าหรือเหนือกว่าเกณฑ์หรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ (David C. McClelland, 1975) เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

ทั้งนี้ถ้าได้มีการค้นหาสมรรถนะและตัวบ่งชี้ที่ชัดเจนขึ้นซึ่งจะนำไปสู่การมีสารสนเทศคุณลักษณะที่ตรงกับสภาพจริงของครูในทางการจัดการเรียนรู้ด้านสะเต็มศึกษาว่ามีคุณภาพตามมาตรฐานหรือไม่เพียงใด ดังนั้นในการพัฒนาตัวบ่งชี้ทางการศึกษานับเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง กับการพัฒนาศักยภาพดังที่ กชภัทร์ สงวนเครือ (2562) การศึกษาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษา คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยศึกษากับกลุ่ม

ตัวอย่างครูผู้สอนในโรงเรียนประถมศึกษาจึงทำให้ทราบลักษณะตัวบ่งชี้สมรรถนะครู เพื่อนำไปแก้ปัญหาในการจัดการเรียนรู้ ดังกล่าว และ กรวุฒิ แผนพรหม (2562) การพัฒนาเครื่องมือวัด โมเดลเชิงสาเหตุ และแนวทางการเตรียมความพร้อมครูสะเต็ม: การวิเคราะห์ โมเดลพระดับจำแนกข้ามกลุ่ม กลุ่มตัวอย่างศึกษา คือ นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 สาขาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และจุฬาลักษณ์ ไกรพล (2561) เรื่องการวิเคราะห์องค์ประกอบประกอบสมรรถนะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 ได้ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านคุณลักษณะ และสุรัชชัย ผาสุก(2562) ได้ศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์องค์ประกอบสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์และครูพี่เลี้ยงมหาวิทยาลัยราชภัฏ มี 3 องค์ประกอบหลัก

จากการศึกษาปัญหาดังกล่าวข้างต้นเกี่ยวกับปัญหาสะเต็มศึกษาที่เกิดขึ้นผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญ และประโยชน์ของตัวบ่งชี้ทางการศึกษา มีความสำคัญยิ่งต่อครูผู้สอนได้ตรงกับคุณลักษณะของสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษา โดยเฉพาะช่วยตรวจสอบคุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมบ่งชี้ ในการสอนว่าเป็นไปในทิศทางที่ต้องการหรือไม่ และมีลักษณะอย่างไร ที่จะทำให้การจัดการสอนสะเต็มได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาตัวบ่งชี้ของครูผู้สอนสะเต็ม ตามองค์ประกอบของสมรรถนะด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านคุณลักษณะ ยังไม่มีการศึกษาที่ครอบคลุมในประเด็นดังกล่าวเช่น ความรู้ในด้านผนวกวิธีสอน นั้นเป็นความรู้นำมาสอนการบูรณาการ รวมถึงทักษะต่างๆ ของครูผู้สอน ซึ่งตัวบ่งชี้จะสามารถสะท้อนให้เห็นได้ว่าครูผู้สอนนั้นมีจุดอ่อน หรือจุดแข็งในด้านใด หรือประเด็นใดในการพัฒนา และครูผู้สอนหลักในการสอนสะเต็มศึกษา คือ ครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งยังมีการศึกษาครูผู้สอนในกลุ่มนี้ไม่มากนัก และไม่ครอบคลุมบางประเด็น เพื่อให้ได้ตัวบ่งชี้ที่ดีมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือวัดสมรรถนะได้ตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด จึงได้มีการศึกษาการพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะ และใช้ระเบียบวิธีวิจัยที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับตัวบ่งชี้ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยมีเทคนิคการพัฒนาตัวบ่งชี้จากข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง รวมถึงต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ให้มีคุณภาพครอบคลุมทุกด้าน ด้วยเหตุผลและความสำคัญ ดังกล่าวผู้วิจัยในฐานะที่เป็นบุคลากรทางการศึกษา จึงสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็ม ในศตวรรษที่ 21 เพื่อที่หน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้นำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถครู หรือประกอบการตัดสินใจกำหนดนโยบายเพื่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้การสอนของครูตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้ตรงตามสมรรถนะที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

วัตถุประสงค์หลัก เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เฉพาะ

1. เพื่อศึกษาสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21
2. เพื่อทดสอบความสอดคล้องของโมเดลโครงสร้างสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์
3. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ความสำคัญของการวิจัย

1. ทำให้ได้ทราบองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่มีผลและมีความสำคัญต่อสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 ทำให้สามารถนำไปพัฒนาเป็นเครื่องมือหรือกรอบการพัฒนาครูผู้สอนสะเต็มให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2. ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้บริหารสถานศึกษา และศึกษานิเทศก์สามารถนำตัวบ่งชี้สมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 นำไปใช้เป็นแนวทางออกแบบการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพัฒนาครูผู้สอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

 - 1.1 ด้านความรู้ (knowledge) 5 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็ม 2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา 3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน 4. ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา 5. ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้
 - 1.2 ด้านทักษะ(skill) 8 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1. ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา 2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง 3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น 4. ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน 5. ทักษะการอำนวยความสะดวก 6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน 7. ทักษะการสื่อสาร 8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน
 - 1.3 ด้านคุณลักษณะ(traits) 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1. การคิดอย่างเป็นระบบ 2. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM 3. ความคิดสร้างสรรค์

2. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

2.1 ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในโรงเรียนศูนย์สะเต็มศึกษาภาค จำนวน 13 ภูมิภาค (13 โรงเรียน) และครูผู้สอนในโรงเรียนเครือข่ายสะเต็มศึกษา จำนวน 78 โรงเรียน รวมทั้งหมด 91 โรงเรียน จำนวนครูผู้สอนทั้งหมด 3,490 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในโรงเรียนศูนย์สะเต็มศึกษาภาคจำนวน 13 ภูมิภาค และโรงเรียนเครือข่ายสะเต็มศึกษา จำนวนทั้งหมด 450 คน

3. ขอบเขตด้านตัวแปร

องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของครูผู้สอนสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ (knowledge) ทักษะ(skill) และคุณลักษณะ(traits) ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยการบูรณาการความรู้ศาสตร์ ทั้ง 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 และเห็นถึงความสัมพันธ์และความสำคัญ แล้วนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือการประกอบอาชีพในอนาคต

2. การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะ หมายถึง กระบวนการสร้างตัวบ่งชี้สมรรถนะที่ได้จากการศึกษา และสังเคราะห์หลักการ แนวคิด เอกสาร ตำรา และงานวิจัย ประกอบด้วย การกำหนดวัตถุประสงค์ การรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ การสร้างและพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะผ่านการคัดเลือกจากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้เทคนิคการวิจัยเชิงปริมาณ การพิจารณาตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ การทดสอบเพื่อยืนยันกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และการประเมินประสิทธิภาพเพื่อให้ได้ตัวบ่งชี้สมรรถนะที่มีความถูกต้อง มีความเหมาะสม มีความเป็นไปได้ และมีความเป็นประโยชน์ ในการนำไปปฏิบัติจริง

3. สมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา หลักสูตรสะเต็มศึกษา ความเข้าใจในผู้เรียน เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา และการประเมินการเรียนรู้ ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4. สมรรถนะด้านทักษะ (Skill) หมายถึง ความสามารถเกี่ยวกับการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับชีวิตจริง สามารถการทำงานร่วมกับผู้อื่น ออกแบบการเรียนการสอน สามารถการอำนวยความสะดวก สามารถประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน ความสามารถในการสื่อสาร การใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน ในการนำไปจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ให้ผู้เรียนได้มีทักษะและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

5. สมรรถนะด้านคุณลักษณะ (Traits) หมายถึง คุณลักษณะภายในเฉพาะตัวที่แสดงออกเชิงพฤติกรรมในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยมีลักษณะดังนี้ มีการคิดอย่างเป็นระบบ มีทัศนคติเชิงบวกในการสอน STEM และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปตามเป้าหมายการสอนสะเต็ม

6. คุณภาพของตัวบ่งชี้ หมายถึง ระดับคุณลักษณะของของตัวบ่งชี้ ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ความเป็นประโยชน์ (utility) ความเหมาะสม (appropriateness) และความเชื่อถือได้ (credibility) มีระดับคุณภาพมากที่สุดสามารถนำไปใช้ได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวินิจฉัยพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แบ่งออกเป็น 4 ตอน เสนอตามลำดับต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาตัวบ่งชี้

1. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนาตัวบ่งชี้
2. กระบวนการพัฒนาตัวบ่งชี้
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะ

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะ

1. แนวคิด และความหมายของสมรรถนะ
2. องค์ประกอบของสมรรถนะ
3. ความสำคัญของสมรรถนะ
4. แนวคิด และความหมายของสมรรถนะครู
5. องค์ประกอบสมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21

ตอนที่ 3 แนวคิดสะเต็มศึกษา

1. แนวคิดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
2. ความสำคัญการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
3. ลักษณะครูผู้สอนสะเต็ม
4. ลักษณะครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี
5. องค์ประกอบครูผู้สอนสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมาย ลักษณะ ประเภท และประโยชน์ของตัวบ่งชี้

1.1 ความหมายของตัวบ่งชี้

คำว่าตัวบ่งชี้ ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Indicator” ซึ่งความหมายตามพจนานุกรม ของออกซ์ฟอร์ด (Johnstone. 1981) ได้ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง สิ่งที่บ่งชี้สิ่งใดสิ่งหนึ่ง สำหรับภาษาไทย มีคำที่นำมาใช้ในความหมายเดียวกับคำว่า “ตัวบ่งชี้” อยู่หลายคำ เช่น ตัวชี้วัด ดัชนี ดัชนี บ่งชี้ เครื่องชี้วัด ตัวชี้ เครื่องบอกและเครื่องชี้วัด เป็นต้น เป็นคำที่มีความหมายอย่างเดียวกัน และมี

ความหมายตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า “indicators” เนื่องจากดัชนี หรือตัวบ่งชี้ที่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ และนักวิชาการที่เป็นนักประเมิน โดยเฉพาะนักประเมินผลการศึกษาใช้คำว่า ตัวชี้วัด (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550) ในระยะหลังวงการศึกษ และนักวิชาการใช้คำว่า ตัวบ่งชี้ตั้งเอกสาร มาตรฐานการศึกษาเพื่อการประกันคุณภาพภายนอก จัดทำโดยสถาบันพัฒนา มาตรฐานการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545) ซึ่งพัฒนามาตรฐาน ตัวบ่งชี้ และเกณฑ์สำหรับการประกันคุณภาพตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 เอกสารของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) มีผู้ให้ความหมายไว้ต่างๆ กันสรุปได้ดังนี้

จอห์นสโตน (Johnstone, 1981) กล่าวว่า ตัวบ่งชี้ หมายถึง สารสนเทศที่สามารถบอก ปริมาณในเชิงสัมพันธ์/สภาวะในสิ่งที่จะวัดได้ในช่วงหรือระยะเวลาหนึ่ง บ่งบอกหรือสะท้อนภาพของ สถานการณ์ที่สนใจและตรวจสอบ ซึ่งทั่วไปอาจเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต และได้สรุปลักษณะของตัว บ่งชี้ไว้ดังนี้

1. ลักษณะตัวบ่งชี้ทำให้เกิดข้อเสนอนแนะ ข้อคิดเห็น ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษาอย่าง กว้างๆ ทั่ว ๆ ไป
2. ตัวบ่งชี้ถูกสร้างมาจากตัวแปรหลายตัวที่แตกต่างกัน
3. ค่าของตัวบ่งชี้สามารถแสดงให้เห็นถึงปริมาณ
4. ตัวบ่งชี้ต้องสามารถให้ข้อเท็จจริง ข้อมูลในช่วงเวลานั้น หรือสถานที่ ณ ขณะนั้น
5. ตัวบ่งชี้เป็นจุดเริ่มในการพัฒนาทฤษฎี ซึ่งควรพัฒนาจากการศึกษาวิจัยอย่างเป็น ระบบ

วรรณิ แกมเกตุ (2540) กล่าวไว้ว่า ตัวบ่งชี้ หมายถึง สิ่งที่สามารถแสดงลักษณะของ สภาวะ/เหตุการณ์แสดงให้เห็นลักษณะของการดำเนินงานอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่นเดียวกับคำว่า “ตัว บ่งชี้” เช่น ตัวชี้วัด เป็นต้น

ศิริชัย กาญจนวาสี (2550) ได้ให้ความหมายว่า ของคำว่าตัวบ่งชี้ หมายถึง ตัวประกอบ/ ตัวแปร เป็นค่าสามารถสังเกตได้ สามารถบ่งชี้สามารถบอกสถานภาพ บ่งบอกลักษณะของการ ดำเนินงาน

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2545) ได้กล่าวไว้ว่า ตัวบ่งชี้ หมายถึง องค์ประกอบที่แสดงถึงลักษณะ หรือปริมาณ สภาพที่ต้องการศึกษา เฉพาะจุดหรือช่วงเวลาหนึ่ง และใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างจุด หรือช่วงเวลาที่แตกต่างกัน เพื่อให้ทราบถึงความเปลี่ยนแปลงของสภาพที่ต้องการศึกษาได้

ลักษณะทั่วไปของตัวบ่งชี้ไว้ 5 ประการ ดังนี้ นงลักษณ์ วิรัชชัย (2545)

- 1) ตัวบ่งชี้ต้องระบุสารสนเทศเกี่ยวกับสิ่งหรือสภาพที่ศึกษาอย่างกว้างๆ ตัวบ่งชี้ต้องให้ สารสนเทศที่ถูกต้องแม่นยำไม่มากก็น้อย แต่ไม่จำเป็นต้องถูกต้องแม่นยำแน่นอนอย่างละเอียดถี่ถ้วน

2) ตัวบ่งชี้แตกต่างจากตัวแปร ตัวบ่งชี้จะให้สารสนเทศเกี่ยวกับคุณลักษณะที่ศึกษา เหมือนตัวแปร แต่ตัวบ่งชี้ก็ไม่เหมือนตัวแปร เพราะตัวแปรจะให้สารสนเทศของเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษาเฉพาะเพียงด้านเดียว ไม่สามารถสรุปสภาพโดยรวมทุกด้านได้ แต่ตัวบ่งชี้เป็นการรวมตัวแปรที่เกี่ยวข้องกันนำเสนอเป็นภาพรวมกว้าง ๆ ของสิ่งหรือสภาพที่ต้องการศึกษา โดยความหมายนี้ ตัวบ่งชี้จึงเป็นตัวแปรประกอบ (composite variable) หรือ องค์ประกอบ (factor) ก็ได้ และไม่จำเป็นต้องมีตัวเดียว

3) ค่าของตัวบ่งชี้ (Indicator Value) แสดงถึงปริมาณ (Quantity) ตัวบ่งชี้ต้องแสดงสภาพที่ศึกษาเป็นค่าตัวเลขหรือปริมาณเท่านั้น การสร้างตัวบ่งชี้ต้องมีการกำหนดความหมายและเกณฑ์เกี่ยวกับตัวบ่งชี้อย่างชัดเจน ความหมายของตัวบ่งชี้ในประเด็นนี้แยกความแตกต่างระหว่างตัวแปรและตัวบ่งชี้ออกจากกันได้ชัดเจนขึ้น การวัดตัวแปรไม่ต้องมีเกณฑ์ในการแปลความหมาย แต่ตัวบ่งชี้ต้องมีการกำหนดเกณฑ์

4) ค่าของตัวบ่งชี้แสดงสภาพเฉพาะจุด หรือช่วงเวลา (Time Point or Period) ตัวบ่งชี้แสดงค่าของสิ่งหรือสภาพที่ต้องการศึกษาเฉพาะจุดหรือช่วงเวลาที่กำหนด นอกจากนี้ตัวบ่งชี้อาจให้สารสนเทศประกอบด้วยค่าหลายค่าเป็นอนุกรมเวลาก็ได้

5) ตัวบ่งชี้เป็นหน่วยพื้นฐาน (Basic Units) สำหรับการพัฒนาทฤษฎีโดยการวิจัย การวิจัยเพื่อพัฒนาทฤษฎีใหม่มีการดำเนินงานที่สำคัญเฉพาะส่วนที่เกี่ยวกับตัวแปร 4 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกคือ การบรรยายสภาพปรากฏการณ์ที่ศึกษาวิจัย ขั้นตอนที่สอง คือ การนิยามสังกัปของปรากฏการณ์ที่ศึกษาวิจัย หรือการให้นิยามเชิงทฤษฎีเป็นภาพกว้างๆ การให้นิยามแบบกว้างๆ นี้เหมือนกับการให้นิยามของตัวบ่งชี้ ซึ่งแตกต่างจากการให้นิยามของตัวแปร ขั้นตอนที่สาม คือ การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของปรากฏการณ์ ในขั้นตอนนี้ก็วิจัยต้องกำหนดนิยามชัดเจนว่าปรากฏการณ์นั้นวัดได้จากตัวแปรอะไร และขั้นตอนสุดท้าย คือ การวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล และการสร้างตัวแปรปรากฏการณ์ที่ศึกษาวิจัย ในการดำเนินงานทั้งสี่ขั้นตอนนี้ การกำหนดนิยามเชิงทฤษฎี และการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ควรจะต้องสอดคล้องและตรงกัน Johnstone จึงได้เสนอแนะให้นักวิจัยเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นตัวบ่งชี้ โดยใช้ตัวบ่งชี้เป็นหน่วยพื้นฐานสำหรับการวิจัยเพื่อสร้างทฤษฎี

อนุวัติ คุณแก้ว (2558) ให้ความหมายว่า ตัวบ่งชี้ หมายถึง ดัชนีชี้วัดหรือหน่วยวัดความสำเร็จหรือค่าที่สังเกตได้ซึ่งใช้บอกสถานภาพหรือลักษณะการดำเนินงานหรือผลการดำเนินงานซึ่งอยู่ในรูปค่าที่สังเกตได้เป็นตัวเลขหรือข้อความองค์ประกอบ และนำตัวแปรหรือข้อเท็จจริงนำมาสัมพันธ์กัน เมื่อเทียบกับเกณฑ์และมาตรฐานที่ตั้งไว้สามารถจะชี้ให้เห็นถึงสภาพการณ์ที่ต้องการศึกษา

จากการศึกษาความหมายและลักษณะของ ตัวบ่งชี้ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงใช้คำว่า ตัวบ่งชี้ ซึ่งสรุปความหมายได้ว่า ตัวแปรประกอบ (composite variable) หรือ องค์ประกอบ (factor) ที่สร้างขึ้นเป็นค่าที่สังเกตได้เป็นตัวเลข ข้อความที่สามารถบอกสภาพการณ์หรือระบุบ่งบอกสภาพลักษณะที่

ต้องการศึกษาได้ ในเชิงปริมาณ หรือเชิงคุณภาพ ให้ได้สารสนเทศเพื่อสะท้อนถึงข้อเท็จจริงของผลในการดำเนินงานหรือสิ่งที่ต้องการวัด นำเสนอเป็นภาพรวมกว้าง ๆ ของสิ่งหรือสภาพที่ต้องการศึกษา เพื่อการดำเนินงานบรรลุตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ในสิ่งที่ต้องการศึกษาได้

1.2 ประเภทของตัวบ่งชี้

ในการแบ่งประเภทตัวบ่งชี้ ได้มีการแบ่งประเภทของตัวบ่งชี้หลายวิธีทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีและเกณฑ์ในการแบ่ง นงลักษณ์ วิรัชชัย (2545) วิธีการจัดแยกประเภทตามลักษณะของตัวบ่งชี้ ได้แบ่งตามเกณฑ์ต่อไปนี้ ดังนี้ 1. วิธีการจัดแยกประเภทตามวิธีการสร้าง 2. จำแนกประเภทตามลักษณะนิยามของตัวบ่งชี้ 3. จำแนกประเภทตามวิธีการสร้าง 4. จำแนกประเภทตามลักษณะตัวแปรที่ใช้สร้างตัวบ่งชี้ 5. จำแนกตามลักษณะค่าของตัวบ่งชี้ 6. จำแนกตามฐานเปรียบเทียบในการแปลความหมาย 7. จำแนกตามลักษณะการใช้ตัวบ่งชี้

1.3 ประโยชน์ของตัวบ่งชี้

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2545) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของตัวบ่งชี้ไว้ดังนี้

1. การกำหนดนโยบายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา ทำให้มีความชัดเจน คงเส้น คงวา และตรวจสอบได้ง่ายขึ้น เชื่อมโยงกันได้มากขึ้น
2. การกำกับและการประเมินระบบการศึกษา สามารถรวบรวมข้อมูล สำหรับใช้ในการศึกษา บ่งชี้ในแต่ละช่วงเวลา สามารถใช้เพื่อตรวจสอบผลการเปลี่ยนแปลง
3. การจัดลำดับและการจัดจำแนกประเภทของระบบการศึกษา สามารถช่วยให้เห็นลักษณะ ที่เหมือนหรือต่างกันในการศึกษาในภาพรวมว่าประเทศใด ภูมิภาคใด มีระดับการพัฒนาต่ำกว่าเกณฑ์ และมีความจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วน
4. การวิจัยพัฒนาระบบการศึกษา ตัวบ่งชี้ไม่สามารถให้ข้อมูลสารสนเทศต่างๆในด้านสัมพันธ์เชิงสาเหตุได้ แต่มีประโยชน์สำหรับนำไปศึกษาวิจัยในอนาคต ซึ่งเป็นการศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวบ่งชี้สำหรับการวิจัย
5. การกำหนดเป้าหมายที่ตรวจสอบได้ ในการประเมินต้องเริ่มต้นจากการพัฒนาตัวบ่งชี้ สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการตรวจสอบว่าการดำเนินงานได้ผลตามเป้าหมายในแต่ละขั้นที่กำหนดไว้หรือไม่

สรุปได้ว่าตัวบ่งชี้มีประโยชน์โดยตรงเพื่อใช้ในการวางแผนงาน การกำหนดนโยบาย วัตถุประสงค์ในการจัดการศึกษา และใช้ในการกำกับดูแลติดตาม ตรวจสอบและประเมินผลการดำเนินงาน การประกันคุณภาพ เพื่อนำมาปรับปรุงพัฒนาระบบการศึกษา

1.4 กระบวนการพัฒนาตัวบ่งชี้

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2545) ได้สรุปกระบวนการพัฒนาตัวบ่งชี้ ไว้ 6 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์การพัฒนาตัวบ่งชี้ ขั้นตอนที่ 2 นิยามตัวบ่งชี้ ขั้นตอนที่ 3

การรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนที่ 4 การสร้างตัวบ่งชี้ ขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบคุณภาพตัวบ่งชี้ และ
ขั้นตอนที่ 6 การวิเคราะห์ตามบริบทที่ต้องศึกษาและการนำเสนอรายงาน แต่ละขั้นตอนสรุปได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาตัวบ่งชี้ (Statement of Purposes)

เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ล่วงหน้าว่าจะนำตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ประโยชน์ในเรื่องอะไร และ
อย่างไร

ขั้นตอนที่ 2 นิยามตัวบ่งชี้ (Definition) ในการนิยามตัวบ่งชี้สามารถทำได้ 3 วิธีดังนี้

1. การนิยามเชิงปฏิบัติ (Pragmatic Definition) เป็นวิธีการนิยามที่ใช้ในกรณีที่มีการ
รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรย่อยที่เกี่ยวข้องกับตัวบ่งชี้ไว้พร้อมแล้ว ผู้วิจัยเพียงแต่พิจารณา
คัดเลือกตัวแปร จากฐานข้อมูลที่มีอยู่ นำมาพัฒนาตัวบ่งชี้ โดยกำหนดวิธีการรวมตัวแปรย่อย และ
กำหนดน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรย่อย วิธีการนิยามตัวบ่งชี้วิธีนี้อาศัยการตัดสินใจ และ
ประสบการณ์ของนักวิจัยเท่านั้น ซึ่งอาจทำให้ได้นิยามที่ลำเอียงเพราะไม่มีการอ้างอิงทฤษฎี หรือ
ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่อย่างใด

2. การนิยามตามทฤษฎี (Theoretical Definition) เป็นวิธีที่ใช้ทฤษฎีในการรองรับ
สนับสนุนสำหรับผู้วิจัยใช้ตัดสินใจ น้อยกว่าแบบอื่น การนิยามตัวบ่งชี้โดยใช้การนิยามเชิงทฤษฎีนี้
ผู้วิจัยอาจทำได้สองแบบ แบบแรกเป็นการใช้ทฤษฎีและงานวิจัยเป็นพื้นฐานสนับสนุนทั้งหมดตั้งแต่
การกำหนดตัวแปรย่อย การกำหนดวิธีการรวมตัวแปรย่อย และการกำหนดน้ำหนักตัวแปรย่อย คือ
การใช้สูตรการสร้างตัวบ่งชี้ตามที่มีผู้พัฒนาไว้แล้ว และอีกวิธีเป็นการใช้ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยเป็น
พื้นฐานสนับสนุนในการคัดเลือกตัวแปรย่อย ส่วนในการกำหนดน้ำหนักตัวแปรย่อยนั้นใช้ความคิดเห็น
ผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญประกอบในการตัดสินใจ วิธีนี้เป็นวิธีที่ยังไม่มีผู้ใดกำหนดสูตรการสร้างตัว
บ่งชี้ไว้ก่อน

3. การนิยามตามข้อมูลเชิงประจักษ์ (Empirical Definition) เป็นการนิยามที่ผู้วิจัยกำหนด
ว่าตัวบ่งชี้ประกอบด้วยตัวแปรอะไรและกำหนดรูปแบบวิธีการรวบรวมตัวแปรให้ได้ตัวบ่งชี้ โดยมี
ทฤษฎี เอกสาร หรืองานวิจัยเป็นพื้นฐานแต่การกำหนดน้ำหนักตัวแปรแต่ละตัวที่นำมารวมกันในการ
พัฒนา ตัวบ่งชี้ นั้น อาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์ ประเด็นที่น่าสังเกตเกี่ยวกับการนิยามเชิง
ประจักษ์ คือการกำหนดน้ำหนักตัวแปร จากความเป็นจริงมิใช่จากทฤษฎี หรือจากเอกสาร การ
กำหนดนิยามเชิงประจักษ์นี้มีความสำคัญสองส่วนคือ การกำหนดโมเดลโครงสร้างความสัมพันธ์ว่าตัว
บ่งชี้ประกอบด้วยตัวแปรย่อยอะไร โดยมีทฤษฎีเป็นพื้นฐานรองรับ โมเดลที่ได้เป็น โมเดลการวัด
(Measurement model) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรย่อยซึ่งเป็นตัวแปรสังเกตได้
(Observed Variable) กับตัวบ่งชี้ที่เป็นตัวแปรแฝง (Latent Variable) ส่วนที่สองเป็นการกำหนด
น้ำหนักความสำคัญของตัวแปรย่อยจากข้อมูลเชิงประจักษ์โดยการวิจัยคือผู้วิจัยต้องรวบรวมข้อมูล
ตามโมเดลที่พัฒนาขึ้น แล้วนำมาวิเคราะห์ให้ได้ค่าน้ำหนัก วิธีวิเคราะห์ที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือการ

วิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) การวิเคราะห์องค์ประกอบตามหลักสถิติทำได้สองแบบ คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis) และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) และสามารถตรวจสอบความตรงของโมเดลโดยพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างโมเดลตามทฤษฎีกับข้อมูล เมื่อพบว่าโมเดลมีความตรง จึงนำสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรย่อยมาสร้างตัวแปรแฝงต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การรวบรวมข้อมูล (Data Collection) เป็นการวัดตัวแปรย่อย ได้แก่ การสร้างเครื่องมือสำหรับนำไปทดลองใช้ ปรับปรุงเครื่องมือ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างตัวบ่งชี้ (Construction) เป็นการสร้างสเกลตัวบ่งชี้ตามนิยามที่ได้กำหนดไว้ว่าประกอบด้วยตัวแปรอะไรรวมกันในลักษณะใด และกำหนดน้ำหนักความสำคัญตัวแปรวิธีรวมกันอย่างไร โดยการนำตัวแปรย่อยที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ให้ได้ตัวบ่งชี้ใช้วิธีการรวมตัวบ่งชี้ที่มีการกำหนดน้ำหนักความสำคัญ

ขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ (Quality Check) ในการตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้นนั้นจะมีคุณภาพดีมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะตัวบ่งชี้ขึ้นไปตามเกณฑ์ต่อไปนี้ ได้แก่ การตรวจสอบคุณภาพด้านความตรง (Validity) การตรวจสอบคุณภาพเนื้อหาสาระความรู้ที่เครื่องมือได้ครอบคลุมการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยง (Reliability) การตรวจสอบคุณภาพด้านความเป็นไปได้ (Feasibility) การตรวจสอบคุณภาพด้านความเป็นประโยชน์ (Utility) การตรวจสอบคุณภาพด้านความเหมาะสม (Appropriateness) การตรวจสอบคุณภาพด้านความเชื่อถือได้ (Credibility) การตรวจสอบคุณภาพด้านความคงเส้นคงวา (Consistency) การตรวจสอบคุณภาพด้านความเป็นมาตรฐาน (Standardization)

ขั้นตอนที่ 6 การจัดเข้าบริบทและการนำเสนอรายงาน (Contextualization and Presentation) เป็นขั้นตอนการสื่อสารระหว่างผู้พัฒนาตัวบ่งชี้ กับผู้ใช้ตัวบ่งชี้หลังจากที่ได้สร้างและตรวจสอบตัวบ่งชี้แล้วผู้วิจัยต้องวิเคราะห์ให้ได้ค่าของตัวบ่งชี้ที่เหมาะสมกับบริบท

จากกระบวนการพัฒนาตัวบ่งชี้ ผู้วิจัยมีการดำเนินการดังนี้ 1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาตัวบ่งชี้ 2. นิยามตามข้อมูลเชิงประจักษ์ 3. การรวบรวมข้อมูล (Data Collection) เป็นการวัดตัวแปรย่อย ได้แก่ การสร้างเครื่องมือสำหรับนำไปทดลองใช้ ปรับปรุงเครื่องมือ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 4. การสร้างตัวบ่งชี้ (Construction) และ 5. การตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ (Quality Check) 6.การจัดเข้าบริบทและการนำเสนอรายงาน (Contextualization and Presentation)

1.5 การตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้

มีนักวิชาการหลายท่านได้เสนอความคิดเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ไว้หลายท่าน เช่น นางลักษณ์ วิรัชชัย (2545) ได้สรุปให้เห็นว่าตัวบ่งชี้ที่มีคุณภาพนั้นควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

- 1) ควรมีความทันสมัย ทันเหตุการณ์เหมาะสมกับเวลาและสถานที่
- 2) ตรงกับความต้องการหรือจุดมุ่งหมายของการใช้งาน ดังเช่นตัวบ่งชี้ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการกำหนดนโยบายไม่ควรมีลักษณะเป็นแบบเดียวกับตัวบ่งชี้ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการบรรยายสภาพระบบ

- 3) ตัวบ่งชี้ควรมีคุณสมบัติตามคุณสมบัติของการวัดคือมีความเที่ยง ความตรงความเป็นปรนัย และใช้ปฏิบัติได้จริง คุณสมบัติข้อนี้มีความสำคัญมาก

- 4) ควรมีเกณฑ์การวัด (Measurement Rules) ที่มีความเป็นกลาง มีความเป็นทั่วไปและให้สารสนเทศเชิงปริมาณที่ใช้เปรียบเทียบกันได้ในทุกระดับ

อีเวลและโจน (Ewell and Jones. 1994) ได้กล่าวถึงตัวบ่งชี้ที่มีคุณภาพต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

- 1) สามารถนำไปใช้ในเชิงนโยบายได้
- 2) สามารถแปลความได้ถูกต้อง
- 3) สามารถวัดได้ครอบคลุมทั้งหมด
- 4) มีเกณฑ์ในการเปรียบเทียบที่เหมาะสม
- 5) มีความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น
- 6) สามารถวัดได้จริง

จอห์นสโตน (Johnstone. 1981) ได้เน้นในการตรวจสอบตัวบ่งชี้ไว้ 2 ประเด็นคือ

- 1) การตรวจสอบความเที่ยงตรงภายใน ซึ่งผู้วิจัยจะต้องควบคุมการนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operation Definition) ของตัวแปรที่นำมาสร้างตัวบ่งชี้ให้ชัดเจน ครอบคลุมองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการวัดได้ทั้งหมดสามารถวัดได้ในสภาพจริง และตัวแปรที่นำมาเป็นตัวบ่งชี้ทั้งหมดต้องเป็นตัวแทนของสิ่งที่จะศึกษา

- 2) การตรวจสอบความเชื่อมั่น ตัวบ่งชี้ที่ดีนั้นต้องมีความเชื่อมั่นโดยเฉพาะความเชื่อมั่นแบบคงเส้นคงวาในการวัด

ฟิทซ์-กิบบอน (Fitz – Gibbon., 1996) ได้เสนอเกณฑ์ในการคัดเลือกตัว บ่งชี้ผลการปฏิบัติงานทางการศึกษาเป็น 12 ด้านจัดเป็น 5 กลุ่มดังต่อไปนี้

1. ความสอดคล้อง (Relevant) ประกอบด้วย
 - 1.1 ตัวบ่งชี้บ่งบอกถึงผลลัพธ์ที่เป็นค่านิยมของหน่วยการจัดการนั้น
 - 1.2 ตัวบ่งชี้บ่งบอกถึงผลลัพธ์ที่ทีมงานทุกคนมีส่วน

2. ให้ข้อมูลสื่อความหมาย (Informative) ได้แก่
 - 2.1 ตัวบ่งชี้เป็นไปตามบริบท
 - 2.2 ตัวบ่งชี้ให้ผลย้อนกลับไปยังหน่วยการจัดการ
3. การยอมรับได้ (Acceptable) ได้แก่
 - 3.1 ตัวบ่งชี้มีความยุติธรรม
 - 3.2 ตัวบ่งชี้เข้าถึงได้
 - 3.3 ตัวบ่งชี้อธิบายได้
 - 3.4 ตัวบ่งชี้ไม่สามารถบิดเบือนได้
 - 3.5 ตัวบ่งชี้ตรวจสอบได้
 - 3.6 ตัวบ่งชี้ต้องบอกการเปลี่ยนแปลง
4. มีประโยชน์ (Beneficial) การนำตัวบ่งชี้ไปใช้ต้องเกิดประโยชน์กับการศึกษา
5. ความคุ้มค่า (Cost Effective) ตัวบ่งชี้มีต้นทุนที่สมเหตุสมผลซึ่งแต่ละเกณฑ์ จำเป็นต้องมีการดำเนินการดังนี้
 - 5.1 ความสอดคล้อง (Relevant) ต้องสร้างเป้าหมายที่เป็นประชาขุมติร่วม กำหนดหน่วยของการจัดการ
 - 5.2 สื่อความหมายให้มีความสำคัญกับบริบทออกแบบกระบวนการให้ผล ย้อนกลับนำเอาตัวแปรกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงได้เข้ามาพิจารณา
 - 5.3 การยอมรับได้มีการตรวจสอบความตรงและความเท่าเทียมจัดทำสถิติเพื่อ เผยแพร่ (Provide Statistics with Human Face)
 - 5.4 ผลประโยชน์ตรวจสอบผลกระทบที่เกิดจากการนำไปใช้
 - 5.5 ความคุ้มค่าตรวจสอบต้นทุนกำไร

การตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้การควบคุมและตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ สามารถดำเนินการได้ในขั้นตอนของการพัฒนาตัวบ่งชี้ (วรรณิ แกมเกตุ, 2551) ดังนี้

 1. การตรวจสอบคุณภาพในเรื่องตัวแปรและการคัดเลือกตัวแปร ผู้พัฒนาตัวบ่งชี้จะต้องมีการอบคิดทฤษฎีที่ชัดเจนและมีคุณภาพซึ่งได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนิยามเชิงปฏิบัติการที่ถูกต้องสอดคล้องกับเป้าหมายในการนำตัวบ่งชี้ไปใช้ประโยชน์ รวมถึงประเภท ลักษณะระดับการวัด กรอบแนวคิดในการคัดเลือกตัวแปร และการสร้างโมเดล ทั้งนี้ เพื่อให้มีความตรงภายในเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลมาจากแหล่งอิทธิพลอย่างน้อย 3 แหล่ง ได้แก่
 - 1.1 ความครอบคลุมในการวัดตัวแปร การวัดตัวแปรเพียงบางส่วนนั้นอาจไม่ครอบคลุมมิติต่าง ๆ ของมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา ซึ่งอาจจะเกิดการนิยามเชิงปฏิบัติการที่ไม่ครอบคลุมเพียงพอหรือเครื่องมือไม่สามารถวัดสิ่งที่ได้นิยามไว้

1.2 ความหมายของมโนทัศน์ที่ต้องศึกษามีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของเวลาหรือระบบการศึกษาของแต่ละสภาพแวดล้อมหรือลักษณะทางสังคม

1.3 ความเป็นตัวแทนของตัวแปร นิยามของตัวแปรที่ใช้อาจจะไม่ได้เป็นตัวแทนที่ดีของมโนทัศน์ที่ต้องศึกษา

2. การตรวจสอบคุณภาพเรื่องการรวมหรือการสังเคราะห์ตัวแปรซึ่งมีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีความเหมาะสมและมีเงื่อนไขสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน ดังนั้น การพิจารณารายละเอียดต่าง ๆ เหล่านี้ จึงถือเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ได้ตัวบ่งชี้ที่มีคุณภาพสอดคล้องกับเป้าหมายการนำไปใช้

3. การตรวจสอบคุณภาพในเรื่องการกำหนดน้ำหนักความสำคัญของตัวแปร แม้ว่าอาจจะไม่มีหลักเกณฑ์ตายตัว แต่การเลือกวิธีที่เหมาะสมกับธรรมชาติของตัวแปรและเป้าหมายในการนำไปใช้ประโยชน์ เป็นประเด็นที่ต้องพิจารณาตรวจสอบตัวบ่งชี้เชิงระบบ input process output outcome

1.6 การพัฒนาเกณฑ์

1.6.1 ความหมายของเกณฑ์

สุวิมล ติรกานันท์ (2548) กล่าวว่า เกณฑ์ หมายถึง การกำหนดระดับที่พึงประสงค์ ของตัวแปรในการประเมินประเด็นที่ต้องการจะประเมิน

สุวิมล ว่องวานิช (2548) กล่าวว่าเกณฑ์ หมายถึง ระดับที่ใช้ในการตัดสินความสำเร็จของการดำเนินงานตามตัวบ่งชี้ที่กำหนด

ศิริชัย กาญจนวาสี (2554) กล่าวว่า เกณฑ์ หมายถึง ระดับหรือมาตรฐานที่แสดงถึง ผลการดำเนินงาน เป็นตัวตัดสินคุณภาพของการปฏิบัติ ซึ่งอาจจะได้มาจากความคาดหวัง ที่พึงประสงค์ของผู้เกี่ยวข้องต่าง ๆ

สรุปได้ว่า เกณฑ์ หมายถึง ระดับที่แสดงถึงผลการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถ ใช้ในการตัดสินได้

1.6.2 การกำหนดและพัฒนาเกณฑ์

การกำหนดเกณฑ์สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2554; สุวิมล ติรกานันท์, 2548) ได้แก่

1) เกณฑ์สัมบูรณ์ (Absolute Criteria) เกณฑ์สัมบูรณ์เป็นการกำหนดระดับ ที่ควรจะได้จากโครงการ ซึ่งหาขึ้นโดยผู้จัดทำโครงการเอง หรือผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่จะทำการ ประเมิน

2) เกณฑ์สัมพัทธ์ (Relative Criteria) เกณฑ์สัมพัทธ์เป็นการกำหนดระดับในกรณี ที่ไม่สามารถกำหนดเกณฑ์ขึ้นเองได้ โดยอาศัยการเทียบเคียงจากโครงการที่เคยทำมาแล้ว หรือ

เปรียบเทียบกับปกติวิสัย (norm) ทั้งนี้การกำหนดเกณฑ์สัมบูรณ์และเกณฑ์สัมพัทธ์ (สุวิมล ติร กานันท์, 2548) อาจกำหนดได้โดย

2.1) ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องที่ต้องการประเมิน เกณฑ์ที่ได้อาจจะเกิดขึ้นและมีผล จาก ประสบการณ์ส่วนตัวของผู้เชี่ยวชาญ

2.2) การคาดหวังจากเหตุการณ์ที่ผ่านมา มี 2 ลักษณะ คือ

1) การคาดหวังเชิงคุณลักษณะ เป็นการคาดหวัง โดยมีข้อมูลที่ไม่สามารถ กำหนดค่าเป็นตัวเลขได้ เป็นข้อมูลในเชิงคุณภาพ

2) การคาดหวังเชิงปริมาณ เป็นการคาดหวัง โดยมีข้อมูลที่ได้เป็นเชิงปริมาณ

2.3) เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มในแต่ละช่วงเวลา

2.4) การใช้เกณฑ์มาตรฐานที่ใช้กันอยู่ทั่วไป

2.5) การใช้ Evaluator's Program Description (EPD) เป็นการพัฒนาตัวบ่งชี้ ควบคู่กับการกำหนดเกณฑ์ที่คาดหวังในคราวเดียวกัน ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน คือ เป้าหมาย งาน หรือ กิจกรรมในการดำเนินการตามเป้าหมาย และเกณฑ์ที่แสดงความสำเร็จของแต่ละกิจกรรม

การพัฒนาเกณฑ์ตามแนวคิดของ Stufflebeam (1971) ได้เสนอรูปแบบการพัฒนา เกณฑ์ออกเป็น 2 รูปแบบ คือ เกณฑ์เชิงอุดมคติ และเกณฑ์ซึ่งอยู่ในความเป็นจริง ซึ่งมีการดำเนินการ ในการพัฒนาเกณฑ์ ไปตามขั้นตอนต่าง ๆ ได้แก่

1) ผู้มีอำนาจชี้ถึงสิ่งที่ต้องการทั้งนี้เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการดำเนินการ โครงการ

2) ผู้มีอำนาจสั่งการในการกำหนดเกณฑ์เชิงอุดมคติ ใน 4 มิติ ได้แก่ ด้านบริบท ด้าน ปัจจัย ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต

3) พิจารณาเพื่อกำหนดความไม่สอดคล้องกันระหว่างเกณฑ์เชิงอุดมคติ กับสภาพ ความเป็นจริง

4) กำหนดเกณฑ์ซึ่งอยู่ในความเป็นจริงขึ้นมา ทั้งนี้ต้องมีความสอดคล้องกับเกณฑ์ เชิงอุดมคติ

5) ทำการตรวจสอบเกณฑ์ซึ่งอยู่ในความเป็นจริง กับเกณฑ์เชิงอุดมคติ

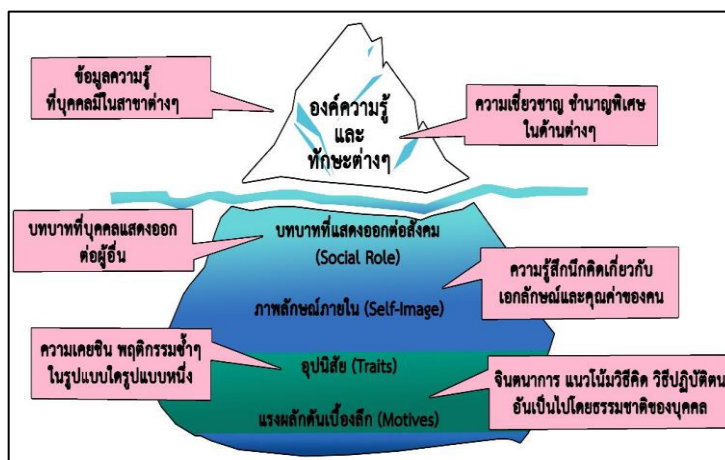
6) เมื่อตรวจสอบเกณฑ์แล้วพบว่า เกณฑ์ซึ่งอยู่ในความเป็นจริงเป็นไปได้ ก็สามารถ นำเกณฑ์นั้นไปใช้ในการประเมินได้เลย แต่ถ้าพบว่าเป็นไปไม่ได้ จะต้องดำเนินการโดยเลือก ที่จะ เปลี่ยนแปลงเกณฑ์ซึ่งอยู่ในความเป็นจริง หรือเกณฑ์เชิงอุดมคติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ต้องการ ประเมิน

2. แนวคิด และความหมายของสมรรถนะ

2.1 แนวคิดสมรรถนะ

สมรรถนะ (Competency) หรือขีดความสามารถในการทำงาน (Competency) ในช่วงต้นของศตวรรษที่ 1970 นักวิชาการชื่อ David McClelland ได้ทำการศึกษาวิจัยว่า บุคลากรที่มีความสามารถทำงานในลักษณะเดียวกันหรือทำงานในตำแหน่งเดียวกัน ผลงานที่ออกมาที่มีความแตกต่างกัน จึงได้ทำการศึกษาวิจัย และศึกษาว่าบุคลากร 2 กลุ่ม และแยกบุคคลที่มีผลงานดีออกจากบุคลากรที่มีผลการปฏิบัติงานพอใช้ และเปรียบเทียบผลการทำงานว่าแตกต่างกันอย่างไร ความสัมพันธ์ระหว่าง คุณลักษณะที่ดีของบุคคล กับระดับทักษะความรู้ ความสามารถ โดยการวัด IQ และการทดสอบบุคลิกภาพ ยังไม่เหมาะสมในการทำนายบุคคลได้ เพราะไม่ได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงออกมาได้ จะมีสิ่งหนึ่งที่เรียกว่าสมรรถนะ (Competency) และในปี ค.ศ. 1973 David McClelland ซึ่งถือเป็นจุดกำเนิดของแนวคิดเรื่องสมรรถนะที่สามารถอธิบายบุคลิกลักษณะของคนได้ว่า เปรียบเสมือนกับภูเขาน้ำแข็ง (Iceberg) แสดงให้เห็นว่าผู้ที่เก่งหรือเรียนเก่งไม่ได้หมายความว่า จะทำงานได้สำเร็จ แต่บุคคลที่ทำงานได้ประสบผลสำเร็จ และงานมีคุณภาพในการทำงานจะต้องเป็น ผู้ที่มีความสามารถในการนำความรู้มาประยุกต์ใช้สามารถปฏิบัติตามหลักการหรือวิชาการที่มีอยู่ในตัวเองทำให้งานที่ตนทำเกิดประโยชน์ จึงกล่าวได้ว่าบุคคลนั้นมีสมรรถนะ

แมคเคลแลนด (McClelland) สามารถแสดงให้เห็นคำจำกัดความของคำว่าสมรรถนะ โดยความสัมพันธ์ของสมรรถนะทั้ง 5 คุณลักษณะ ด้วยภาพ โมเดลภูเขาน้ำแข็ง (Iceberg Model) ดังภาพ 1 ซึ่งอธิบายคุณลักษณะของบุคคลเปรียบเสมือนกับภูเขาน้ำแข็ง โดยส่วนที่เห็นได้ง่ายลอยอยู่เหนือน้ำ และสามารถพัฒนาได้ง่าย คือความรู้ (Knowledge) สาขาต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มา และหรือทักษะ (Skill) ต่าง ๆ ที่ได้เกิดการฝึกปฏิบัติจนเกิดชำนาญและเชี่ยวชาญในด้านต่างๆเป็นพิเศษ ทำให้สามารถสังเกตและวัดได้ง่าย และส่วนมองเห็นได้ยากอยู่ใต้น้ำ ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ซึ่งทำให้หรือส่งผลต่อการแสดงออกของพฤติกรรม ได้แก่ บทบาทที่แสดงออกต่อสังคม (Social role) ภาพลักษณ์ของบุคคลที่มีต่อตนเอง (Self image) คุณลักษณะส่วนบุคคล (Trait) แรงจูงใจ (Motive) สำหรับการทำงานที่ประสบความสำเร็จจะต้องเป็นผู้ที่สามารถประยุกต์ใช้หลักการ วิธีการ ทักษะ และคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ตนมีอยู่ให้เกิดประโยชน์ในงานที่ทำ (สุคนธา ชินศิริ, 2562)



ภาพ 1 โมเดลภูเขาน้ำแข็ง (Iceberg model)

ที่มา: ชูชัย สมितिไกร, การสรรหา การคัดเลือก และการประเมินผลการปฏิบัติงานของบุคลากร, พิมพ์ครั้งที่ 3 (กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552), 52.

2.2 ความหมายของสมรรถนะ

จากแนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะ ดังที่กล่าวมาทำให้มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายเกี่ยวกับสมรรถนะได้ดังนี้

แมคเคลแลนด์ (McClelland, 1973) ให้ความหมายคำว่าสมรรถนะหมายถึง บุคลิกลักษณะที่ซ่อนอยู่ภายในของแต่ละบุคคลซึ่งสามารถผลักดันให้บุคคลนั้น ทำงานได้ประสบความสำเร็จ ซึ่งประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 5 ประการ ประกอบด้วย

1. ทักษะ (Skills) หมายถึง สิ่งที่แต่ละบุคคลสามารถปฏิบัติและทำได้ดี ซึ่งเกิดจากการฝึกฝนเป็นประจำจนเกิดความชำนาญ

2. ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ความรู้เฉพาะด้านของบุคคลเช่นความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรการสอนการบริหารจัดการและการสอนคณิตศาสตร์ เป็นต้น

3. มโนทัศน์เกี่ยวกับตนเอง (Self - concept) หมายถึง เจตคติ (Attitudes) ค่านิยม (Value) และความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพลักษณ์ของตนเอง

4. บุคลิกลักษณะประจำตัวของบุคคล (Traits) หมายถึง คุณสมบัติประจำตัว ลักษณะที่บุคคลมักจะแสดงออกเป็นสิ่งที่อธิบายถึงตัวบุคคลนั้นๆ รวมถึงบุคลิกลักษณะ นิสัยใจคอ ตลอดจนการกระทำต่างๆ ที่ทำจนเกิดเป็นพฤติกรรมเฉพาะบุคคลนั้นขึ้น

5. แรงจูงใจ (Motive) หมายถึง แรงขับภายในที่สามารถทำให้บุคคลนั้นแสดงออกพฤติกรรมมุ่งไปสู่สิ่งมุ่งหวังหรือเป็นเป้าหมาย เช่น บุคคลที่มุ่งผลสำเร็จจะตั้งเป้าหมายพยายามทำงานให้สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

กู๊ด (Good, 1973) ให้นิยามไว้ว่า สมรรถนะ หมายถึง ความรู้ ความสามารถทักษะ และเจตคติที่จำเป็นในอาชีพอย่างกว้าง ๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นประโยชน์ในการประกอบอาชีพ

โบายซีส (Boyatzis, 1982) กล่าวว่า สมรรถนะ หมายถึง คุณลักษณะพื้นฐาน(Underlying characteristic) ของบุคคล ได้แก่ แรงจูงใจ (Motive) อุปนิสัย (Trait) ทักษะ (Skill) จินตภาพที่ส่วนตน (Self-image) หรือบทบาททางสังคม (Social role) หรือองค์ความรู้ (Body of knowledge) ซึ่งบุคคล จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติงานเพื่อให้ได้ผลงานสูงกว่า/ เหนือกว่าเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนดไว้

สเปนเซอร์ และสเปนเซอร์ (Spencer & Spencer, 1993) ได้กล่าวว่า สมรรถนะ คุณลักษณะพื้นฐาน (Underling Characteristic) ที่มีอยู่ในตัวบุคคล ผลักดันและความสัมพันธ์กันเป็นเหตุให้บุคคลสามารถปฏิบัติงานตามหน้าที่และสิ่งที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือสูงกว่าเกณฑ์ หรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้ ได้แก่ แรงจูงใจ (Motive) อุปนิสัย (Trait) อัตมโนทัศน์ (Self-concept) ความรู้ (Knowledge) และทักษะ (Skills)

โบม และ สแปรโรว์ (Boam & Sparrow, 1992) สมรรถนะ หมายถึง กลุ่มของคุณลักษณะพฤติกรรมของบุคคลที่มีเพื่อใช้การปฏิบัติงานทำให้บุคคลทำงานได้ดี พฤติกรรมเหล่านี้ช่วยให้พวกเขาทำงานและความรับผิดชอบได้สำเร็จในหน้าที่ความรับผิดชอบ

รีแลทและโลฮัน (Rylatt and Lohan, 1995) สมรรถนะ หมายถึง ลักษณะของทักษะ ความรู้และทักษะคติที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพสถานการณ์หรือเฉพาะงานนั้น

ไฮเบอร์ (Diane Huber, 2000) กล่าวว่า “สมรรถนะ” หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ประสบในขณะปฏิบัติงานได้สำเร็จ ผู้ที่สามารถแก้ปัญหาสำเร็จในด้านใดด้านหนึ่ง แสดงว่าผู้นั้นมีสมรรถนะในด้านนั้น

เซอร์มอน (Sermon, 2004) ได้ให้ความหมายของสมรรถนะ และขยายเป็นแนวคิดผลลัพธ์ขององค์กรต้องการได้ สมรรถนะ หมายถึง เป็นต้องมีเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากความหมายนี้ จะทำให้บุคคลแสดงออกถึงพฤติกรรมทำให้เกิดผลงานและผลลัพธ์ขององค์กร

ดิวโบส และ รอทเวลล์ (Dubois and Rothwell, 2004) ได้ให้ความหมาย คำว่าสมรรถนะ หมายถึง คุณลักษณะแต่ละบุคคลที่มี ได้แก่ ความรู้ ทักษะ และบุคลิกภาพหรือแรงจูงใจทางสังคม ลักษณะนิสัยส่วนบุคคล ตลอดจนความคิด ความรู้สึกและการกระทำต่าง ๆ ที่สามารถส่งเสริมให้การปฏิบัติงานบรรลุตามเป้าหมายตามที่กำหนดไว้

นอกจากนี้ยังมีนักวิชาการของไทยที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับสมรรถนะได้ให้ความหมายของสมรรถนะอย่างหลากหลายดังนี้

ชูชัย สมितिไกร (2552) กล่าวว่า สมรรถนะ หมายถึง คุณลักษณะที่จำเป็นสำหรับปฏิบัติงานของแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถวัดได้และมีความเหมาะสมกับองค์กร เพื่อให้การปฏิบัติงานของบุคคลมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลและสามารถจำแนกบุคคลที่มีผลการปฏิบัติงานสูงจากผลการปฏิบัติงานต่างๆ ได้ ซึ่งได้แก่ ความรู้ ทักษะ ความสามารถ และคุณลักษณะอื่น ๆ เช่น อุปนิสัย ทัศนคติ บุคลิกภาพ เป็นต้น

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2553) ได้ให้ความหมายของ สมรรถนะ คือ คุณลักษณะพื้นฐานของบุคคล สัมพันธ์ต่อการปฏิบัติงานให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลตามเกณฑ์ ซึ่งสมรรถนะครูและบุคลากรทางการศึกษา ได้แก่ ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) คุณลักษณะ (Character) ทัศนคติ (Attitude) และ แรงจูงใจ (Motivation) ของบุคคล ซึ่ง ส่งผลให้เกิดความสำเร็จในการปฏิบัติงานตามหน้าที่

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (2553) ได้ให้ความหมายของสมรรถนะ คือ ลักษณะพฤติกรรมของแต่ละบุคคลที่แสดงออกมาเป็นผลมาจาก ความสามารถในความรู้ ทักษะ รวมถึงคุณลักษณะต่าง ๆ ที่อาจทำให้บุคคลนั้นๆ สามารถสร้างผลงานให้สามารถบรรลุเป้าหมายตามที่ต้องการ

สำนักพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน(กระทรวงศึกษาธิการ, 2553) สรุปความหมายของ สมรรถนะ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในด้านความรู้ ความคิด ทักษะ และคุณลักษณะคุณธรรมที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานให้บรรลุผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุรศักดิ์ ปาเฮ (2556) ได้ให้คำนิยาม คำว่า“สมรรถนะ(Competency)” ไว้ว่า เป็นลักษณะพฤติกรรมที่เกิด ซึ่งเป็นผลมาจากความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) ความสามารถ (Ability) และคุณลักษณะส่วนบุคคล (Other Characteristics) ทำให้สามารถสร้างผลงานได้ ทำให้บุคคลปฏิบัติงานได้สำเร็จและบรรลุผลนำไปสู่การปฏิบัติงานในหน้าที่ ในการทำงานจนประสบความสำเร็จ และเกิดประสิทธิภาพ ในด้านใดด้านหนึ่ง

จากความหมายของสมรรถนะ ผู้วิจัยสรุปว่า สมรรถนะ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะของแต่ละบุคคลที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน ทำให้บุคคลปฏิบัติงานได้สำเร็จและบรรลุผลนำไปสู่การปฏิบัติงานในหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 องค์ประกอบของสมรรถนะ

จากการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของสมรรถนะ ผู้วิจัยได้รวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของสมรรถนะ นำเสนอดังนี้

ในปี ค.ศ. 1973 แมคเคลแลนด์ จำแนกองค์ประกอบของสมรรถนะ หรือ Competency ตามความยากง่ายของการพัฒนา ซึ่งประกอบด้วยส่วนของ ด้านความรู้ หรือ เรียกว่า Knowledge และอีกด้าน คือส่วนที่แต่ละคนจะสามารถสร้างและพัฒนาให้เกิดขึ้นหรือมีขึ้นได้ด้วยการค้นคว้าและ

ศึกษา รวมถึงการฝึกปฏิบัติ นั่นคือด้านทักษะ (Skills) เพื่อให้เกิดทักษะ เรียก “Hard skill” และองค์ประกอบที่เหลือ คือทัศนคติ (Self-concept) ซึ่งเป็นลักษณะที่อยู่ภายในประจำตัวของบุคคล (Traits) และแรงขับภายใน (Motivation) ซึ่งเป็นสิ่งที่พัฒนาได้ยาก เรียกว่า “Soft skill” แมคเคลแลนด์ ได้ให้ความหมายองค์ประกอบทั้ง 5 ส่วนดังนี้

1. ทักษะ (Skill) หมายถึง สิ่งที่บุคคลสามารถทำได้ดีและแสดงให้ผู้อื่นได้เห็นถึงความชำนาญ เช่น ความสามารถในการนำเสนอ (Presentation) ความสามารถในการเจรจาต่อรอง (Negotiation) ความสามารถในการติดต่อสื่อสาร (Communication) เป็นต้น

2. ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ข้อมูลที่บุคคลได้สะสมไว้จนเกิดเป็นความชำนาญเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน เช่น ความรู้ด้านการวางแผน ความรู้ด้านการบริหารงานบุคคล ความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศฯ

3. อัตมโนทัศน์ (Self-concept) ได้แก่ การมีเจตคติค่านิยมและภาพลักษณ์ที่เกี่ยวกับตนเองหรือสิ่งที่บุคคลเชื่อว่าตนเองเป็น เช่น การมองตนเองว่าเป็นคนซื่อสัตย์กล้าหาญมีความรับผิดชอบ ฯลฯ

4. ลักษณะนิสัย (Trait) หมายถึง คุณลักษณะเฉพาะประจำตัวบุคคลที่แสดงออกมาให้ผู้อื่นเห็นได้เช่น ความน่าเชื่อถือ ความเมตตา ฯลฯ

5. แรงจูงใจ (Motive) หมายถึง ความคิดที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นแรงผลักดันให้เกิดพฤติกรรมเช่น คนที่คาดหวังในความสำเร็จสูงจะเกิดแรงขับ เพื่อมุ่งสู่ความสำเร็จหรือคนที่ไม่มีเพื่อนและต้องการเพื่อนอย่างมากก็จะเกิดแรงขับ ในการสร้างความสัมพันธ์ เป็นต้น

จากองค์ประกอบของสมรรถนะที่แมคเคลแลนด์ ได้เสนอไว้ ต่อมาได้มีนักวิชาการต่างๆ ได้ศึกษาและจัดกลุ่มองค์ประกอบสมรรถนะใหม่ เพื่อใช้สำหรับการศึกษาและการวิจัยต่างๆ ตัวอย่างเช่น ไบรอันต์และพูสตี (Bryant & Poustie, 2001) จัดแบ่งกลุ่มองค์ประกอบสมรรถนะได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1. ความรู้ (Knowledge) หมายถึง สิ่งที่บุคคลรู้และความเข้าใจซึ่งเป็นความรู้ด้านวิชาการ เช่น ครูมีความรู้ในการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ เป็นต้น

2. ทักษะ (Skill) หมายถึง สิ่งที่เป็นต่อการปฏิบัติงานซึ่งช่วยให้บุคคลนำความรู้ขึ้นไปใช้ได้ เช่น ครูจะต้องมีทักษะด้านหลักสูตรการจัดการการเรียนรู้ ทักษะด้านจิตวิทยาการจัดการการเรียนรู้ ฯลฯ

3. เจตคติและค่านิยมที่เหมาะสม (Appropriate attitude and value) หมายถึง สิ่งที่บุคคลแสดงออกมาเป็นคุณลักษณะด้านพฤติกรรม ซึ่งมีผลกระทบต่อการใช้ความรู้และทักษะของบุคคล

จากแนวคิดองค์ประกอบของสมรรถนะที่แมคเคลแลนด์ นั้น (McClelland) ได้แบ่งองค์ประกอบไว้ 5 ส่วน และสกอตต์ บี พารี (Scott B. Parry) ได้เห็นว่าสมควรที่จะรวมด้านต่างๆ

องค์ประกอบสมรรถนะในส่วนที่เป็นความคิดเกี่ยวกับตนเอง คุณลักษณะและแรงจูงใจ และนำรวมกันเข้าในกลุ่มของคุณลักษณะ (attributes) ดังนั้นในความหมายขององค์ประกอบ สำหรับสมรรถนะ จึงมีองค์ประกอบ 3 ด้านด้วยกัน คือ ด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านคุณลักษณะ(เจตคติ/แรงจูงใจ) ก่อให้เกิดสมรรถนะตามทักษะของแมคเคลแลนด์

กูด (Good, 1973) ได้ให้ความหมายของคำว่า คุณลักษณะ ไว้ว่า คุณลักษณะ หมายถึง สิ่งที่กำหนดเป็นบุคลิกภาพ หรือแบบสำคัญของบุคลิกภาพที่ทำให้บุคคลมีลักษณะเฉพาะแตกต่างกัน ซึ่งส่วนประกอบที่สำคัญของบุคลิกภาพ ที่ทำให้บุคคลมีลักษณะเฉพาะแตกต่างกัน ได้แก่ อุปนิสัย เจตคติ ค่านิยม ตลอดจนความรู้สึกต่าง ๆ

อลพอร์ต (Allport, 1955) ได้เสนอทฤษฎีบุคลิกภาพโดยเน้นว่าคุณลักษณะเฉพาะของบุคคล เป็นตัวนำไปสู่บุคลิกภาพ และเชื่อว่าสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัจจุบันของบุคคลมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของบุคคลและเชื่อว่าพฤติกรรมเกิดจากแรงจูงใจหรือแรงขับของคุณลักษณะเฉพาะของบุคคล ซึ่งเป็นตัวผลักดันให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ โดยกล่าวได้ว่า พฤติกรรมเป็นกระบวนการทำงานของคุณลักษณะต่าง ๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นภาพรวมของบุคคล

คุณลักษณะ (Traits) นั้น จึงเป็นตัวกำหนดแนวโน้มหรือความเอนเอียงในการตอบสนอง และเป็นสิ่งชี้้นำพฤติกรรมโดยสังเกตได้จากพฤติกรรมที่ปรากฏออกมา

จากแนวความคิดของ อลพอร์ต และกูด สรุปได้ว่า คุณลักษณะ(Traits) คือ สิ่งที่เป็นความเฉพาะที่มีอยู่ในตัวบุคคลอันรวมเป็นบุคลิกภาพของบุคคลใดบุคคลหนึ่ง ที่ไม่เหมือนกับบุคคลอื่นทำให้บุคคลมีลักษณะเฉพาะแตกต่างกัน ได้แก่ อุปนิสัย เจตคติ ค่านิยม ตลอดจนความรู้สึกต่าง ๆ

ไรแลท และ โลฮาน (Rylatt and Lohan) เสนอว่า สมรรถนะควรมีองค์ประกอบ ดังนี้

1. บทบาทหลัก (key role) คือ การอธิบายถึงกิจกรรมอย่างกว้าง ๆ ตามข้อผูกพันหรือพันธสัญญาที่แต่ละบุคคลมีต่อองค์การในระหว่างที่ทำงานอยู่

2. หน่วยของสมรรถนะ (unit of competency) คือ การอธิบายถึงหน้าที่หลักหรือกลุ่มของทักษะของงานอย่างกว้าง ๆ

3. ส่วนประกอบของสมรรถนะ (element of competency) คือ การอธิบายถึงรายละเอียดเพิ่มมากขึ้นจากหน่วยงานย่อยนั้น ๆ โดยกล่าวถึงการกระทำหรือผลลัพธ์ที่แสดงให้เห็นหรือวัดได้ ซึ่งอาจจะระบุออกมาในลักษณะของปัจจัยนำเข้าหรือผลลัพธ์ก็ได้

4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน (performance criteria) คือ ระดับความต้องการหรือมาตรฐานของผลการปฏิบัติงานในแต่ละส่วนประกอบของสมรรถนะ ซึ่งต้องระบุให้เชื่อมโยงกันระหว่างสมรรถนะ และความชัดเจนของผลสำเร็จ

5. เงื่อนไข (condition) คือ ความคาดหวังในการปฏิบัติงาน

6. คำแนะนำ (evidence guide) คือ การอธิบายครอบคลุมถึงเนื้อหาและกลยุทธ์ของการประเมินปัญหาสำคัญต่าง ๆ ของแต่ละหน่วยสมรรถนะและความสัมพันธ์ไปยังหน่วยอื่น ๆ และให้ความชัดเจนเกี่ยวกับสมรรถนะซึ่งอาจจะทำเป็นคู่มือหรือเอกสารประกอบ

สเปนเซอร์ และ สเปนเซอร์ (Spencer and Spencer) เสนอว่าการนำแนวคิดมากำหนดเป็นสมรรถนะนั้นต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ประการ ดังนี้ ด้านสมรรถนะ (competency cluster) เป็นวิเคราะห์ตามพฤติกรรมของผู้ที่มีความรู้และเข้าใจในงานและมีความชำนาญ กับผู้ที่มีความเข้าใจงานเพียงเล็กน้อย ด้านมิติ (dimensions) นั้นได้รวมถึงความรู้สึกที่เกิดขึ้นหรือความต้องการให้ความสำเร็จอย่างแท้จริง ด้านระดับ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ พฤติกรรมที่เป็นทางบวก พฤติกรรมที่เป็นกลาง และพฤติกรรมทางด้านลบ แต่ละพฤติกรรมจะอยู่ในทุกมิติ

สำนักงานข้าราชการพลเรือนได้เสนอแนวคิดแบบจำลองของสมรรถนะ (competency model) ซึ่งเป็นแบบที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยง สมรรถนะของหน่วยงานซึ่งประกอบไปด้วย 3 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มสมรรถนะ (competency categories) ประกอบด้วย สมรรถนะหลัก (core competency) และสมรรถนะตามสายงาน (functional competency) ความสามารถนี้ซึ่งจำเป็นสำหรับกลุ่มงาน

2. คำจำกัดความของสมรรถนะ (competency name and definition) ควรจะต้องมีชื่อคำนิยาม ที่ชัดเจนเพื่อที่จะสื่อให้ผู้อ่านหรือผู้ที่นำไปใช้สามารถเข้าใจได้

3. ระดับความสามารถ (proficiency scale) คือ ระดับ (level) ของความสามารถหรือระดับพฤติกรรมของสมรรถนะแต่ละเรื่องเพื่อที่จะนำไปเป็นหลักในการกำหนดว่าบุคลากรในองค์การจะต้องมีความสามารถในแต่ละเรื่องของสมรรถนะระดับใด ซึ่งโดยทั่วไปจะกำหนดระดับของพฤติกรรมอยู่ 5 ระดับ ดังนี้

3.1 รู้ เข้าใจ ทำได้ในเบื้องต้น (knowledge)

3.2 เข้าใจลึกซึ้ง จับหลักการ สรุปประเด็นสำคัญได้ (comprehension)

3.3 ประยุกต์ใช้ได้ (application)

3.4 วิเคราะห์ สังเคราะห์ มองเห็นทางเลือกต่าง ๆ (analysis and synthesis)

3.5 ประเมินคุณค่า ประเมินทางเลือก จัดทำนโยบายเชิงป้องกัน (evaluation)

แต่ในบางเรื่องการเขียนระดับพฤติกรรมของสมรรถนะ (competency) อาจจะเขียนได้ไม่ถึง 5 ระดับ ซึ่งแล้วแต่เนื้อหาและความละเอียดของข้อเท็จจริงของสมรรถนะในเรื่องนั้น ๆ

4. ตัวชี้วัดของพฤติกรรม (behavioral indicators) คือ ตัวชี้วัดพฤติกรรมในแต่ละระดับ จะต้องเป็นที่ยอมรับได้ว่าบุคลากรคนนั้นมีระดับของความสามารถหรือระดับของพฤติกรรมอยู่ในระดับที่ต้องการหรือไม่

จากการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของสมรรถนะ จากแนวคิดสกอตต์ บี พารี (Scott B. Parry) และเพื่อให้ครอบคลุมองค์ประกอบของสมรรถนะออกเป็น 3 ด้าน จึงสรุปความหมายแต่ละด้านดังนี้ ด้านความรู้ (Knowledge) หมายถึง สิ่งที่คุณรู้และเข้าใจเป็นข้อมูลที่อยู่ในตัวบุคคลได้ สะสมไว้จนเกิดเป็นความชำนาญ เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ด้านทักษะ (Skills) หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติงาน และแสดงถึงความชำนาญในการปฏิบัติสิ่งที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานซึ่งช่วยให้คุณนั้นปฏิบัติและทำได้ดี และด้านคุณลักษณะ (Traits) หมายถึง สิ่งที่เป็นความเฉพาะที่มีอยู่ในตัวบุคคลที่ทำให้บุคคลมีลักษณะเฉพาะแตกต่างกัน ได้แก่ อุปนิสัย เจตคติ ค่านิยม ตลอดจนความรู้สึกลงแสดงออกมาเป็นลักษณะด้านพฤติกรรม

2.4 ความสำคัญของสมรรถนะ

ซูซีย์ สมิติไกร (2552) ได้กล่าวว่า สมรรถนะ มีความสำคัญทั้งต่อบุคคล และองค์กร ดังนี้ ซึ่งจะช่วยคัดเลือกสามารถคัดเลือกหรือเป็นเครื่องมือวัดบุคคลที่มีคุณสมบัติด้านต่างๆ เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับงานและกับองค์กร ทั้งทางด้านความรู้ ทักษะ และความสามารถ และพฤติกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ปฏิบัติงานขององค์กรสำเร็จตามเป้าหมาย ทำให้ทราบความสามารถของตน อยู่ในระดับใดต้องการพัฒนางานในเรื่องใดและส่งผลให้ เกิดการพัฒนาตัวชีวิตขององค์กร ให้บรรลุเป้าหมายได้ รวมถึงสามารถทำให้สามารถตรวจสอบได้ว่าบุคลากรคนนั้นมีความสามารถหรือไม่

สุจิตรา ยีห้วงเจริญ (2553) ได้กล่าวถึงความสำคัญของสมรรถนะว่า เป็นเครื่องมือ ที่นำมาเป็นพื้นฐานจัดทำระบบ หรือวางแนวทางในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลขององค์กรให้สอดคล้องกับ กลยุทธ์และเป้าหมายในการดำเนินงานขององค์กร และนำมาใช้กับการบริหารทรัพยากรบุคคล เพื่อให้มีประสิทธิภาพ สมรรถนะจึงมีความสำคัญต่อการบริหารทรัพยากรบุคคลขององค์กร

สมรรถนะ (Competency) เป็นปัจจัยในการทำงานที่เพิ่มขีดความสามารถให้แก่องค์กร โดยเฉพาะการเพิ่มขีดความสามารถในการบริหารทรัพยากรมนุษย์เพราะสมรรถนะเป็นปัจจัยช่วยในการพัฒนาศักยภาพของบุคลากร เพื่อให้ส่งผลไปสู่การพัฒนาองค์กร องค์กรต่างๆจึงพยายามเอาสมรรถนะมาใช้เป็นปัจจัยในการบริหารองค์กรในด้านต่างๆการบริหาร ทรัพยากรมนุษย์ การพัฒนาหลักสูตร การพัฒนาภาวะผู้นำของผู้บริหาร เป็นต้น (เทียนทองแก้ว, 2550)

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (2547) ระบุว่า สมรรถนะ หรือ Competency มีความสำคัญต่อการปฏิบัติงานของบุคลากรและองค์กร สมรรถนะมีประโยชน์ต่อตัวปฏิบัติงาน ต่อตัวองค์กรหรือหน่วยงาน และต่อการบริหารบุคคลโดยรวมดังนี้

1. สามารถช่วยคัดเลือกลักษณะบุคคลที่ดี ที่มีความรู้ ทักษะและความสามารถ และลักษณะที่เหมาะสมกับองค์กร

2. สามารถช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานทราบความสามารถของตนเองอยู่ในระดับใด และต้องการ หรือพัฒนาความสามารถในเรื่องใด

3. ประโยชน์สำหรับการพัฒนาฝึกอบรมแก่พนักงานในองค์กรเกิดตัวบ่งชี้วัดหลักของผลงาน บรรลุเป้าหมาย เพราะ Competency เป็นตัวบอกว่า การบรรลุเป้าหมายอะไรบ้างและต้องใช้ Competency ใดบ้าง

4. สามารถป้องกันและสามารถตรวจสอบผลงานเกิดจากการปฏิบัติจริงๆหรือโชคชะตา เพียงอย่างเดียว เช่น จำนวนการขายของที่เพิ่มขึ้นสูงของพนักงานเกิดจากความต้องการของผู้บริโภค ไม่ได้เกิดจากความสามารถของพนักงาน ถ้ามีเครื่องมือสำหรับวัดจะทำให้ความสามารถจริงๆ

5. ช่วยให้เกิดการปรับสมรรถนะความสามารถของตัวเองให้เข้ากับงานที่องค์กรต้องการ ส่งผลให้ เกิดเป็นสมรรถนะองค์กรนั้น ๆ

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับความสำคัญของสมรรถนะ สรุปได้ว่า สมรรถนะมีความสำคัญใน ปฏิบัติงานและมีบทบาทสำคัญต่อทั้งตัวบุคคลและองค์กร ซึ่งประกอบไปด้วย ด้านความรู้ ทักษะ ความสามารถ และคุณลักษณะ ที่แสดงออกถึงพฤติกรรมของบุคคลนั้น ทำให้บุคคลนั้น ๆ มีศักยภาพ ให้การทำงานประสบความสำเร็จ ช่วยในการขับเคลื่อนและพัฒนาไปสู่การพัฒนาองค์กรด้านต่างๆ เสริมสร้างความเข้มแข็งอย่างยั่งยืน และการดำเนินงานขององค์กรบรรลุความสำเร็จตามเป้าหมาย ที่ตั้งไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5 แนวคิดและความหมายสมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21

วิจารณ์ พานิช (2558) กล่าวถึง ลักษณะของครูในศตวรรษที่ 21 โดยให้คำอธิบายไว้ดังนี้ Reading (อ่านออก) หมายถึง สามารถอ่านออก อ่านจับใจความได้ ได้ถูกต้องตามอักขระ อ่านแล้วเข้าใจเนื้อหา และสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นได้

(W) Riting (เขียนได้) หมายถึง สามารถเขียนและถ่ายทอดตัวตนของผู้เขียน เพื่อการสื่อสาร ให้คนอื่นเข้าใจ แสดงถึงความคิด ความรู้สึก อารมณ์

(A) Arithmetic (คิดเลขเป็น) หมายถึง ทักษะที่สื่อสารออกมาในรูปของคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการคิดเลขเป็น ตีความและเข้าใจความคิดต่าง ๆ

1. ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking & Problem Solving) หมายถึง ความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ คิดอย่างเป็นระบบ และใช้เหตุผล ในการตัดสินใจ เพื่อแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

2. ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity & Innovation (Creativity & Innovation) หมายถึง ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดเชิงบวก ใช้องค์ความรู้ไปสู่การ สร้างนวัตกรรมในการพัฒนางาน

3. ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม (Cross-cultural Understanding) หมายถึง ความเข้าใจและยอมรับในความหลากหลายทางวัฒนธรรมความแตกต่างของแต่ละบุคคล

4. ทักษะการทำงานร่วมกัน การสร้างทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork & Leadership) หมายถึง ความสามารถแสดงภาวะผู้นำ การทำงานร่วมกันเป็นทีม ความสัมพันธ์ที่ดี และมีความเข้าใจ เพื่อสร้างความสามัคคีให้เกิดขึ้น สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญทำให้สำเร็จตามเป้าหมาย สร้างความพันธ์กับผู้อื่น

5. ทักษะด้านการสื่อสารสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information & Media literacy) หมายถึง ความสามารถใช้สื่อสารสนเทศ ในการเข้าถึงค้นหา วิเคราะห์ ประเมิน และถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารต่างๆ

6. ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Computing & ICT Literacy) หมายถึง ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

7. ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้ (Career & Learning Skills) หมายถึง ความสามารถของการปรับตัวและเกิดความยืดหยุ่นเพื่อรับการเปลี่ยนแปลงในสถานการณ์ต่างๆ ความรับผิดชอบ การเป็นแบบอย่างที่ดี

ครูเพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21 ต้องออกแบบการเรียนรู้ต้องฝึกฝนตนเองให้มีทักษะในการเป็นโค้ช และเป็นผู้อำนวยความสะดวก ทำให้ผู้เรียนรู้เกิดการและพัฒนาทักษะด้านต่างๆ ของตนเองสามารถเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต คือ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เป็นทีม เรียนรู้โดยการสร้างความรู้ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญของทักษะเพื่อการดำรงชีวิตของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

Goh, & Wong (2014) อธิบายกรอบแนวคิดสมรรถนะที่จำเป็นของครูใหม่ (Beginning teachers' conceptions of competency) ไว้ดังนี้

1. สมรรถนะด้านการควบคุม (Control) ประกอบด้วย

1.1 การจัดการชั้นเรียน สิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้

1.2 การจัดการพฤติกรรมนักเรียนที่ไม่พึงประสงค์

2. สมรรถนะด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ (Promoting Learning) ประกอบด้วย

2.1 วิธีการสอนที่ถูกต้อง (correct pedagogical methods)

2.2 จัดการเรียนการสอนตามความแตกต่างของผู้เรียน (cater to differing abilities of students)

2.3 การใช้บทเรียนที่น่าสนใจ (lesson interesting)

3. สมรรถนะด้านความเป็นมืออาชีพ (Professionalism) ประกอบด้วย

3.1 การสื่อสารเชิงบวก (Positive communication)

3.2 ไม่อายในการเรียนรู้ (not being shy to learn and share experiences)

3.3 เข้าใจในความแตกต่างทางสังคม (Focus upon different aspects of their social)

3.4 เข้าใจอารมณ์ของตนเอง (Emotional understandings)

3.5 สร้างความมั่นใจในตัวเอง (Project confidence)

3.6 คงไว้ซึ่งความเป็นมืออาชีพ (Maintain a professional image)

3.7 มีความกระตือรือร้นในวิชาชีพครู (Interest and enthusiasm for the teaching profession)

3.8 ทศนคติที่ดี (Positive attitude)

3.9 จริยธรรมการทำงานที่ดี (Positive work ethics)

3.10 คิดนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ (Being innovative and creative)

Shanmugasundaram, U., & Mohamad, A.R. (2011) กล่าวว่า กุญแจสำคัญในการช่วยครูใหม่ ให้มีความสามารถ ความมั่นใจ และความมุ่งมั่นมากขึ้นในระยะยาว คือ การรับรู้ความสามารถและอารมณ์ของตนเอง อันหมายถึงครูใหม่ต้อง มี 2 สมรรถนะสำคัญ ดังนี้

1. สมรรถนะด้านอารมณ์ (Emotional Competency)

2. สมรรถนะด้านสังคม (Social Competency)

ภายใต้ 2 มุมมอง คือ สมรรถนะส่วนบุคคล (Personal competency) และสมรรถนะด้านสังคม (Social Competency) โดยกำหนดพฤติกรรม ดังนี้

1. กลุ่มสมรรถนะส่วนบุคคล (Personal competency) ประกอบด้วย การตระหนักรู้ตนเอง (Self-awareness) และการจัดการตนเอง (Self-management) มีรายการดังนี้

1.1 การตระหนักในอารมณ์ตนเอง (Emotional self-awareness)

1.2 การวางแผนความสำเร็จ (Achievement orientation)

1.3 การปรับตัว (Adaptability)

1.4 การควบคุมอารมณ์ (emotional self-control)

1.5 มุมมองเชิงบวก (Positive outlook)

2. สมรรถนะด้านสังคม (Social Competency) ประกอบด้วย การตระหนักรู้ทางสังคม (Social awareness) และการบริหารความสัมพันธ์ (Relationship management) มีรายการดังนี้

2.1 ความสามารถในการเข้าใจความรู้สึกของผู้อื่น (Empathy)

2.2 ความตระหนักในองค์กร (Organizational awareness)

2.3 การจัดการความขัดแย้ง (Conflict management)

2.4 การสอนงานและให้คำปรึกษา (Coach & Mentor)

2.5 การจูงใจ (Influence)

2.6 ภาวะผู้นำสร้างแรงบันดาลใจ (Inspirational leadership)

2.7 การทำงานเป็นทีม (Teamwork)

Boyatzis (2008) กำหนดสมรรถนะในศตวรรษที่ 21 ไว้ 3 กลุ่ม โดยมีสมรรถนะ ดังนี้

1. สมรรถนะด้านพุทธิปัญญา (Cognitive competencies) เป็นความสามารถด้านการคิดหรือวิเคราะห์ข้อมูลและสถานการณ์ที่มีประสิทธิภาพ ดังนี้

1.1 การคิดอย่างเป็นระบบ (System thinking)

1.2 การจำแนกรูปแบบ (Pattern recognition)

2. สมรรถนะด้านความฉลาดทางอารมณ์ (Emotional intelligence competencies) คือ ความสามารถในการรับรู้และเข้าใจอารมณ์ของตนเอง ประกอบด้วย สมรรถนะด้านความตระหนักในตนเอง (Self-awareness competencies) และสมรรถนะด้านการจัดการตนเอง (Self-management competencies) ดังนี้

2.1 การตระหนักในอารมณ์ของตนเอง (Emotional self-awareness)

2.2 การควบคุมอารมณ์ตนเอง (Emotional self-control)

3. สมรรถนะด้านความฉลาดทางสังคม (Social intelligence competencies) คือ ความสามารถในการรับรู้และเข้าใจข้อมูลทางสังคม ประกอบด้วย สมรรถนะด้านการตระหนักทางสังคม (Socio awareness competencies) และสมรรถนะด้านการจัดการความสัมพันธ์ (Relationship management competencies) ดังนี้

3.1 ความสามารถในการเข้าใจความรู้สึกของผู้อื่น (Empathy)

3.2 การทำงานเป็นทีม (Teamwork)

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (2561) นำเสนอโมเดลการอบรมครูใหม่ โครงการผลิตครูเพื่อพัฒนาท้องถิ่น โดยได้นำเสนอสมรรถนะที่ครูใหม่ควรมี คือ ครู Coach หรือครู Facilitator หมายถึง ครูที่ทำหน้าที่สอนต้องมีทักษะการสร้างความพร้อมในการเรียนของนักเรียน เป็นการอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ เรียนรู้ไปพร้อมนักเรียน ใช้คำถามกระตุ้น ทักษะการฟังแบบตั้งใจ ทักษะการให้ข้อเสนอแนะเชิงบวก การสร้างแรงบันดาลใจ และการตั้งเป้าหมายให้แก่ผู้เรียน โดยจัดการเรียนรู้แบบ Active learning รวมทั้งการจัดการเรียนรู้ร่วมกับสังคม โดยจัดการเรียนรู้โดยใช้ฐานชุมชน (Communication-based Education Management)

สำนักมาตรฐานวิชาชีพ สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา (2548 อ้างอิงจาก พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ พรทิพย์ แข็งขัน, 2551) ได้กล่าวถึง สมรรถนะความเป็นครูในศตวรรษที่ 21 ว่าควรประกอบด้วย

มาตรฐานความรู้ มีความรู้ไม่ต่ำกว่าปริญญาตรีทางการศึกษาหรือเทียบเท่าหรือคุณวุฒิอื่นที่คุรุสภารับรอง และมีสาระความรู้ 9 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ภาษาและเทคโนโลยีสำหรับครู

สาระความรู้

1. ภาษาไทยสำหรับครู
2. ภาษาอังกฤษ หรือภาษาต่างประเทศอื่นๆ สำหรับครู
3. เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับครู

สมรรถนะ

1. สามารถใช้ทักษะในการฟัง การพูด การอ่าน การเขียนภาษาไทยเพื่อการสื่อความหมายได้อย่าง ถูกต้อง

2. สามารถใช้ทักษะในการฟัง การพูด การอ่าน การเขียนภาษาอังกฤษ หรือภาษาต่างประเทศอื่นๆ เพื่อการสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง

3. สามารถใช้คอมพิวเตอร์ขั้นพื้นฐาน

2. การพัฒนาหลักสูตร

สาระความรู้

1. ปรัชญา แนวคิดทฤษฎีการศึกษา
2. ประวัติความเป็นมาและระบบการจัดการการศึกษาไทย
3. วิสัยทัศน์และแผนพัฒนาการศึกษาไทย
4. ทฤษฎีหลักสูตร
5. การพัฒนาหลักสูตร
6. มาตรฐานและมาตรฐานช่วงชั้นของหลักสูตร
7. การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา
8. ปัญหาและแนวโน้มในการพัฒนาหลักสูตร

สมรรถนะ

1. สามารถวิเคราะห์หลักสูตร
2. สามารถปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรได้อย่างหลากหลาย
3. สามารถประเมินหลักสูตรได้ ทั้งก่อนและหลังการใช้หลักสูตร
4. สามารถจัดทำหลักสูตร

3. การจัดการเรียนรู้

สาระความรู้

1. ทฤษฎีการจัดการเรียนรู้
2. รูปแบบการพัฒนาและการจัดการเรียนรู้
3. การออกแบบการเรียนรู้

4. การบูรณาการเนื้อหาในกลุ่มสาระต่าง ๆ
5. การบูรณาการเนื้อหาในการเรียนรู้รายวิชาแบบองค์รวม
6. เทคนิควิธีการสอนและการจัดการเรียนรู้
7. ความรู้สำหรับผลิตสื่อเพื่อการพัฒนาการเรียนรู้ในการสร้างนวัตกรรม
8. การจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
9. การวัดและประเมินผลในการเรียนรู้

สมรรถนะ

1. สามารถจัดทำแผนการเรียนรู้สำหรับจัดการเรียนการสอนตลอดปีการศึกษา
2. สามารถออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม
3. สามารถเลือกใช้สื่ออุปกรณ์ และพัฒนาสร้างสื่อเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
4. สามารถจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนและจำแนกระดับการเรียนรู้จากการประเมินผล

4. จิตวิทยาสำหรับครู

สาระความรู้

1. จิตวิทยาพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการมนุษย์
2. จิตวิทยาการศึกษา
3. จิตวิทยาการแนะแนวและให้คำปรึกษา

สมรรถนะ

1. เข้าใจธรรมชาติของผู้เรียน
 2. สามารถช่วยเหลือผู้เรียนให้เรียนรู้และพัฒนาได้ตามศักยภาพของตน
 3. สามารถให้คำแนะนำช่วยเหลือผู้เรียนให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น
5. การวัดและประเมินผลการศึกษา

สาระความรู้

1. หลักการและเทคนิคการวัดและประเมินผลทางการศึกษา
2. การสร้างและการใช้เครื่องมือวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา
3. การประเมินสภาพจริง
4. การประเมินจากแฟ้มพัฒนาผลงาน
5. การประเมินภาคปฏิบัติ
6. การประเมินผลแบบย่อยและแบบรวม

สมรรถนะ

1. สามารถวัดและประเมินผลได้ตามสภาพความเป็นจริง
2. สามารถนำผลการประเมินไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้และหลักสูตร

6. การบริหารจัดการในห้องเรียน

สาระความรู้

1. ทฤษฎีและหลักสูตรการบริหารจัดการ
2. ภาวะผู้นำทางการศึกษา
3. การคิดอย่างเป็นระบบ
4. การเรียนรู้วัฒนธรรมองค์กร
5. มนุษย์สัมพันธ์ในองค์กร
6. การติดต่อสื่อสารในองค์กร
7. การบริหารจัดการชั้นเรียน
8. การประกันคุณภาพการศึกษา
9. การทำงานเป็นทีม
10. การจัดโครงการทางวิชาการ
11. การจัดโครงการฝึกอาชีพ
12. การจัดโครงการและกิจกรรมเพื่อพัฒนา
13. การจัดระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการ
14. การศึกษาเพื่อพัฒนาชุมชน

สมรรถนะ

1. มีภาวะผู้นำ
2. สามารถบริหารจัดการในชั้นเรียน
3. สามารถสื่อสารได้อย่างมีคุณภาพ
4. สามารถในการประสานประโยชน์
5. สามารถนำนวัตกรรมใหม่ๆ มาใช้ในการบริหารจัดการ

7. การวิจัยทางการศึกษา

สาระความรู้

ทฤษฎีการวิจัย

2. รูปแบบการวิจัย
3. การออกแบบการวิจัย
4. กระบวนการวิจัย
5. สถิติเพื่อการวิจัย
6. การวิจัยในชั้นเรียน
7. การฝึกปฏิบัติการวิจัย

8. การนำเสนอผลงานวิจัย
9. การค้นคว้า ศึกษางานวิจัยในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้
10. การใช้กระบวนการวิจัยในการแก้ปัญหา
11. การเสนอโครงการเพื่อทำวิจัย

สมรรถนะ

1. สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน
2. สามารถทำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน
3. สามารถทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียน

8. นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา

สาระความรู้

คุณภาพการเรียนรู้

1. แนวคิด ทฤษฎี เทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษาที่ส่งเสริมการพัฒนา
2. เทคโนโลยีและสารสนเทศ
3. การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากการใช้นวัตกรรมเทคโนโลยีและสารสนเทศ
4. แหล่งเรียนรู้และการสร้างเครือข่ายสำหรับการเรียนรู้
5. การออกแบบ การสร้าง การนำไปใช้ การประเมินและการปรับปรุงนวัตกรรม

สมรรถนะ

เรียนรู้ที่ดี

1. สามารถเลือกใช้ ออกแบบสร้างและปรับปรุงนวัตกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการ
2. สามารถพัฒนาเทคโนโลยีและสารสนเทศ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี
3. สามารถแสวงหาแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน

9. ความเป็นครู

สาระความรู้

1. ความสำคัญของวิชาชีพครูบทบาท หน้าที่ ภาระงานของครู
2. พัฒนาการของวิชาชีพครู
3. คุณลักษณะของครูที่ดี
4. การสร้างทัศนคติที่ดีต่อวิชาชีพครู
5. การเสริมสร้างศักยภาพและสมรรถภาพความเป็นครู
6. การเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้และการเป็นผู้นำทางวิชาการ
7. เกณฑ์มาตรฐานวิชาชีพครู
8. จรรยาบรรณของวิชาชีพครู

9. กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

สมรรถนะ

1. รัก เมตตา และปรารถนาดีต่อผู้เรียน
2. อุดหนุนและรับผิดชอบ
3. เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้และเป็นผู้นำทางวิชาการ
4. มีวิสัยทัศน์
5. ศรัทธาในวิชาชีพครู
6. ปฏิบัติตามจรรยาบรรณของวิชาชีพครู

2.6 องค์ประกอบสมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21

สำหรับการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถและทักษะด้านต่างๆ ในศตวรรษที่ 21 ได้นั้น ครูเป็นผู้ที่มีส่วนสำคัญอย่างมากในการถ่ายทอดความรู้และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการพัฒนาเต็มตามศักยภาพและเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งครูจะต้องมีสมรรถนะ (competency) คือ ครู ต้องเป็นบุคคลที่มีความรู้ ความสามารถ และทักษะด้านต่างๆ จึงได้มีผู้ที่ได้ศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21 ไว้ดังดังนี้

ลัดดาวัลย์ สืบจิต (2556) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21 พบว่ามี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ด้านการปฏิบัติตนตามมาตรฐานวิชาชีพ ได้แก่
 - องค์ประกอบย่อยที่ 1 การพัฒนาผู้เรียน
 - องค์ประกอบย่อยที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสร้างนวัตกรรม
 - องค์ประกอบย่อยที่ 3 การบริการที่ดี
 - องค์ประกอบย่อยที่ 4 จริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพครู
2. ด้านภาวะผู้นำและการบริหารจัดการ ได้แก่
 - องค์ประกอบย่อยที่ 1 ภาวะผู้นำ
 - องค์ประกอบย่อยที่ 2 การวิเคราะห์สังเคราะห์ และการวินิจฉัยเพื่อพัฒนาผู้เรียน
 - องค์ประกอบย่อยที่ 3 การบริหารจัดการชั้นเรียน
 - องค์ประกอบย่อยที่ 4 การสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล
 - องค์ประกอบด้านที่ 5 การทำงานเป็นทีมตามสหวิชาชีพ
3. ด้านประสิทธิผลส่วนบุคคล ได้แก่
 - องค์ประกอบย่อยที่ 1 การการปฏิบัติงานให้เกิดผลสัมฤทธิ์ใน
 - องค์ประกอบย่อยที่ 2 การพัฒนาตนเองด้านการครองตน

ฉัตรชัย หวังมีจมี (2560) ได้ทำการศึกษาสมรรถนะของครูผู้สอนในศตวรรษที่ 21 ในการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนในปัจจุบันนี้ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะ พบว่ามี 7 สมรรถนะ ได้แก่ 1. การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง 2. การประเมินผลการเรียนรู้ 3. การใช้เทคโนโลยี 4. คุณธรรมและจริยธรรมในวิชาชีพ 5. การทำงานร่วมกันเป็นทีม 6. การข้ามวัฒนธรรม 7. ผู้อำนวยการ

อัมพร คณิงเพียร (2562) ได้ศึกษาองค์ประกอบคุณลักษณะครูในศตวรรษที่ 21 มีองค์ประกอบ 12 องค์ประกอบ ดังนี้ ด้านการเทคโนโลยีนวัตกรรม ด้านจิตวิญญาณความเป็นครู ด้านการมีบุคลิกภาพที่ดี ด้านทักษะการสื่อสาร ด้านความเชี่ยวชาญในการสอน ด้านการวัดประเมินผล ด้านการพัฒนาหลักสูตร ด้านการจัดบรรยากาศในชั้นเรียน ด้านการบริการ ด้านพัฒนาตนเอง ด้านความร่วมมือ และด้านความเป็นผู้นำ

จากองค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย การประเมินผลการเรียนรู้ การใช้เทคโนโลยี ด้านการพัฒนาหลักสูตร คุณธรรมและจริยธรรมในวิชาชีพ การทำงานร่วมกันเป็นทีม ผู้อำนวยการความสะอาดด้านทักษะ การสื่อสารด้านการจัดบรรยากาศในชั้นเรียน ในการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะ

3. สะเต็มศึกษา

3.1 ความเป็นมาและแนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาเริ่มต้นจากประเทศสหรัฐอเมริกา เนื่องจากเยาวชนไม่ให้ความสำคัญกับความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งทำให้ มีผลต่อขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ซึ่งผู้เรียนนั้น ไม่สามารถนำความรู้ที่ได้ศึกษาจากการเรียนในห้องเรียนและนำความรู้ มาใช้หรือประยุกต์เพื่อนำไปประกอบอาชีพได้ รวมถึงการเกิดปัญหาด้านการทดสอบ PISA (program for international student assessment) ที่มีคะแนนต่ำกว่าหลายประเทศ รัฐบาลจึงมีนโยบายที่ จากปัญหาของประเทศ และเกิดการประชุมของแต่ละภาคส่วน ทำให้รัฐบาลมีนโยบายสนับสนุนการศึกษาของศาสตร์ทั้ง 4 สาขา เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันกับประเทศอื่นๆ จะสามารถพัฒนาให้เป็นหลักสูตรสะเต็มศึกษา แต่ไม่ได้ให้คำจำกัดความความหมายของคำว่า STEM ที่ชัดเจน จึงมีการใช้ที่แตกต่างกันไป ดังนั้นเป้าหมายสำคัญ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาด้านต่าง ๆ ได้แก่ 1) ด้านปัญญา ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหา 2) ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ 3) ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่มทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพอย่างมีคุณภาพ (Kuenzi, 2008)

STEM เป็นตัวย่อมาจาก Science Technology Engineer และ Mathematic เริ่มมีเมื่อศตวรรษที่ 20 (1990) ที่ National Science Foundation (NSF) ซึ่งเป็นสถาบันที่กำหนดนโยบาย

กิจกรรม โปรแกรม หรือหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา สะเต็มศึกษาเริ่มมีขึ้นมา เนื่องจากตลาดแรงงานในยุคศตวรรษที่ 21 ต้องการคนที่มีความรู้ทางด้านเทคโนโลยี และมีทักษะส่วนบุคคล มีความสามารถในการคิด มีความสามารถในการแก้ปัญหา และมีทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อทำงานให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งเป็นสิ่งที่ท้าทายที่ควรเตรียมความพร้อมให้คนในยุคศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนในยุคนี้จึงควรมีการรู้สะเต็ม (STEM literacy) (Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012)

สะเต็มศึกษาเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนบูรณาการความรู้ ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม ให้สามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ผ่านกระบวนการวางแผน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดและการทำงานอย่างเป็นระบบ และการแก้ปัญหา (Breiner et al., 2012; Rinke, Gladstone-Brown, Kinlaw, & Cappiello, 2016)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวที่ใช้ในการจัดการศึกษาเพื่อการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความรู้ภายใต้การสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งหมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ การศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหา ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน สามารถจะกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักวิธีคิด และสร้างทักษะการจัดการข้อมูล สามารถเกิดการคิดวิเคราะห์ข้อมูล ได้ค้นพบข้อมูลใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาบูรณาการกันเพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญ ๆ และที่สำคัญการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้สำหรับการกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design Processes) ซึ่งเป็นกระบวนการที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจการทำงานและสามารถทำงานอย่างเป็นขั้นเป็นตอนทำให้ผู้เรียนรู้จักการมีกระบวนการวางแผนสามารถในการแก้ปัญหารวมถึงเข้าใจ การได้มาของผลิตภัณฑ์ หรือชิ้นงานทำงาน มีการทดสอบ ปรับปรุงแก้ไข ในสถานการณ์ที่กำหนดหรือข้อจำกัดของปัญหา ซึ่งกระบวนการนี้ จึงจำเป็นต้องอาศัยองค์ความรู้ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสร้างสรรค์ผลงาน และเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริง

ชุตินา วิชัยดิษฐ์ และชาตรี ฝ่ายคำตา (2561) กล่าวว่า ความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาเป็นเนื้อหาสาระที่สำคัญต่อการออกแบบ และพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้สอนได้ทำความเข้าใจอัตลักษณ์ ธรรมชาติของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นความรู้สำคัญที่ผู้สอนจะให้เห็นมุมมองของแนวคิดนี้ได้กว้าง และชัดเจน โดยมีขอบข่ายครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา คืออะไร กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมการบูรณาการในสะเต็มศึกษา แนวคิดสำคัญในกิจกรรมสะเต็มศึกษา คุณลักษณะของบทเรียนสะเต็มที่ดี การวัดและ

ประเมินผลกิจกรรมสะเต็มศึกษา แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาและแนวทางการนำสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

3.2 ความหมายของการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ความหมายของการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีนักวิชาการและนักการศึกษา ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ดังต่อไปนี้

ITEEA (2009) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาก็เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้สะเต็ม (STEM Literacy) คือ สามารถใช้แนวคิดจากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นทักษะ แนวคิด และกระบวนการทั้งส่วนที่เป็นทักษะแนวคิด และกระบวนการ เพื่อทำความเข้าใจปัญหาที่ซับซ้อน รวมถึงการคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ เพื่อแก้ปัญหา รวมถึงทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

Bybee (2010) ให้ความหมายไว้ว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความรู้ภายใต้การสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยที่สะเต็ม (STEM) เป็นคำย่อที่มาจาก วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ซึ่งเป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยที่จะมีการสอนแต่ละรายวิชาแยกกัน โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และในเวลาต่อมา ได้มีการนำรายวิชาเทคโนโลยีและวิศวกรรม นำมาสอนร่วมกัน จึงทำให้สะเต็มศึกษาเกี่ยวข้องกับรายวิชา 4 วิชา ดังกล่าว เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนาสร้างผลผลิตใหม่ๆ ต่อการประกอบอาชีพและดำเนินชีวิตประจำวัน ที่ได้รับประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติจริง ทำให้ได้มาซึ่งความรู้และวิธีการแก้ปัญหาเหล่านี้ โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แต่อาจมีเป้าหมายของการนำผลจากการเรียนรู้ไปใช้ที่อาจแตกต่างกัน เช่น เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง เพื่อการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบันการสร้างนวัตกรรม ตลอดจนเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้นไป Zollman (2012) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การทำความเข้าใจปัญหาที่ซับซ้อน การคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ เพื่อแก้ปัญหา รวมถึงทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

Vasquez and others (2013) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมโดยการนำความรู้ด้านต่างๆ ความเข้าใจและทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และกระบวนการวิศวกรรม และนำความรู้เหล่านั้นมาออกแบบเพื่อสร้างผลงานหรือชิ้นงานรวมถึงนำวิธีการต่างๆ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นและเชื่อมโยงเข้ากับกับชีวิตประจำวัน ซึ่งเกิดจากการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญของสะเต็มศึกษา ซึ่งมีลักษณะ 5 ประการ คือ

1. ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้ และทักษะต่างๆของวิชาที่เกี่ยวข้อง
2. การเรียนทำทายความสามารถผู้เรียนให้เกิดการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ
3. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นแบบ (Active Learning) กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดเรียนรู้
4. ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด
5. สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือประกอบอาชีพในอนาคต

มนตรี จุฬาวัดทนทล (2556) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ซึ่งมีการจัดการเรียนการสอน ในทุกระดับชั้นโดยเริ่มตั้งแต่อนุบาล ประถมศึกษา มัธยมศึกษา ไปจนถึงอาชีวศึกษา และอุดมศึกษา โดยการสอนเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ และไม่เน้นทฤษฎีหรือการจำในทางวิทยาศาสตร์ หรือสมการของคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว ซึ่งการเรียนนี้จะทำให้ผู้เรียนรู้จักการนำองค์ความรู้มาบูรณาการเพื่อมุ่งแก้ปัญหาที่สามารถพบได้ในชีวิตจริง ฝึกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การพัฒนาทักษะการคิดหรือการตั้งคำถาม การแก้ปัญหารวมถึงการการหาข้อมูล รวมถึงการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ จากการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ

พรทิพย์ ศิริภทราชัย (2556) ได้กล่าวถึง สะเต็มศึกษา คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา โดยนำจุดเด่นของวิชาและวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชาสาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์มาผสมผสานกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ มาแก้ปัญหารวมถึงสามารถนำความรู้มาคิดค้นและพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ได้ ซึ่งปัจจุบัน จำเป็นจะต้องอาศัยได้รับความร่วมมือจากครูหลายสาขาวิชาในการร่วมกันจัดการเรียนรู้ เพราะการที่นักเรียนได้ไปทำงานในสถานการณ์จริงๆหรือเหตุการณ์ที่เกิดในชีวิตประจำวันนั้นจำเป็นต้องอาศัยและใช้ความรู้ร่วมกัน

วรรัตน์ วงศ์เกีย (2556) ได้กล่าวถึง STEM หรือ STEM Education ว่าไม่ได้หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับ Stem Cells หรือที่ภาษาไทยแปลว่า เซลล์ต้นกำเนิด แต่หมายถึง การจัดการศึกษา ที่บูรณาการ 4 วิชา เข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) อย่างไรก็ตาม นิยามของการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM นั้น ยังไม่ชัดเจนนัก อาจเป็นการจัดการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์โดยใช้คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือ หรืออาจเป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การสร้างสรรคเทคโนโลยีใหม่ก็เป็นได้ ซึ่งทำให้ STEM Education นั้น เปิดกว้างโดยเป็นการจัดการเรียนการสอนแบบที่สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับบริบทของแต่ละพื้นที่

พรพรรณ ไหวทางกูร (2557) ได้กล่าวไว้ว่าการจัดการศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการ ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ นำไปแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการและองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยี สามารถนำไปคิดสร้างสรรค์สร้างนวัตกรรมได้

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557) ได้กล่าวถึง สะเต็มศึกษา ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียน นั้นได้เกิดความสนใจเกิดความต้องการ ในการหาความรู้ ค้นหาคำตอบ เกิดกระบวนการคิดอย่างมี เหตุผล เกิดการสำรวจตรวจสอบ การบูรณาการความรู้ในศาสตร์สาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ โดยที่รวมถึงทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียนและการทำงานร่วมกันแบบร่วมมือ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้กล่าวว่า คำว่า สะเต็ม (STEM) หมายถึงความรู้ทางด้านวิชาการของศาสตร์ทั้ง 4 วิชาที่มีความเชื่อมโยงกันและต้องอาศัยความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิตและการทำงาน ซึ่ง STEM ย่อมาจากชื่อภาษาอังกฤษ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics)

วศิณีส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2559) ได้ให้คำจำกัดความของ STEM Education ว่าเป็นการ จัดการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงความรู้และบูรณาการความรู้จากศาสตร์ทั้ง 4 คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนานุชนวัยให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้วย พื้นฐาน ความรู้ ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ จากการบูรณาการความรู้เข้ากับวิชาอื่น ๆ ในการแก้ปัญหา การสื่อสาร ความคิดสร้างสรรค์ การเป็นผู้นำ การทำงานร่วมกับผู้อื่น และการเข้าใจวัฒนธรรมในบริบทของตนและสังคมโลก

กล่าวโดยสรุป คือ การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หมายถึง การสอนที่มีกระบวนการ เรียนรู้โดยการนำความรู้ 4 สาขา มาบูรณาการเชื่อมโยงความรู้เข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นกระบวนการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการ สืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุมีผล รวมทั้งการพัฒนาทักษะของการ เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง หรือที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน

3.3 ความสำคัญการจัดการเรียนรู้ของสะเต็มศึกษา

เนื่องจากพบปัญหาทางการศึกษาหลายประการ ในการจัดการเรียนการสอน ประเทศไทย จึงได้สนับสนุนและส่งเสริมให้กระทรวงศึกษาธิการ เร่งผลักดันให้โรงเรียนนำหลักสูตรสะเต็มศึกษามา ใช้ในการจัดการเรียนการสอน และปัญหาการจัดการศึกษาของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อหวัง ว่าจะเป็นการเพิ่มผลการทดสอบทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติ อีกทั้งยังต้องการเน้นให้ผู้เรียน เห็นวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ใกล้ตัว สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา

ในชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพได้ สามารถสร้างความเข้มแข็งให้แก่การศึกษาไทยและการศึกษาในประชาคมอาเซียน

หลักการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญเป็นการจัดการเรียนการสอนครูต้อง คำนึง ถึงการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นสำคัญ รวมทั้งความเหมาะสมและประโยชน์ที่เกิดกับนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับหลักในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ต้องการจัดการเรียนการสอนที่ พัฒนาผู้เรียนให้สามารถเป็นบุคคลที่มีความสามารถและความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งนี้การ สอนตามแนวทางสะเต็ม โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ สามารถจัดการศึกษาโดยมีสอนที่เน้นกระบวนการและการบูรณาการ สิ่งที่เกิดขึ้นในธรรมชาติรอบๆ ตัว ล้วนมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันโดยไม่ได้จำกัดเพียงแค่ความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่ง จึงจำเป็นต้องใช้ความรู้และทักษะจากหลากหลายสาขาวิชาเข้ามาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ในลักษณะเชื่อมโยงความสัมพันธ์กัน (Integrated Learning) (ทีศนา แคมมณี, 2558)

โรงเรียนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการให้สอดคล้องตามแนวทางของสะเต็มศึกษาได้หลากหลายรูปแบบ การนำสะเต็มศึกษามาสู่กระบวนการจัดการศึกษา จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ที่เกี่ยวข้อง ครู อาจารย์ และผู้บริหารจะต้องวิเคราะห์และทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้เพื่อที่จะนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง เพื่อป้องกันมิให้เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน ซึ่งอาจจะส่งผลให้ครูผู้สอน รวมถึงการจัดการเรียนจัดการสอน การเรียนสะเต็มศึกษา ในอนาคต ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ การที่ทำความเข้าใจที่ถูกต้อง ถึงข้อดีปัจจัยต่าง ๆ สำหรับการเตรียมความพร้อม จึงเป็นสิ่งที่ควรพิจารณาในแง่มุมด้านต่างๆ ดังนี้ 1. หลักสูตรและบทเรียนตามแนวการสอนสะเต็มศึกษา ซึ่งในปัจจุบันนั้นได้มีการปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สำหรับการเรียนการสอนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ในปัจจุบันวิศวกรรมศาสตร์ ได้มีการสอดแทรกอยู่ในสาระเทคโนโลยี ดังนั้น ความพร้อมในด้านหลักสูตรทั้ง 4 วิชา แล้วความพร้อมด้านสื่อ บทเรียนความรู้ในการวัดและประเมินผล ที่ถูกต้องและชัดเจน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดการเตรียมวางแผนการ ให้ความรู้แก่บุคลากรในด้านสะเต็มศึกษา การจัดประชุมให้ความรู้ต่าง ๆ มีการเตรียมพร้อมของสถานศึกษาพัฒนาผู้เรียน และครูผู้สอนพร้อมที่จะพัฒนาวิชาชีพของตนเองเพื่อให้มีความก้าวหน้าในการพัฒนาสะเต็มศึกษา ควรร่วมมือระหว่างชุมชน และสถาบันอุดมศึกษา หรือได้รับมาความร่วมมือจากหลายภาคส่วนเพื่อการพัฒนาครูผู้สอน พัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษาในบริบทของไทย ฯลฯ (พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์, 2556)

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับยุคศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มจะทำให้มีคุณลักษณะดังนี้ คือ 1) มีทักษะ การแก้ปัญหา สามารถแก้ปัญหาโดยการเข้าใจและเรียนรู้ข้อขอบเขตปัญหา 2) เป็นนักนวัตกรรม เป็นผู้สร้างสรรค์นวัตกรรมและสิ่งต่าง ๆ ผ่าน

กระบวนการออกแบบโดยเป็นอิสระจากอะไรแบบเก่า ๆ 3) เป็นนักพัฒนาสามารถพัฒนาสิ่งต่าง ๆ อย่างสร้างสรรค์ตามความต้องการของโลก ที่นำไปปฏิบัติได้จริง 4) มีความเชื่อมั่นในตนเอง เป็นผู้ที่กล้าคิด กล้าทำ มีความเป็นตัวของตัวเอง มีความมั่นใจและพัฒนาตนเองสม่ำเสมอ และต้องทำงานภายใต้เวลาที่จำกัดได้ 5) เป็นนักคิดที่มีตรรกะ สามารถคิดอย่างมีตรรกะเข้าใจโลกความเป็นจริง และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ 6) เป็นผู้รู้เทคโนโลยี มีความเข้าใจเทคโนโลยี มีทักษะและความสามารถในการใช้เทคโนโลยี 7) เป็นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและสนับสนุนการเชื่อมโยงเพิ่มเติมสู่การทำงาน 8) สามารถปรับบริบทเพิ่มเติมให้เข้ากับวัฒนธรรมและประวัติศาสตร์ของการศึกษาตนเองได้ (Morrison, 2006)

แนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ควบคู่กับการทำงานในชีวิตจริงของนักวิทยาศาสตร์และวิศวกร (Breiner et al., 2012) เป็นการเชื่อมโยงการจัดการเรียนการสอนกับชีวิตจริงเป็นการจัดการ การเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ในการทำความเข้าใจปัญหาที่ซับซ้อน และสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้ แก้ปัญหานั้น ๆ ได้เป็นสิ่งที่เชื่อมโยงการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ การใช้ สมการทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงผ่านการใช้เทคโนโลยีและกระบวนการทาง วิศวกรรม ความรู้และทักษะวิศวกรรม จำพวกการออกแบบ การสร้างแบบจำลองหรือ โมเดลการคิดอย่างเป็นระบบ มุมมองต่าง ๆ การวิเคราะห์โมเดล การตัดสินใจ การคิดยืดหยุ่น การบริหารจัดการ การวางแผน การแก้ปัญหา (Bybee, 2010) จะเป็น สิ่งที่ส่งเสริมและขับเคลื่อนการคิดแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ เสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการทำงานเป็นทีมให้กับผู้เรียน อีกทั้งยังเป็นกระบวนการที่ช่วยสร้างแรงจูงใจและทัศนคติทางบวกที่มีต่อสะเต็มศึกษา นอกจากนี้กระบวนการ ทางวิศวกรรมยังเป็นสิ่งที่ช่วยให้การจัดการเรียนการสอนได้นวัตกรรมที่ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของผู้เรียนได้อีกด้วย ดังนั้น กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมจึงเป็นกระบวนการที่ทำให้การบูรณาการ สะเต็มมีประสิทธิภาพ

3.4 ลักษณะครูผู้สอนสะเต็มและบทบาทของผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา

จากการศึกษาแนวคิดของนักวิชาการไทยและนักวิชาการต่างประเทศเกี่ยวกับ องค์ประกอบของคุณลักษณะของครูสอนมีสะเต็มศึกษา รายละเอียดดังนี้

Bybee (2010) ได้กล่าวถึง คุณลักษณะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาสามารถบูรณาการข้าม กลุ่มสาระวิชา และพหุศาสตร์ที่มุ่งเน้นการบูรณาการ ที่เป็นการสอนและการเรียนรู้ในศาสตร์หลายแขนง คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการออกแบบทางวิศวกรรม และการสร้างสรรค์เทคโนโลยีที่เป็นผลผลิต จากการออกแบบเชิงวิศวกรรม แก้ปัญหา สร้างนวัตกรรม พัฒนาทักษะ ความสามารถในการทำงาน และทักษะศตวรรษที่ 21

Vasque, et al (2013) ได้กล่าวถึง คุณลักษณะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในแนว จัดการ เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. มุ่งเน้นบูรณาการระหว่างสาขาวิชาโดยใช้ทักษะวิศวกรรม
2. สัมพันธ์กับชีวิตจริง
3. มุ่งเน้นทักษะศตวรรษที่ 21
4. จัดกิจกรรมท้าทายนักเรียน

Reeve (2013) อ้างถึงใน จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558) ได้กล่าวถึง คุณลักษณะ ของครูสอนสะเต็มศึกษา ซึ่งควรมีลักษณะที่สำคัญรวมถึงมีบทบาท ในการเป็นผู้อำนวยความสะดวก หรือเป็นโค้ชรวมถึงให้ความสะดวกในการเรียนรู้แก่นักเรียน ครูผู้สอนจะต้องสร้างสถานการณ์ ใช้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหา ท้าทายความคิดทำให้นักเรียน มีส่วนร่วม ตั้งนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนจำเป็นต้องมี ความรู้ความเข้าใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และบริบทของผู้เรียน และ สามารถวัดประเมินผลผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจ มีทักษะ และเจตคติต่อการ จัดการเรียนรู้ดังกล่าว

Capraro & Morgan (2013) คุณลักษณะ ของครูสอนสะเต็มศึกษา ควรนำกิจกรรมสะเต็ม ศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ดังนี้ จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ครูจะต้องพิ เเลียงหรือโค้ช จะต้องจัดบรรยากาศ รวมถึงจัดกิจกรรมเรียนรู้ที่น่าสนใจ ตื่นเต้น รวมถึงสภาพแวดล้อมที่ มีชีวิตชีวา เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ จะต้องท้าทายความสามารถของนักเรียน สามารถใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และเชื่อมโยง สถานการณ์ปัจจุบัน มีการบูรณาการความรู้ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี และ กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม โดยสร้างสถานการณ์ที่ เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริง และสามารถ ใช้วิธีการอย่างหลากหลาย ในการประเมินประเมินกระบวนการทำงานงาน หรือผลของผู้เรียน

Elaine J. Hom (2014) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา สามารถให้ ความรู้กับนักเรียนใน 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยบูรณา การ และผสมผสานการเรียนรู้สภาพแวดล้อมและการแสดงวิธีการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถ นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน มุ่งเน้นโลกแห่งความจริงในด้านการแก้ปัญหา และเป็นการบูรณาการ ที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ชั้นอนุบาลมัธยมศึกษาตอนปลาย

Erdogan & Ciftci (2017) ได้กล่าวถึง คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาดังนี้

1. สามารถจัดกระบวนการสอนของสหวิทยา
2. มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ แก้ปัญหา คิดที่สำคัญและทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์

3. มีการพัฒนาทัศนคติเชิงบวก
4. มีการพัฒนาทักษะด้านวิศวกรรม
5. สนับสนุนบุคคลที่มีนวัตกรรม นักประดิษฐ์

สุพรรณณี ชาญประเสริฐ (2557) ได้กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไว้ ดังนี้ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา นั้นทำได้หลากหลายแนวทาง บางอย่างเป็นการเปลี่ยนแปลงง่าย ๆ ที่ครูทุกคนสามารถนำไปใช้ในห้องเรียนได้ด้วยตัวเอง บางส่วนอาจต้องใช้ “แนวร่วม” สนับสนุนที่กว้างขวางขึ้น เช่น การทำงาน ระหว่างครูต่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ การทำงานร่วมกันทั้ง โรงเรียนหรือแม้กระทั่งการดำเนินการร่วมกันกับชุมชน หรือสถาบันการศึกษา ท้องถิ่น แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะนำเสนอเป็นส่วนหนึ่งของ วิธีการที่หลากหลายที่จะปรับการเรียนเปลี่ยนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีใน ห้องเรียนของตัวเอง ให้มีความสอดคล้องกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนั้น คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา ดังต่อไปนี้

1. สามารถเชื่อมโยงเนื้อหา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี สู่โลกจริง การใช้กระบวนการทางวิศวกรรม วิเคราะห์ปัญหาและสร้างสรรค์ วิธีแก้ไขได้ อย่างหลากหลาย

2. มีทักษะสืบเสาะหาความรู้
3. สอนกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
4. สามารถสร้างสรรค์ออกแบบชิ้นงาน
5. บูรณาการเทคโนโลยี
6. มีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21
7. ได้รับการสนับสนุนและการมีส่วนร่วมผู้เชี่ยวชาญจากชุมชน

สตียา ลังการ์พินธุ์ (2556) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. เชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี สู่โลกจริง
2. สืบเสาะหาความรู้ในการจัดการเรียนการสอน ประเด็นการปัญหา หรือ ตั้งคำถาม แล้วสร้างคำอธิบายด้วยตนเองโดยการรวบรวมประจักษ์พยานหลักฐานที่เกี่ยวข้อง

3. สื่อสารแนวคิดและเหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ
4. จัดเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
5. สืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบสู่การแก้ปัญหาได้ชัดเจน
6. มีความเชี่ยวชาญการทำโครงงานในรูปแบบอื่นทั้งโครงงานเชิงทดลอง เชิงสำรวจ หรือเชิง

ทฤษฎี

8. สร้างสรรค์ชิ้นงานแนวคิดใหม่
9. บูรณาการเทคโนโลยี

10. มีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 อาทิเช่น คิดเชิงวิพากษ์ การสื่อสาร ทักษะทำงานร่วมกันคิดสร้างสรรค์

11. มีส่วนร่วมจากชุมชน สนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่น สนับสนุน แหล่งเรียนรู้วิถีชุมชน ในการพัฒนาอาชีพและพัฒนาคุณภาพชีวิตตามแนวทักษะศตวรรษที่ 21

12. เรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการ

13. สามารถเรียนรู้ตามอัธยาศัย

ชลาริพ สมาหิโต (2557) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาใน กระบวนการของการจัดประสบการณ์แบบสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. สามารถผสมผสานสาระและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และนำมาจัดกิจกรรมบูรณาการนั้นจะให้นักเรียนได้ พัฒนาด้านต่างๆ

2. มีทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21

3. นำความรู้ในสาระต่างๆ มาประยุกต์ใช้ได้จริง

4. พัฒนาทักษะการคิดอย่างหลากหลาย

5. ทำงานกลุ่ม

6. สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ

7. เป็นผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

8. สามารถจัดกิจกรรมได้ตั้งแต่ในนักเรียนปฐมวัย ซึ่งโดยทั่วไป การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในระดับปฐมวัย

นงนุช เอกตระกูล (2557) ได้กล่าวถึง คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาใน แนวจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. บูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา และพหุศาสตร์ที่มุ่งเน้นการบูรณาการ

2. พัฒนาปัญญาตนเองให้สอดคล้องกับศตวรรษที่ 21

3. มีทักษะการคิดวิเคราะห์

4. มีทักษะการคิดสร้างสรรค์

5. แก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเป็นระบบ

รวรรณ ทิลาพันธ์ (2558) อ้างถึงใน สสวท. (2557) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจในแนวความคิดหลัก หลักการพื้นฐาน และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีจิตวิทยาศาสตร์ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต และสื่อสารสู่ผู้อื่นได้

2. สามารถในการใช้จัดการทำความเข้าใจและประเมินผลเทคโนโลยี ความเข้าใจและประมวผลเทคโนโลยี ซึ่งรวมถึงสิ่งประดิษฐ์โครงสร้างพื้นฐานทั้งหมดที่จำเป็นในการออกแบบการผลิตการดำเนินงานและการซ่อมแซมสิ่งประดิษฐ์ เพื่อตอบสนองความต้องการของตนเอง

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558) ได้กล่าวถึง คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา ในการจัดการเรียนรู้ จะต้องมีการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา และนำจุดเด่นของธรรมชาติวิชา ในศาสตร์สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ มาบูรณาการสามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นเริ่มตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลจนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จะต้องพัฒนาให้ผู้เรียนมีคุณภาพมีทักษะตามที่ต้องการในศตวรรษที่ 21 เช่น ด้านปัญญา ด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

กมลฉัตร กล่อมอิม (2559) แนวการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อให้เกิดคุณลักษณะของครูสอน ดังนี้ สามารถจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการความรู้สาขา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ พัฒนาระบบการให้นักเรียนได้นำความรู้เพื่อนำไปแก้ปัญหาในชีวิตจริง กิจกรรมที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน ทักษะและสมรรถนะในการสร้างผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ในการประกอบอาชีพในศตวรรษที่ 21

จำรัส อินทลาพร และคณะ (2558) กล่าวถึงคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในแนวการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ดังนี้ มีความรู้ในสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมและนำจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะของการบูรณาการ ให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) กล่าวว่า การเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการศาสตร์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีผ่านรูปแบบกระบวนการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมเพื่อเน้นทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหา โดยการเชื่อมโยงความรู้ที่มีทั้งหมดสู่การประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้จริงทั้งในชีวิตประจำวัน และการทำงานในอนาคตของนักเรียน ซึ่งการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานับว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง สำหรับการศึกษาศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นการศึกษาเรียนรู้ที่เปิดกว้างทั้งทางด้านความคิด มุมมองและ การกระทำ โดยนัยหนึ่งหมายรวมถึงการศึกษาที่นำไปสู่การเรียนรู้ทุกหนแห่ง ดังนั้นแล้วโลกของเทคโนโลยีเครือข่ายการเรียนรู้ในยุคใหม่จึงต้องเป็นการเรียนรู้ที่ตื่นตัวตลอดเวลา เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต และการศึกษาจะต้องควบคู่ไปกับการทำงานเพื่อที่จะนำความรู้นั้นมาใช้ในการสร้างนวัตกรรมสำหรับขับเคลื่อนการพัฒนาสังคมต่อไป ดังนั้น สะเต็มศึกษากับกระบวนการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จึงต้องเป็นการเรียนรู้ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนผ่านของกระบวนการหรือขั้นตอนในการเรียนรู้ จากแบบดั้งเดิมไปสู่การเรียนรู้ที่เน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 นั้นหมายถึงว่านักเรียนจะเรียนรู้และสร้างองค์

ความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการแก้ปัญหา จนนำไปสู่การพิสูจน์ข้อเท็จจริง และกระบวนการในการหา คำตอบเพื่อนำมาสู่การรู้แจ้งเห็นจริงได้ด้วยการอธิบายถึงความ เป็นเหตุเป็นผลของข้อมูลและ หลักฐาน ที่ปรากฏได้ ซึ่งครูจะทำหน้าที่เป็นเพียงผู้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ผูกพันให้ตนเองเป็น เสมือน ผู้ฝึกสอนและพี่เลี้ยงในการเรียนรู้ อีกทั้งยังเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ การเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษาจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะเสริมสร้างนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ ซึ่งการเรียนรู้ในประเด็นทางสังคมหรือสถานการณ์จริงจะช่วยให้ นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยแท้จริง ด้วยเหตุนี้เองการศึกษาแบบสะเต็มหรือสะเต็มศึกษาจึงตอบ โจทย์เป้าหมายของการจัดการศึกษาในยุคนี้ เพราะมุ่งเน้นทักษะของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และ ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตนั่นเอง คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา จากแบบประเมินด้าน คุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพครูครูดีเด่นสะเต็มศึกษาประเทศไทย ดังนี้

1. การมีความสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น ทำงานร่วมกับผู้อื่นโดยยอมรับ ฟังและเสนอ ความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล ยอมรับมติของกลุ่ม เป็นแบบอย่างที่ดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
2. การมีความศรัทธาในวิชาชีพ มีการศึกษาค้นคว้าและพัฒนางานเพื่อ ความก้าวหน้า ในวิชาชีพ มีส่วนร่วมในกิจกรรมที่แสดงถึง ความภาคภูมิใจและการยกย่องเชิดชูวิชาชีพ เป็นแบบอย่างที่ดีในการเป็นผู้มีความศรัทธาในวิชาชีพ มีความรู้ ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษา
3. การพัฒนาตนเองในวิชาชีพ เข้ารับการอบรมหรือร่วมประชุมวิชาการที่ เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ศึกษาปัญหา สืบค้น วิธีการ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาการจัดการเรียนรู้ นำผลการศึกษา/นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ ไปใช้พัฒนา นักเรียน โดยมีหลักฐานเชิงประจักษ์ ถ่ายทอด เผยแพร่ผลการศึกษา/นวัตกรรม เป็น ตัวอย่างแก่เพื่อนครูในการทำงาน หรือสร้างนวัตกรรม มีแผนการทำงานร่วมกันในจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
4. การมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเนื้อหาตามมาตรฐานหลักสูตร และตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ ของรายวิชา และระดับชั้นที่สอน เข้าใจการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี และ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์และ กระบวนการเทคโนโลยี จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จัดกิจกรรม การเรียนรู้เชิงบูรณาการที่ท้าทายความคิดของนักเรียน เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ส่งเสริมให้นักเรียน คิดสร้างสรรค์ เชื่อมโยง เนื้อหามาสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริง ใช้กลวิธีการสอนที่เหมาะสมและส่งเสริม การพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหาแนวทาง สะเต็มศึกษา

6. การวัดประเมินผลและการวิจัยเพื่อปรับปรุงพัฒนาการเรียนรู้ มีการวัดประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ประเมินผลหลายมิติอย่างเหมาะสม วัดประเมินผลการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือวิธีการที่หลากหลายและเหมาะสม นำผลการประเมินมาปรับปรุง และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยมีหลักฐานเชิงประจักษ์

จากการศึกษาลักษณะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษา สรุปได้ว่า คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง ครูผู้สอนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา จัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อนันทักษะกระบวนการบูรณาการศาสตร์ความรู้ใน 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ให้มีสมรรถนะในการแก้ปัญหา โดยการเชื่อมโยงความรู้ที่มีทั้งหมดสู่การประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้จริง ทั้งในชีวิตประจำวันที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบัน และความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21

มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงมุ่งเน้นให้ครูสามารถจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ตามมาตรฐานที่สอดคล้องกับสังคมไทยและทัดเทียมกับนานาชาติ ประกอบด้วยมาตรฐานหลัก 10 มาตรฐาน แบ่งเป็นมาตรฐานย่อย 40 ข้อ และ 76 ตัวชี้บ่ง เพื่อกำหนดคุณภาพของคุณลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในกรอบของคุณลักษณะ 3 ด้าน คือ ความรู้ การแสดงออกและความสามารถ มีสาระสำคัญ ดังนี้

ด้านความรู้ เป็นมาตรฐานที่ครอบคลุมด้านความรู้ความเข้าใจและเจตคติต่อเรื่องที่เกี่ยวข้องรวมทั้งการแสดงออกถึงการได้เข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ ด้านการแสดงออก ด้านการแสดงออกเป็นมาตรฐานที่ครอบคลุมในด้านการปฏิบัติจริง หรือการแสดงออกในขณะที่ปฏิบัติงานอยู่ในสถานศึกษา ผลจากการลงมือปฏิบัติจริงจะต้องมีหลักฐานหรือร่องรอยปรากฏอยู่อย่างชัดเจน

ด้านความสามารถ ด้านความสามารถเป็นมาตรฐานที่ครอบคลุมสมรรถภาพ หรือผลที่ได้จากการลงมือปฏิบัติจริงที่แสดงถึงความสามารถของครูผู้นั้นต่องานที่ปฏิบัติ โดยส่วนใหญ่ผลของความสามารถของครูผู้สอนจะปรากฏที่ตัวผู้เรียนในลักษณะของผลงานและผลสัมฤทธิ์

มาตรฐานที่ 1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เข้าใจเนื้อหาสาระ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างครอบคลุมหลักสูตร และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา รวมทั้งจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้สาระการเรียนรู้มีความหมายต่อผู้เรียน

มาตรฐานที่ 2 การใฝ่เรียนรู้และพัฒนาวิชาชีพของตนเอง และนำความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์

ความสนใจใฝ่เรียนรู้และพัฒนาวิชาชีพของตนเองอย่างต่อเนื่อง และ นำความรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้จัดการเรียนรู้และปฏิบัติงานที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและสังคม โดย คำนึงถึงคุณธรรมและจริยธรรม

มาตรฐานที่ 3 การจัดโอกาสในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนตามระดับการเรียนรู้และพัฒนาการ ของผู้เรียนเข้าใจระดับการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียน จัดโอกาสในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนได้ พัฒนาทางสติปัญญา สังคม ร่างกายและบุคลิกภาพ

มาตรฐานที่ 4 การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามความแตกต่างของผู้เรียน เข้าใจความแตกต่างของผู้เรียนและใช้เป็นข้อสนเทศพื้นฐานในการจัดกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ

มาตรฐานที่ 5 การนำวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมมาใช้พัฒนากระบวนการคิดและการ เรียนรู้ของผู้เรียน

เข้าใจหลักการเรียนรู้และใช้วิธีการเรียนรู้อย่างหลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ พัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ การแก้ปัญหา และพัฒนาทักษะปฏิบัติ

มาตรฐานที่ 6 การสร้างแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ เข้าใจถึงแรงกระตุ้นและพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียนหรือกลุ่มของผู้เรียน และสามารถ สร้างสถานการณ์หรือสภาพแวดล้อมที่จูงใจให้ผู้เรียนสนใจและเกิด แรงบันดาลใจในการเรียนรู้

มาตรฐานที่ 7 การใช้ทักษะการสื่อสารเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ มีทักษะการสื่อสาร สามารถใช้ภาษาอย่างถูกต้องทั้งการพูดและการเขียน ตลอดจนใช้สื่อ โสตทัศนูปกรณ์และเทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบ เสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีในการทำงานร่วมกัน

มาตรฐานที่ 8 การพัฒนาหลักสูตรและการวางแผนการจัดการเรียนรู้ พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของ ผู้เรียนได้ตามเป้าหมาย โดยคำนึงถึงคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนและสอดคล้องกับ ความ ต้องการของชุมชน

มาตรฐานที่ 9 การประเมินผลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ใช้วิธีการประเมินผลตามสภาพจริงได้อย่างครอบคลุมสมรรถภาพของผู้เรียน ทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ เจตคติ และนำผลการประเมินไปใช้พัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่าง ต่อเนื่อง

มาตรฐานที่ 10 การนำชุมชนมาร่วมจัดการศึกษา และพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ส่งเสริมให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างสถานศึกษากับชุมชน และเปิดโอกาสให้ผู้ปกครอง ชุมชนและองค์กร มีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

มาตรฐานครุคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์ มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดและศักยภาพของบุคคลในด้านความ มีเหตุผล ความมีระบบและเป็นระเบียบ มีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่าง การได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม และเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆที่ เกี่ยวข้อง

มาตรฐานครุคณิตศาสตร์ มุ่งเน้นให้ครูสามารถจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาผู้เรียนให้เกิด ความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ตามมาตรฐานที่สอดคล้องกับสังคมไทยและทัดเทียมกับนานาชาติ ประกอบด้วยมาตรฐานหลัก 10 มาตรฐาน แบ่งเป็นมาตรฐานย่อย 37 ข้อ และ 75 ตัวชี้บ่ง ที่อยู่ในกรอบของคุณลักษณะ 3 ด้าน คือ ความรู้ การแสดงออกและความสามารถ ดังนี้

ด้านความรู้ เป็นมาตรฐานที่ครอบคลุมด้านความรู้ความเข้าใจและเจตคติต่อเรื่องที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการแสดงออกถึงการได้เข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ ด้านการแสดงออก ด้านการแสดงออกเป็นมาตรฐานที่ครอบคลุมในด้านการปฏิบัติจริง หรือการ แสดงออกในขณะที่ปฏิบัติงานอยู่ในสถานศึกษา ผลจากการลงมือปฏิบัติจริงจะต้องมีหลักฐานหรือ ร่องรอยปรากฏอยู่อย่างชัดเจน

ด้านความสามารถ ด้านความสามารถเป็นมาตรฐานที่ครอบคลุมสมรรถภาพ หรือผลที่ได้ จากการลงมือปฏิบัติจริงที่แสดงถึงความสามารถของครูผู้สอนที่ปฏิบัติงาน โดยส่วนใหญ่ผลของ ความสามารถของครูผู้สอนจะปรากฏที่ตัวผู้เรียนในลักษณะของผลงานและผลสัมฤทธิ์

มาตรฐานครุคณิตศาสตร์ที่ได้จากการรวบรวมคุณลักษณะที่สำคัญและจำเป็นต่อการเป็นครู คณิตศาสตร์ประกอบด้วย 10 มาตรฐาน และสาระสำคัญของมาตรฐาน มีดังนี้

มาตรฐานที่ 1 ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์

เข้าใจเนื้อหาสาระ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างครอบคลุมหลักสูตร และใช้ทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา รวมทั้งจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้สาระการเรียนรู้มี ความหมายต่อผู้เรียน

มาตรฐานที่ 2 การใฝ่เรียนรู้และพัฒนาวิชาชีพของตนเอง และการนำความรู้ทาง คณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ มีความสนใจใฝ่เรียนรู้และพัฒนาวิชาชีพของตนเองอย่างต่อเนื่อง และ นำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้และปฏิบัติงานที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและสังคมโดย คำนึงถึงคุณธรรมและจริยธรรม

มาตรฐานที่ 3 การจัดโอกาสในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนตามระดับการเรียนรู้และพัฒนาการ ของผู้เรียน

เข้าใจระดับการเรียนรู้ พัฒนาการของผู้เรียน และจัดโอกาสในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนได้
พัฒนาสติปัญญา สังคม ร่างกาย และบุคลิกภาพ

มาตรฐานที่ 4 การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามความแตกต่างของผู้เรียน

เข้าใจความแตกต่างของผู้เรียนและใช้เป็นข้อสนเทศพื้นฐานในการจัดกระบวนการเรียนรู้
เพื่อพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ

มาตรฐานที่ 5 การนำวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมมาใช้พัฒนากระบวนการคิดและการ
เรียนรู้ของผู้เรียน

เข้าใจหลักการเรียนรู้ และใช้วิธีการจัดการเรียนรู้อย่างหลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียน
ได้พัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์และการแก้ปัญหา

มาตรฐานที่ 6 การสร้างแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงบันดาลใจในการเรียนรู้

เข้าใจถึงแรงกระตุ้นและพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียนหรือกลุ่มของผู้เรียน และสามารถสร้าง
สถานการณ์หรือสภาพแวดล้อมที่จูงใจให้ผู้เรียนสนใจและเกิด แรงบันดาลใจในการเรียนรู้

มาตรฐานที่ 7 การใช้ทักษะการสื่อสารเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

มีทักษะการสื่อสารและสามารถใช้ภาษาได้อย่างถูกต้อง ทั้งการพูดและ การเขียน เพื่อ
ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ใน การสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหา
รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีในการทำงานร่วมกัน

มาตรฐานที่ 8 การพัฒนาหลักสูตรและการวางแผนการจัดการเรียนรู้

พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของ
ผู้เรียนตามเป้าหมายที่กำหนด โดยคำนึงถึงคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนและสอดคล้องกับ
ความต้องการของชุมชน

มาตรฐานที่ 9 การประเมินผลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้

ใช้วิธีการประเมินผลตามสภาพจริงได้อย่างครอบคลุมสมรรถภาพของผู้เรียน ทั้งด้านความรู้
ความคิด ทักษะและกระบวนการ และเจตคติ และนำผลการประเมิน ไปใช้พัฒนาการเรียนรู้ของ
ผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง

มาตรฐานที่ 10 การนำชุมชนมาร่วมจัดการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้แก่ผู้เรียน

ส่งเสริมให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างสถานศึกษากับชุมชน และให้โอกาสผู้ปกครอง ชุมชนและองค์กร
ได้มีส่วนร่วมในการสนับสนุนการจัดการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากการศึกษาสรุปได้ว่าครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณิตศาสตร์ มีลักษณะ ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจเป้าหมายและเนื้อหาสาระตามมาตรฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณิตศาสตร์ 2. สนใจใฝ่เรียนรู้และพัฒนาวิชาชีพของตนเองอย่างต่อเนื่อง 3. เข้าใจระดับการเรียนรู้
และจัดโอกาสในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน 4. เข้าใจตามความแตกต่างของผู้เรียนจัดการเรียนรู้

หลากหลาย 5. เข้าใจหลักการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์วิจารณ์ และการแก้ปัญหา 6. เข้าใจพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียน และสามารถสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ 7. มีทักษะการสื่อสารและสามารถใช้ภาษาได้อย่างถูกต้อง 8. พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ 9. การประเมินผลตามสภาพจริงเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ 10. การมีส่วนร่วมในองค์กรและชุมชนในการจัดการศึกษา คุณลักษณะเหล่านี้ซึ่งจะเป็นเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพให้ครูผู้สอนมีความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนการสอนให้ได้ตามมาตรฐานตามนโยบายส่งผลให้ครูผู้สอนมีสมรรถนะในการปฏิบัติการสอน

3.6 องค์ประกอบของครูผู้สอนตามแนวทางการสอนสะเต็มศึกษา

การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ ซึ่งครูผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจสามารถและประยุกต์แนวคิด กระบวนการ เจตคติ วิธีคิด และธรรมชาติของวิชาที่นำมาบูรณาการความรู้ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ร่วมกันเพื่อสืบเสาะ อธิบาย แก้ปัญหาสิ่งต่างๆ ทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาและสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองสามารถอธิบายถึงความเป็นเหตุเป็นผลของข้อมูลและหลักฐานที่ปรากฏได้ ซึ่งครูจะทำหน้าที่เป็นเพียงผู้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ฝึกฝนให้ตนเองเป็นเสมือนผู้ฝึกสอนและพี่เลี้ยงในการเรียนรู้ (Coaching and Mentoring) อีกทั้งยังเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (Facilitator) ให้กับผู้เรียนดังได้มีคำกล่าวถึงความรู้ความเข้าใจถึงเป้าหมายการสอนสะเต็มของครูผู้สอน ไว้หลายท่านดังนี้ Shulman (1987) ได้ให้ความสำคัญว่าความรู้ที่เป็นพื้นฐานของครู เพื่อใช้ประกอบ การสอน มีดังนี้ ความรู้เป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา ความรู้หลักสูตรสะเต็มศึกษา ความรู้ความเข้าใจในผู้เรียน ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา ความรู้การประเมินการเรียนรู้ ความรู้บริบทการเรียนรู้ และความรู้ในเนื้อหาสาระ

Grossman (1992) กล่าวว่า ความรู้สะเต็มศึกษานั้นมีความสำคัญยิ่ง เนื่องจากเป็นรูปแบบของความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการสอนในการบูรณาการความรู้หรือผนวกความรู้จึงจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในด้านของความรู้เป้าหมายการสอน และความรู้ด้านหลักสูตร ความรู้ด้านกลวิธีการสอน ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน และความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้

Magnusson (1999) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา แสดงถึงการสอนบูรณาการความรู้ในเนื้อหา การผสมผสาน และความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนทำให้ นำไปสู่ความเข้าใจเกิดการดัดแปลงสามารถ และนำเสนอเนื้อหาที่สอดคล้อง และเหมาะสมกับความต้องการและความสนใจ ที่หลากหลายสำหรับผู้เรียน ซึ่งจะประกอบด้วย ความรู้ด้านเป้าหมายการสอน ความรู้หลักสูตร ความรู้ความเข้าใจในผู้เรียน ความรู้การประเมินผลการเรียนรู้ ความรู้กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา

วรกัญญา แก้วกลม (2560) ได้ศึกษาเรื่องสภาพปัจจุบันปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา สรุปลองค์ประกอบของสมรรถนะ

ครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนี้ 1. ความรู้เป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง การนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ บูรณาการ ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหา 2. ความรู้หลักสูตรสะเต็มศึกษา คือ ความรู้ในการใช้สถานการณ์ปัญหา เชื่อมโยงกับเนื้อหาชีวิตจริง ในระดับชุมชน สังคมและนานาชาติ เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 3. ความรู้ความเข้าใจในผู้เรียน ความรู้ของครู เกี่ยวกับการช่วยให้ผู้เรียนมีแรงบันดาลใจ เกี่ยวกับการนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ในการทำอาชีพ 4. ความรู้กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา ส่งเสริมการพัฒนา ทักษะการคิดวิเคราะห์ และการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียน ทำการออกแบบกิจกรรมอย่างสร้างสรรค์เพื่อ แก้ปัญหา เลือกใช้ระดับการบูรณาการในชั้นเรียนสะเต็มได้หลายระดับ เชื่อมโยงระหว่างสาขาวิชา กับชีวิตจริงและการประกอบอาชีพขึ้นอยู่กับเนื้อหาและบริบท 5. ความรู้การประเมินการเรียนรู้ ความรู้ในด้านวัดผลและประเมินผลจากสภาพจริง และวัดผลจากความสำเร็จของงานเป็นหลักสำคัญ โดยการศึกษาที่เน้นการเชื่อมโยงกับการประกอบอาชีพในชีวิตจริง

กษภัทร์ สงวนเครือ (2562) ได้ศึกษาโปรแกรมเสริมสร้างโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครู ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผลจากการศึกษาได้องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครู สำหรับการจัดการเรียนรู้ด้านความรู้ของครู ดังนี้ 1. เป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา 2. หลักสูตรสะเต็มศึกษา 3. ความเข้าใจในผู้เรียน 4. กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา 5. การประเมินการเรียนรู้

ชุติมา วิชัยดิษฐ์ และชาตรี ฝ่ายคำตา (2564) กล่าวว่า ความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา เป็น เนื้อหาสาระที่สำคัญต่อการออกแบบ และพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ ผู้สอนได้ให้เข้าใจธรรมชาติของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ได้แก่ ความรู้ด้านต่างๆ ดังนี้ ด้านเป้าหมายของการสอน ด้านหลักสูตรของสะเต็มศึกษา ด้านความเข้าใจในผู้เรียน ด้านกลวิธีการใน สอนสะเต็ม และด้านการประเมินการเรียนรู้

3.7 แนวทางการนำสะเต็มศึกษา (STEM) ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2560) กล่าวว่า การนำ กิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน สามารถดำเนินการได้ 3 แนวทาง ได้แก่

1. จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน ซึ่ง กิจกรรมสะเต็มที่จะนำไปสอดแทรกในคาบเรียนนั้น มักจะเป็นกิจกรรมที่มีจำนวนชั่วโมงที่ เหมาะสมที่จะสามารถจัดกิจกรรมได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน โดยผู้สอนแต่ละรายวิชาอาจพิจารณา จากตัวชี้วัดของกิจกรรมนั้นๆ เป็นเกณฑ์หรือพิจารณาจากจุดประสงค์ของกิจกรรมก็ได้ว่าเกี่ยวข้องกับ เนื้อหาใดบ้าง จากนั้นเมื่อถึงคาบของการเรียนการสอนในเนื้อหานั้น ๆ ก็สามารถนำกิจกรรมสะเต็ม เข้าไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

2. จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่าง ๆ โดยการสอนในรูปแบบนี้อาจทำได้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาพิเศษ หรือการทำโครงการ และเหมาะสำหรับกิจกรรมเพิ่มเติมที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างมาก หรือมีความซับซ้อนและยาก แต่มีข้อดีคือผู้สอนสามารถจัดหาอาจารย์ที่ปรึกษาให้แก่ผู้เรียนได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาออกแบบและสร้างชิ้นงานของผู้เรียนได้

3. จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่าง ๆ เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบนี้ มักเป็นกิจกรรมเพิ่มเติมที่มีหัวข้อหรือหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหา เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาของส่วนรวม การจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้มีข้อดีที่ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้ตลอดเวลาและต่อเนื่อง

สิ่งที่สำคัญในการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ การบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ การผนวกแนวความคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้ทั้ง 4 สาขาวิชา เพื่อนำความรู้และทักษะมาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการสำหรับแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงและจากการสำรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้ระบุหลักการสำคัญในการจัดการเรียนรู้ มี 4 ประการ คือ 1) เน้นการบูรณาการความรู้และทักษะใน 4 สาขาวิชา 2) เชื่อมโยงกับชีวิตจริง 3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 และ 4) ทำทลายความรู้ ความคิด และทักษะของผู้เรียน โดยเป้าหมายสำคัญของการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในโลกความเป็นจริง และพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการอยู่ในสังคมที่มีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาตัวบ่งชี้

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาตัวบ่งชี้ และเกณฑ์

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2545) ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนาตัวบ่งชี้สำหรับการประเมินคุณภาพการบริหารและการจัดการเขตพื้นที่การศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความเหมาะสมของตัวบ่งชี้สำหรับการประเมินคุณภาพการบริหารและการจัดการศึกษาของเขตพื้นที่การศึกษาโดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้ 1) การกำหนดวัตถุประสงค์และคำถามวิจัย 2) การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเพื่อให้ทราบวิธีวิทยาที่ใช้ในการพัฒนาตัวบ่งชี้ ความเป็นมาของเขตพื้นที่การศึกษา และสังกัดเบื้องต้นเกี่ยวกับการประเมิน 3) การกำหนดกรอบการพัฒนาตัวบ่งชี้ สำหรับการประเมินคุณภาพการบริหารและการจัดการศึกษาของเขตพื้นที่การศึกษา 4) การศึกษาเอกสารจากแหล่งเอกสารรวม 4 แหล่ง เพื่อสร้างชุดตัวบ่งชี้สำหรับประเมินคุณภาพการบริหารและการจัดการศึกษาของเขตพื้นที่

การศึกษา 5) การสรุปผลการสร้างตัวบ่งชี้ สำหรับการประเมินคุณภาพการบริหารและการจัดการศึกษาของเขตพื้นที่การศึกษา การเสนอรายงานให้คณะกรรมการตรวจและรับรองตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้น และการจัดทำรายงานการวิจัย สำหรับการรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับดังนี้ ลำดับแรก เป็นการสืบค้นและจัดหาเอกสาร ลำดับที่สอง เป็นการอ่านเอกสารรอบแรกเพื่อวิเคราะห์และวิพากษ์คุณภาพของเอกสารแล้วคัดเลือกเอกสารที่มีความน่าเชื่อถือได้สูงไว้ 100 รายการ ลำดับที่สาม อ่านเอกสารที่คัดเลือกไว้รอบที่สอง เพื่อบันทึกสาระเกี่ยวกับลักษณะของเขตพื้นที่การศึกษา แล้วสรุปสาระที่เป็นการปรับปรุงกรอบตัวบ่งชี้สำหรับการประเมินลำดับที่สี่ จัดแยกเนื้อหาสาระของบันทึกเอกสารตามหมวดหมู่กรอบตัวบ่งชี้ ลำดับที่ห้า วิเคราะห์เพื่อสังเคราะห์เนื้อหาสาระที่ได้จากแหล่งเอกสาร โดยตีความเพื่อเปรียบเทียบความหมายระหว่างสาระที่ได้จากเอกสารจากแหล่งต่างๆ เพื่อดูความสอดคล้อง ความขัดแย้งและหาเหตุผลเพื่อสรุปให้ได้เป็นชุดของตัวบ่งชี้ ลำดับที่หก นำชุดตัวบ่งชี้ที่ได้มาสร้างตัวบ่งชี้สำหรับการประเมินตามกรอบตัวบ่งชี้ที่กำหนดไว้ ลำดับสุดท้ายตรวจสอบความเหมาะสมของตัวบ่งชี้และให้ความเห็นชอบความรับรองตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้นโดยผู้ทรงคุณวุฒิจากสำนักงานปฏิรูปการศึกษาจำนวน 3 คน ผลการวิจัยได้ กลุ่มของตัวบ่งชี้ได้แก่ ด้านการเรียนของนักเรียนด้านเนื้อหาและด้านผลการปฏิบัติงาน ประกอบด้วยตัวบ่งชี้จำนวน 7 ตัวบ่งชี้ ด้านการปฏิบัติงานของครู ประกอบด้วยตัวบ่งชี้จำนวน 8 ตัวบ่งชี้ ด้านการปฏิบัติงานของผู้บริหารโรงเรียนประกอบด้วยตัวบ่งชี้จำนวน 9 ตัวบ่งชี้ ด้านการปฏิบัติงานของผู้บริหาร กรรมการเขตพื้นที่การศึกษา ประกอบด้วย 8 ประเด็นย่อย และ 45 ตัวบ่งชี้

เกียรติสุดา ศรีสุข (2545) พัฒนาตัวบ่งชี้ในการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาหลักสูตรมหาบัณฑิตทางการศึกษา : การประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย 4 ประการคือ 1) เพื่อสร้างและพัฒนาตัวบ่งชี้ในการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาหลักสูตรมหาบัณฑิตทางการศึกษา 2) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง ความเหมาะสม และความเป็นไปได้ในกระบวนการตรวจวัดของตัวบ่งชี้ที่พัฒนาได้ 3) เพื่อศึกษาความเหมาะสมของแบบจำลองการวัดในการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาหลักสูตรมหาบัณฑิตทางการศึกษากับข้อมูลเชิงประจักษ์ 4) เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลองการวัดในการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาหลักสูตรมหาบัณฑิตทางการศึกษาระหว่างกลุ่มผู้สอนกับกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมีวิธีการดำเนินการเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การสร้างตัวบ่งชี้ โดยการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วนำผลการศึกษามาสังเคราะห์เป็นภาพรวมของการจัดการศึกษาหลักสูตรมหาบัณฑิตทางการศึกษา พร้อมทั้งสังเคราะห์ตัวบ่งชี้ในการประเมินคุณภาพได้ 9 องค์ประกอบ และ 88 ตัวบ่งชี้ คือ องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับอาจารย์มี 14 ตัวบ่งชี้ องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับนักศึกษา/มหาบัณฑิตมี 13 ตัวบ่งชี้ องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตร มี 5 ตัวบ่งชี้ องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการบริหารหลักสูตร มี 21 ตัวบ่งชี้ องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนการสอน

มี 10 ตัวบ่งชี้องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรที่เอื้อต่อการเรียนการสอน มี 10 ตัวบ่งชี้ องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับงบประมาณ มี 6 ตัวบ่งชี้ และองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย มี 4 ตัว บ่งชี้ ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพตัวบ่งชี้ มีวิธีการ 3 ชั้น ได้แก่ การตรวจสอบความ เทียงตรงเชิงเนื้อหาและความครอบคลุมในองค์ประกอบที่ต้องการวัด โดยนำตัวบ่งชี้ทั้งหมดมาสร้าง แบบสอบถามชุดที่ 1 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความครอบคลุมใน องค์ประกอบที่ต้องการวัดทำให้ได้ตัวบ่งชี้ 65 ตัวบ่งชี้ ต่อมาจึงได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิง โครงสร้างและความเหมาะสม โดยการนำตัวบ่งชี้ทั้ง 65 ตัวบ่งชี้มาสร้างเป็นแบบสอบถามชุดที่ 2 นำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มผู้สอนและกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก จำนวน 1,081 คน นำข้อมูลที่ได้ วิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง กำหนดน้ำหนักความสำคัญของตัวบ่งชี้ ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวบ่งชี้ ตรวจสอบแบบจำลองการวัดของการประเมินคุณภาพการจั ดการศึกษาหลักสูตรมหาบัณฑิตทางการศึกษามีความเหมาะสมกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ และขั้น สุดท้ายเป็นการตรวจสอบความเป็นไปได้ในกระบวนการตรวจวัด โดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ผลการวิจัยพบว่า ตัวบ่งชี้มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการประเมินและมีความเป็นไปได้ในกระบวนการตรวจวัด ได้ องค์ประกอบจำนวน 9 องค์ประกอบ 65 ตัวบ่งชี้

นิตยา สำเร็จผล (2547) พัฒนาตัวบ่งชี้การจัดการศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต มี วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้การจัดการศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตในของเขตของ อุดมศึกษา มีวิธีการดำเนินแบ่งเป็น 3 ตอนคือ ตอนที่ 1 การกำหนดองค์ประกอบและตัวบ่งชี้การจั ดการศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสัมภาษณ์ความ คิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วนำมากำหนดองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ ตอนที่ 2 การพัฒนาตัวบ่งชี้การจั ดการศึกษาตลอดชีวิต โดยวิธีนิยมเชิงทฤษฎี ใช้ผู้เชี่ยวชาญกำหนดค่าน้ำหนัก ผู้วิจัยคัดเลือกตัวบ่งชี้ที่มี สอดคล้องจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ตอนที่ 3 เป็นการตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ที่สร้างขึ้น จากการอาศัยทฤษฎีในด้านความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติกับข้อมูลเชิงประจักษ์จากอาจารย์ สถาบันสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ตรวจสอบความ สอดคล้องของโมเดลโครงสร้าง ผลการวิจัยพบว่า ตัวบ่งชี้การจัดการศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ตลอดชีวิตประกอบด้วย 15 องค์ประกอบ 100 ตัวบ่งชี้ แบ่งเป็น 1) ด้านปัจจัยตัวบ่อน มี 4 องค์ประกอบ และ 27 ตัวบ่งชี้ 2) ด้านกระบวนการ มี 5 องค์ประกอบ และ 34 ตัวบ่งชี้ 3) ด้าน ผลลัพธ์ มี 4 องค์ประกอบและ 23 ตัวบ่งชี้ 4) ด้านการจัดโอกาสการเรียนรู้ตลอดชีวิต มี 2 องค์ประกอบ และ 20 ตัวบ่งชี้

สุทธิรัช คนกาญจน์ (2547) ได้พัฒนาตัวบ่งชี้คุณภาพของสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ มี วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณภาพของสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง

ของโมเดล และเพื่อนำตัวบ่งชี้ไปกำหนดเกณฑ์และสร้างเครื่องมือสำหรับการติดตามและประเมินผล การดำเนินงานของสถาบัน อุดมศึกษาของรัฐ โดยใช้เทคนิคการวิจัยแบบเดลฟายและการวิเคราะห์ องค์ประกอบเชิงยืนยัน มีขั้นตอนการวิจัยดังนี้ 1) ศึกษาแนวความคิดการพัฒนาตัวบ่งชี้จากเอกสารงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องแล้วสรุปเพื่อพัฒนาเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ 2) ศึกษาข้อมูล เกี่ยวกับการจัดทำระบบติดตามและประเมินผลการดำเนินงานของสถาบันอุดมศึกษาของรัฐเพื่อนำ ข้อมูลเป็นภาพรวมเป้าหมายความสำเร็จ ของการอุดมศึกษา 6 ด้าน 3) สร้างแบบสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญตามกรอบตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้นโดยผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงจากผู้ทรงคุณวุฒิ 4) รวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 21 คน โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไป สร้างแบบสอบถามในการเก็บรวบรวมรอบต่อไป 5) รวบรวมข้อมูลความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 18 คน ด้วยเทคนิคเดลฟาย เพื่อคัดเลือกตัวบ่งชี้ตามความเหมาะสมและการนำไปใช้จริง โดยใช้ค่ามัธยฐานและค่าพิสัยควอไทล์เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก 6) นำตัวบ่งชี้ที่ผ่านเกณฑ์ไปสร้าง แบบสอบถามเพื่อรวบรวมข้อมูลจากผู้บริหารสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบ เชิงยืนยันเพื่อหาความเที่ยงตรงจากผลการวิเคราะห์ ด้วยโมเดลลิเรล 7) สอบถามความคิดเห็นที่มีต่อ องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ในแบบติดตามและประเมินผลการดำเนินงานของสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ จากฝ่ายประกันคุณภาพหรือฝ่ายติดตามและประเมินผลการดำเนินงานของสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ผลการวิจัย สามารถพัฒนาตัวบ่งชี้คุณภาพสถาบันอุดมศึกษาของรัฐได้ 7 องค์ประกอบ และ 16 ตัว บ่งชี้ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงของโมเดลปรากฏว่ามีความเที่ยงตรง และผลการนำตัวบ่งชี้ไป พัฒนาเป็นแบบติดตามและประเมินผลการดำเนินงานของสถาบันอุดมศึกษาของรัฐพบว่ามากกว่าร้อยละ 50 เห็นว่าสถาบันควรมีบทบาทและมีส่วนร่วมในการพัฒนาระบบการตรวจสอบติดตามและ ประเมินผลการดำเนินงาน

เศรษฐภรณ์ หน่อคำ (2548) ศึกษาการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณภาพการจัดการเรียนการสอน ตาม หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการเป็นภาษาอังกฤษในโรงเรียนสองภาษา มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา ตัว บ่งชี้คุณภาพการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการเป็นภาษาอังกฤษ ในโรงเรียน สองภาษา และเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลตัวบ่งชี้การจัดการเรียนการสอน ตาม หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการเป็นภาษาอังกฤษในโรงเรียนสองภาษาที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูล เชิงประจักษ์ เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถาม จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านตัวบ่งชี้และ ด้านการจัดการ เรียนการสอนตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการเป็นภาษาอังกฤษ และกลุ่มผู้บริหาร และผู้แทนครูใน โรงเรียนสองภาษาที่จัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ เป็นภาษาอังกฤษ ผลการวิจัยพบว่า มีตัวแปรที่เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพการจัดการเรียนการสอน ตามหลักสูตร กระทรวงศึกษาธิการเป็นภาษาอังกฤษในโรงเรียนสองภาษา ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

จำนวนทั้งสิ้น 64 ตัวแปร จากตัวแปรที่ศึกษาทั้งหมด 77 ตัวแปร โมเดลมีความสอดคล้อง กับข้อมูลเชิงประจักษ์

สิริกมล หมดมลทิน (2549) ศึกษาการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณภาพของกระบวนการ จัดการ เรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐาน: กรณีศึกษาโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐาน พัฒนาตัวบ่งชี้คุณภาพของกระบวนการ จัดการ เรียนรู้ แบบใช้สมองเป็นฐาน และตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้คุณภาพของกระบวนการ จัดการ เรียนรู้แบบใช้ สมองเป็นฐาน โดยใช้การสนทนากลุ่ม การสังเกต การสัมภาษณ์ และการวิเคราะห์ เอกสาร ได้ตัวบ่งชี้ เป็น 3 ด้าน ได้แก่ ความพร้อมของสถานศึกษา ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ และด้านประสิทธิผล ซึ่งประกอบไปด้วย 30 ตัวบ่งชี้

ไพรัช มณีโชติ. (2551) การพัฒนาตัวบ่งชี้การจัดการศึกษาตามแนวพระราชดำริของสมเด็จพระ เทพรัตนราชสุตาฯ สยามบรมราชกุมารี งานวิจัยนี้มีความมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้ การจัดการศึกษาตามแนวพระราชดำริของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุตาฯ สยามบรมราชกุมารี มี วิธีดำเนินการวิจัย 2 ระยะระยะที่ 1 เป็นการดำเนินงานในเชิงคุณภาพ มีการดำเนินการ 1 ตอน ตอนที่ 1 การสร้างตัวบ่งชี้ แบ่งการดำเนินงานเป็น ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูล เกี่ยวกับการดำเนินงานในโรงเรียน ตำรวจตระเวนชายแดน การนำนโยบายไปสู่การปฏิบัติ และเอกสารที่เป็นพระราชโองาต ปาฐกถา พระ ราชดำรัส และโครงการตามพระราชดำริ ขั้นที่ 2 กำหนดกรอบการพัฒนาตัวบ่งชี้การจัดการศึกษา ตามแนวพระราชดำริได้ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านหลักสูตร ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านคุณลักษณะ ของครู ด้านคุณลักษณะของผู้เรียน และด้านการบริหารจัดการ ขั้นที่ 3 สังเคราะห์เอกสารที่คัดเลือก มาได้แก่ พระราโชวาท ปาฐกถา พระราชดำรัส จำนวน 60 องค์ และโครงการตามพระราชดำริ จำนวน 8 โครงการ ขั้นที่ 4 สร้างตัวบ่งชี้ โดยการนำประเด็นที่ได้จากการสังเคราะห์ตามกรอบการ พัฒนาตัวบ่งชี้มาสร้างเป็นตัวบ่งชี้ ได้ 5 องค์ประกอบหลัก 14 องค์ประกอบย่อยและ 76 ตัวบ่งชี้ระยะ ที่ 2 ใช้วิธีดำเนินงานในเชิงปริมาณ แบ่งการดำเนินงานเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 2 การตรวจสอบ คุณภาพตัวบ่งชี้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คนเพื่อประเมินความตรง ความชัดเจน และความเป็นไปได้ในการ นำไปปฏิบัติ ด้วยการวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้อง โดยจะคัดเลือกตัวบ่งชี้ที่มีค่าดัชนีตั้งแต่ 0.5 ขึ้น ไป พบว่าตัวบ่งชี้ทุกตัวบ่งชี้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ ตอนที่ 3 การศึกษาระดับของ ผลการปฏิบัติ พบว่าแต่ละตัวบ่งชี้การจัดการศึกษาตามแนวพระราชดำริของสมเด็จพระ เทพรัตนราชสุตาฯ สยามบรมราชกุมารี ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนในสังกัดกอง กำกับการตำรวจตระเวนชายแดนที่ 13 และกองกำกับการตำรวจตระเวนชายแดนที่ 14 สามารถ ปฏิบัติได้ในระดับมาก (3.50 – 4.49) ทุกตัวบ่งชี้

ชวนพิศ ศิลาเดช (2559) การพัฒนาสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของ ครูโรงเรียนมาตรฐานสากล การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาสมรรถนะและตัวบ่งชี้

สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูโรงเรียนมาตรฐานสากลโดยใช้วิธีการวิจัยและพัฒนา และใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสานวิธีการ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ครูโรงเรียนมาตรฐานสากลจาก 6 ภูมิภาคซึ่งในรอบที่ 1 ประกอบด้วยครูจำนวน 246 คน และในรอบที่ 2 จำนวน 400 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แบบสัมภาษณ์ 2) แบบสอบถาม 3) เอกสารประกอบอ้างอิงผู้เชี่ยวชาญ สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้โปรแกรม LISREL ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research: R1) การศึกษาและสังเคราะห์สมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูโรงเรียนมาตรฐานสากล ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development: D1) การพัฒนาสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูโรงเรียนมาตรฐานสากล ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research: R2) การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลโครงสร้างสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูโรงเรียนมาตรฐานสากลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development: D2) การประเมินประสิทธิผลของสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูโรงเรียนมาตรฐานสากลตามกรอบมาตรฐานการประเมินด้านความถูกต้อง ด้านความเหมาะสม ด้านความเป็นไปได้ และด้านความเป็นประโยชน์ ชุมภาพร ศรีอิทยาจิต(2561) ได้ศึกษาเกี่ยวกับตัวบ่งชี้สมรรถนะการปฏิบัติงานของศึกษานิเทศก์ ของกลุ่มงานวัดและประเมินผลการศึกษา ได้ทำการทดสอบความสอดคล้องของแบบจำลองโครงสร้างเชิงเส้น ตัวบ่งชี้กับข้อมูลเชิงประจักษ์ กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มงาน วัดและประเมินผลการศึกษา ที่เป็นศึกษานิเทศก์ จำนวน 400 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามแบบประมาณค่า 5 ระดับ วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ขั้นสูงในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน การวิเคราะห์ความไวรายข้อ ใช้สถิติ t-test การวิเคราะห์ความไวภาพรวม

กัลญา โอภาสเสถียร (2561) ได้ศึกษาพัฒนาตัวบ่งชี้ แบบวัดสมรรถนะ เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน และเพื่อนำเสนอแนวทางการพัฒนาสมรรถนะระหว่างวัฒนธรรมของอาจารย์หลักสูตรนานาชาติ ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือในการวิจัยได้แก่ แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ แบบวัดสมรรถนะระหว่างวัฒนธรรมของอาจารย์หลักสูตรนานาชาติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง และแบบประเมินแนวทางการพัฒนาสมรรถนะระหว่างวัฒนธรรมของอาจารย์หลักสูตรนานาชาติ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา สถิติเชิงบรรยาย สถิติเชิงอ้างอิงโดยใช้การทดสอบที และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) สมรรถนะระหว่างวัฒนธรรมของอาจารย์หลักสูตรนานาชาติ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ 7 ตัวบ่งชี้

กรุณา ศรีแสน (2561) การพัฒนาตัวบ่งชี้และแนวทางการพัฒนาภาวะผู้นำที่ยั่งยืนสำหรับผู้บริหารโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน การวิจัยครั้งนี้ใช้วิทยาการวิจัยผสมผสาน มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทดสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดโครงสร้างตัวบ่งชี้ภาวะผู้นำที่ยั่งยืนของผู้บริหารโรงเรียนที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์และเพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาภาวะผู้นำที่ยั่งยืน ดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ระยะตามวัตถุประสงค์ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อพิจารณาเนื้อหาองค์ประกอบจำนวน 5 คน การสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาแนวทางการพัฒนาจำนวน 5 คน และการตรวจสอบร่างแนวทางการพัฒนาโดยใช้เทคนิค MACR จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9 คน การเก็บข้อมูลเชิงปริมาณเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลเก็บจากโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ 500 แห่งทั่วประเทศ ผู้บริหารโรงเรียนเป็นผู้ให้ข้อมูลใช้การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่าโมเดลตัวบ่งชี้ภาวะผู้นำที่ยั่งยืนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หากค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรที่ใช้อธิบายตัวแปรแฝงภาวะผู้นำที่ยั่งยืน

จากงานวิจัยพบว่า การพัฒนาตัวบ่งชี้สามารถพัฒนาได้หลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับว่าเป็นการพัฒนาตัวบ่งชี้เรื่องใด ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาให้มีความเหมาะสมกับเรื่องที่ต้องการศึกษาจากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะนั้นในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ใช้ระเบียบการวิจัยเชิงปริมาณ ซึ่งแบ่งขั้นตอนการวิจัยเป็น 3 ขั้นตอนโดยมี ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาและสังเคราะห์ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบความสอดคล้องของโมเดลโครงสร้างสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ขั้นตอนที่ 3 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ STEM

Carnevale, Smith, and Melton (2011) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ ด้านต่างๆ ของ STEM ทั้งในด้านการงานเกี่ยวข้องกับการทำงาน ค่าแรงที่บุคคลนั้นๆจะทำงานด้าน STEM และจะได้ตอบแทนตามสมรรถนะในการทำงาน 5 องค์ประกอบ ซึ่งควรจะมี ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด มี 3 องค์ประกอบย่อย คือ 1) ความรู้เกี่ยวกับ STEM 2) ทักษะเกี่ยวกับ STEM และ 3) ความถนัดเกี่ยวกับ STEM และไม่เกี่ยวข้องกับการกระบวนการคิด มี 2 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ ด้านความสนใจและด้านการเห็นคุณค่า (อ้างอิงนิษฐ์ ศรีเคลือบ และณัฐพล แจ้งอักษร. (2561)

Corbett, Dumaresq, Barnaby, Barnaby, and Baumer (2014) ได้มีการศึกษาและกำหนดกรอบสมรรถนะ STEM ไว้ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้าน ความรู้ในเนื้อหา ด้านทักษะความสามารถ ด้านการออกแบบการเรียนการสอน และ ด้านการประเมินผล สำหรับใช้เพื่อในการบูรณาการความรู้ระหว่าง วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และเพื่อเป็นแนวทางในสำหรับสถาบันการศึกษาที่ทำหน้าที่ผลิตนักรศึกษา ซึ่งค่อนข้างเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนของครู

กนิษฐ์ ศรีเคลือบ และณัฐพล แจ็งอักษร (2561) ได้ศึกษาความคิดเห็นของครูผู้เชี่ยวชาญในการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM ของนักศึกษาครูทำให้ทราบองค์ประกอบหลัก 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. พื้นฐานในการสอนแบบ STEM และองค์ประกอบย่อย คือความรู้เกี่ยวกับการสอน STEM 2. การใช้ STEM ในการจัดการเรียนการสอน องค์ประกอบย่อย คือ ทักษะเตรียมการสอน STEM ทักษะในการสอน STEM และ ทักษะการสรุปความรู้ในการสอน STEM 3. มุมมองที่มีส่งเสริมในการสอน STEM องค์ประกอบย่อย คือ การเห็นคุณค่าของการสอน STEM

จุฬาลักษณ์ ไกรพล(2561) ศึกษาการวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 19 1. ด้านความรู้ (Knowledge) ประกอบด้วย ความรู้ด้านสาระการเรียนรู้และ กระบวนการออกแบบการทางวิศวกรรม ในลักษณะบูรณาการ ความรู้ด้านการจัด การเรียนรู้ที่เน้นเป็นหาเป็นฐาน ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน ความรู้ด้านจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ ความรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง 2. องค์ประกอบด้านทักษะ ประกอบด้วย ทักษะการออกแบบการจัด การเรียนรู้ ทักษะการบริหารจัดการชั้นเรียน ทักษะทางเทคโนโลยีและ สื่อ การสอน และทักษะด้านการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง 3. องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ ประกอบด้วย การใฝ่รู้การคิดอย่างมี การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการมีมนุษยสัมพันธ์

รสริน พันธุ์ และคณะ(2561) ได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบในการพัฒนาครูผู้นำสะเต็มศึกษาในระดับประถม ของจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ในการจะพัฒนาครูสะเต็ม นั้นให้มีคุณลักษณะรวมถึงมีสมรรถนะ นั้นครูควรมีความรู้และเข้าใจในการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งครูควรมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการคิดออกแบบสร้างแผนการการเรียนรู้ และควรมีทักษะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความสามารถในการสร้างทีมทำให้สามารถสร้างความร่วมมือและสร้างเครือข่ายเพื่อร่วมกันจัดการเรียนการสอนได้ ซึ่งครูจะต้องมีความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบซึ่งจะเชื่อมโยงกับบริบทท้องถิ่น เพื่อให้กระบวนการในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา สามารถนำไปแก้ปัญหาหรือพัฒนาชุมชนท้องถิ่นให้ดีขึ้น

สุรัชชัย ผาสุก (2564) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาวิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้ประกอบ 3 ด้าน คือ ทักษะการบูรณาการออกแบบการเรียนรู้ และทักษะในการอำนวยความสะดวก ทักษะการประเมินกระบวนการในการทำงานและผลงานของผู้เรียน ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้มีความสัมพันธ์เป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์และครูพี่เลี้ยง ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

ฐิตาภรณ์ ชาวห้วยหมาก (2563) ได้ศึกษาการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ ครูสอนสะเต็มศึกษาที่เข้าอบรมครูด้วยระบบทางไกลโครงการบูรณาการสะเต็มศึกษา (สสวท.) ปี 2561 จำนวน 1,600 คน ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ มีลักษณะเป็นมาตรฐานค่า 5 ระดับ การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis) และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) ผลการวิจัยพบว่าตัวบ่งชี้ที่ชัดเจน 40 ตัวบ่งชี้ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ 2) ทักษะชีวิต 3) ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี และ 4) ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต

ผลจากการศึกษาบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ ผู้วิจัยสามารถนำมาทำเป็นตารางสังเคราะห์ องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 ได้ทั้งหมด 3 ด้าน ตามแนวคิดของไบรอันและพอสตี (Bryant & Poustie, 2001) และสก๊อต บี พารี (Scott B. Parry) ได้แก่ 3 องค์ประกอบ คือ ด้านความรู้ (Knowledge) ด้านทักษะ (Skill) และด้านคุณลักษณะ (Traits) และศึกษาวิเคราะห์เอกสารต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็ม โดยมีรายละเอียด ดังตาราง 1, 2 และ 3

ตาราง 1 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนเพิ่มเติมในศตวรรษที่ 21 ด้านความรู้(Knowledge)

		นักวิชาการ																
		Shulman (1987)	Grossman (1992)	Magnusson (1999)	Carnvale, Smith, and Melton (2011)	Corbett, Dumaresq, Barnaby, (2014)	Barnaby, and Baumer (2014)	Reeve (2013)	ซาลิเป สมฟูไต (2557)	เทอดชัย บัวสาย (2560)	วรกิจยา แก้วกลม (2560)	ชาตรี ฝ่ายคำตา (2561)	กานันธุ์ ศรีศรีอโณบและณัฐพิทล แจงอักษร	จุฬาลักษณ์ ไกรพล (2561)	รสนัน พันธุ์ และคณะ(2561)	จำรัส อินทลาพร และคณะ (2561)	รสนัน พันธุ์ และคณะ(2561)	กชภัทร สงวนศรีอ (2562)
1	ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนเพิ่มเติม	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรเพิ่มเติมศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	ความรู้เกี่ยวกับวิธีการสอนเพิ่มเติมศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาสาระ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จากตาราง 1 ผลจากการศึกษาบทความและความวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ ผู้วิจัยสามารถนำมาสังเคราะห์เป็นตัวบ่งชี้องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนเพิ่มเติมในศตวรรษที่ 21 ด้านความรู้ทั้งหมด 6 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนเพิ่มเติมศึกษา 2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรเพิ่มเติมศึกษา 3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน 4. ความรู้เกี่ยวกับวิธีการสอนเพิ่มเติมศึกษา 5. ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษา 6. ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาสาระ

ตาราง 2 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนเพิ่มเติมในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ(Skill)

นักวิชาการ	
ตัวบ่งชี้	นักวิชาการ
1	ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยง ความรู้ 4 สาขา
2	ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับชีวิตจริง
3	ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น
4	ทักษะการออกแบบการเรียนรู้ สอน
5	ทักษะการอำนวยความสะดวก
6	ทักษะการประเมินกระบวนการ ทำงานและผลงานของผู้เรียน
7	ทักษะการสื่อสาร
8	ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อ การสอน

Corbett, Dumaresq, Barnaby, Barnaby, and Bauner (2014)
 Bybee (2010)
 Vasquez, et al (2013)
 Capraro & Morgan (2013)
 Reeve (2013)
 Elaine (2014)
 Erdogan & Ciftci (2017)
 มานะ อินทรวงศ์ (2556)
 สติยา สุภัทรวรินทร์ (2556)
 ชลาธิป สมพืชน์ (2557)
 นงนุช เอกตระกูล (2557)
 สิริมา กิ่งเกตุกุล (2558)
 กมลฉัตร กล่อมเอี่ยม (2559)
 ปาริชาติ ประเสริฐสูง (2560)
 รสริน พันธ์ และคณะ (2561)
 ขจรู์ ฝ่ายคำตา (2561)
 กนิษฐ์ ศรีเคลือบ (2561)
 จุฬาลักษณ์ โภท (2561)
 จำรัส อินทพร และคณะ (2561)
 สสท. (2561)
 รสริน พันธ์ และคณะ (2561)
 ผู้วิจัย ฝ่ายวิจัย และคณะ (2563)
 ผู้บริหาร ฝ่ายวิทยานิพนธ์ (2563)

จากตาราง 2 ผลจากการศึกษาพบความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ ผู้วิจัยสามารถนำมาเป็นตัวบ่งชี้องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนเพิ่มเติมในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ ทั้งหมด 8 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1. ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา 2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง 3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น 4. ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน 5. ทักษะการอำนวยความสะดวก 6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและของผู้เรียน 7. ทักษะการสื่อสาร 8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน

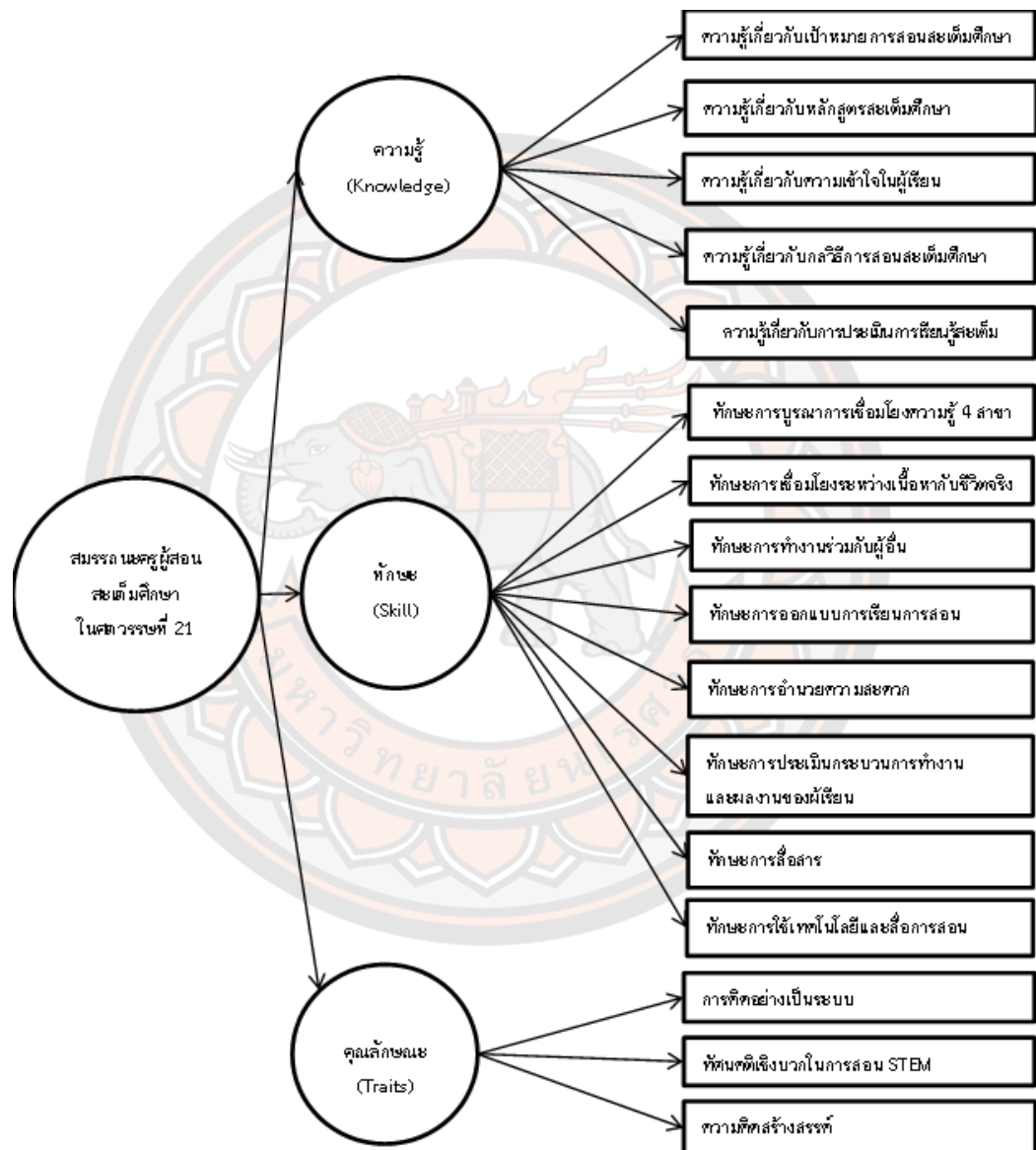


ตาราง 3 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนเพิ่มเติมในศตวรรษที่ 21 ด้านคุณลักษณะ(Traits)

นักวิชาการ		Carvale, Smith, and Melton (2011)	Corbett, Dumaresq, Barnaby, Barnaby, and Baumer (2014)	Boyatzis (2008)	Bybee (2010)	Reeve (2013)	Capraro & Morgan (2013)	Erdogan & Ciftci (2017)	สตีวา สังการ์พินส์ (2556)	นงนุช เอกตระกูล (2557)	จาวรรมย์ ฑิลานนท์ (2558)	ชาติรัฐ ฝ่ายคำตา (2561)	สรุณ พันธ์ และคณษ(2561)	กัญญ์ศรีเคลือบ (2561)	จุฬาลักษณ์ ไกรพล (2561)	สสวท.(2561)
ตัวบ่งชี้																
1	การคิดอย่างเป็นระบบ	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	ทัศนคติเชิงบวกในการสอน STEM	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	ความคิดสร้างสรรค์		✓													

จากตาราง 3 ผลจากการศึกษาบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ ผู้วิจัยสามารถนำมาทำเป็นตารางสังเคราะห์ องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนเพิ่มเติมในศตวรรษที่ 21 ด้านคุณลักษณะภายใน ดังตารางได้ ตัวบ่งชี้จำนวน 4 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1. การคิดอย่างเป็นระบบ 2. ทัศนคติเชิงบวกในการสอน STEM 3. ความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ ผู้วิจัยสามารถนำมาทำเป็นตารางสังเคราะห์ องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 ดังตาราง 1 2 และ 3 ได้องค์ประกอบหลักทั้งหมด 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านคุณลักษณะ ตัวบ่งชี้ทั้งหมด จำนวน 16 ตัวบ่งชี้ และนำไปกำหนดกรอบแนวคิดสมรรถนะสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 ดังภาพ 2



ภาพ 2 กรอบแนวคิดสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

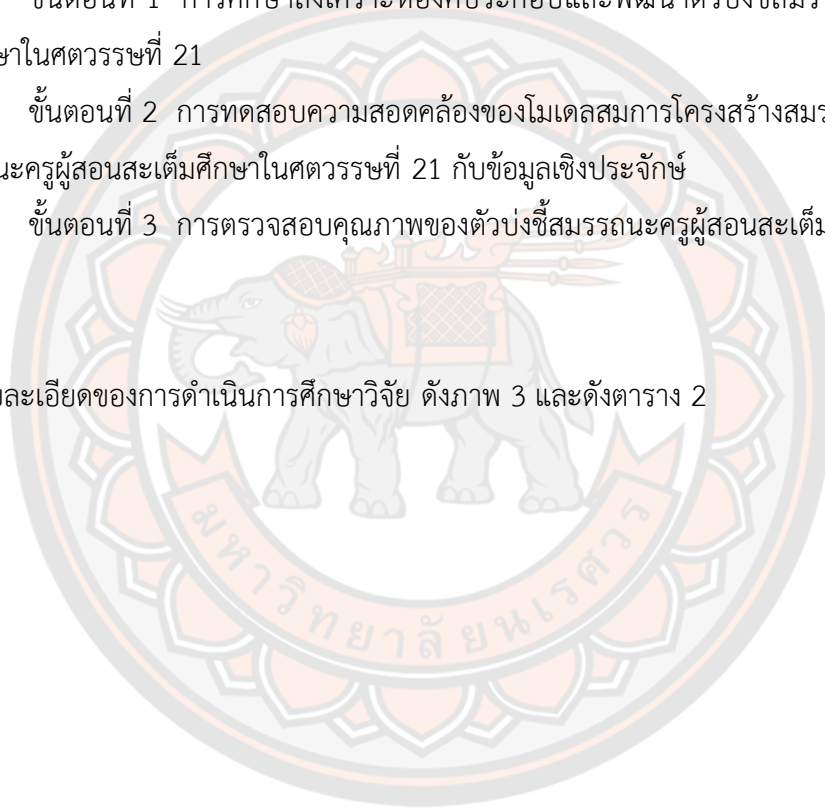
การศึกษาเรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ดังนั้น เพื่อให้ผลการศึกษาเป็นไปตามวัตถุประสงค์หลัก เพื่อการพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเป็น 3 ขั้นตอน โดยมีการดำเนินการตามขั้นตอนของการศึกษา ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสังเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินการศึกษาวิจัย ดังภาพ 3 และดังตาราง 2



ตาราง 4 แสดงขั้นตอนการดำเนินการศึกษาวินิจฉัยเพื่อศึกษาและสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนเพิ่มเติมในศตวรรษที่ 21

วัตถุประสงค์	ดำเนินการ	วิธีการ	แหล่งข้อมูล	วิธีดำเนินการ	เครื่องมือ	การวิเคราะห์	ผลที่ได้
1. เพื่อศึกษา สังเคราะห์ องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ สมรรถนะ ครูผู้สอนเพิ่มเติม ในศตวรรษที่ 21	ขั้นตอนที่ 1 การศึกษา และการ สังเคราะห์ ตัวบ่งชี้ สมรรถนะ ครูผู้สอนเพิ่มเติม ในศตวรรษที่ 21	1.1 ศึกษาสังเคราะห์ ตัว บ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอน เติมศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยศึกษาแนวคิด เอกสาร ตำรางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตำรางานวิจัยและสรุป และสังเคราะห์สมรรถนะ ตัวบ่งชี้และจัดกลุ่ม สมรรถนะและตัวบ่งชี้ สมรรถนะ	แนวคิดหลักการ เอกสาร ตำรา และ งานวิจัยที่ เกี่ยวข้อง	แบบวิเคราะห์ เอกสาร เนื้อหา	- วิเคราะห์ข้อมูล โดยวิเคราะห์ เนื้อหา	การอบ สมรรถนะครู คุณลักษณะ และตัวบ่งชี้ สมรรถนะของ ครูผู้สอน เติมศึกษาใน ศตวรรษที่ 21	
21	1.2 พิจารณาคัดเลือก เพิ่มเติมทอน ตัวบ่งชี้ สมรรถนะ โดยวิธีการ - ประเมินความเหมาะสม ของตัวบ่งชี้ - การสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญ	- ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน	แบบประเมิน ความเหมาะสม ของตัวบ่งชี้ สมรรถนะครู ผู้สอนเพิ่มเติม ศึกษา ในศตวรรษที่ 21 โดยผู้เชี่ยวชาญ	- วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย - พิจารณา มากกว่า 3.50 - ค่าส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน มีค่าไม่ เกิน 1.00	ผู้เชี่ยวชาญได้ พิจารณา ตรวจสอบและ คัดเลือก ตัด ทอน เพิ่มเติม และให้ ข้อเสนอแนะ -ร่างสมรรถนะ		

วัตถุประสงค์	ขั้น ดำเนินการ	วิธีการ	วิธีดำเนินการ		ผลที่ได้	
			แหล่งข้อมูล	เครื่องมือ		
			การวิเคราะห์			
2. เพื่อทดสอบ ความสอดคล้อง ของโมเดล สมการ โครงสร้าง ตัวบ่งชี้ สมรรถนะ ศึกษาใน ศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิง ประจักษ์	ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบ ความ สอดคล้อง ของโมเดล สมการ โครงสร้าง ตัวบ่งชี้ สมรรถนะ	เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการ - ทดสอบวัดสมรรถนะ ด้านความรู้ - ครูผู้สอนประเมินตนเอง เกี่ยวกับสมรรถนะครู สอนเพิ่มเติมศึกษาด้าน ทักษะ และด้าน คุณลักษณะ - นำมาทดสอบความ สอดคล้องกับสมการโครงสร้าง โมเดลสมการวิเคราะห์ ด้วยวิธีการที่ องค์ประกอบเชิงยืนยัน กับข้อมูลเชิงประจักษ์	ครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีและ คณิตศาสตร์ จำนวน 450 คน	- แบบทดสอบ วัดสมรรถนะ ด้านความรู้ - แบบประเมิน สมรรถนะ ครูผู้สอนเพิ่มเติม ศึกษาใน ศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ - แบบประเมิน สมรรถนะ ครูผู้สอนเพิ่มเติม ศึกษาใน ศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ และ ด้านคุณลักษณะ	- ศาสตร์พื้นฐาน ได้แก่ ความงาม และคำร้อยกรอง วิเคราะห์หา ค่าเฉลี่ย และค่า ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน - ค่าโคสแควร์ - ดัชนีวัดระดับ ความกลมกลืน (GFI) - ดัชนีวัดความ กลมกลืนที่ปรับ แล้ว (AGFI) - ค่าความคลาด เคลื่อนในการ ประมาณ ค่าพารามิเตอร์ (RM SEA)	โมเดลสมการ โครงสร้าง ตัวบ่งชี้ สมรรถนะ ครูผู้สอน เพิ่มเติมศึกษาใน ศตวรรษที่ 21 ที่สอดคล้อง กับข้อมูลเชิง ประจักษ์ - สมรรถนะ และตัวบ่งชี้ สมรรถนะ ครูผู้สอน เพิ่มเติมศึกษาใน ศตวรรษที่ 21 ที่สอดคล้อง กับข้อมูลเชิง ประจักษ์ - สมรรถนะ และตัวบ่งชี้ สมรรถนะ ครูผู้สอน เพิ่มเติมศึกษาใน ศตวรรษที่ 21 ที่สอดคล้อง กับข้อมูลเชิง ประจักษ์

วัตถุประสงค์	ขั้น ดำเนินการ	วิธีการ	วิธีดำเนินการ			ผลที่ได้
			แหล่งข้อมูล	เครื่องมือ	การวิเคราะห์	
3. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะของผู้สอนและผู้ศึกษาในศตวรรษที่ 21	ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ 4 ด้าน ด้าน ด้านความเชื่อถือได้ (credibility) ด้านความเหมาะสม (appropriateness) ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ด้านความเป็นประโยชน์ (utility)	ผู้ทรงคุณวุฒิ 1. นักวิชาการด้านสะเต็ม จำนวน 3 คน 2. ผู้บริหารจำนวน 5 คน 4. ศึกษาในศตวรรษที่ 21 จำนวน 2 คน 3. ครูผู้สอน จำนวน 5 คน รวม 15 คน	แบบตรวจสอบคุณภาพตัวบ่งชี้ได้แก่ - ความเชื่อถือ - ค่าเฉลี่ย - ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	การวิเคราะห์	คุณภาพสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะ ครูผู้สอนและผู้ศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่มีความสมบูรณ์และสามารถนำไปใช้ได้	

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

1. พัฒนาการรอบแนวคิดองค์ประกอบตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

1.1 แหล่งข้อมูล

ตำรา เอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษา แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาตัวบ่งชี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาในหัวข้อต่างๆ ดังนี้ สมรรถนะสมรรถนะครูในการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สมรรถนะครูผู้สอนในศตวรรษที่ 21 และคุณลักษณะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษา นำผลการศึกษานำมาสังเคราะห์ในการพัฒนาเป็นกรอบแนวคิดและกำหนดเป็นองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 และกำหนดคำนิยามศัพท์ในแต่ละองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

แบบสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

1.3 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1) ศึกษาแนวคิด หลักการเกี่ยวกับการสร้างแบบสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

2) สร้างแบบสังเคราะห์เอกสารโดยกำหนดประเด็นของแบบสังเคราะห์เอกสาร แหล่งที่มาของเอกสาร และผลการสังเคราะห์

3) นำแบบสังเคราะห์แบบสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบ ข้อความและภาษา หลังจากนั้นผู้วิจัยนำเครื่องมือมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

4) ปรับปรุงแก้ไขแบบสังเคราะห์และนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบ ข้อความ และภาษาอีกครั้งเพื่อให้ได้แบบสังเคราะห์เอกสารฉบับสมบูรณ์

1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้ศึกษาและสังเคราะห์จากแนวคิด หลักการ ทฤษฎีตามประเด็นต่างๆ ใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และกำหนดคำนิยามในแต่ละองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การหาข้อสรุป การตีความ และการตรวจสอบความถูกต้อง ของข้อมูลทั้งหมดมาหาข้อสรุป ข้อค้นพบที่ได้ และทำการตรวจสอบว่าข้อสรุป ให้อาจารย์ที่ปรึกษาช่วยตรวจสอบความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ข้อมูลและนำมาปรับปรุงแก้ไข

2. พิจารณาคัดเลือกตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำผลจากขั้นตอนที่ 1 มาเป็นข้อมูลในการพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะ และจัดทำเป็น(ร่าง) สมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะ และพิจารณาคัดเลือกตัวบ่งชี้สมรรถนะ โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบสมรรถนะและตัวบ่งชี้ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 และสอบถามผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติม เพื่อพิจารณาตรวจสอบ และคัดเลือก ตัดทอน เพิ่มเติมและให้ข้อเสนอแนะที่มีต่อ(ร่าง)ตัวบ่งชี้สมรรถนะ จากนั้นนำผลมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพอีกครั้งเพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ให้เป็นฉบับที่สมบูรณ์

2.1 แหล่งข้อมูล

กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เพื่อพิจารณาตรวจสอบ และคัดเลือก ตัดทอน เพิ่มเติมและให้ข้อเสนอแนะที่มีต่อ(ร่าง)ตัวบ่งชี้สมรรถนะ ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

- 1) กลุ่มผู้ให้ข้อมูล จำนวน 3 คน นักวิชาการของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) โดยมีคุณสมบัติ คือ เป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา
- 2) อาจารย์มหาวิทยาลัย คณะศึกษาศาสตร์ จำนวน 2 คน โดยมีคุณสมบัติ คือ เป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญการสอน สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์
- 3) ศึกษานิเทศก์ ปฏิบัติหน้าที่ด้านการนิเทศก์ติดตามการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอก จำนวน 1 คน
- 4) ครูผู้สอนด้านการสอนสะเต็มศึกษา ที่ได้รับรางวัลครูดีเด่นการสอนสะเต็มศึกษาระดับประเทศ และมีวิทยฐานะครูชำนาญการขึ้นไป จำนวน 1 คน

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

- 1) แบบประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

2.3 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

- 2.3.1 แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษาหลักการและทฤษฎี วิธีการประเมิน เกณฑ์การประเมิน แบบประเมิน ความเหมาะสม เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ และตรวจสอบความถูกต้อง ชัดเจนของภาษา

2) นำแบบประเมินความเหมาะสมของ (ร่าง) องค์กรประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะ ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อ พิจารณาและตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมการใช้ภาษา พร้อมทั้งขอคำแนะนำและข้อเสนอแนะ เพิ่มเติมไปปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินความเหมาะสมของ(ร่าง) ตัวบ่งชี้

3) ปรับแก้แบบประเมินตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จากนั้น ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน ทำการพิจารณาความเหมาะสมของตัวบ่งชี้ โดยคำนวณค่าเฉลี่ยและ คัดเลือกตัวบ่งชี้ตามเกณฑ์การพิจารณา

4) นำแบบประเมินแก้ไขตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญและจัดพิมพ์แบบประเมิน ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1) ผู้วิจัยติดต่อผู้เชี่ยวชาญ ด้วยตนเองเพื่อประสานเรื่องวัน เวลา และการ สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และทำการสอบถามข้อมูลสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์เพิ่มเติมเพื่อให้ข้อเสนอแนะ

2) ผู้วิจัยขอหนังสือแนะนำเพื่อขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญเชี่ยวชาญ จากบัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยถึงผู้เชี่ยวชาญทุกคน และติดต่อจัดส่งเอกสารทางจดหมายลงทะเบียนไปรษณีย์ ทางอีเมลล์ แอปพลิเคชันไลน์ และเฟซบุ๊ก

3) รวบรวมข้อมูลนำข้อมูลที่ได้จากการพิจารณาตรวจสอบ และคัดเลือก ตัด ทอน เพิ่มเติม และข้อเสนอแนะที่มีต่อตัวบ่งชี้สมรรถนะ และสอบถามสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติม จากนั้นนำผลมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และทำเป็นฉบับปรับปรุง และ ตรวจสอบความเหมาะสมองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้อีกครั้ง

4) ผู้วิจัยดำเนินการส่งผลประเมินความเหมาะสมของ (ร่าง) องค์กรประกอบและตัว บ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อพิจารณา ความถูกต้อง ตัวบ่งชี้สมรรถนะและนำไปจัดทำองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็ม ศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่สมบูรณ์

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1) ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยการตรวจสอบวิเคราะห์สรุบน้ำเนื้อหา ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2) ตรวจสอบความสอดคล้องของตัวบ่งชี้ จากผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของ (ร่าง) ตัวบ่งชี้ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีลักษณะเป็นแบบแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการนำแบบประเมินความเหมาะสมนำมาตรวจให้คะแนน โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนดังต่อไปนี้

- | | | |
|---|---------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | หมายถึง | ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีความเหมาะสม ระดับมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีความเหมาะสม ระดับมาก |
| 3 | หมายถึง | ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีความเหมาะสม ระดับปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีความเหมาะสม ระดับน้อย |
| 1 | หมายถึง | ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีความเหมาะสม ระดับน้อยที่สุด |

3) ทำการรวมคะแนนจากการประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด จากนั้นนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เป็นรายตัวบ่งชี้

4) นำค่าที่คำนวณได้ มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ เพื่อแปลผลของคะแนน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ระหว่าง 1.00 ถึง 1.49 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ระหว่าง 1.50 ถึง 2.49 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ระหว่าง 2.50 ถึง 3.49 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ระหว่าง 3.50 ถึง 4.49 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ระหว่าง 4.50 ถึง 5.00 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

4. เกณฑ์ในการคัดเลือกตัวบ่งชี้ ที่มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด คือ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ที่มีตั้งแต่ 3.50 คะแนนขึ้นไป และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ที่มีค่าไม่เกิน 1.00 คะแนน

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

การศึกษาในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงปริมาณ(Quantitative Research) โดยดำเนินการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษากับข้อมูลเชิงประจักษ์

1. แหล่งข้อมูล

ประชากร

ประชากร ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในโรงเรียนศูนย์สะเต็มศึกษาภาค จำนวน 13 ภูมิภาค (13 โรงเรียน) และ ครูผู้สอนในโรงเรียนเครือข่าย จำนวน 78 โรงเรียน รวมทั้งหมด 91 โรงเรียน จำนวนครูผู้สอนทั้งหมด 3,490 คน ซึ่งมีรายชื่อ ดังตาราง 5

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนศูนย์สะเต็มศึกษาภาคจำนวน 13 ภูมิภาค จำนวน 450 คน

ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การกำหนดขนาดตัวอย่างของ Hair, J. et al (2010) ซึ่งได้เสนอขนาดตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างต้องไม่ต่ำกว่า 100 คน และมีสัดส่วนจำนวนเท่าของขนาดตัวอย่างต่อจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า 10-20 ตัวอย่าง ต่อ 1 พารามิเตอร์ ในการวิจัยครั้งนี้มีพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่าทั้งหมด 39 พารามิเตอร์ ตัวอย่างจะมีขนาด 390-780 คน ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดตัวอย่าง 10 เท่า ต่อ 1 พารามิเตอร์ ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 390 คน แต่เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างมีลักษณะเป็นตัวแทนของประชากรที่น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น การศึกษาวิจัยครั้งนี้ จึงใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งหมด 450 คน การสุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling) มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ใช้การสุ่มโรงเรียนศูนย์สะเต็มศึกษาภาค จำนวน 13 ภูมิภาค โดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น แบ่งตามระดับของโรงเรียน คือ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา 39 โรงเรียน (รวมโรงเรียนศูนย์สะ

เต็มศึกษาภาค 13 โรงเรียน) ทั้งหมด 2,139 คน ระดับประถมศึกษา 26 โรงเรียน จำนวนครูทั้งหมด 786 คน และโรงเรียนขยายโอกาส 26 โรงเรียน จำนวนครูทั้งหมด 565 คน ดังตาราง 5

ขั้นที่ 2 สุ่มตัวอย่างครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ในแต่ละระดับของโรงเรียน เป็นกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนประชากรในแต่ละระดับ โดยใช้สูตรดังนี้

จำนวนกลุ่มตัวอย่าง = (จำนวนขนาดตัวอย่างทั้งหมด \times จำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับ)

จำนวนประชากรทั้งหมดทั้งหมด

โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา = $(450 \times 2,139) / 3,490$ จำนวน 276 คน

โรงเรียนระดับประถมศึกษา = $(450 \times 786) / 3,490$ จำนวน 101 คน

โรงเรียนขยายโอกาส = $(450 \times 565) / 3,490$ จำนวนครู 73 คน

ได้จำนวนครูผู้สอนมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 450 คน ดังตาราง 6

ขั้นที่ 3 สุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย โรงเรียนศูนย์สะเต็มศึกษาภาคโรงเรียนละ 35% จำนวนครูทั้งหมด 450 คน ดังตาราง 6

ตาราง 5 แสดงจำนวนประชากรครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนศูนย์สะเต็มศึกษาภาคจำนวน 13 ภูมิภาค (13 โรงเรียน) และโรงเรียนเครือข่าย จำนวน 78 โรงเรียน รวมทั้งหมด 91 โรงเรียน

ภูมิภาค	ภูมิภาคสะเต็ม		โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา(ม.1-6)		โรงเรียนระดับประถมศึกษา		โรงเรียนขยายโอกาส(อ.1-ม.3)	
	ประชากร	ชื่อโรงเรียน	ประชากร	ชื่อโรงเรียน	ประชากร	ชื่อโรงเรียน	ประชากร	ชื่อโรงเรียน
1	70	ยุพราชวิทยาลัย	40	อนุบาลเชียงใหม่	32	ชุมชนบ้านบวกครกน้อย	9	
		จังหวัดเชียงใหม่ (ศูนย์ภาคเหนือตอนบน)						48
2	69	พิชณูโลกพิทยาคม	44	จำการบึง	23	วัดจันทร์ตะวันออก	5	
		จังหวัดพิษณุโลก (ศูนย์ภาคเหนือตอนล่าง)						59
3	85	อุดรพิทยานุกูล	47	อุดรพิชัยรักษ์พิทยา	46	บ้านหมากแข้ง	60	
		จังหวัดอุดรธานี (ศูนย์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน1)						9
4	87	แก่นนครวิทยาลัย	33	นครขอนแก่น	41	สนามบิน	52	
		จังหวัดขอนแก่น (ศูนย์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน2)						31
5	75	สุรนารีวิทยา	42	มัธยมด่านขุนทด	76	บ้านจอหอ	16	
		จังหวัดนครราชสีมา						

ภูมิภาค	ภูมิภาคตะวันตก		ภาคเหนือ		ภาคกลาง		ภาคใต้		
	ประเภท	ชื่อโรงเรียน	ประเภท	ชื่อโรงเรียน	ประเภท	ชื่อโรงเรียน	ประเภท	ชื่อโรงเรียน	
6	ศูนย์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง(1)	บุญวัฒนา	77	วัดสระแก้ว	38	บ้านโป่งพราน	7		
		เบญจจะมะมหาราช	82	สี่ค้ำหาญวาริน	50	บ้านท่าบ่อ	7		
		จังหวัดอุบลราชธานี		มูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม					
7	ศูนย์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง(2)	เดชอุดม	75	อนุบาลอุบลราชธานี	71	ปทุมวิทยากร	42		
		ชลราษฎรอำรุง	72	ชลบุรี"สุขขท"	75	วัดราษฎร์ศรัทธา	16		
		จังหวัดชลบุรี		พนัสพิทยาคาร		12		บ้านสวนอุดมวิทยา	18
8	ศูนย์ภาคกลางตอนบน)	ศรีบุญยานนท์	52	ปากเกร็ด	17	อนุราชประสิทธิ์	54		
		จังหวัดนนทบุรี		เทพศิรินทร์นนทบุรี		50		อนุบาลนนทบุรี	23
		ศูนย์ภาคกลางตอนบน)	พระปฐมวิทยาลัย	64	อนุบาลนครปฐม	30	วัดเกาะวังไทร	9	
9	ศูนย์ภาคกลางตอนล่าง)	รัตนโกสินทร์สมโภช	74	พระตำหนักสวน	23	วัดดอนหวาย	14		
		บวรนิวเวศศาลายา		กุหลาบ มหามงคล					
10	บดินทร์เดชา (สิงห์สิงหนะ)	จังหวัด	86	ปทุมคงคา	24	สายน้ำทิพย์	20	บางบัว (เพิ่งตั้งตรงจิตรวิทยาคาร)	20

ภูมิภาค	ภูมิภาคตะวันตก		โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา(ม.1-6)		โรงเรียนระดับประถมศึกษา		โรงเรียนขยายโอกาส(อ.1-ม.3)	
	ประชากร	ชื่อโรงเรียน	ประชากร	ชื่อโรงเรียน	ประชากร	ชื่อโรงเรียน	ประชากร	ชื่อโรงเรียน
11	กรุงเทพมหานคร (ศูนย์ กรุงเทพมหานคร)	สุรศักดิ์มนตรี	42	อนุบาลพิบูลดศม์	29	พิบูลอุปถัมภ์	25	
		สตรีวิทยา จังหวัด	60	พญาไท	18	ราชวินิต (ประถม)	43	
12	กรุงเทพมหานคร (ศูนย์ กรุงเทพมหานคร2)	โยธินบูรณะ	48	อนุบาลสามเสน	18	พระตำหนักสวน กุหลาบ	28	
		สตรีทุ่งสง	40	บ้านทวดทอง	25	วัดพระมหาธาตุ	30	
13	จังหวัดสงขลา (ศูนย์ภาคใต้ตอนบน)	ปากพอง	39	อนุบาล นครศรีธรรมราช "ฉิม นครอุทิศ"	28	วัดมุขทากรา	10	
		ควนเนียงวิทยา	22	อนุบาลสงขลา	24	วัดศรีวิเทศสังฆา ราม	19	
		เทพา	20	บ้านกำแพงเพชร	22	วัดเนินพิชัย	7	
		รวม	961	1178	786	565		
		รวมทั้งหมด						3,490



ตาราง 6 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนศูนย์ส่งเสริมเต็มศึกษาภาค

ภูมิภาค	ภูมิภาคเพิ่มเติม	โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา (ม.1-6)		โรงเรียนระดับประถมศึกษา (ป.1-6)		โรงเรียนขยายโอกาส (อ.1-ม.3)	กลุ่มตัวอย่าง
		ชื่อโรงเรียน	กลุ่มตัวอย่าง	ชื่อโรงเรียน	กลุ่มตัวอย่าง		
1	ศูนย์ภาคเหนือตอนบน	สันกำแพง	16	พุทธโศภิติน	5	บ้านจึงตอย (ดอยสะเก็ดศึกษา)	5
2	ศูนย์ภาคเหนือตอนล่าง	เฉลิมขวัญสตรี	20	จำการบุญ	8	วัดมหาวนาราม	5
3	ศูนย์ภาคตะวันออก เฉียงเหนือตอนบน1	อุตรพิทยานุกูล	30	หนองวังข่อย	4	หนองลำโรงวิทยา	5
4	ศูนย์ภาคตะวันออก เฉียงเหนือตอนบน2	นครขอนแก่น	11	บ้านสะอาด	4	บ้านโนนรังวิทยาการ	2
5	ศูนย์ภาคตะวันออก เฉียงเหนือตอนล่าง1	บุญวัฒนา	25	วัดสระแก้ว	13	บ้านจอหอ	6
6	ศูนย์ภาคตะวันออก เฉียงเหนือตอนล่าง2	เดชอุดม	25	มูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม	18	บ้านท่าบ่อ	3
7	ศูนย์ภาคตะวันออก	พนัสพิทยาคาร	20	บ้านหัวกะปิ	4	วัดราษฎร์ศรัทธา	6
8	ศูนย์ภาคกลางตอนบน	ศรีบุญยานนท์	18	อนุบาลนนทบุรี	8	ประชาอุบลนิมภ	9
9	ศูนย์ภาคกลางตอนล่าง	สิรินธรราชวิทยาลัย	22	พระตำหนักสวน	8	วัดเกาะวังไทร	4

ภูมิภาค	ภูมิภาคเพิ่มเติม	โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา (ม.1-6)		โรงเรียนระดับประถมศึกษา (ป.1-6)		โรงเรียนขยายโอกาส (อ.1-ม.3)	กลุ่มตัวอย่าง
		ชื่อโรงเรียน	กลุ่มตัวอย่าง	ชื่อโรงเรียน	กลุ่มตัวอย่าง		
		ชื่อโรงเรียน		ชื่อโรงเรียน		ชื่อโรงเรียน	
10	ศูนย์กรุงเทพมหานคร	บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	30	กุหลาบ	7	บางบัว (เพ่งตั้งตรงจิตรวิทยาคาร)	7
11	ศูนย์กรุงเทพมหานคร2	สตรีวิทยา	20	อนุบาลสามเสน	6	พระตำหนักสวนกุหลาบ	10
12	ศูนย์ภาคใต้ตอนบน	สตรีทุ่งสง	14	บ้านทวดทอง	9	วัดชุมธาราม	4
13	ศูนย์ภาคใต้ตอนล่าง	หาดใหญ่วิทยาลัย	25	อนุบาลสงขลา	7	วัดศรีวิเทศสังฆาราม	7
	รวม		276		101		73
รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (คน)					450		

2. เครื่องมือที่ใช้

2.1 แบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge) ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

2.2 แบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ (Skill) และแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านคุณลักษณะ (Traits)

3. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

3.1 แบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge) ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

1) ศึกษาพิจารณานิยามศัพท์ของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 และจัดทำโครงสร้างแบบทดสอบ กำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละตัวบ่งชี้

2) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge) ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

3) จัดทำร่างแบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge) ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จำนวน 60 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก และนำไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำ และนำไปปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

4) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น จำนวน 60 ข้อ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับนิยามตัวบ่งชี้ โดยการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับนิยามตัวบ่งชี้ และได้ข้อสอบที่สามารถนำไปใช้ได้ จำนวน 56 ข้อ

5) ปรับข้อความถามและความถูกต้องตามหลักภาษาให้เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

6) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบกับครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัชฌิมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ ซึ่งเป็นโรงเรียนศูนย์สะเต็มศึกษาภาค จำนวน 30 คน เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ และนำมากระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน โดยให้ข้อถูกได้ 1 ข้อ ที่ผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0

7) รวมคะแนนของแต่ละคนแล้วนำมาวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อแบบอิงกลุ่ม เพื่อหาค่าความยาก(Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก(Discrimination) ของข้อสอบ โดยมีเกณฑ์ในการเลือกข้อสอบแบบอิงกลุ่ม คือ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป หรือค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง 0.20-1.00

8) จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้งหมด จำนวน 56 ข้อ จากการพิจารณาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ข้อสอบสามารถนำมาใช้ได้ จำนวน 56 ข้อ และพิจารณาเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากเหมาะสมข้อสอบที่ไม่ยากเกินไป หรือง่ายเกินไป คือ มีค่าระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกอยู่ในระดับพอใช้-ระดับสูงมาก คัดเลือกข้อสอบไว้ 50 ข้อ โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาเรียนของตัวบ่งชี้

9) นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 50 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ตามวิธีของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ได้แก่สูตร KR-20 และมีความเชื่อมั่นที่ฉบับเท่ากับ 0.95

10) จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับจริงเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3.2 การสร้างแบบประเมินสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ (Skill) ด้านคุณลักษณะ (Traits) ดำเนินการสร้างดังนี้

1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ งานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Five Rating Scales)

2) กำหนดวัตถุประสงค์และเนื้อหาของแบบประเมินตามตัวบ่งชี้สมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ (Skill) ด้านคุณลักษณะ (Traits)

3) สร้างแบบประเมินสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ (Skill) ด้านคุณลักษณะ (Traits) โดยมีลักษณะเป็นแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Five Rating Scales) แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นแบบตรวจสอบรายการเกี่ยวกับเพศ อายุ วุฒิการศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้ที่ปฏิบัติการสอน และประสบการณ์ในการปฏิบัติการสอน

ตอนที่ 2 แบบประเมินสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ (Skill) ด้านคุณลักษณะ (Traits) โดยมีลักษณะเป็นแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Five Rating Scales) ซึ่งผู้วิจัยกำหนดระดับคะแนน และรายละเอียดของเกณฑ์การให้คะแนนในระดับต่าง ๆ ของแบบประเมินโดยได้กำหนดคะแนนดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง มากที่สุด (ตรงกับการปฏิบัติของท่านประมาณ 81-100 %)

คะแนน 4 หมายถึง มาก (ตรงกับการปฏิบัติของท่านประมาณ 61-80 %)

คะแนน 3 หมายถึง ปานกลาง (ตรงกับการปฏิบัติของท่านประมาณ 41-60 %)

คะแนน 2 หมายถึง น้อย (ตรงกับการปฏิบัติของท่านประมาณ 21-40 %)

คะแนน 1 หมายถึง น้อยที่สุด (ตรงกับการปฏิบัติของท่านประมาณ 0-20 %)

4) นำแบบประเมินสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ฉบับร่าง เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ความชัดเจนของ ข้อความ และภาษา นำแบบสอบถามมาปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม

5) นำแบบประเมินสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ฉบับ ปรับปรุงจากข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล ด้านหลักสูตรการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ คณิตศาสตร์ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัยด้วยการหาดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดย การตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์ ของตัวบ่งชี้ พิจารณาเกณฑ์ดังนี้

-1 หมายถึง ข้อความนั้น วัดไม่ตรง ตามนิยามของตัวแปรที่ต้องการวัด
 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ ว่าข้อความนั้น วัดไม่ตรง ตามนิยามของตัวแปรที่ต้องการวัด
 1 หมายถึง แน่ใจ ว่าข้อความนั้น วัดได้ตรง ตามนิยามของตัวแปรที่ต้องการวัด
 ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ IOC > 0.5 ขึ้นไป ในการคัดเลือกข้อคำถามที่มีความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามกับนิยามตัวบ่งชี้ ซึ่ง ศิริชัย กาญจนวาสิ (2552) กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสิน ความตรงเชิง เนื้อหา โดยใช้ค่าดัชนี IOC (IOC : Index of item objective congruence) เกณฑ์ข้อ คำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 มีค่าความเที่ยงตรง ใช้ได้ และข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้ โดยค่าที่คำนวณได้ควรมีค่า มากกว่า 0.5 ขึ้นไป จึงถือว่าข้อความนั้น สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการวัด สำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างนิยามตัวบ่งชี้กับข้อ คำถาม

6) นำแบบประเมินสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มา ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ และข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ในข้อคำถามไม่ชัดเจนก่อนนำไป ทดลองใช้

7) นำแบบประเมินสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ไปทดลอง ใช้ (try out) กับครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ที่ไม่ได้ รับการสุ่มเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยแต่มีลักษณะเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่าง คือ โรงเรียน พิษณุโลกพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ ซึ่งเป็นโรงเรียนศูนย์ สะเต็มศึกษามาศ จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ นำแบบประเมินที่ได้รับ กลับคืนมาวิเคราะห์ หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแต่ละข้อและคะแนนรวม โดยใช้ Corrected Item-Total Correlation (CITC) ซึ่งหาความสอดคล้องของข้อคำถามรายข้อกับภาพรวม ข้อคำถามที่เหลือ โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ในการเลือกข้อคำถามที่มีความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของ

แต่ละข้อคำถามกับคะแนนรวมทั้งหมดของข้อคำถามอื่น ๆ ข้อคำถามที่มีขนาดของความสัมพันธ์มากกว่า 0.2 ขึ้นไป เนื่องจากค่าความเชื่อใจต่ำมีค่าสหสัมพันธ์น้อยแสดงว่าค่าถ่วงน้ำหนักนั้นไม่เกี่ยวข้องหรือมีความเกี่ยวข้องน้อย และวิเคราะห์ความเที่ยง (Reliability) โดยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) แบบประเมินมีความเชื่อมั่นผ่านเกณฑ์ มีค่ามากกว่า 0.7 ขึ้นไป จะเป็นค่าที่สะท้อนความสัมพันธ์โดยรวมทั้งหมด โดยค่าตัวสถิติจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1 และค่าที่ยอมรับได้คือ มีค่ามากกว่า 0.7 ขึ้นไป ถือว่าค่าความเชื่อมั่น (Reliability) อยู่ในระดับที่เชื่อถือได้นำมาเป็นข้อคำถามการวิจัย

8) นำแบบสอบถามมาปรับปรุงและพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์และนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นครูผู้สอนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โรงเรียนเครือข่ายเพิ่มเติม ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจริง จำนวน 450 คน

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ผู้วิจัยขอหนังสือนำเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ถึงผู้อำนวยการสถานศึกษาที่เป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอทดลองเครื่องมือ จำนวน 30 คน และโรงเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 450 คน

4.2 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากครูที่เป็นกลุ่มทดลองเครื่องมือ จำนวน 30 ฉบับ โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยการส่งแบบสอบถามแบบออนไลน์พร้อมหนังสือ

4.3 นำแบบสอบถามหาค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

4.4 ผู้วิจัยนำเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 450 คน โดยประสานงานกับโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง โดยการส่งหนังสือพร้อม คิวอาร์โค้ดในการเก็บข้อมูลแบบออนไลน์ (google form) เป็นแบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้ และแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ และคุณลักษณะ ให้ครูผู้สอนประเมินตนเอง

4.5 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้ และแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ และคุณลักษณะ จากการส่งหนังสือพร้อมแบบสอบถามไปยังโรงเรียน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นมีการโทรสอบถามและติดตามแบบสอบถาม และได้รับแบบตอบรับกลับมา และมีข้อมูลที่สมบูรณ์ จำนวน 450 ราย

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ซึ่งรายละเอียดของการวิเคราะห์แต่ละขั้นตอน มีดังนี้

5.1 สถิติสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น มีดังนี้

5.1.1 วิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้น ด้วยสถิติเชิงบรรยาย (Descriptive Statistics) ได้แก่ ความถี่ และร้อยละ เพื่ออธิบายข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ วุฒิการศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้ที่ปฏิบัติการสอน และประสบการณ์ในการทำงาน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Window

5.1.2 วิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้วยสถิติเชิงบรรยาย (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเบ้ ความโด่ง และสัมประสิทธิ์การกระจาย เพื่ออธิบายลักษณะการกระจายของตัวแปร ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Window

5.2 การวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) ใช้สถิติดังนี้

5.2.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation coefficient) ระหว่างตัวแปรเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยใช้ค่าสถิติ Bartlett's Test of Sphericity มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่ได้ไม่เป็นเมทริกซ์เอกลักษณะ ตัวแปรต่างๆ มีความสัมพันธ์กัน สามารถนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ และค่าดัชนี Kaiser-Meyer-Olkin Measures of Sampling adequacy (KMO) ต้องมีค่ามากกว่า 0.5 และเข้าใกล้ 1 ข้อมูลจึงเหมาะสมที่จะ ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบ การวิเคราะห์นี้ใช้โปรแกรม SPSS for Windows

ความของค่า KMO สามารถแปลความหมายได้ดังนี้

ค่า KMO	ความหมาย
.80 ขึ้นไป	เหมาะสมระดับดีมาก
.70 - .79	เหมาะสมระดับดี
.60 - .69	ความเหมาะสมระดับปานกลาง
.50 - .59	ความเหมาะสมในระดับระดับน้อย
น้อยกว่า .50	ไม่เหมาะสมที่นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบ

5.3.2 วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis)

การตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลสมรณะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง (Second Order Confirmatory Factor Analysis) โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาความสอดคล้องของโมเดลตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้โปรแกรม LISREL พิจารณาด้วยค่าสถิติตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดล (Goodness of fit Statistics) ดังนี้ (ปกรณ กระจันบาน , 2561)

1) ค่าไคสแควร์ (chi-square statistic) เป็นค่าดัชนีที่ใช้ตรวจสอบความสอดคล้อง ความกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในภาพรวม โมเดลที่มีความสอดคล้อง คือที่มีค่าไคสแควร์ต่ำ และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ถ้าค่าไคสแควร์มีค่าต่ำมากหรือยิ่งเข้าใกล้ศูนย์มากเท่าไรแสดงว่าข้อมูลโมเดล มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2) ค่าไค-สแควร์สัมพันธ์ (χ^2/df) ค่าไค-สแควร์สัมพันธ์เป็นการนำค่าค่าไค-สแควร์หารด้วยองศาอิสระ(degrees of freedom: df) เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาคือ โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี เมื่อค่า χ^2/df น้อยกว่า 2.00

3) ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง (Goodness of fit index: GFI) เกณฑ์ที่ใช้พิจารณา คือ โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี เมื่อค่า GFI มากกว่า 0.95 ($GFI > 0.95$) และระดับพอใช้เมื่อค่า GFI มีค่าระหว่าง 0.90 ถึง 0.95

4) ดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแล้ว (adjust goodness-of-fit index: AGFI) นำ GFI มาทำการปรับแก้ซึ่งจะต้องคำนึงถึงขนาดองศาอิสระ (df) ซึ่งจะต้องรวมจำนวนของตัวแปรรวมถึงขนาดของกลุ่มตัวอย่างด้วย เกณฑ์ที่ใช้พิจารณา คือ โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หากค่า AGFI มากกว่า 0.95 ($AGFI > 0.95$) และระดับพอใช้เมื่อค่ามีค่าตั้งแต่ 0.90-0.95 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

5) ค่าดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (root mean square error of Approximation: RMSEA) ค่าของ RMSEA ต่ำกว่า 0.05 แสดงว่าโมเดลนั้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตรวจสอบคุณภาพตัวบ่งชี้สมรณะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

1. แหล่งข้อมูล

ขั้นตอนนี้เป็นการประเมินการตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรณะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และเป็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ

การศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา รวมทั้งหมดจำนวน 15 คน เพื่อยืนยันคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ทั้งหมด 4 ด้าน คือ ด้านที่ 1 ด้านความเชื่อถือได้ (credibility) ด้านที่ 2 ด้านความเหมาะสม (appropriateness) ด้านที่ 3 ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ด้านที่ 4 ด้านความเป็นประโยชน์ (utility)

กลุ่มตัวอย่าง

1) กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาคุณสมบัติ คือ เป็นผู้จบการศึกษาระดับปริญญาคุชฎีบัณฑิตปฏิบัติทำงานในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

2) ผู้บริหารสถานศึกษา โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 5 คน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา คือ เป็นผู้บริหารในกลุ่มโรงเรียนศูนย์สะเต็มศึกษาภาค สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3) ศึกษานิเทศก์ โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 2 คน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา คือเป็นผู้ที่นิเทศปฏิบัติการสอนหรือปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ในโรงเรียน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

4) ครูผู้สอน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 5 คน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา คือ เป็นผู้ที่ได้รับรางวัลด้านเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. เครื่องมือที่ใช้

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในขั้นตอนนี้ คือ แบบประเมินตรวจสอบคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

3. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือของแบบประเมินคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ดำเนินการดังนี้

3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีหลักการเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินจากเอกสาร ตำราและงานวิจัยในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ เกณฑ์การประเมิน ของคุณภาพตัวบ่งชี้

3.2 สร้างข้อคำถามของแบบประเมินคุณภาพซึ่งมีลักษณะเป็นแบบประเมินแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Five Rating Scales) แบ่งออกเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลสภาพทั่วไปของผู้ประเมินซึ่งเป็นแบบตรวจสอบรายการ(Checklist) เกี่ยวกับเพศ อายุ วุฒิการศึกษา ตำแหน่งงาน และประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน

ตอนที่ 2 แบบประเมินคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในภาพรวม โดยพิจารณาตรวจสอบทั้งหมด 4 ด้าน คือ ด้านความเชื่อถือได้ (credibility) ด้านความ

เหมาะสม (appropriateness) ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ด้านความเป็นประโยชน์ (utility) โดยความหมายของคะแนนมี ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเชื่อถือได้ /มีความเหมาะสม/มีความเป็นไปได้ และเป็นประโยชน์มากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเชื่อถือได้ /มีความเหมาะสม/มีความเป็นไปได้ และเป็นประโยชน์มาก
- 3 หมายถึง มีความเชื่อถือได้ /มีความเหมาะสม/มีความเป็นไปได้ และเป็นประโยชน์ปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความถูกต้อง/มีความเหมาะสม/มีความเป็นไปได้ และเป็นประโยชน์น้อย
- 1 หมายถึง มีความถูกต้อง/มีความเหมาะสม/มีความเป็นไปได้ และเป็นประโยชน์น้อยที่สุด

ตอนที่ 3 แบบประเมินคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ตามรายตัวบ่งชี้ โดยพิจารณาตรวจสอบทั้งหมด 4 ด้าน คือ ด้านความเชื่อถือได้ (credibility) ด้านความเหมาะสม (appropriateness) ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ด้านความเป็นประโยชน์ (utility) โดยความหมายของคะแนนมี ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเชื่อถือได้ /มีความเหมาะสม/มีความเป็นไปได้ และเป็นประโยชน์มากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเชื่อถือได้ /มีความเหมาะสม/มีความเป็นไปได้ และเป็นประโยชน์มาก
- 3 หมายถึง มีความเชื่อถือได้ /มีความเหมาะสม/มีความเป็นไปได้ และเป็นประโยชน์ปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความถูกต้อง/มีความเหมาะสม/มีความเป็นไปได้ และเป็นประโยชน์น้อย
- 1 หมายถึง มีความถูกต้อง/มีความเหมาะสม/มีความเป็นไปได้ และเป็นประโยชน์น้อยที่สุด

3.3 นำแบบประเมินคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ฉบับร่างเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบ ความถูกต้อง ความเหมาะสม ความชัดเจนของข้อความและภาษาและนำแบบประเมินมาปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อความสมบูรณ์ของแบบประเมิน

3.4 นำแบบประเมินคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่ปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เรียบร้อยแล้ว และนำไปจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์และนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ผู้วิจัยขอหนังสือนำเพื่อขอความอนุเคราะห์ผู้ทรงคุณวุฒิในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยนเรศวร ถึงผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการให้ข้อมูล เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.2 ผู้วิจัยติดต่อผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการให้ข้อมูล เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.3 ผู้วิจัยติดต่อและประสานงานกับผู้ให้ข้อมูล เพื่อนัดวัน เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยส่งเอกสารทางไปรษณีย์ และทางออนไลน์ และข้อมูลตอบกลับเป็นการตอบกลับทางออนไลน์

4.4 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลที่ตอบกลับมาจากผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการให้ข้อมูล

4.5 นำผลการประเมินคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จากผู้ทรงคุณวุฒิ ในการให้ข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

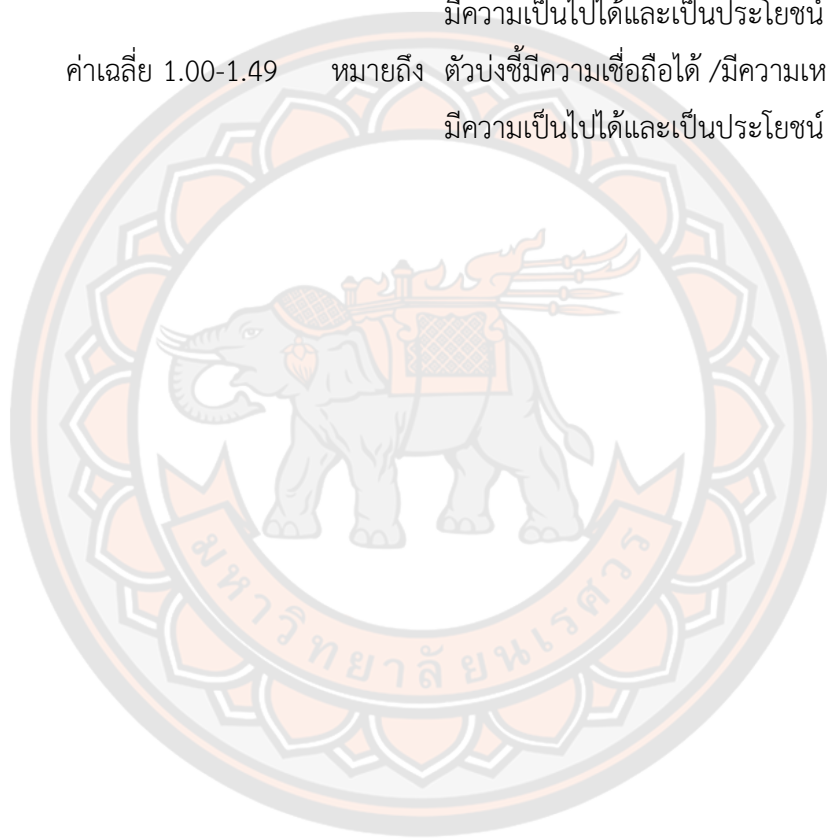
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดกระทำกับข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป เพื่อหาค่าสถิติต่างๆ ดังนี้

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพทั่วไป ใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ความถี่ และค่าร้อยละ

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลของจากแบบประเมินคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) นำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555)

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00	หมายถึง	ตัวบ่งชี้ที่มีความเชื่อถือได้ /มีความเหมาะสม/ มีความเป็นไปได้และเป็นประโยชน์ มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49	หมายถึง	ตัวบ่งชี้ที่มีความเชื่อถือได้ /มีความเหมาะสม/ มีความเป็นไปได้และเป็นประโยชน์ มาก
ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49	หมายถึง	ตัวบ่งชี้ที่มีความเชื่อถือได้ /มีความเหมาะสม/ มีความเป็นไปได้และเป็นประโยชน์ ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49	หมายถึง	ตัวบ่งชี้ที่มีความเชื่อถือได้ /มีความเหมาะสม/ มีความเป็นไปได้และเป็นประโยชน์ น้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49	หมายถึง	ตัวบ่งชี้ที่มีความเชื่อถือได้ /มีความเหมาะสม/ มีความเป็นไปได้และเป็นประโยชน์ น้อยที่สุด



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาเรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยมีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อศึกษาสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 2. เพื่อทดสอบความสอดคล้องของโมเดลโครงสร้างสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ 3. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ผลการศึกษาจึงแบ่งออกเป็น 3 ตอน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ตอนที่ 2 ผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ตอนที่ 1 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ในขั้นตอนพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ศึกษา สังเคราะห์ ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารตำรา บทความวิจัย งานวิจัย และสรุปสังเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะ และตัวบ่งชี้ของแต่ละสมรรถนะ นำมาจัดกลุ่มตามองค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยมีรายละเอียดแสดงดังตาราง ต่อไปนี้

ตาราง 7 ผลการสังเคราะห์ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบด้านความรู้ (Knowledge)

นิยามศัพท์	ตัวบ่งชี้
1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้และความเข้าใจของครูเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ และเป้าหมายของการสอนสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้ต่างๆ และนำความรู้เหล่านั้นไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ สร้างสรรค์นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ หรือใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับสถานการณ์ในชีวิตจริง	1.1 ความรู้ความเข้าใจแนวคิด กระบวนการรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเป้าหมายการรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy) การรู้คณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) การรู้เทคโนโลยี (Technology Literacy) การรู้เรื่องวิศวกรรม (Engineering Literacy)
	1.2 ความรู้ความเข้าใจในการบูรณาการความรู้ในระดับต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้ต่างๆ สอดคล้องกับการสอนสะเต็ม
2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้มวลประสบการณ์ทางการเรียนรู้ ที่กำหนดไว้ในรายวิชา กลุ่มวิชา เนื้อหาสาระ ทักษะกระบวนการ ที่ได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียนในการสอนแบบบูรณาการความรู้ 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตร มาตรฐาน ตัวชี้วัด เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงและพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน	2.1 ความรู้ตามหลักสูตร มาตรฐาน ตัวบ่งชี้หรือผลการเรียนรู้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานในการบูรณาการความรู้รายวิชา กลุ่มวิชา เนื้อหาสาระ ทักษะกระบวนการ ตามจุดมุ่งหมายที่หลักสูตรกำหนดไว้
	2.2 ความรู้และเข้าใจแนวคิดและเนื้อหาวิชาสาระความรู้ 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่สอนหรือจัดให้ผู้เรียนในระดับต่าง ๆ
	2.3 ความรู้ในการจัดการเรียนรู้ การใช้หลักสูตรกับผู้เรียนในเชิงบูรณาการ
3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน หมายถึง ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการรับรู้ความรู้พื้นฐาน ทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ และความแตกต่างระหว่างบุคคล และ	3.1 ความรู้และความเข้าใจในการตรวจสอบความรู้พื้นฐาน ทักษะที่จำเป็นและความเข้าใจเนื้อหาวิชาที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ก่อนทำกิจกรรมการเรียนการสอน

นิยามศัพท์	ตัวบ่งชี้
รวมไปถึงแนวคิด เนื้อหาวิชาที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ทำให้ เกิดสัมพันธภาพที่ดีระหว่างผู้เรียนและผู้สอน	3.2 ความรู้และความเข้าใจธรรมชาติ เนื้อหาวิชา ทักษะกระบวนการ และการบูรณา การเนื้อหา
	3.3 ความรู้และเข้าใจความแตกต่างระหว่าง บุคคล ความสนใจ บริบทและวิธีการเรียนรู้ของ ผู้เรียน
4. ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนเพิ่มเติม ศึกษา หมายถึง ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับ เทคนิค วิธีการต่างๆ เพื่อกระตุ้นและส่งเสริม กระบวนการสอน ขั้นตอนการสอน หรือการ กระทำต่างๆ ในการสอนให้มีคุณภาพและ ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการ เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ ที่สอดคล้องกับ ธรรมชาติและเป้าหมายของการสอนเพิ่มเติม ศึกษา	4.1 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิค วิธีการ กระบวนการสอน ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เพิ่มเติมศึกษา
	4.2 ความรู้ในการเลือกใช้วิธีการสอนต่างๆให้ เหมาะสมกับธรรมชาติวิชาและผู้เรียน ตาม แนวทางการสอนเพิ่มเติมศึกษา
5. ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้มิติของการประเมินที่ ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะและ คุณลักษณะของผู้เรียน ตามสภาพจริง มุ่งหวัง ให้ ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 จาก การบูรณาการความรู้ 4 ศาสตร์ สอดคล้องกับ เป้าหมายของการสอน	5.1 ความรู้ในวิธีการประเมินที่หลากหลาย ทั้ง ด้านความรู้ ทักษะและคุณลักษณะของผู้เรียน สอดคล้องกับเพิ่มเติมศึกษา
	5.2 ความรู้ในการออกแบบการประเมินและ เลือกเครื่องมือประเมินผลตรงตามสภาพจริง สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษา
	5.3 สามารถใช้เทคนิคต่างๆ การสื่อสาร การ สร้างความเข้าใจที่ดีต่อกันกระตุ้นกิจกรรมการ เรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
6. ความรู้เนื้อหาสาระการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับ เนื้อหาวิชาที่สอนหรือจัดให้ผู้เรียนในระดับ	6.1 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของ เนื้อหาวิชาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการ

นิยามศัพท์	ตัวบ่งชี้
<p>ต่างๆ ได้เรียน ซึ่งครอบคลุมความคิดรวบยอด ทฤษฎี กรอบความคิด กระบวนการพิสูจน์ หรือสร้างความรู้ ตลอดจนแนวทางในการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาวิชาเหล่านั้น และส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนซึ่งต้องมีความถูกต้องและทันสมัยและความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของความรู้และการสืบเสาะเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ต่างๆ</p>	<p>ออกแบบเชิงวิศวกรรมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21</p> <p>6.2 ความรู้และเข้าใจทฤษฎีแนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม</p>

จากตาราง 7 พบว่า องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านความรู้ (Knowledge) ที่ได้จากการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้อง มีจำนวน ทั้งหมด 6 ตัวบ่งชี้

1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน
2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษาประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 3 ด้าน
3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 3 ด้าน
4. ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน
5. ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 3 ด้าน
6. ความรู้เนื้อหาสาระการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน

ตาราง 8 ผลการสังเคราะห์ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบด้านทักษะ (Skill)

นิยามศัพท์	ตัวบ่งชี้
<p>1. การบูรณาการศาสตร์ความรู้ 4 สาขา หมายถึง ความสามารถในการทำความเข้าใจและประยุกต์แนวคิด กระบวนการ เจตคติ วิธีคิดและธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ร่วมกัน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ ความคิด ทักษะ และประสบการณ์ที่มีความหมายหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้แบบองค์รวม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้</p>	<p>1.1 สามารถสร้างองค์ความรู้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการบูรณาการ 4 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศวกรรม</p>
	<p>1.2 สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ ความคิด ทักษะ ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อแก้ไขปัญหาให้ได้เป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม</p>
<p>2. การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาชีวิตจริง หมายถึง ความสามารถในการจัดการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหาวิชา โดยมีความคิดรวบยอดอย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น และนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับชีวิตจริง</p>	<p>2.1 สามารถเชื่อมโยงความรู้เนื้อหาสาระกับสถานการณ์ในบริบทต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน</p>
	<p>2.2 สามารถจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเชื่อมโยงระหว่างความรู้ในเนื้อหานั้นจากสถานการณ์จริงเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งจากประสบการณ์จริง</p>
<p>3. การทำงานร่วมกับผู้อื่น หมายถึง ความสามารถในการทำงาน และส่งเสริมหรือสร้างความร่วมมือกันทั้งภายในและภายนอกระหว่างบุคคลและชุมชน แลกเปลี่ยนความรู้หรือข้อคิดเห็นเพื่อสร้างความเข้าใจ สร้างความร่วมมือในการแก้ปัญหาร่วมกัน และมีส่วนร่วมในวางแผนเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์</p>	<p>3.1 แลกเปลี่ยนความรู้หรือข้อคิดเห็นเพื่อสร้างความเข้าใจ สร้างความร่วมมือในการแก้ปัญหาร่วมกันทั้งภายในและภายนอกระหว่างบุคคลและชุมชน</p>
	<p>3.2 มีส่วนร่วมในการวางแผนในการปฏิบัติงานร่วมกัน ในการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกัน</p>

นิยามศัพท์	ตัวบ่งชี้
ร่วมกัน ในการจัดประสบการณ์ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้สอดคล้องกับบริบทและสภาพแวดล้อมที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง	3.3 การมีปฏิสัมพันธ์ทำงานร่วมกันกับผู้อื่นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. การออกแบบการเรียนรู้การสอน หมายถึง ความสามารถในการนำหลักการเรียนรู้และหลักการสอน นำมาออกแบบวางแผนด้าน สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ และกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอนพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่คาดหวัง	4.1 สามารถออกแบบและจัดทำแผนการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอนให้เกิดคุณลักษณะที่ต้องการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 4.2 สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ทักษะกระบวนการเพื่อพัฒนาทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21
5. การอำนวยความสะดวก หมายถึง ความสามารถของครูผู้สอนในการอำนวยความสะดวก แนะนำทางการเรียนรู้ เป็นผู้จัดบรรยากาศการเรียนรู้ เป็นผู้เสริมแรง และให้ข้อมูลป้อนกลับ (feedback) ส่งผลกระทบต่อกระบวนการคิดของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง	5.1 สามารถอำนวยความสะดวก หรือผู้สนับสนุนการเรียนรู้ ทำหน้าที่คอยจัดเตรียมอุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมนั้น ๆ เพื่อเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ได้เรียนรู้เต็มศักยภาพ 5.2 แนะนำทางการเรียนรู้และให้ข้อมูลป้อนกลับ (feedback) ด้วยการเสริมแรงหรือสร้างแรงบันดาลใจ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจและสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้เต็มศักยภาพ
6. การประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน หมายถึง ความสามารถในการประเมินผู้เรียนระหว่างและหลังจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้วิธีการที่หลากหลายและให้ข้อมูลย้อนกลับในด้านประเมินกระบวนการทำงานของผู้เรียนรวมถึงผลงานที่เกิดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการพัฒนาตนเองอย่างเหมาะสม	6.1 สามารถประเมินกระบวนการและผลงานที่ได้จากกระบวนการของผู้เรียน โดยการประเมินสภาพจริง และสะท้อนผลการเรียนรู้ เพื่อการพัฒนาผู้เรียน 6.2 สามารถเลือกใช้วิธีการและเครื่องมือในการประเมินผลงานหรือผลการปฏิบัติงานได้อย่างเหมาะสม

นิยามศัพท์	ตัวบ่งชี้
7. การสื่อสาร หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอด ข่าวสาร ข้อมูล ความรู้ ประสบการณ์ ความ คิดเห็น ความรู้สึก หรือความต้องการจากผู้ส่ง สาร โดยผ่านสื่อต่างๆ ไปยังผู้รับสาร ด้วย วิธีการหลากหลายรูปแบบและเหมาะสมเข้ากับ สถานการณ์เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายต่างๆ ใน การสอนสะเต็มศึกษา	7.1 สามารถเลือกใช้วิธีการสื่อสารอย่าง เหมาะสมเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ในการ สื่อสาร
	7.2 สามารถใช้ภาษาถ่ายทอด ความรู้ ความเข้าใจ ความคิด ความรู้สึก เพื่อให้ นักเรียนเรียนรู้และปฏิบัติ ได้อย่าง เหมาะสม
8. การใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน หมายถึง ความสามารถในการนำเครื่องมือ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีอยู่ในปัจจุบัน มาใช้ในการสื่อสาร การปฏิบัติงาน และ สามารถใช้วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการสื่อกลางให้ ผู้สอนสามารถส่ง หรือถ่ายทอดความรู้ไปยัง ผู้เรียนเพื่อพัฒนาศักยภาพและความรู้เรื่อง เทคโนโลยี (Technology Literacy) ให้กับ ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ	8.1 สามารถใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน ถ่ายทอดความรู้ไปยังผู้เรียนได้อย่าง หลากหลายเพื่อพัฒนาศักยภาพและความรู้ เรื่องเทคโนโลยี (Technology Literacy)
	8.2 สามารถใช้สื่อและเทคโนโลยีมาใช้ ประเมินเพื่อการพัฒนาผู้เรียนและ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ

จากตาราง 8 พบว่า องค์กรประกอบด้านทักษะ (Skill) ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษา ในศตวรรษที่ 21 ที่ได้จากการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้อง มีจำนวน 8 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย ตัวบ่งชี้ที่ 1. ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน 2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน 3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 3 ด้าน 4. ทักษะการ ออกแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน 5. ทักษะการอำนวยความสะดวก ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน 6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและ ผลงานของผู้เรียน ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน 7. ทักษะการสื่อสาร ประกอบด้วย พฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน 8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน ประกอบด้วยพฤติกรรม บ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน

ตาราง 9 ผลการสังเคราะห์ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ(Traits)

นิยามศัพท์	ตัวบ่งชี้
<p>1. การคิดอย่างเป็นระบบ หมายถึง ลักษณะบุคคลที่แสดงออกถึงการคิดอย่างมีระบบระเบียบ การมองภาพรวมของงาน และสามารถ มองเห็นความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของส่วนประกอบย่อย ๆ ประเมินสถานการณ์ วิเคราะห์ ปัญหา ตัดสินใจ คิดเชื่อมโยงอย่างเป็นเหตุเป็นผลที่เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง</p>	<p>1.1 การมองอย่างองค์รวมครบวงจรและบริบทที่เกี่ยวข้อง ไม่แยกเป็นส่วนๆ และเข้าใจรูปแบบความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างส่วนต่างๆ ครบทั้งระบบ</p> <p>1.2 การเพิ่มวิธิตด ใช้วิธิตดหลายๆแบบในเวลาเดียวกัน ในแต่ละสถานการณ์มีหลักเกณฑ์และเหตุผล โดยใช้ข้อมูลหลากหลายให้สัมพันธ์กันเป็นองค์รวม</p> <p>1.3 ประเมินสถานการณ์ วิเคราะห์ปัญหา ภาพรวมของงานทั้งหมดเชื่อมโยงเป็นเหตุเป็นผลไม่คลุมเครือทำให้เข้าใจเรื่องนั้น ๆ อย่างชัดเจน</p>
<p>2. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้สึก ความคิดหรือความเชื่อให้บุคคลแสดงออกพฤติกรรมของความรู้สึก อารมณ์จากสภาพจิตใจ มีการโต้ตอบตลอดจนการแสดงออกในด้านดี ต่อบุคคลหรือเรื่องราวใด ๆ เรื่องราวหนึ่ง ในการดำเนินงานและจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา</p>	<p>2.1 เห็นคุณค่าและเชื่อในการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในการพัฒนาผู้เรียน</p> <p>2.2 ความภาคภูมิใจและเชื่อว่าความรู้ที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริงได้</p> <p>2.3 แสดงออกพฤติกรรมของความรู้สึก อารมณ์ในด้านดีต่อการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา</p>
<p>3. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ลักษณะของบุคคลมีกระบวนการทางความคิดหลาย ๆ อย่างมารวมกันเพื่อสร้างสรรค์ สิ่งใหม่หรือแก้ปัญหาให้ดีขึ้น โดยมีลักษณะการคิดริเริ่ม การคิดยืดหยุ่น</p>	<p>3.1 คิดดัดแปลงหรือมีความคิดที่แตกต่างไม่ซ้ำกันกับผู้อื่น และสามารถคิดริเริ่มที่จะดัดแปลงจากเดิมที่มีอยู่ให้มีความแตกต่างและมีความแปลกใหม่น่าสนใจ</p>

นิยามศัพท์	ตัวบ่งชี้
การคิดละเอียดละออ และการคิดคล่อง และนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียน ในการสอนสะเต็มศึกษา	3.2 คิดได้หลายทางอย่างอิสระสามารถ ดัดแปลงความรู้ หรือประสบการณ์ให้เกิด ประโยชน์หลาย ๆ ด้าน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการ แก้ปัญหาในการเรียนการสอน
	3.3 คิดเป็นขั้นตอน ขยายความคิด รายละเอียด อธิบายเชื่อมโยงให้เห็นภาพชัดเจน เป็น แผนงานที่สมบูรณ์ขึ้น หรือครั้งแรกให้สมบูรณ์ ขึ้น
	3.4 ความคิดในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และสามารถที่จะคิดค้นสิ่งที่ต้องการ ภายในเวลาที่กำหนด

จากตาราง 9 พบว่าองค์ประกอบสมรรถนะด้านคุณลักษณะ(Trait) ตัวบ่งชี้สมรรถนะ ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่ได้จากการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ 1. การคิดอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 3 ด้าน 2. ทักษะคิด เชิงบวกในการสอน STEM ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 3 ด้าน 3. ความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน

1.2 ผลการตรวจสอบพิจารณาคัดเลือกตัวบ่งชี้สมรรถนะ ตรวจสอบและคัดเลือก ตัดทอน เพิ่มเติมและให้ ข้อเสนอแนะ จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน โดยการพิจารณาการตรวจสอบ ประเมินความเหมาะสมของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษ ที่ 21 องค์ประกอบ ด้านความรู้ (Knowledge) องค์ประกอบด้านทักษะ (Skill) และด้านคุณลักษณะ(Traits) และคัดเลือก ปรับข้อความตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ มีรายละเอียดดัง ตาราง 10, 11, 12

ตาราง 10 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความเหมาะสมของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอน
 สะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านความรู้(Knowledge)

ตัวบ่งชี้	\bar{X}	S.D.	แปลผล
1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา	4.75	0.71	มากที่สุด
1.1 ความรู้ความเข้าใจแนวคิด กระบวนการ รูปแบบ การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเป้าหมายการรู้ วิทยาศาสตร์ (Science Literacy) การรู้คณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) การรู้เทคโนโลยี (Technology Literacy) การรู้เรื่องวิศวกรรม (Engineering Literacy)	4.63	0.52	มากที่สุด
1.2 ความรู้ความเข้าใจในการบูรณาการความรู้ใน ระดับต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้ ต่างๆ สอดคล้องกับการสอนสะเต็ม	4.63	0.52	มากที่สุด
2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา	4.00	0.76	มาก
2.1 ความรู้ตามหลักสูตร มาตรฐาน ตัวชี้วัดหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานในการ บูรณาการ ความรู้รายวิชา กลุ่มวิชา เนื้อหาสาระ ทักษะ กระบวนการ ตามจุดมุ่งหมายที่หลักสูตรกำหนดไว้	3.88	0.64	มาก
2.2 ความรู้และเข้าใจแนวคิดและเนื้อหาวิชาสาระ ความรู้ 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่สอนหรือจัดให้ ผู้เรียนในระดับต่าง ๆ	4.75	0.46	มากที่สุด
2.3 ความรู้ในการจัดการเรียนรู้ การใช้หลักสูตรกับ ผู้เรียนในเชิงบูรณาการ	3.38	0.52	ปานกลาง
2.4 ความรู้ในการวัดและประเมินผล กระบวนการ ตรวจสอบและประเมินคุณภาพของผู้เรียนภายหลังการ จัดการเรียนรู้	2.50	0.53	ปานกลาง
3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน	4.75	0.71	มากที่สุด
3.1 ความรู้และความเข้าใจในการตรวจสอบความรู้ พื้นฐาน ทักษะที่จำเป็นและความเข้าใจเนื้อหาวิชาที่	4.75	0.46	มากที่สุด

ตัวบ่งชี้	\bar{x}	S.D.	แปลผล
คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ก่อนทำกิจกรรมการเรียนการสอน			
3.2 ความรู้ความเข้าใจธรรมชาติ เนื้อหาวิชา ทักษะ กระบวนการ และการบูรณาการเนื้อหา	3.38	0.52	ปานกลาง
3.3 ความรู้และเข้าใจความแตกต่างระหว่างบุคคล ความสนใจ บริบทและวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.13	0.64	มาก
4. ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา	4.75	0.46	มากที่สุด
4.1 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิค วิธีการ กระบวนการสอน ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา	4.50	0.53	มากที่สุด
4.2 ความรู้ในการเลือกใช้วิธีการสอนต่างๆให้เหมาะสมกับธรรมชาติวิชาและผู้เรียน ตามแนวทางการสอนสะเต็มศึกษา	4.75	0.46	มากที่สุด
5. ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้	4.88	0.35	มากที่สุด
5.1 ความรู้ในวิธีการประเมินที่หลากหลาย ทั้งด้าน ความรู้ ทักษะและคุณลักษณะของผู้เรียน สอดคล้องกับ สะเต็มศึกษา	4.50	0.53	มากที่สุด
5.2 ความรู้ในการออกแบบการประเมินและเลือก เครื่องมือประเมินผลตรงตามสภาพจริง สอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา	4.63	0.52	มากที่สุด
5.3 สามารถใช้เทคนิคต่างๆ การสื่อสาร การสร้างความ เข้าใจที่ดีต่อกันกระตุ้นกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียน แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	2.75	0.89	ปานกลาง
6. ความรู้เนื้อหาสาระการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	3.13	0.35	ปานกลาง
6.1 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของเนื้อหาวิชา สาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะศตวรรษที่21	2.63	0.52	ปานกลาง
6.2 ความรู้และเข้าใจทฤษฎีแนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์	2.38	0.52	น้อย

ตัวบ่งชี้	\bar{x}	S.D.	แปลผล
เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม			

จากตาราง 10 พบว่า องค์ประกอบด้านความรู้(Knowledge) ตัวบ่งชี้ ทั้งหมด 6 ตัวบ่งชี้ มีพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 16 ด้าน มีค่าเฉลี่ยตัวบ่งชี้ เท่ากับ 2.38-4.88 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 0.46-0.89 ซึ่งเกณฑ์การคัดเลือกตัวบ่งชี้ ที่ยอมรับได้ คือค่าเฉลี่ย (\bar{x}) มากกว่า 3.50 ขึ้นไป และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ไม่เกิน 1.00 ซึ่งตรวจสอบพบว่า มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ คือค่าเฉลี่ย (\bar{x}) น้อยกว่า 3.50 จำนวน 7 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ ข้อที่ 2.3, 2.4, 3.2, 5.3, 6. ,6.1 และ 6.2 คือ มีค่าเฉลี่ย(\bar{x}) เท่ากับ 2.38-3.38 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 0.52-0.89 จึงตัดทิ้ง สรุปได้ว่า ตัวบ่งชี้ องค์ประกอบด้านความรู้(Knowledge) ประกอบด้วย 5 ตัวบ่งชี้ มีพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 10 ด้าน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด นอกจากนี้ผู้เขียนได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงตัวบ่งชี้ โดยมีรายละเอียด ดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 ผลการปรับปรุงตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ องค์ประกอบด้านความรู้(Knowledge)

ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (เดิม)	ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (ปรับปรุง)
<p>1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้และความเข้าใจของครูเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ และเป้าหมายของการสอนสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้ต่างๆและนำความรู้เหล่านั้นไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ สร้างสรรค์นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ หรือใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับสถานการณ์ในชีวิตจริง</p>	<p>1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้และความเข้าใจของครูเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ และเป้าหมายของการสอนสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้ต่างๆ และนำความรู้เหล่านั้นไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ สร้างสรรค์นวัตกรรม และใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับสถานการณ์ในชีวิตจริง</p>

ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (เดิม)	ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (ปรับปรุง)
<p>1.1 ความรู้ความเข้าใจแนวคิด กระบวนการ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับ เป้าหมายการรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy) การรู้คณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) การรู้เทคโนโลยี (Technology Literacy) การรู้เรื่องวิศวกรรม (Engineering Literacy)</p>	<p>1.1 ความรู้ความเข้าใจแนวคิด กระบวนการ รูปแบบการเรียนรู้ที่ สอดคล้องกับเป้าหมายการรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy) การรู้คณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) การรู้ เทคโนโลยี (Technology Literacy) การ รู้เรื่องวิศวกรรม (Engineering Literacy)</p>
<p>1.2 ความรู้ความเข้าใจในการบูรณาการความรู้ ในระดับต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการ ความรู้ต่างๆ สอดคล้องกับการสอนสะเต็ม</p>	<p>1.2 ความรู้ความเข้าใจในการบูรณาการ ความรู้ ในระดับต่าง ๆ สอดคล้องกับการสอนสะ เต็ม</p>
<p>2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้มวลประสบการณ์ทางการ เรียนรู้ ที่กำหนดไว้ในรายวิชา กลุ่มวิชา เนื้อหา สารระ ทักษะกระบวนการ ที่ได้ดำเนินการจัดการ เรียนการสอนให้แก่ผู้เรียน ในการสอนแบบ บูรณาการความรู้ 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตร มาตรฐาน ตัวชี้วัด เพื่อให้ผู้เรียน นำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงและพัฒนา กระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อ การดำเนินชีวิต และการทำงาน</p>	<p>2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้มวลประสบการณ์ ทางการเรียนรู้ ที่กำหนดไว้ในรายวิชา กลุ่มวิชา เนื้อหาสารระ ทักษะกระบวนการ ที่ได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนให้แก่ ผู้เรียน ในการสอนแบบบูรณาการความรู้ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ คณิตศาสตร์ และกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม ตามหลักสูตร มาตรฐาน ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียน นำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เป็น ประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน (ปรับ 4 สาขาวิชาเนื่องจากตัวชี้วัดหรือ ผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตร 51 ได้มีการ ปรับปรุง 60)</p>
<p>2.1 ความรู้ตามหลักสูตร มาตรฐาน <u>ตัวชี้วัด</u> หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานในการ</p>	<p>2.1 ความรู้ตามหลักสูตร มาตรฐาน ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้หลักสูตร</p>

ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (เดิม)	ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (ปรับปรุง)
บูรณาการความรู้รายวิชา กลุ่มวิชา เนื้อหาสาระ ทักษะกระบวนการ ตามจุดมุ่งหมายที่หลักสูตร กำหนดไว้	แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานในการบูรณาการความรู้รายวิชา กลุ่มวิชา เนื้อหา สาระ ทักษะกระบวนการ <u>ที่สอดคล้องกับ</u> <u>สะเต็มศึกษา</u>
2.2 ความรู้และเข้าใจแนวคิดและเนื้อหาวิชา สาระความรู้ 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่ สอนหรือจัดให้ผู้เรียนในระดับต่าง ๆ	2.2 ความรู้และเข้าใจแนวคิดและ เนื้อหาวิชาสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการ <u>ออกแบบเชิงวิศวกรรม</u> ที่สอนหรือจัดให้ ผู้เรียนในระดับต่าง ๆ
2.3 ความรู้ในการจัดการเรียนรู้ การใช้หลักสูตร กับผู้เรียนในเชิงบูรณาการ	<u>ประเด็นนี้ควรไปอยู่ใน 4. ความรู้เกี่ยวกับ กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา</u>
3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน หมายถึง ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการ รับรู้ความรู้พื้นฐาน ทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ และความแตกต่างระหว่างบุคคล และรวมไปถึง แนวคิด เนื้อหาวิชาที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ทำให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีระหว่างผู้เรียนและผู้สอน	3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน หมายถึง ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับ ความรู้พื้นฐาน ทักษะที่จำเป็นในการ เรียนรู้ และความแตกต่างระหว่างบุคคล และรวมไปถึงแนวคิด เนื้อหาวิชา ที่ คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ทำให้เกิด สัมพันธภาพที่ดีระหว่างผู้เรียนและผู้สอน
3.1 ความรู้และความเข้าใจในการตรวจสอบ ความรู้พื้นฐาน ทักษะที่จำเป็นและความเข้าใจ เนื้อหาวิชาที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน <u>ก่อนทำ กิจกรรมการเรียนการสอน</u>	3.1 ความรู้และความเข้าใจในการ ตรวจสอบความรู้พื้นฐาน ทักษะที่จำเป็น และความเข้าใจเนื้อหาวิชาที่คลาดเคลื่อน ของผู้เรียน
3.2 ความรู้ความเข้าใจธรรมชาติ เนื้อหาวิชา ทักษะกระบวนการ และการบูรณาการเนื้อหา	<u>ประเด็นนี้ไม่เกี่ยวข้องควรอยู่ในข้อ 2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา</u>
3.3 ความรู้และเข้าใจความแตกต่างระหว่าง บุคคล ความสนใจ บริบทและวิธีการเรียนรู้ของ ผู้เรียน	3.2 ความรู้และเข้าใจความแตกต่าง ระหว่างบุคคล ความสนใจ บริบทและ วิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน
4. ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิค	4. ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็ม ศึกษา หมายถึง ความรู้และความเข้าใจ

ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (เดิม)	ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (ปรับปรุง)
วิธีการต่างๆ เพื่อกระตุ้น และส่งเสริมกระบวนการสอน ขั้นตอนการสอน หรือการกระทำต่างๆ ในการสอนให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ ที่สอดคล้องกับธรรมชาติและเป้าหมายของการสอนสะเต็มศึกษา	เกี่ยวกับเทคนิค วิธีการต่างๆ เพื่อกระตุ้นและส่งเสริมกระบวนการสอน ขั้นตอนการสอน หรือการกระทำต่างๆ ในการสอนให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองที่สอดคล้องกับแนวทางการสอนสะเต็มศึกษา
4.1 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิค วิธีการ กระบวนการสอน ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา	4.1 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิค วิธีการ กระบวนการ เพื่อส่งเสริมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา
4.2 ความรู้ในการเลือกใช้วิธีการสอนต่างๆ ให้เหมาะสมกับธรรมชาติวิชาและผู้เรียน ตามแนวทางการสอนสะเต็มศึกษา	4.2 ความรู้ในการเลือกใช้วิธีการสอนต่างๆ ให้เหมาะสมกับธรรมชาติวิชา และผู้เรียนตามแนวทางการสอนสะเต็มศึกษา
5. ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ หมายถึง <u>ความรู้</u> มิติของการประเมินที่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะและคุณลักษณะของผู้เรียน ตามสภาพจริง มุ่งหวังให้ ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 จากการบูรณาการความรู้ 4 ศาสตร์ สอดคล้องกับเป้าหมายของการสอน	5. ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ หมายถึง <u>ความรู้</u> เกี่ยวกับการประเมินตามสภาพจริง ที่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะและคุณลักษณะของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 จากการบูรณาการความรู้ 4 ศาสตร์ สอดคล้องกับเป้าหมายของการสอนสะเต็ม
5.1 ความรู้ในวิธีการประเมินที่หลากหลาย ทั้งด้านความรู้ ทักษะและคุณลักษณะของผู้เรียน สอดคล้องกับสะเต็มศึกษา	5.1 ความรู้ในวิธีการประเมินที่หลากหลาย ทั้งด้านความรู้ ทักษะและคุณลักษณะของผู้เรียน สอดคล้องกับสะเต็มศึกษา
5.2 ความรู้ในการออกแบบการประเมินและเลือกเครื่องมือประเมินผลตรงตามสภาพจริง สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา	5.2 ความรู้ในการออกแบบการประเมินและเลือกเครื่องมือประเมินผลตรงตามสภาพจริง สอดคล้องกับกิจกรรมการ

ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (เดิม)	ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (ปรับปรุง)
	เรียนรู้สะเต็มศึกษา
5.3 สามารถใช้เทคนิคต่างๆ การสื่อสาร การสร้างความเข้าใจที่ดีต่อกันกระตุ้นกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	ประเด็นนี้ตัดออกควรไปอยู่ในด้านทักษะการสื่อสาร
6. ความรู้เนื้อหาสาระการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่สอนหรือจัดให้ผู้เรียนในระดับต่างๆ ได้เรียน ซึ่งครอบคลุมความคิดรวบยอด ทฤษฎี กรอบความคิด กระบวนการพิสูจน์ หรือสร้างความรู้ แนวทางในการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาวิชาเหล่านั้น และส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหานั้น ซึ่งต้องมีความถูกต้องและทันสมัย และความเข้าใจธรรมชาติของความรู้และการสืบเสาะเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ต่างๆ	ประเด็นซ้ำซ้อนกันควรปรับให้เหมาะสมหรือนำประเด็นนี้ไปรวมกับประเด็นอื่น ประเด็นในนิยามศัพท์ไม่ต่างจาก 1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา และ 2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษาซึ่งเนื้อหาในนิยามมีความคล้ายคลึงกันไม่ค่อยแตกต่าง
6.1 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของเนื้อหาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21	ประเด็นเกี่ยวข้องกับ 2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา ในประเด็นเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
6.2 ความรู้และเข้าใจทฤษฎีแนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	ประเด็นเกี่ยวข้องกับ 1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา เกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

จากตาราง 11 พบว่า ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบด้านความรู้ (Knowledge) พิจารณาตัวบ่งชี้จากผู้เชี่ยวชาญ ได้ปรับปรุงในประเด็น ตัวบ่งชี้ที่ 6. ความรู้เนื้อหาสาระการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นั้น ผลสรุปจากผู้เชี่ยวชาญได้ให้เหตุผลว่า ประเด็นซ้ำซ้อนกัน ควรปรับให้เหมาะสมหรือนำประเด็นนี้ไปรวมกับประเด็นอื่น และปรับนิยามศัพท์

ของตัวบ่งชี้ให้มีความจำเพาะเจาะจง หรือเฉพาะลงไปในการส่งเสริมศึกษา ดังนั้น จากจำนวนตัวบ่งชี้ ทั้งหมด 6 ตัวบ่งชี้ พิจารณาเหลือเพียง 5 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย 1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนส่งเสริมศึกษา ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน 2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรส่งเสริมศึกษา ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน 3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน 4. ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนส่งเสริมศึกษา ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน 5. ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน



ตาราง 12 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความเหมาะสมของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอน
 สะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบด้านทักษะ(Skill)

ตัวบ่งชี้	\bar{x}	S.D.	แปลผล
1. การบูรณาการศาสตร์ความรู้ 4 สาขา	4.86	0.38	มากที่สุด
1.1 สามารถสร้างองค์ความรู้เห็นความสัมพันธ์ ระหว่างการบูรณาการ 4 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศวกรรม	4.43	0.53	มาก
1.2 สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียน เชื่อมโยงความรู้ ความคิด ทักษะ ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อแก้ไขปัญหาให้ได้ เป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	4.71	0.49	มากที่สุด
2. การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง	4.43	0.53	มาก
2.1 สามารถเชื่อมโยงความรู้เนื้อหาสาระกับ สถานการณ์ในบริบทต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการ ดำเนินชีวิตและเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน	4.14	0.38	มาก
2.2 สามารถจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนลงมือ ปฏิบัติเชื่อมโยงระหว่างความรู้ในเนื้อหานั้นจากส ถาการณ์จริงเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งจาก ประสบการณ์จริง	4.86	0.38	มากที่สุด
3. การทำงานร่วมกับผู้อื่น	4.57	0.53	มากที่สุด
3.1 แลกเปลี่ยนความรู้หรือข้อคิดเห็นเพื่อสร้างความ เข้าใจ สร้างความร่วมมือในการแก้ปัญหาร่วมกันทั้ง ภายในและภายนอกระหว่างบุคคลและชุมชน	4.71	0.49	มากที่สุด
3.2 มีส่วนร่วมในการวางแผนในการปฏิบัติงาน ร่วมกัน ในการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน เพื่อบรรลุ วัตถุประสงค์ร่วมกัน	4.71	0.76	มากที่สุด
3.3 การมีปฏิสัมพันธ์ทำงานร่วมกันกับผู้อื่นสามารถ ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ	3.14	0.38	ปานกลาง
4. การออกแบบการเรียนการสอน	4.71	0.49	มากที่สุด
4.1 สามารถออกแบบและจัดทำแผนการเรียนรู้ เพื่อ	4.71	0.49	มากที่สุด

ตัวบ่งชี้	\bar{x}	S.D.	แปลผล
ใช้ในการปฏิบัติการสอนให้เกิดคุณลักษณะที่ต้องการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา			
4.2 สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้ทักษะกระบวนการเพื่อพัฒนาทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21	4.57	0.53	มากที่สุด
5.การอำนวยความสะดวก	4.71	0.49	มากที่สุด
5.1 อำนวยความสะดวก หรือผู้สนับสนุนการเรียนรู้ ทำหน้าที่คอยจัดเตรียมอุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมนั้น ๆ เพื่อเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ได้เรียนรู้เต็มศักยภาพ	4.86	0.38	มากที่สุด
5.2 แนะนำแนวทางการเรียนรู้และให้ข้อมูลป้อนกลับ (feedback) ด้วยการเสริมแรงหรือสร้างแรงบันดาลใจ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจและสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้เต็มศักยภาพ	4.86	0.38	มากที่สุด
6. การประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน	4.86	0.38	มากที่สุด
6.1 สามารถประเมินกระบวนการและผลงานที่ได้จากกระบวนการของผู้เรียน โดยการประเมินสภาพจริง และสะท้อนผลการเรียนรู้ เพื่อการพัฒนาผู้เรียน	4.71	0.49	มากที่สุด
6.2 สามารถเลือกใช้วิธีการและเครื่องมือในการประเมินผลงานหรือผลการปฏิบัติงานได้อย่างเหมาะสม	4.57	0.53	มากที่สุด
7. การสื่อสาร	4.71	0.49	มากที่สุด
7.1 สามารถเลือกใช้วิธีการสื่อสารอย่างเหมาะสม เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ในการสื่อสาร	4.14	0.38	มาก
7.2 สามารถใช้ภาษาถ่ายทอด ความรู้ ความเข้าใจ ความคิด ความรู้สึก เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้และปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม	4.00	0.58	มาก
8. การใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน	4.86	0.38	มากที่สุด

ตัวบ่งชี้	\bar{X}	S.D.	แปลผล
8.1 สามารถใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน ถ่ายทอด ความรู้ไปยังผู้เรียนได้อย่างหลากหลายเพื่อพัฒนา ศักยภาพและความรู้เรื่องเทคโนโลยี (Technology Literacy)	4.43	0.53	มาก
8.2 สามารถใช้สื่อและเทคโนโลยีมาประเมินเพื่อการ พัฒนาผู้เรียน แลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูล ย้อนกลับ	4.29	0.49	มาก

จากตาราง 12 พบว่า องค์ประกอบด้านทักษะ(Skill) ตัวบ่งชี้ ทั้งหมด 8 ตัวบ่งชี้ มีพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 17 ด้าน มีค่าเฉลี่ยตัวบ่งชี้เท่ากับ 3.14-4.86 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 0.46-0.76 ซึ่งเกณฑ์การคัดเลือกตัวบ่งชี้ ที่ยอมรับได้ คือค่าเฉลี่ย (\bar{X}) มากกว่า 3.50 ขึ้นไป และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ไม่เกิน 1.00 ซึ่งตรวจสอบพบว่า มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) น้อยกว่า 3.50 มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 1 ตัวบ่งชี้ คือมีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 3.14 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 0.38 จึงตัดออก สรุปได้ว่า ตัวบ่งชี้องค์ประกอบด้านทักษะ(Skill) ประกอบด้วย 8 ตัวบ่งชี้ มีพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 16 ด้าน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงตัวบ่งชี้ โดยมีรายละเอียด ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 ผลการปรับปรุงตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ องค์ประกอบด้านทักษะ(Skill)

ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (เดิม)	ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (ปรับปรุง)
<p>1. ทักษะการบูรณาการศาสตร์ความรู้ 4 สาขา หมายถึง ความสามารถในการทำความเข้าใจและประยุกต์แนวคิด กระบวนการ เจตคติ วิธีคิดและธรรมชาติของความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ร่วมกัน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ ความคิด ทักษะ และประสบการณ์ที่มีความหมายหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้แบบองค์รวม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้</p>	<p>1. ทักษะการบูรณาการศาสตร์ความรู้ 4 สาขา หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์แนวคิด กระบวนการ เจตคติ วิธีคิดและความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ร่วมกัน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ ความคิด ทักษะ และประสบการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้แบบองค์รวม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้</p>
<p>1.1 สามารถสร้างองค์ความรู้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการบูรณาการ 4 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศวกรรม</p>	<p>1.1 ออกแบบกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และเห็นความสัมพันธ์ในการบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม</p>
<p>1.2 สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ ความคิด ทักษะทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อแก้ไขปัญหาให้ได้เป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม</p>	<p>1.2 สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อแก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม</p>
<p>2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับชีวิตจริง หมายถึง ความสามารถในการจัดการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหาวิชา โดยมีความคิดรวบยอดอย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น และนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยให้</p>	<p>2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับชีวิตจริง หมายถึง ความสามารถในการจัดการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหาวิชา โดยมีความคิดรวบยอดอย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น และนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้</p>

ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (เดิม)	ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (ปรับปรุง)
ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับกับชีวิตจริง	ที่ลึกซึ้ง และตรงกับชีวิตจริง
2.1 สามารถเชื่อมโยงความรู้เนื้อหาสาระกับสถานการณ์ในบริบทต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน	2.1 สามารถเชื่อมโยงความรู้เนื้อหาสาระกับสถานการณ์ในบริบทต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและเกิดขึ้นในชีวิตจริง
2.2 สามารถจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเชื่อมโยงระหว่างความรู้ในเนื้อหา นั้นจากสถานการณ์จริงเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งจากประสบการณ์จริง	2.2 สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ นำความรู้ในเนื้อหา นั้น มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง
<p>3. การทำงานร่วมกับผู้อื่น</p> <p>หมายถึง ความสามารถในการทำงาน และส่งเสริมหรือสร้างความร่วมมือกันทั้งภายในและภายนอก ระหว่างบุคคลและชุมชน แลกเปลี่ยนความรู้หรือข้อคิดเห็นเพื่อสร้างความเข้าใจ สร้างความร่วมมือในการแก้ปัญหาร่วมกัน และมีส่วนร่วมในวางแผนเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกัน ในการจัดประสบการณ์ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้สอดคล้องกับบริบทและสภาพแวดล้อมที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง</p>	<p>3. การทำงานร่วมกับผู้อื่น</p> <p>หมายถึง ความสามารถในการทำงาน และสร้างความร่วมมือกันทั้งภายในและภายนอก ระหว่างบุคคลและชุมชน <u>มีส่วนร่วมในการวางแผน</u> เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ <u>แก้ปัญหาร่วมกัน</u> ในการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้สอดคล้องกับบริบทและสภาพแวดล้อมที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง (ปรับการทักษะทำงานร่วมกันให้มีลักษณะเฉพาะสะเต็มศึกษา)</p>
3.1 แลกเปลี่ยนความรู้หรือข้อคิดเห็นเพื่อสร้างความเข้าใจ สร้างความร่วมมือในการแก้ปัญหาร่วมกันทั้งภายในและภายนอก ระหว่างบุคคลและชุมชน	3.1 สามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสื่อสารเพื่อสร้างความเข้าใจ สร้างความร่วมมือในการแก้ปัญหาร่วมกันทั้งภายในและภายนอก ระหว่างบุคคลและชุมชน
3.2 มีส่วนร่วมในการวางแผนในการปฏิบัติงานร่วมกัน ในการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกัน	3.2 <u>ทำงานร่วมกัน</u> และมีส่วนร่วมในการวางแผนในการปฏิบัติงานร่วมกัน ในการจัดประสบการณ์ ให้ผู้เรียน เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกัน
3.3 การมีปฏิสัมพันธ์ทำงานร่วมกันกับผู้อื่น	ปรับรวมกับข้อ3.2 ประเด็นทำงานร่วมกันกับ

ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (เดิม)	ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (ปรับปรุง)
สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ	ผู้อื่น
<p>4. ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน</p> <p>หมายถึง ความสามารถในการนำหลักการเรียนรู้และหลักการสอน นำมาออกแบบวางแผนด้าน สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ และกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอน พัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่คาดหวัง</p>	<p>4. ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน</p> <p>หมายถึง ความสามารถในการนำหลักการเรียนรู้และหลักการสอน<u>ตามแนวทางสะเต็มศึกษา</u> นำมาออกแบบวางแผนด้าน <u>กระบวนการ</u> สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ และกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอน พัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่คาดหวัง</p>
4.1 สามารถออกแบบและจัดทำแผนการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอนให้เกิดคุณลักษณะที่ต้องการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	4.1 สามารถออกแบบและจัดทำแผนการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอนให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะที่ต้องการตามแนวทางสะเต็มศึกษา
4.2 สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ทักษะกระบวนการ เพื่อพัฒนาทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21	4.2 สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ทักษะกระบวนการและสื่อเพื่อพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21
<p>5. ทักษะการอำนวยความสะดวก</p> <p>หมายถึง ความสามารถของครูผู้สอนในการอำนวยความสะดวก <u>แนะแนวทางการเรียนรู้</u> เป็นผู้จัดบรรยากาศการเรียนรู้ เป็นผู้เสริมแรง และให้ข้อมูลป้อนกลับ (feedback) <u>ส่งผลกระทบต่อกระบวนการคิด</u> ของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ และสร้างความรู้ด้วยตนเอง</p>	<p>5. ทักษะการอำนวยความสะดวก</p> <p>หมายถึง ความสามารถของครูผู้สอนในการอำนวยความสะดวก<u>ในการเรียนรู้</u> <u>แนะแนวทางการเรียนรู้</u> และเป็นผู้จัดบรรยากาศการเรียนรู้ เป็นผู้เสริมแรง และให้ข้อมูลป้อนกลับ (feedback) <u>เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด</u> สามารถค้นคว้าหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง</p>
5.1 อำนวยความสะดวก หรือผู้สนับสนุนการเรียนรู้ ทำหน้าที่คอยจัดเตรียมอุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมนั้น ๆ เพื่อเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ได้	5.1 ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ ทำหน้าที่คอยจัดเตรียมสถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรม เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (เดิม)	ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (ปรับปรุง)
<u>เรียนรู้ได้เต็มศักยภาพ</u>	<u>ให้เรียนรู้ได้เต็มศักยภาพ</u>
5.2 แน่แนวทางการเรียนรู้และให้ข้อมูล ป้อนกลับ (feedback) ด้วยการเสริมแรงหรือ สร้างแรงบันดาลใจ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความ มั่นใจและสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ได้เต็มศักยภาพ	5.2 แน่แนวทางการเรียนรู้และให้ข้อมูล ป้อนกลับ (feedback) ด้วยการเสริมแรงหรือ สร้างแรงบันดาลใจ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความ มั่นใจในการค้นคว้าหาความรู้และสร้างความรู้ ด้วยตนเองได้เต็มศักยภาพ
6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงาน และผลงานของผู้เรียน หมายถึง ความสามารถในการประเมินผู้เรียน ระหว่างและหลังการปฏิบัติกิจกรรม โดย ใช้วิธีการที่หลากหลายและให้ข้อมูลย้อนกลับ ในด้านประเมินกระบวนการทำงานของผู้เรียน รวมถึงผลงานที่เกิดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการ พัฒนาตนเองอย่างเหมาะสม	6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงาน และผลงานของผู้เรียน หมายถึง ความสามารถในการประเมิน ผู้เรียนระหว่างและหลังการปฏิบัติกิจกรรม <u>การเรียนรู้</u> โดยใช้วิธีการประเมินที่ หลากหลายและให้ข้อมูลย้อนกลับ ในด้าน กระบวนการทำงานของผู้เรียนรวมถึงผลงาน ที่เกิดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการพัฒนาตนเอง อย่างเหมาะสม
6.1 สามารถประเมินกระบวนการและผลงาน ที่ได้จากกระบวนการของผู้เรียน โดยการ ประเมินสภาพจริง และสะท้อนผลการเรียนรู้ เพื่อการพัฒนาผู้เรียน	6.1 สามารถประเมินกระบวนการปฏิบัติงาน และผลงานที่ได้จากการเรียนรู้ของผู้เรียน โดย การประเมินตามสภาพจริง และสะท้อนผล การเรียนรู้ เพื่อการพัฒนาผู้เรียน
6.2 สามารถเลือกใช้วิธีการและเครื่องมือใน การประเมินผลงานหรือผลการปฏิบัติงานได้ อย่างเหมาะสม	6.2 สามารถเลือกใช้วิธีการและเครื่องมือใน การผลการปฏิบัติงานหรือประเมินผลงานได้ อย่างเหมาะสม
7. ทักษะการสื่อสาร หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอด ข่าวสาร ข้อมูล ความรู้ ประสบการณ์ ความ คิดเห็น ความรู้สึก หรือความต้องการจากผู้ส่ง <u>สาร</u> โดยผ่านสื่อต่างๆ ไปยัง <u>ผู้รับสาร</u> ด้วย วิธีการหลากหลายรูปแบบและเหมาะสมเข้า กับสถานการณ์เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายต่างๆ	7. ทักษะการสื่อสาร หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอด ข่าวสาร ข้อมูล ความรู้ ประสบการณ์ ความ คิดเห็น ความรู้สึก หรือความต้องการจาก <u>ครูผู้สอน</u> โดยผ่านสื่อต่างๆ ไปยัง <u>ผู้เรียน</u> ด้วย วิธีการหลากหลายรูปแบบและเหมาะสมเข้า กับสถานการณ์เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายต่างๆ

ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (เดิม)	ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (ปรับปรุง)
ในการสอนสะเต็มศึกษา	ในการสอนสะเต็มศึกษา
7.1 สามารถเลือกใช้วิธีการสื่อสารอย่างเหมาะสมเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ในการสื่อสาร	7.1 สามารถเลือกใช้วิธีการและสื่อต่าง ๆ ในการสื่อสาร อย่างเหมาะสมเข้ากับสถานการณ์ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์
7.2 สามารถใช้ภาษาถ่ายทอด ความรู้ ความเข้าใจ ความคิด ความรู้สึก <u>เพื่อให้</u> นักเรียน <u>เรียนรู้และปฏิบัติ</u> ได้อย่างเหมาะสม	7.2 สามารถถ่ายทอด ความรู้ ความเข้าใจ ความคิด ความรู้สึก <u>เพื่อให้</u> ผู้เรียนได้ <u>เรียนรู้และปฏิบัติ</u> ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
<p>8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและการสอน</p> <p>หมายถึง ความสามารถในการนำเครื่องมือ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีอยู่ในปัจจุบัน มาใช้ในการสื่อสาร การปฏิบัติงาน และสามารถใช่วิสตุ อุปกรณ์และวิธีการ สื่อกลางให้ผู้สอนสามารถส่ง หรือถ่ายทอด ความรู้ไปยังผู้เรียนเพื่อพัฒนาศักยภาพและ <u>ความรู้เรื่องเทคโนโลยี (Technology Literacy)</u> ให้ กับ ผู้ เรี ย น ได้ อย่ าง มี ประสิทธิภาพ</p>	<p>8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและการสอน</p> <p>หมายถึง ความสามารถในการนำเครื่องมือ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีอยู่ในปัจจุบัน มาใช้ในการสื่อสาร การปฏิบัติงาน และสามารถใช่วิสตุ อุปกรณ์และวิธีการ เป็น สื่อกลาง ให้ผู้สอนสามารถถ่ายทอดความรู้ไปยังผู้เรียน เพื่อพัฒนาศักยภาพ และ<u>การรู้เรื่องเทคโนโลยี (Technology Literacy)</u> ให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ</p>
8.1 สามารถใช้เทคโนโลยีและการสอนถ่ายทอดความรู้ไปยังผู้เรียนได้อย่างหลากหลายเพื่อพัฒนาศักยภาพและ <u>ความรู้เรื่องเทคโนโลยี (Technology Literacy)</u>	8.1 สามารถใช้เทคโนโลยีและการสอนถ่ายทอดความรู้ไปยังผู้เรียนได้อย่างหลากหลายเพื่อพัฒนาศักยภาพและ <u>การรู้เรื่องเทคโนโลยี (Technology Literacy)</u>
8.2 สามารถใช้สื่อและเทคโนโลยีมาประเมินเพื่อการพัฒนาผู้เรียน แลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับ	8.2 สามารถใช้สื่อและเทคโนโลยีมาประเมินเพื่อการพัฒนาผู้เรียน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อมูลย้อนกลับ

จากตาราง 13 พบว่า ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบด้านทักษะ (Skill) ที่ได้จากการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ ในประเด็นการทำงานร่วมกัน ข้อที่ 3.3 มีความซ้ำซ้อน ให้ปรับนำมารวมกับประเด็น ข้อที่ 3.2 และในประเด็นอื่น ๆ ให้มีการปรับข้อความ ให้มีลักษณะของนิยามศัพท์ หรือข้อความที่มีความเฉพาะกับสะเต็มศึกษา ดังนั้น องค์ประกอบด้านทักษะ (Skill) ประกอบด้วย ทั้งหมด 8 ตัวบ่งชี้ที่ 1. ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน 2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับชีวิตจริง ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน 3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 3 ด้าน 4. ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย พฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน 5. ทักษะการอำนวยความสะดวก ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน 6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน ประกอบด้วย พฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน 7. ทักษะการสื่อสาร ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน 8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน



ตาราง 14 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความเหมาะสมของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอน
 สะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ(Traits)

ตัวบ่งชี้	\bar{x}	S.D.	แปลผล
1. คิดอย่างเป็นระบบ	4.86	0.38	มากที่สุด
1.1 การมองอย่างองค์รวมครบวงจรและบริบทที่เกี่ยวข้อง ไม่แยกเป็นส่วนๆ และเข้าใจรูปแบบความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างส่วนต่างๆ ครบทั้งระบบ	4.29	0.49	มาก
1.2 การเพิ่มวิธีคิด ใช้วิธีคิดหลายๆแบบในเวลาเดียวกัน ในแต่ละสถานการณ์มีหลักเกณฑ์และเหตุผล โดยใช้ข้อมูลหลากหลายให้สัมพันธ์กันเป็นองค์รวม	3.29	0.49	ปานกลาง
1.3 ประเมินสถานการณ์ วิเคราะห์ปัญหา ภาพรวมของงานทั้งหมดเชื่อมโยงเป็นเหตุเป็นผลไม่คลุมเครือทำให้เข้าใจเรื่องนั้น ๆ อย่างชัดเจน	4.29	0.49	มาก
2. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอนสะเต็มศึกษา	5.00	0.00	มากที่สุด
2.1 เห็นคุณค่าและเชื่อในการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในการพัฒนาผู้เรียน	4.86	0.38	มากที่สุด
2.2 ความภาคภูมิใจและเชื่อว่าความรู้ที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริงได้	3.43	0.53	ปานกลาง
2.3 แสดงออกพฤติกรรมของความรู้สึก อารมณ์ ในด้านดีต่อการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.71	0.49	มากที่สุด
3. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	4.86	0.38	มากที่สุด
3.1 คิดดัดแปลงหรือมีความคิดที่แตกต่างไม่ซ้ำกันกับผู้อื่น และสามารถคิดริเริ่มที่จะดัดแปลงจากเดิมที่มีอยู่ให้มีความแตกต่างและมีความแปลกใหม่น่าสนใจ	3.71	0.49	มาก
3.2 คิดได้หลายทางอย่างอิสระสามารถดัดแปลงความรู้ หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลาย ๆ	4.29	0.49	มาก

ตัวบ่งชี้	\bar{X}	S.D.	แปลผล
ด้าน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาในการเรียนการสอน			
3.3 คิดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เห็นภาพชัดเจน เป็นแผนงานที่สมบูรณ์ขึ้น หรือขยายความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ขึ้น	4.57	0.53	มากที่สุด
3.4 ความคิดในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว และสามารถที่จะคิดค้นสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด	4.29	0.49	มาก

จากตาราง 14 พบว่า องค์กรประกอบด้วยคุณลักษณะ(Traits) ตัวบ่งชี้ ทั้งหมด 3 ตัวบ่งชี้ มีพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 10 ด้าน มีค่าเฉลี่ยตัวบ่งชี้เท่ากับ 3.29-5.00 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 0.00-0.53 ซึ่งเกณฑ์การคัดเลือกตัวบ่งชี้ ที่ยอมรับได้ คือค่าเฉลี่ย (\bar{X}) มากกว่า 3.50 ขึ้นไป และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ไม่เกิน 1.00 ซึ่งตรวจสอบพบว่า ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) น้อยกว่า 3.50 มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 2 ตัวบ่งชี้ คือ มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 3.29,3.43 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 0.49,0.53 จึงตัดทิ้ง สรุปได้ว่า ตัวบ่งชี้ องค์กรประกอบด้วยคุณลักษณะ(Traits) ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ มีพฤติกรรมตัวบ่งชี้ จำนวน 8 ด้าน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด นอกจากนี้ผู้เขียนได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงตัวบ่งชี้ โดยมีรายละเอียด ดังแสดงในตาราง 15

ตาราง 15 ผลการปรับปรุงตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ(Traits)

ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (เดิม)	ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (ปรับปรุง)
<p>1. การคิดอย่างเป็นระบบ หมายถึง ลักษณะบุคคลที่แสดงออกถึงการคิดอย่างมีระบบระเบียบ การมองภาพรวมของงาน และเห็นความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของส่วนประกอบย่อย ๆ ประเมินสถานการณ์ วิเคราะห์ ปัญหา ตัดสินใจ คิดเชื่อมโยงอย่างเป็นเหตุเป็นผลที่เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง</p>	<p>1. การคิดอย่างเป็นระบบ หมายถึง ลักษณะบุคคลที่แสดงออกถึงการคิดอย่างมีระบบระเบียบ การมองภาพรวมของงาน และเห็นความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของส่วนประกอบย่อย ๆ ประเมินสถานการณ์ วิเคราะห์ ปัญหา ตัดสินใจ คิดเชื่อมโยงอย่างเป็นเหตุเป็นผลที่เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง <u>ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา</u></p>
<p>1.1 การมองอย่างองค์รวมครบวงจรและบริบทที่เกี่ยวข้อง ไม่แยกเป็นส่วนๆ และเข้าใจรูปแบบ <u>ความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างส่วนต่างๆ ครบทั้งระบบ</u></p>	<p>1.1 <u>การคิดอย่างองค์รวมในบริบทที่</u> เกี่ยวข้อง ไม่แยกเป็นส่วน ๆ และเชื่อมโยงระหว่างส่วนต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กัน ครบทั้งระบบ</p>
<p>1.2 การเพิ่มวิธีคิด ใช้วิธีคิดหลายๆแบบในเวลาเดียวกัน ในแต่ละสถานการณ์มีหลักเกณฑ์และเหตุผล โดยใช้ข้อมูลหลากหลายให้สัมพันธ์กัน <u>เป็นองค์รวม</u></p>	<p><u>เข้าซ้และสอดคล้องกับความคิดริเริ่ม</u> สร้างสรรค์ และไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์ และประเด็น โดยใช้ข้อมูลหลากหลายให้สัมพันธ์กันเป็นองค์รวม <u>เข้าซ้กับ 1.1</u></p>
<p>1.3 ประเมินสถานการณ์ วิเคราะห์ปัญหา ภาพรวมของงานทั้งหมดเชื่อมโยงเป็นเหตุเป็นผล ไม่คลุมเครือทำให้เข้าใจเรื่องนั้น ๆ อย่างชัดเจน</p>	<p>1.2 ประเมินสถานการณ์ วิเคราะห์ปัญหา ภาพรวมของงานทั้งหมดเชื่อมโยงเป็นเหตุเป็นผลไม่คลุมเครือทำให้เข้าใจเรื่องนั้น ๆ อย่างชัดเจน</p>
<p>2. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้สึก ความคิดหรือความเชื่อ ใ้บุคคลแสดงออกพฤติกรรมของความรู้สึก อารมณ์จากสภาพจิตใจ มีการโต้ตอบ ตลอดจนการแสดงออกในด้านดี ต่อบุคคลหรือเรื่องราวใด ๆ เรื่องราวหนึ่ง ในการดำเนินงานและจัด</p>	<p>2. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้สึก ความคิดหรือความเชื่อ <u>ทำให้</u>บุคคลแสดงออกพฤติกรรมของความรู้สึก อารมณ์จากสภาพจิตใจ มีการโต้ตอบ ตลอดจนการแสดงออกในด้านดี ต่อบุคคลหรือเรื่องราวใดๆ ๆ เรื่องราว</p>

ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (เดิม)	ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (ปรับปรุง)
กิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา	หนึ่ง ในการดำเนินงานเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา
2.1 เห็นคุณค่าและเชื่อในการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในการพัฒนาผู้เรียน	2.1 เห็นคุณค่าและเชื่อในการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21
2.2 ความภาคภูมิใจและเชื่อว่าความรู้ที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริงได้	ข้อความประเด็นในเนื้อหาสอดคล้องกับข้อ2.1
2.3 แสดงออกพฤติกรรมของความรู้สึก อารมณ์ในด้านดีต่อการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	2.2 แสดงออกพฤติกรรมของความรู้สึก อารมณ์ ในด้านดี ต่อการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
3. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ลักษณะของบุคคลมีกระบวนการทาง ความคิดหลาย ๆอย่างมารวมกันเพื่อสร้างสรรค์ สิ่งใหม่หรือแก้ปัญหาให้ดีขึ้น โดยมีลักษณะการ คิดริเริ่ม การคิดยืดหยุ่น การคิดละเอียดละออ และการคิดคล่อง และนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ต่อผู้เรียนในการสอนสะเต็มศึกษา	3. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ลักษณะกระบวนการทาง ความคิดหลาย ๆ อย่างมารวมกันเพื่อ สร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือแก้ปัญหาให้ดีขึ้น โดยมีลักษณะการคิดริเริ่ม การคิดยืดหยุ่น การคิดละเอียดละออ และการคิดคล่อง และนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนใน การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
3.1 คิดดัดแปลงหรือมีความคิดที่แตกต่างไม่ซ้ำกันกับผู้อื่น และสามารถคิดริเริ่มที่จะดัดแปลงจากเดิมที่มีอยู่ให้มีความแตกต่างและมีความแปลกใหม่น่าสนใจ	3.1 คิดริเริ่มหรือคิดดัดแปลงจากเดิมที่มีอยู่ให้มีความแตกต่างและมีความแปลกใหม่น่าสนใจ
3.2 คิดได้หลายทางอย่างอิสระสามารถดัดแปลงความรู้ หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลาย ๆ ด้าน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาในการเรียนการสอน	3.2 คิดได้หลายทางอย่างอิสระสามารถดัดแปลงความรู้ หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลาย ๆ ด้าน
3.3 คิดเป็นขั้นตอน ขยายความคิด รายละเอียดอธิบายเชื่อมโยงให้เห็นภาพชัดเจน เป็นแผนงาน	3.3 คิดเป็นขั้นตอน ขยายความคิด และรายละเอียด ในการอธิบายเชื่อมโยงให้เห็น

ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (เดิม)	ตัวบ่งชี้/นิยามศัพท์ (ปรับปรุง)
ที่สมบูรณ์ขึ้น หรือครั้งแรกให้สมบูรณ์ขึ้น	ภาพชัดเจน
3.4 <u>ความคิด</u> ในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และสามารถที่จะคิดค้นสิ่งที่ต้องการ ภายในเวลาที่กำหนด	3.4 <u>การคิด</u> อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และสามารถที่จะคิดค้นสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด

จากตาราง 15 พบว่า ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านคุณลักษณะ(Traits) ที่ได้จากการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ ในประเด็นการคิดอย่างเป็นระบบ ในประเด็น ข้อที่ 1.2 ข้อความมีความซ้ำซ้อนและยังไม่ตรงกับตัวบ่งชี้ จึงให้มีการปรับรวมข้อความ กับประเด็นอื่น และทัศนคติเชิงบวกในการสอนสะเต็มศึกษา ประเด็น ข้อที่ 2.2 ข้อความมีความซ้ำซ้อน ให้ปรับรวมกับ ข้อที่ 2.1 และความคิดสร้างสรรค์ ให้มีการปรับข้อความให้กระชับ และลดความซ้ำซ้อนของข้อความ ดังนั้น ด้านคุณลักษณะ(Traits) ประกอบด้วย จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ 1. การคิดอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน 2. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน 3. ความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 2 ด้าน

ตาราง 16 แสดงตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 องค์กรประกอบด้านความรู้ (Knowledge) องค์กรประกอบด้านทักษะ (Skill) ด้านคุณลักษณะ(Traits)

นิยามศัพท์	ตัวบ่งชี้
ด้านความรู้ (Knowledge)	
1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้และความเข้าใจของครูเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ และเป้าหมายของการสอนสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้ต่างๆ และนำความรู้เหล่านั้นไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ สร้างสรรค์นวัตกรรม และใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับสถานการณ์ในชีวิตจริง	1.1 ความรู้ความเข้าใจแนวคิด กระบวนการ รูปแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเป้าหมายการรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy) การรู้คณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) การรู้เทคโนโลยี (Technology Literacy) การรู้เรื่องวิศวกรรม (Engineering Literacy)
	1.2 ความรู้ความเข้าใจในการบูรณาการความรู้ในระดับต่าง ๆ สอดคล้องกับการสอนสะเต็ม
2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้มวลประสบการณ์ทางการเรียนรู้ ที่กำหนดไว้ในรายวิชา กลุ่มวิชา เนื้อหาสาระ ทักษะกระบวนการ ที่ได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียนในการสอนแบบบูรณาการความรู้ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ตามหลักสูตร มาตรฐาน ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน	2.1 ความรู้ตามหลักสูตร มาตรฐาน ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานในการบูรณาการความรู้รายวิชา กลุ่มวิชา เนื้อหาสาระ ทักษะกระบวนการ ที่สอดคล้องกับสะเต็มศึกษา
	2.2 ความรู้และเข้าใจแนวคิดและเนื้อหาวิชา สาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่สอนหรือจัดให้ผู้เรียนในระดับต่าง ๆ
3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน หมายถึง ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้พื้นฐาน ทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ และความแตกต่างระหว่างบุคคล และรวมไปถึงแนวคิด เนื้อหาวิชาที่คลาดเคลื่อนของ	3.1 ความรู้และความเข้าใจในการตรวจสอบความรู้พื้นฐาน ทักษะที่จำเป็น และความเข้าใจเนื้อหาวิชาที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน
	3.2 ความรู้และเข้าใจความแตกต่างระหว่างบุคคล ความสนใจ บริบทและวิธีการเรียนรู้ของ

นียมศัพท์	ตัวบ่งชี้
ผู้เรียน ทำให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีระหว่างผู้เรียนและผู้สอน	ผู้เรียน
4. ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนเพิ่มเติมศึกษา หมายถึง ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิค วิธีการต่างๆ เพื่อกระตุ้นและส่งเสริมกระบวนการสอน ขั้นตอนการสอน หรือการกระทำต่างๆ ในการสอนให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองที่สอดคล้องกับแนวทางการสอนเพิ่มเติมศึกษา	<p>4.1 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิค วิธีการ กระบวนการ เพื่อส่งเสริมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษา</p> <p>4.2 ความรู้ในการเลือกใช้วิธีการสอนต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับธรรมชาติวิชา และผู้เรียนตามแนวทางการสอนเพิ่มเติมศึกษา</p>
5. ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับการประเมินตามสภาพจริง ที่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะและคุณลักษณะของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 จากการบูรณาการความรู้ 4 ศาสตร์ สอดคล้องกับเป้าหมายของการสอนเพิ่มเติม	<p>5.1 ความรู้ในวิธีการประเมินที่หลากหลาย ทั้งด้านความรู้ ทักษะและคุณลักษณะของผู้เรียน สอดคล้องกับเพิ่มเติมศึกษา</p> <p>5.2 ความรู้ในการออกแบบการประเมินและเลือกเครื่องมือประเมินผลตรงตามสภาพจริง สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษา</p>
องค์ประกอบด้านทักษะ (Skill)	
1. ทักษะการบูรณาการศาสตร์ความรู้ 4 สาขา หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์แนวคิด กระบวนการ เจตคติ วิธีคิด และความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ร่วมกัน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียน เชื่อมโยงความรู้ ความคิด ทักษะ และประสบการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้แบบองค์รวม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน	<p>1.1 ออกแบบกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และเห็นความสัมพันธ์ในการบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม</p> <p>1.2 สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียน เชื่อมโยงความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อแก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม</p>

นิยามศัพท์	ตัวบ่งชี้
ชีวิตจริงได้	
<p>2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาเกี่ยวกับชีวิตจริง หมายถึง ความสามารถในการจัดการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหาวิชา โดยมีความคิดรวบยอดอย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น และนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ที่ลึกซึ้ง และตรงกับชีวิตจริง</p>	<p>2.1 สามารถเชื่อมโยงความรู้เนื้อหาสาระกับสถานการณ์ในบริบทต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและเกิดขึ้นในชีวิตจริง</p> <p>2.2 สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัตินำความรู้ในเนื้อหานั้น มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง</p>
<p>3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น หมายถึง ความสามารถในการทำงาน และสร้างความร่วมมือกันทั้งภายในและภายนอกระหว่างบุคคลและชุมชน มีส่วนร่วมในการวางแผน เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แก้ปัญหาร่วมกัน ในการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ สอดคล้องกับบริบทและสภาพแวดล้อมที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง</p>	<p>3.1 สามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสื่อสารเพื่อสร้างความเข้าใจ สร้างความร่วมมือในการแก้ปัญหาร่วมกันทั้งภายในและภายนอกระหว่างบุคคลและชุมชน</p> <p>3.2 ทำงานร่วมกัน และมีส่วนร่วมในการวางแผนในการปฏิบัติงานร่วมกัน ในการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกัน</p>
<p>4. ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน หมายถึง ความสามารถในการนำหลักการเรียนรู้และหลักการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา นำมาออกแบบวางแผนด้านกระบวนการ สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ และกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอน พัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่คาดหวัง</p>	<p>4.1 สามารถออกแบบและจัดทำแผนการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอนให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะที่ต้องการตามแนวทางสะเต็มศึกษา</p> <p>4.2 สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้ทักษะกระบวนการและสื่อเพื่อพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21</p>
<p>5. ทักษะการอำนวยความสะดวก</p>	<p>5.1 ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ ทำหน้าที่</p>

นียมศัพท์	ตัวบ่งชี้
<p>หมายถึง ความสามารถของครูผู้สอนในการอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ และแนะแนวทางการเรียนรู้ และเป็นผู้จัดบรรยากาศการเรียนรู้ เป็นผู้เสริมแรง และให้ข้อมูลป้อนกลับ (feedback) เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด สามารถค้นคว้าหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง</p>	<p>คอยจัดเตรียมสถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรม เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เรียนรู้ได้เต็มศักยภาพ</p> <p>5.2 แนะนำแนวทางการเรียนรู้และให้ข้อมูลป้อนกลับ (feedback) ด้วยการเสริมแรงหรือสร้างแรงบันดาลใจ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการค้นคว้าหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองได้เต็มศักยภาพ</p>
<p>6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน</p> <p>หมายถึง ความสามารถในการประเมินผู้เรียนระหว่างและหลังการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายและให้ข้อมูลย้อนกลับ ในด้านกระบวนการทำงานของผู้เรียนรวมถึงผลงานที่เกิดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการพัฒนาตนเองอย่างเหมาะสม</p>	<p>6.1 สามารถประเมินกระบวนการปฏิบัติงานและผลงานที่ได้จากการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการประเมินตามสภาพจริง และสะท้อนผลการเรียนรู้ เพื่อการพัฒนาผู้เรียน</p> <p>6.2 สามารถเลือกใช้วิธีการและเครื่องมือในการผลการปฏิบัติงานหรือประเมินผลงานได้อย่างเหมาะสม</p>
<p>7. ทักษะการสื่อสาร</p> <p>หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดข่าวสาร ข้อมูล ความรู้ ประสบการณ์ ความคิดเห็น ความรู้สึก หรือความต้องการจากครูผู้สอน โดยผ่านสื่อต่างๆ ไปยังผู้เรียนด้วยวิธีการหลากหลายรูปแบบและเหมาะสมเข้ากับสถานการณ์เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายต่างๆ ในการสอนเพิ่มเติมศึกษา</p>	<p>7.1 สามารถเลือกใช้วิธีการและสื่อต่าง ๆ ในการสื่อสาร อย่างเหมาะสมเข้ากับสถานการณ์ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์</p> <p>7.2 สามารถถ่ายทอด ความรู้ ความเข้าใจ ความคิด ความรู้สึก เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และปฏิบัติ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม</p>
<p>8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน</p> <p>หมายถึง ความสามารถในการนำเครื่องมือ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีอยู่ใน</p>	<p>8.1 สามารถใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอนถ่ายทอดความรู้ไปยังผู้เรียนได้อย่างหลากหลาย เพื่อพัฒนาศักยภาพและการรู้เรื่องเทคโนโลยี</p>

นิยามศัพท์	ตัวบ่งชี้
<p>ปัจจุบัน มาใช้ในการสื่อสาร การปฏิบัติงาน และสามารถใช้วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ เป็นสื่อกลาง ให้ผู้สอนสามารถถ่ายทอด ความรู้ไปยังผู้เรียน เพื่อพัฒนาศักยภาพ และการรู้เรื่องเทคโนโลยี (Technology Literacy) ให้กับผู้เรียนได้ อย่างมีประสิทธิภาพ</p>	<p>(Technology Literacy)</p> <p>8.2 สามารถใช้สื่อและเทคโนโลยีมาประเมิน เพื่อการพัฒนาผู้เรียน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และ ให้ข้อมูลย้อนกลับ</p>
ด้านคุณลักษณะ(Traits)	
<p>1. การคิดอย่างเป็นระบบ หมายถึง ลักษณะบุคคลที่แสดงออกถึงการ คิดอย่างมีระบบระเบียบ การมองภาพรวม ของงาน และเห็นความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ของส่วน ประกอบย่อย ๆ ประเมิน สถานการณ์ วิเคราะห์ ปัญหา ตัดสินใจ คิด เชื่อมโยงอย่างเป็นเหตุเป็นผล ที่เกี่ยวกับ เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ในการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษา</p>	<p>1.1 การคิดอย่างองค์รวมในบริบทที่เกี่ยวข้อง ไม่แยกเป็นส่วน ๆ และเชื่อมโยงระหว่างส่วน ต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กันครบทั้งระบบ</p> <p>1.2 ประเมินสถานการณ์ วิเคราะห์ปัญหา ภาพรวมของงานทั้งหมดเชื่อมโยงเป็นเหตุเป็น ผลไม่คลุมเครือทำให้เข้าใจเรื่องนั้น ๆ อย่าง ชัดเจน</p>
<p>2. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอนสะเต็ม ศึกษา หมายถึง ความรู้สึก ความคิดหรือ ความเชื่อ ทำให้บุคคลแสดงออกพฤติกรรม ของความรู้สึก อารมณ์จากสภาพจิตใจ มี การโต้ตอบ ตลอดจนการแสดงออกในด้านดี ต่อบุคคลหรือเรื่องราวใดๆ ๆ เรื่องราวหนึ่ง ในการดำเนินงานเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา</p>	<p>2.1 เห็นคุณค่าและเชื่อในการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มี ทักษะในศตวรรษที่ 21</p> <p>2.2 แสดงออกพฤติกรรมของความรู้สึก อารมณ์ ในด้านดี ต่อการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม ศึกษา</p>
<p>3. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ลักษณะกระบวนการทางความคิด หลาย ๆ อย่างมารวมกันเพื่อสร้างสรรค์สิ่ง ใหม่หรือแก้ปัญหาให้ดีขึ้น โดยมีลักษณะการ</p>	<p>3.1 คิดริเริ่มหรือคิดดัดแปลงจากเดิมที่มีอยู่ให้มี ความแตกต่างและมีความแปลกใหม่น่าสนใจ</p> <p>3.2 คิดได้หลายทางอย่างอิสระสามารถ ดัดแปลงความรู้ หรือประสบการณ์ ให้เกิด</p>

นิยามศัพท์	ตัวบ่งชี้
คิดริเริ่ม การคิดยืดหยุ่น การคิดละเอียดละออ และการคิดคล่อง และนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนในการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	ประโยชน์หลาย ๆ ด้าน
	3.3 คิดเป็นขั้นตอน ขยายความคิด และรายละเอียด ในการอธิบายเชื่อมโยงให้เห็นภาพชัดเจน
	3.4 การคิดอย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และสามารถที่จะคิดค้นสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด

จากตาราง 16 จากผลการศึกษา ตอนที่ 1 การศึกษาสังเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ 16 ตัวบ่งชี้ ดังนี้ องค์ประกอบด้านความรู้ (Knowledge) ทั้งหมด 5 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย 1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา 2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา 3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน 4. ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา 5. ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ องค์ประกอบด้านทักษะ (Skill) ประกอบด้วย ทั้งหมด 8 ตัวบ่งชี้ที่ 1. ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา 2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาในชีวิตจริง 3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น 4. ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน 5. ทักษะการอำนวยความสะดวก 6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน 7. ทักษะการสื่อสาร 8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน ด้านคุณลักษณะ (Traits) ด้านคุณลักษณะ (Traits) ประกอบด้วย จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ 1. การคิดอย่างเป็นระบบ 2. ทักษะการเชิงบวกในการสอน STEM 3. ความคิดสร้างสรรค์ และผู้วิจัยได้นำตัวบ่งชี้ที่ได้นำไปพัฒนาเครื่องมือ เพื่อศึกษาความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ต่อไป

ตอนที่ 2 ผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

จากผลการศึกษาตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้สังเคราะห์และปรับปรุงการพิจารณาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ 1. องค์ประกอบสมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge) จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ 2. องค์ประกอบด้านทักษะ (Skill) จำนวน 8 ตัวบ่งชี้ 3. องค์ประกอบสมรรถนะด้านคุณลักษณะ (Traits) จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ รวมทั้ง 16 ตัวบ่งชี้ และ

นำมาดำเนินการต่อในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งได้ผลการศึกษาตอนที่ 2 แบ่งออกเป็น 3 ตอน โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 2.1 ผลการพัฒนาแบบทดสอบวัดความรู้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ผู้วิจัยได้นำตัวบ่งชี้ในองค์ประกอบสมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge) ทั้งหมด 5 ตัวบ่งชี้นำมาสร้างข้อสอบ และจัดทำเป็นแบบทดสอบวัดสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านความรู้ (Knowledge) ทั้งหมด จำนวน 50 ข้อ โดยมีรายละเอียดผลการดำเนินการดังนี้

2.1.1 ผลการพัฒนาข้อสอบวัดสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบสมรรถนะด้านความรู้(Knowledge)

ตาราง 17 ผลการพิจารณาความสอดคล้อง (IOC) ข้อสอบวัดสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบด้านความรู้(Knowledge)

ตัวบ่งชี้	ข้อที่ผ่าน IOC	ข้อที่ผ่าน		จำนวนข้อ
		ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก	ข้อที่นำมาใช้	
1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	10
2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา	13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24	12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21	12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21	10
3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน	25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35	23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32	23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32	10
4. ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48	33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 42, 43, 44	33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 42, 43, 44	10
5. ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้	49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60	45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56	45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 55, 56	10
รวม	56	51	50	

จากตาราง 17 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น จำนวน 60 ข้อ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม โดยการตรวจสอบด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกัน ได้ข้อสอบที่สามารถนำไปใช้ได้ จำนวน 56 ข้อ ดังตาราง 30 ปรับข้อคำถามและความถูกต้องตามหลักภาษาให้เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบกับครู โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก-อุตรดิตถ์ จำนวน 30 คน และนำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน โดยให้ข้อถูกได้ 1 ข้อที่ผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 แล้วรวมคะแนนของแต่ละคน แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อแบบอิงกลุ่ม เพื่อหาค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก(Discrimination) ของข้อสอบ โดยมีเกณฑ์ในการเลือกข้อสอบแบบอิงกลุ่ม คือ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก รายข้อตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป หรือค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง 0.20-1.00 มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ตามวิธีของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ได้แก่สูตร KR-20 และมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.95 จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้งหมด จำนวน 56 ข้อ และพิจารณาคัดเลือกข้อสอบไว้ 50 ข้อ โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาของตัวบ่งชี้ แบบทดสอบวัดสมรรถนะครูผู้สอน ดังตาราง 30 และ ตาราง 31

ตอนที่ 2.2 ผลการพัฒนาแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ(Skill) สมรรถนะด้านคุณลักษณะ(Traits)

ผู้วิจัยได้นำตัวบ่งชี้ในองค์ประกอบสมรรถนะด้านทักษะ(Skill) ทั้งหมด 8 ตัวบ่งชี้ และองค์ประกอบสมรรถนะด้านคุณลักษณะ(Traits) ทั้งหมด 3 ตัวบ่งชี้ จากขั้นตอนที่ 1 นำมาสร้างข้อคำถาม และจัดทำเป็นแบบสอบถามสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ(Skill) ด้านคุณลักษณะ(Traits) มีลักษณะข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ประกอบด้วย ด้านทักษะ(Skill) จำนวน 85 ข้อ และด้านคุณลักษณะ(Traits) จำนวน 35 ข้อ โดยมีรายละเอียดผลการดำเนินการดังนี้

2.2.1 ผลการพัฒนาแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 และตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา จากการนำตัวบ่งชี้ในองค์ประกอบสมรรถนะด้านทักษะ(Skill) และองค์ประกอบสมรรถนะด้านคุณลักษณะ(Traits) นำมาสร้างแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) โดยสร้างแบบประเมินให้ครอบคลุมนิยามศัพท์ของตัวบ่งชี้ด้านทักษะ(Skill) ทั้ง 8 ตัวบ่งชี้ โดยมีจำนวนข้อคำถาม 87 ข้อ และด้านคุณลักษณะ(Traits) มีจำนวนข้อคำถาม 38 ข้อ รวมทั้งหมด 125 ข้อ แล้วนำข้อคำถามของแบบสอบถามที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of item objective congruence) ซึ่งคัดเลือกข้อที่มีค่ามากกว่า 0.5 และปรับปรุงข้อคำถามตาม

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และสามารถนำไปใช้ดำเนินการทดลองใช้ต่อไป ซึ่งมีรายละเอียดผลการดำเนินงาน ดังนี้

ตาราง 18 แสดงผลการตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับตัวบ่งชี้แบบประเมินด้านทักษะ(Skill)

ข้อ	ข้อคำถาม (เดิม)	ข้อคำถาม (ปรับปรุงแก้ไข)
1. ทักษะการบูรณาการศาสตร์ความรู้ 4 สาขา		
1)	สามารถยกตัวอย่างกิจกรรมในเนื้อหาวิชาด้วยวิธีการสอนที่ทันสมัยเข้าใจง่าย เพื่อให้นักเรียนสามารถบูรณาการความรู้ศาสตร์ 4 สาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้	สามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ทันสมัยเข้าใจง่าย เพื่อให้นักเรียนสามารถบูรณาการศาสตร์ความรู้ สาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้
2)	สามารถเลือก และกำหนดหัวข้อเรื่องในการบูรณาการ ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจ และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ได้หลายวิชา	สามารถเลือกหรือกำหนดประเด็นที่ศึกษาในการบูรณาการ และเป็นเรื่องที่น่าสนใจ สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ได้หลายวิชา
5)	ให้ผู้เรียนออกแบบแผนผังความคิดในสิ่งประดิษฐ์ที่ตนเองสนใจ ในการนำเสนอความคิดรวบยอด และเชื่อมโยงความรู้ต่างๆในศาสตร์	ให้ผู้เรียนออกแบบแผนผังความคิดในการนำเสนอความคิดรวบยอด และเชื่อมโยงความรู้ศาสตร์ต่าง ๆ ในการประดิษฐ์สิ่งทีตนเองสนใจ
6)	สามารถนำวิชาต่าง ๆ มาจัดสอนรวมกันกับครูท่านอื่น ๆ สามารถบูรณาการ ให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยตั้งหัวข้อเรื่องขึ้นมาใหม่ (Theme) เช่น สอนเรื่องการอนุรักษ์ พลังงานและสิ่งแวดล้อม	สามารถนำวิชาต่าง ๆ มาบูรณาการจัดสอนร่วมกับครูท่านอื่น ๆ ให้ผู้เรียนสามารถ เชื่อมโยงความรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยตั้งหัวข้อเรื่องขึ้นมาใหม่และนำเสนอใจ
2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับชีวิตจริง		

ข้อ	ข้อความ (เดิม)	ข้อความ (ปรับปรุงแก้ไข)
15)	ให้นักเรียนนำความรู้ 4 สาขา คิด ออกแบบประดิษฐ์สิ่งของที่นักเรียน สามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน <u>ด้วย</u> <u>กระบวนการเชิงวิศวกรรม เช่น การประดิษฐ์</u> <u>เก้าอี้จากขวดพลาสติกที่มีอยู่อย่างจำกัด</u> <u>ให้มีความแข็งแรงทนทาน</u>	ให้นักเรียนนำความรู้ 4 สาขา คิดประดิษฐ์ สิ่งของที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้ ในชีวิตประจำวัน <u>โดยใช้กระบวนการ</u> <u>ออกแบบวิศวกรรม</u>
16)	กำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน <u>และหาวิธีแก้ไขปัญหานั้น ร่วมกัน ตาม</u> <u>กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เช่น</u> <u>ต้องการเก็บมะนาวไว้นอกตู้เย็นให้ได้</u> <u>นานๆ</u>	กำหนดประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นใน ชีวิตประจำวัน และส่งเสริมให้ผู้เรียนหา วิธีแก้ไขปัญหาเชื่อมโยงความรู้ที่ร่วมกัน เช่น วิธีการเก็บมะนาวให้นาน ฯลฯ
3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น		
25)	มีการช่วยเหลือและสร้างความสัมพันธ์ที่ดี ในการทำงาน เกื้อหนุนซึ่งกันและกัน หาก <u>มีจุดไหนที่แตกต่างกันมาก พร้อมจะเข้าใจ</u> <u>เพื่อให้ผลของการทำงานมีประสิทธิภาพ</u> <u>สูงขึ้น</u>	มีการช่วยเหลือและสร้างความสัมพันธ์ที่ดี ในการทำงาน เกื้อหนุนซึ่งกันและกัน <u>ยอมรับความคิดเห็น พร้อมจะเข้าใจเพื่อ</u> <u>ให้ผลของการทำงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น</u>
4. ทักษะการออกแบบการเรียนรู้การสอน		
31)	จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้มีจุดประสงค์ พัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 มี <u>เนื้อหา/สาระการเรียนรู้แบบบูรณาการ</u> <u>กิจกรรมการเรียนรู้แบบ Active learning</u> การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง สื่อ และแหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับบริบท ผู้เรียน	จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้พัฒนาทักษะ ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 โดยมีกิจกรรม <u>การเรียนรู้แบบ Active learning เนื้อหา/</u> <u>สาระการเรียนรู้แบบบูรณาการ การวัด</u> และประเมินผลตามสภาพจริง สื่อและ แหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับบริบทผู้เรียน
37)	สอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ให้เรียน ด้วยกันเป็นกลุ่ม ๆ มีการอภิปรายและ ค้นคว้าหาความรู้ด้วยกัน มีการเรียนรู้ด้วย ตนเอง <u>เนื้อหาเป็นเนื้อหาที่เกิดจากการบูร</u>	สอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ให้เรียนด้วยกัน เป็นกลุ่ม ๆ มีการอภิปรายและค้นคว้าหา ความรู้ด้วยกัน มีการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็น เนื้อหาที่เกิดจากการบูรณาการเนื้อหาต่าง

ข้อ	ข้อคำถาม (เดิม)	ข้อคำถาม (ปรับปรุงแก้ไข)
	ธนาคารเนื้อหาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน	ๆ เข้าด้วยกัน
5. ทักษะการอำนวยความสะดวก		
42)	นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ การรับรู้ข่าวสาร และการค้นหาข้อมูล ข่าวสาร เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มีระบบมัลติมีเดีย วีดีโอ และ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น	นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ การรับรู้ข่าวสาร และการค้นหาข้อมูล ข่าวสาร เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ระบบมัลติมีเดีย วีดีโอ และ อินเทอร์เน็ต
6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน		
51)	มีการประเมินตลอดเวลา ทุกสภาพการณ์ และทำไปพร้อม ๆ กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	มีการประเมินระหว่างและหลังการปฏิบัติ ทุกสภาพการณ์และทำไปพร้อม ๆ กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
60)	มีการประเมินความสามารถของผู้เรียน จากภาคปฏิบัติงาน จากแฟ้มผลงาน และ จากการทดสอบ	มีการประเมินความสามารถของผู้เรียน จากการปฏิบัติงาน จากแฟ้มผลงาน และ จากการทดสอบ
7. ทักษะการสื่อสาร		
70)	กลวิธีการสื่อสารที่หลากหลาย ให้ผู้เรียน ได้เกิดความเข้าใจ เพื่อตอบโจทย์การ แก้ปัญหาสังคมหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น	มีกลวิธีการสื่อสารที่หลากหลาย และ น่าสนใจ ให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจ เพื่อ ตอบโจทย์การแก้ปัญหาสังคมหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น
73)	สื่อสารให้นักเรียนเรียนรู้ และปฏิบัติได้ อย่างรวดเร็ว มีความชัดเจนทั้งด้านกติกา ข้อตกลง และคำสั่ง ให้นักเรียนปฏิบัติตาม ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	สื่อสารให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และปฏิบัติได้ อย่างรวดเร็ว มีความชัดเจนทั้งด้านกติกา ข้อตกลง และคำสั่ง ให้นักเรียนปฏิบัติตาม ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
74)	สามารถรับสารจากผู้เรียนและจับประเด็น สำคัญ หรือวัตถุประสงค์ของผู้เรียน และ ตอบโต้ให้ข้อมูลย้อนกลับได้	สามารถรับสารจากผู้เรียนและจับประเด็น สำคัญ <u>ตรงตาม</u> วัตถุประสงค์ของผู้เรียน และโต้ตอบให้ข้อมูลย้อนกลับได้

จากตาราง 18 ผลการพิจารณาความเหมาะสมโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of item objective congruence) ระหว่างข้อคำถามกับตัวบ่งชี้ด้านทักษะ(Skill) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ข้อคำถามของแบบสอบถามที่สร้างขึ้น ทั้งหมด 8 ตัวบ่งชี้ โดยมีจำนวนข้อคำถาม 87 ข้อ มีค่า มากกว่า 0.60 ทุกข้อ ดังตาราง 32 และปรับปรุงข้อความตามคำแนะนำผู้เชี่ยวชาญ และสามารถนำไปใช้ได้ ดังนี้ 1. ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา จำนวน 8 ข้อ ปรับปรุง ข้อที่ 1, 2, 5, และ 6 2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาในชีวิตจริง จำนวน 8 ข้อ ปรับปรุง ข้อที่ 15 และ 16 3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น จำนวน 10 ข้อ ปรับปรุง ข้อที่ 25 4. ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน จำนวน 12 ข้อ ปรับปรุง ข้อที่ 31 และ 37 5. ทักษะการอำนวยความสะดวก จำนวน 12 ข้อ ปรับปรุง ข้อที่ 42 6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงาน และผลงานของผู้เรียน จำนวน 15 ข้อ ปรับปรุง ข้อที่ 51 และ 60 7. ทักษะการสื่อสาร จำนวน 11 ข้อ ปรับปรุง ข้อที่ 70, 73 และ 74 8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน จำนวน 11 ข้อ

ตาราง 19 แสดงผลการตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับตัวบ่งชี้คุณลักษณะ(Traits)

ข้อ	ข้อคำถาม (เดิม)	ข้อคำถาม (ปรับปรุงแก้ไข)
1.	การคิดอย่างเป็นระบบ	
1)	มองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาใน 4 สาขา <u>เชื่อมโยง</u> กับปัญหาในชีวิตประจำวัน และ <u>นำมา</u> กำหนดประเด็นปัญหาในการจัดกิจกรรมให้กับผู้เรียน	มองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาใน 4 สาขา <u>นำมา</u> เชื่อมโยงกับปัญหาในชีวิตประจำวัน <u>และ</u> กำหนดประเด็นปัญหาในการจัดกิจกรรมให้กับผู้เรียน
3)	วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ ตั้งแต่อดีต จนถึงปัจจุบัน มาวิเคราะห์ให้ถี่ถ้วน นำข้อมูลเหล่านั้นมาจับประเด็น เชื่อมโยงนำไปสู่การคิดสร้างสรรค์งานใหม่ ๆ	วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ ตั้งแต่อดีต จนถึงปัจจุบัน มาวิเคราะห์ให้ถี่ถ้วน <u>และ</u> นำข้อมูลเหล่านั้นมาจับประเด็น เชื่อมโยงนำไปสู่การคิดสร้างสรรค์งานใหม่ ๆ
6)	ประเมินสถานการณ์ วิเคราะห์ปัญหา <u>วิเคราะห์</u> การตัดสินใจและวิธีการจัดการปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในขณะจัดกิจกรรม	ประเมินสถานการณ์ วิเคราะห์ปัญหา การตัดสินใจและ <u>วิธี</u> ในการจัดการกับปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในขณะจัดกิจกรรม
8)	คิดวางแผนการทำงานในทุกขั้นตอน <u>อย่าง</u> เป็นขั้นเป็นตอนชัดเจน	คิดวางแผนการทำงานในทุกขั้นตอน <u>อย่าง</u> เป็นระบบชัดเจนทุกขั้นเป็นตอน

ข้อ	ข้อความ (เดิม)	ข้อความ (ปรับปรุงแก้ไข)
2.	ทัศนคติเชิงบวกในการสอน STEM	
13)	ส่งเสริมศึกษาช่วยส่งเสริมให้มีความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างเป็นระบบได้เรียนรู้ การคิดนอกกรอบ ประยุกต์ใช้ในการแก้ไข ปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างสร้างสรรค์	ส่งเสริมศึกษาช่วยส่งเสริมให้มีความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างเป็นระบบ การคิดนอกกรอบ ประยุกต์ใช้ <u>ความรู้</u> ในการแก้ไขปัญหที่ซับซ้อนได้อย่างสร้างสรรค์
18)	รู้สึกมีความสุขที่ได้จัดการเรียนการสอนตามแนวทางส่งเสริมศึกษาให้กับนักเรียน	รู้สึกมีความสุขที่ได้จัดการเรียนการสอนตามแนวทางส่งเสริมศึกษาให้กับนักเรียน
21)	พูดถึงข้อดีและประโยชน์ของการเรียนส่งเสริมศึกษาอยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและเห็นคุณค่าของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	พูดถึงข้อดีและประโยชน์ของการเรียนส่งเสริมศึกษาอยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
3.	ความคิดสร้างสรรค์	
32)	ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนต่าง ๆ มาใช้ออกแบบหรือคิดค้นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับรูปแบบการสอนของตนเอง	ประยุกต์ใช้ความรู้ในการออกแบบหรือคิดค้นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับรูปแบบการสอนของตนเอง
33)	คิดไตร่ตรองรายละเอียดในเรื่องที่สอน หรือขั้นตอนในการจัดกิจกรรมนั้น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตรงวัตถุประสงค์	คิดไตร่ตรองรายละเอียดในเรื่องที่สอนหรือขั้นตอนในการจัดกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์
37)	ใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว และคำพูดหรือประโยค ในการสื่อสารให้ผู้เรียนได้เข้าใจง่าย	คิดคำพูด/ประโยค อย่างคล่องแคล่ว ในการสื่อสารให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย
38)	คิดได้อย่างรวดเร็วและได้จำนวนมากในเวลาจำกัด ในการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน	คิดคำตอบได้อย่างรวดเร็วและได้จำนวนมากในเวลาจำกัด ในการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน

จากตาราง 19 ผลการพิจารณาความเหมาะสมโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับตัวบ่งชี้คุณลักษณะ (Traits) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ข้อคำถามของแบบสอบถามที่สร้างขึ้น ทั้ง 3 ตัวบ่งชี้ โดยมีจำนวนข้อคำถาม 38 ข้อ มีค่ามากกว่า 0.60 ทุกข้อ ดังตาราง 33 และปรับปรุงข้อความตามคำแนะนำผู้เชี่ยวชาญ และสามารถนำไปใช้ได้ ดังนี้ 1. การคิดอย่างเป็นระบบ มีจำนวน 11 ข้อ ปรับปรุง ข้อที่ 1, 3, 6, และ 8 ตัวบ่งชี้ ที่ 2. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM มีจำนวน 11 ข้อ ปรับปรุง ข้อที่ 13, 18, และ 21 และตัวบ่งชี้ที่ 3. ความคิดสร้างสรรค์ มีจำนวน 16 ข้อ ปรับปรุง ข้อที่ 32, 33, 37, และ 38

2.2.2 ผลตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ (Skill) และด้านคุณลักษณะ (Traits) โดยการวิเคราะห์ Corrected Item -Total Correlation (CITC) และหาความเที่ยง (Reliability)

ผู้วิจัยได้นำข้อคำถาม ที่ผ่านการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of item objective congruence) ระหว่างข้อคำถามกับตัวบ่งชี้ นำมาจัดทำแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ (Skill) ข้อคำถาม จำนวน 87 ข้อ และแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านคุณลักษณะ (Traits) จำนวน 37 ข้อ นำไปทดลองใช้ (Try Out) กับครูผู้สอน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน หลังจากนั้น นำมาวิเคราะห์ค่า Corrected Item -Total Correlation (CITC) เกณฑ์ในการเลือกข้อคำถามที่มีความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแต่ละข้อคำถามกับคะแนนรวมทั้งหมดของข้อคำถามอื่น ๆ โดยคัดเลือกข้อคำถามที่มีขนาดของความสัมพันธ์มากกว่า 0.2 ขึ้นไป และวิเคราะห์ความเที่ยง (Reliability) โดยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) แบบประเมินมีความเชื่อมั่นผ่านเกณฑ์ มีค่ามากกว่า 0.7 ขึ้นไป โดยทำการคัดเลือก ตัดข้อคำถามที่มีขนาดของความสัมพันธ์น้อยกว่า 0.2 เพื่อให้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบประเมินเพิ่มขึ้น โดยแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ (Skill) มีความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (Cronbach's Alpha) เท่ากับ 0.961 แบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านคุณลักษณะ (traits) มีความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (Cronbach's Alpha) เท่ากับ 0.938 และนำมาเป็นข้อคำถามสำหรับการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังตาราง 20 และ 21 ต่อไปนี้

ตาราง 20 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ(Skill) โดยการวิเคราะห์ Corrected Item -Total Correlation (CITC)

ข้อคำถาม	Corrected Item-Total Correlation	ผลการพิจารณา
1. ทักษะการบูรณาการศาสตร์ความรู้ 4 สาขา		
1. สามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ทันสมัยเข้าใจง่าย เพื่อทำให้นักเรียนสามารถบูรณาการศาสตร์ความรู้ สาขา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมได้	.263	นำไปใช้
2. สามารถเลือกหรือกำหนดประเด็นที่ศึกษาในการบูรณาการ และเป็นเรื่องที่ผู้เรียนสนใจ สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ได้หลายวิชา	.558	นำไปใช้
3. สามารถนำเนื้อหาบูรณาการร่วมกัน ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา ให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการบูรณาการศาสตร์ความรู้ 4 สาขา เกิดความสนุกสนานและเกิดความสนใจในเนื้อหา	.253	นำไปใช้
4. ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงฝึกทักษะด้านต่าง ๆ ให้ได้ค้นคิดเชื่อมโยงความสัมพันธ์อย่างหลากหลายเกิดความความสนุกสนาน	.470	นำไปใช้
5. ให้ผู้เรียนออกแบบแผนผังความคิดในการนำเสนอความคิด รวบรวม และความเชื่อมโยงความรู้ศาสตร์ต่าง ๆ ในการประดิษฐ์สิ่งที่ตนเองสนใจ	.516	นำไปใช้
6. สามารถนำวิชาต่าง ๆ มาบูรณาการจัดสอนร่วมกับครูท่านอื่น ๆ ให้ผู้เรียนสามารถ เชื่อมโยงความรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยตั้งหัวเรื่องขึ้นมาใหม่และน่าสนใจ	.485	นำไปใช้
7. จัดกิจกรรมโดยแบ่งกลุ่มกำหนดสถานการณ์และอุปกรณ์ให้ผู้เรียนนำเอาแนวคิดความรู้ศาสตร์ 4 สาขา มาคิดสร้างสรรค์และมุมมองต่าง ๆ มาสร้างไอเดีย หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาตอบโจทย์กับสถานการณ์นั้น ๆ	.359	นำไปใช้
8. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้อภิปรายเชื่อมโยงเนื้อหา 4 สาขา	.390	นำไปใช้

	ข้อคำถาม	Corrected Item-Total Correlation	ผลการพิจารณา
	ความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้แบบองค์รวม		
2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง			
9.	สนทนาโดยใช้ประเด็นจากข่าว การเล่าเหตุการณ์ วิดีทัศน์ ฯลฯ เชื่อมโยงกับเนื้อหา เพื่อเกิดการกระตุ้นให้นักเรียนเห็นสภาพจริงในชีวิตประจำวัน	.307	นำไปใช้
10	สามารถนำเอาเรื่องราวในโลกโซเชียลที่มีความสำคัญต่อชีวิต และสอดคล้องกับบทเรียน วิเคราะห์ตั้งคำถามร่วมกันเพื่อฝึกทักษะการคิดสร้างสรรค์หรือมีนวัตกรรมใหม่ ๆ	.496	นำไปใช้
11	ให้นักเรียนนำเสนอแนวคิด นวัตกรรมหรือคำตอบเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงที่กำหนด เช่น ต้องการลดจำนวนผู้ป่วยติดเชื้อโควิด-19	.278	นำไปใช้
12	สามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของความรู้ที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น เรื่องแสง ฯลฯ นำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	.426	นำไปใช้
13	ให้นักเรียนค้นคว้าหรือหาคำอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงของนักเรียนเชื่อมโยงกับเนื้อหา โดยนำความรู้ที่นำมาแก้ไขอย่างไร ทำอย่างไร และได้ผลอย่างไร	.453	นำไปใช้
14	ให้นักเรียนศึกษาสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมที่เกิดขึ้น ร่วมกันอธิบายความรู้ที่นำไปพัฒนาได้	.362	นำไปใช้
15	ให้นักเรียนนำความรู้ 4 สาขา คิดประดิษฐ์สิ่งของที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม	.423	นำไปใช้
16	กำหนดประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และส่งเสริมให้ผู้เรียนหาวิธีแก้ไขปัญหาเชื่อมโยงความรู้ที่ร่วมกัน เช่น วิธีการเก็บมะนาวให้ได้นาน ฯลฯ	.431	นำไปใช้
3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น			
17	ติดต่อประสานงานมีการสื่อสารที่ชัดเจน กับคณะครูและ	.627	นำไปใช้

	ข้อคำถาม	Corrected Item-Total Correlation	ผลการพิจารณา
	ชุมชน ให้เกิดความเข้าใจนำไปสู่สัมพันธภาพที่ดี ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมสะเต็มร่วมกัน		
18	เคารพในการทำงานของบุคคลอื่น ๆ มีการเปิดมุมมองและความคิดเห็นที่แตกต่าง และมีการสร้างแนวคิดใหม่ ๆ ร่วมกัน เพื่อนำมาพัฒนาผู้เรียนและจัดกิจกรรมให้ผู้เรียน	.579	นำไปใช้
19	สื่อสารแลกเปลี่ยนความคิด ระหว่างครูผู้สอน ยอมรับฟังและเสนอความคิดเห็นมุมมองใหม่อย่างมีเหตุผล เพื่อทราบวิธีการและเทคนิคต่าง ๆ นำไปปรับใช้ เกิดความสำเร็จในการทำงาน	.337	นำไปใช้
20.	นำแหล่งเรียนรู้ในชุมชนมาบูรณาการการเรียนรู้ ถ่ายทอดแลกเปลี่ยนและจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เผชิญสถานการณ์จริง โดยคำนึงถึงบริบทแวดล้อมที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง	.639	นำไปใช้
21.	ประสานงานติดต่อกับชุมชนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับชุมชนหรือหน่วยงานในท้องถิ่นด้วยวาจาสุภาพ ไพเราะ ด้วยความเคารพและให้เกียรติซึ่งกันและกัน	.526	นำไปใช้
22.	ทำงานวางแผนร่วมกันกับชุมชนหน่วยงานภายนอก ในการใช้แหล่งเรียนรู้และทรัพยากรในแง่ต่างๆในชุมชนให้ผู้เรียนได้เผชิญกับสถานการณ์จริง	.573	นำไปใช้
23.	สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นโดยยอมรับฟังและเสนอความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล เปิดใจแลกเปลี่ยน ทักตะ ยอมรับความคิดเห็นมุมมองใหม่	.482	นำไปใช้
24.	มีการวางแผนอย่างชัดเจนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์เป้าหมายและวิธีการปฏิบัติงาน ในการจัดกิจกรรมการบูรณาการเรียนรู้สะเต็มร่วมกัน	.532	นำไปใช้
25.	มีการช่วยเหลือและสร้างความสัมพันธ์ที่ดีในการทำงาน เกื้อหนุนซึ่งกันและกัน ยอมรับความคิดเห็น พร้อมจะเข้าใจ เพื่อให้ผลของการทำงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น	.432	นำไปใช้
26.	มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการร่วมกันระหว่างครูสอนในกลุ่มสาระต่าง ๆ ทำงานเป็นทีม และแลกเปลี่ยน	.607	นำไปใช้

	ข้อความ	Corrected Item-Total Correlation	ผลการพิจารณา
	ความรู้ ทักษะที่สำคัญ		
4. ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน			
27.	นำหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณิตศาสตร์ นำมาวิเคราะห์หลักสูตรตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการบูรณาการเนื้อหาในแต่ละระดับชั้น	.235	นำไปใช้
28.	ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ให้ท้าทายความรู้ความสามารถ ใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน สื่อวัสดุอุปกรณ์สามารถพัฒนากระบวนการคิดการแก้ปัญหาหรือสร้างผลงานของผู้เรียนได้	.532	นำไปใช้
29.	จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เทคนิคการสอนได้หลากหลายวิธีและการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนด	.426	นำไปใช้
30.	จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนประยุกต์ใช้สื่อการสอนเทคโนโลยีใหม่ ๆ โดยประหยัดค่าใช้จ่าย เวลาเหมาะสมกับสถาน การณ์ โดยคำนึงถึงบริบทผู้เรียนเป็นสำคัญ	.198	ตัดทิ้ง
31.	จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้พัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Active learning เนื้อหา/สาระการเรียนรู้แบบบูรณาการ การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง สื่อและแหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับบริบทผู้เรียน	.617	นำไปใช้
32.	จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคล สื่อ และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ และผู้เรียนมีโอกาสนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น	.394	นำไปใช้
33.	จัดเตรียมสถานการณ์และกิจกรรมต่าง ๆ นำทางไปสู่การเรียนรู้ โดยไม่ใช้วิธีบอกความรู้โดยตรง ให้สามารถเชื่อมโยงเหตุผลในเรื่องต่าง ๆ และแก้ปัญหาตามกระบวนการ	.204	นำไปใช้

ข้อคำถาม		Corrected Item-Total Correlation	ผลการพิจารณา
	ออกแบบเชิงวิศวกรรมได้		
34.	จัดให้ผู้เรียนทำงานร่วมกัน โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ สมาชิกทุกคนมีบทบาทหน้าที่ร่วมกันในการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย	.414	นำไปใช้
35.	ใช้วิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้ เช่น การสอนโดยใช้โครงงาน ทุกคนได้ร่วมกันวางแผน และ ร่วมกันสรุปผลงาน ได้เลือกและแสดงความสามารถที่ตนเองถนัด	.107	ตัดทิ้ง
36.	สอนแบบโครงงานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ให้ผู้เรียนเกิดการค้นหาหรือสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ ๆ ในเรื่องที่ตนเองสนใจ	.302	นำไปใช้
37.	สอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ให้เรียนด้วยกันเป็นกลุ่ม ๆ มีการอภิปรายและค้นคว้าหาความรู้ด้วยกัน มีการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นเนื้อหาที่เกิดจากการบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน	.551	นำไปใช้
38)	ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ใช้เทคนิควิธีการสอนและเนื้อหาเหมาะสม กับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ทำความเข้าใจปัญหา และนำไปสร้างนวัตกรรมที่ใช้แก้ปัญหาได้จริง	.210	นำไปใช้
5. ทักษะการอำนวยความสะดวก			
39.	กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนรับทราบ รวมไปถึงชี้แนะแนวทางมีวิธีการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตรงตามวัตถุประสงค์	.649	นำไปใช้
40.	สามารถวางแผนจัดกิจกรรม จัดสภาพแวดล้อม สร้างบรรยากาศที่ผ่อนคลาย จัดสถานการณ์สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน ทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนดำเนินไปด้วยความสะดวกต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง	.626	นำไปใช้
41.	จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยการสังเกต การสำรวจ การทดลอง และสนับสนุนแหล่งการเรียนรู้	.497	นำไปใช้

	ข้อความ	Corrected Item-Total Correlation	ผลการพิจารณา
	เรียนรู้ สื่อ อุปกรณ์ประกอบให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง		
42.	นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ การรับรู้ข่าวสาร และการค้นหาข้อมูลข่าวสาร เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ระบบมัลติมีเดีย วีดีโอ และอินเทอร์เน็ต	.416	นำไปใช้
43.	จัดเตรียมกิจกรรมสร้างความสนใจและสร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วม และการเจรจาโต้ตอบ ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน	.458	นำไปใช้
44.	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ท้าทาย ศึกษาความรู้เรื่องใหม่ ๆ และให้โอกาสผู้เรียนได้รับวิธีการสอนที่หลากหลายให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มผู้เรียน	.401	นำไปใช้
45.	สามารถชี้แนะแนวทางให้ผู้เรียนสังเกตเห็นปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาอย่างถูกวิธี ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	.614	นำไปใช้
46.	สามารถนำเสนอสถานการณ์ หรือตัวอย่างที่เป็นปัญหา และกระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้ปัญหา หรือช่วยให้ผู้เรียนมีความต้องการอยากเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ	.398	นำไปใช้
7.	สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน เพื่อช่วยเหลือ ส่งเสริม สนับสนุน และเสนอแนะการวางแผนการทำงานของนักเรียนให้เรียนรู้ได้อย่างราบรื่น	.409	นำไปใช้
48.	สามารถแนะนำให้ผู้เรียนกำหนดจุดมุ่งหมายได้ชัดเจนว่าเรียนเพื่ออะไร จะทำชิ้นงานนั้นเพื่อแก้ปัญหาอะไร ซึ่งทำให้ผู้เรียนกำหนดแนวทางในการดำเนินงานได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย	.586	นำไปใช้
49.	รับฟังอย่างตั้งใจในเรื่องที่นักเรียนสื่อสาร และสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับเชิงบวก และให้ความรู้เพิ่มเติมหรือแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน	.440	นำไปใช้
50.	สามารถแนะนำให้นักเรียนรู้จักประเมินผลก่อนดำเนินการ	.641	นำไปใช้

	ข้อคำถาม	Corrected Item-Total Correlation	ผลการพิจารณา
	ระหว่างดำเนินการและหลังดำเนินการ และนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ไปพัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้น		
6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน			
51.	มีการประเมินระหว่างและหลังการปฏิบัติทุกสภาพการณ์ และทำไปพร้อม ๆ กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	.377	นำไปใช้
52.	ประเมินโดยดูพฤติกรรมแสดงออกของผู้เรียนจริง ๆ และเน้นการพัฒนาจุดเด่นของผู้เรียน	.560	นำไปใช้
53.	ใช้ข้อมูลที่หลากหลายมาประกอบการตัดสินใจ เน้นคุณภาพผลงานของผู้เรียนที่เกิดจากการบูรณาการความรู้ความสามารถหลาย ๆ ด้าน	.454	นำไปใช้
54.	ประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงานที่ได้ผลผลิตมากกว่าความสามารถในการจดจำความรู้	.530	นำไปใช้
55.	สามารถประเมินพฤติกรรมระดับสูงของนักเรียนได้ เช่น การตรวจแบบฝึกหัด ผลงานภาคปฏิบัติ โครงการ/โครงการต่าง ๆ	.618	นำไปใช้
56.	ประเมินความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียนโดยให้นักเรียนแต่ละคนปฏิบัติงานในสถานการณ์ต่าง ๆ สร้างสรรค์ผลงานของผู้เรียน โดยทำในสถานการณ์ชีวิตจริง นอกห้องเรียนแทนการใช้ข้อสอบวัด	.556	นำไปใช้
57.	พูดอย่างสร้างสรรค์ในการให้ข้อมูลย้อนกลับในลักษณะส่งเสริมการใช้ความพยายาม และตรวจสอบตนเอง เช่น คิดว่ายังมีส่วนใดของงานที่สามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้อีก ส่วนไหนที่คิดว่าดีที่สุด	.586	นำไปใช้
58.	ครูแนะนำให้ผู้เรียนแก้ไขปรับปรุงงาน พร้อมกระตุ้นให้ผู้เรียนประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเอง และร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น	.498	นำไปใช้
59.	เก็บรวบรวมข้อมูลด้านทักษะ ความรู้และคุณลักษณะ โดยใช้เทคนิควิธีการสังเกต ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน	.503	นำไปใช้

	ข้อคำถาม	Corrected Item-Total Correlation	ผลการพิจารณา
	และสังเกตหลาย ๆ ครั้งในหลายๆ สถานการณ์		
60.	ประเมินแฟ้มสะสมงานผู้เรียน โดยการรวบรวมผลงานที่แสดงพัฒนาการด้านต่างๆ งานที่แสดงลักษณะเฉพาะของผู้เรียนและเก็บหลักฐานที่เป็นตัวอย่างที่แสดงความสามารถในด้านกระบวนการและผลผลิต	.530	นำไปใช้
61.	สัมภาษณ์ สอบถามประเมินผลจากชิ้นงานที่มอบหมายโดยให้วิเคราะห์ สะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงานและแนวทางการนำความรู้ไปพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ	.661	นำไปใช้
62.	เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมประเมินผลงานของตนเองและของเพื่อนร่วมห้อง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นตนเองสามารถพัฒนาตนเองได้	.374	นำไปใช้
63.	ประเมินผลการปฏิบัติงาน เพื่อสะท้อนถึงการเรียนรู้ของผู้เรียนด้านความรู้ ความเข้าใจ วิธีคิด วิธีการทำงาน โดยวิธีเขียนบรรยายหรือตอบสั้น ๆ	.335	นำไปใช้
64.	เลือกตรวจชิ้นงานที่ผู้เรียนทำได้ดี และบอกความสามารถของผู้เรียน โดยเน้น “จุดแข็ง” ของผู้เรียน และเสริมแรงสร้างแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนพยายามผลิตงานที่ดี ๆ ออกมามากขึ้น	.499	นำไปใช้
65.	ออกแบบการประเมินโดยรวมองค์ประกอบที่สำคัญของกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องในการประเมินภาคปฏิบัติ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics) ในการประเมินระดับผลงานและกระบวนการปฏิบัติ	.505	นำไปใช้
7. ทักษะการสื่อสาร			
66.	สื่อสารทั้งการบรรยาย การยกตัวอย่าง ใช้สื่อ การนำเสนอให้เอื้อต่อการเรียนรู้ เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม	.470	นำไปใช้
67.	ใช้วิธีการสื่อสารผ่านการเคลื่อนไหว ท่าทาง เสียง ภาษา ภาพ สัญลักษณ์ และผลงานแบบง่าย ๆ พร้อมทั้งคำนึงถึงประโยชน์และโทษของการสื่อสารที่มีผลกระทบต่อตนเอง	.378	นำไปใช้

	ข้อความ	Corrected Item-Total Correlation	ผลการพิจารณา
	และผู้เรียน		
68.	ใช้การสื่อสารแบบมีส่วนร่วม โดยรับฟัง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น เพื่อร่วมหาแนวทางแก้ไข ปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	.433	นำไปใช้
69.	ใช้วิธีการสื่อสารได้อย่างมีสติและวิจรรย์ญาณ เพื่อสร้างความเข้าใจ ลดความขัดแย้งของผู้เรียนในขณะเกิดปัญหาในการทำงานและจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	.540	นำไปใช้
70.	มีกลวิธีการสื่อสารที่หลากหลาย และน่าสนใจ ให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจ เพื่อตอบโจทย์การแก้ปัญหาสังคมหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น	.354	นำไปใช้
71.	สามารถสื่อสารผ่านสื่อต่าง ๆ ได้หลากหลายประเภท เหมาะสมกับผู้เรียน และคำนึงถึงการใช้คำพูดการละเมิดสิทธิส่วนบุคคล	.553	นำไปใช้
72.	ถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด ความรู้สึก ใช้เสียง น้ำเสียง ในการสื่อสารอย่างชัดเจน น่าฟังและน่าสนใจ ใช้ภาษาสุภาพ ถูกต้องและเหมาะสมกับนักเรียน	.284	นำไปใช้
73.	สื่อสารให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และปฏิบัติได้อย่างรวดเร็ว มีความชัดเจนทั้งด้านกติกา ข้อตกลง และคำสั่ง ให้นักเรียนปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	.458	นำไปใช้
74.	สามารถรับสารจากผู้เรียนและจับประเด็นสำคัญ หรือวัตถุประสงค์ของผู้เรียน และโต้ตอบให้ข้อมูลย้อนกลับได้	.436	นำไปใช้
75.	ใช้คำพูดสุภาพ กะทัดรัด เข้าใจง่าย ตรงประเด็น ในการพูด เชื่อมโยงสถานการณ์ปัจจุบันเข้ากับเนื้อในการเรียนการสอนได้	.615	นำไปใช้
76.	พูดให้ข้อเสนอแนะข้อคิดเห็น และผู้เรียนเกิดความเข้าใจ ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ สามารถนำไปปฏิบัติได้จนประสบความสำเร็จ	.213	นำไปใช้
8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน			
77.	เข้าใจหลักการและสามารถเข้าถึงสื่อ สารสนเทศและ	.677	นำไปใช้

	ข้อคำถาม	Corrected Item-Total Correlation	ผลการพิจารณา
	เทคโนโลยีดิจิทัลได้อย่างถูกต้องและปลอดภัยและสามารถชี้ให้นักเรียนเห็นถึงข้อดีข้อเสีย และการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม		
78.	สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ในการจัดกิจกรรม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยี ซอฟต์แวร์ หรือ แอปพลิเคชันต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน	.471	นำไปใช้
79.	สามารถถ่ายทอดความรู้ในเนื้อหาวิชา โดยใช้สื่อและเทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อให้นักเรียนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเชื่อมโยง บูรณาการความรู้ในเรื่องต่างๆ หรือแก้ปัญหาและการออกแบบเชิงวิศวกรรม	.521	นำไปใช้
80.	สามารถแสดงหรือบอกวิธีในการค้นหาข้อมูลและเลือกเนื้อหาความรู้ที่ทันสมัยด้วยเทคโนโลยีและเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)	.617	นำไปใช้
81.	สามารถเลือกใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน ได้เหมาะสม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและบูรณาการความรู้เนื้อหาอื่น ๆ เช่น การใช้โปรแกรมหรือแอปพลิเคชัน การคำนวณทางคณิตศาสตร์	.664	นำไปใช้
82.	สามารถใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือเพื่อใช้สร้างปฏิสัมพันธ์ติดต่อสื่อสารระหว่างกัน ด้วยระบบ Social Network เช่น ไลน์ เฟสบุ๊ค อีเมลล์ ทวิตเตอร์	.646	นำไปใช้
83.	นำเสนอข้อมูลเนื้อหาความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ข้อความ (Text) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) วิดีทัศน์ (Video) โดยใช้โปรแกรมต่างๆ เช่น โปรแกรม Microsoft Office ,CAI ,E-book เป็นต้น	.353	นำไปใช้
84.	สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยี หรือแอปพลิเคชันต่าง ๆ ในการประเมินผู้เรียน และให้ข้อมูลย้อนกลับและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	.624	นำไปใช้
85.	สามารถนำเทคโนโลยีต่างๆ ในรูปแบบของเครื่องมือ สื่อ วิธีการ ระบบ นำมาวัดและประเมินผล ในการจัดกิจกรรม	.475	นำไปใช้

	ข้อความ	Corrected Item-Total Correlation	ผลการพิจารณา
	การเรียนรู้ เช่น โปรแกรมจับเวลา ใช้กำหนด/ควบคุมเวลา ในการทำตอบคำถามของนักเรียน		
86.	ครูสามารถนำเทคโนโลยีมาจัดระบบจัดการข้อมูล บันทึก ข้อมูลผู้เรียน การเข้าใช้งาน และนำวิเคราะห์นำเสนอเป็น ข้อมูลย้อนกลับให้นักเรียนทราบ	.566	นำไปใช้
87.	สามารถตรวจสอบข้อมูลและประเมินสารสนเทศที่ได้มาว่ามี ประโยชน์ และความถูกต้องของข้อมูล สำหรับการเรียนรู้ ของผู้เรียนได้	.490	นำไปใช้



จากตาราง 20 พบว่า ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ(Skill) โดยการวิเคราะห์ Corrected Item -Total Correlation (CITC) จำนวน 87 มีค่าอยู่ ระหว่าง 0.107 - 0.649 ข้อคำถามผ่านเกณฑ์ จำนวน 85 ข้อ ตัดทิ้งจำนวน 2 ข้อ คือ ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 30 และ 35 มีค่า Corrected Item - Total Correlation มีค่าน้อยกว่า 0.2 เมื่อตัดข้อคำถามนี้ออกแล้วทำให้ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ(Cronbach's Alpha) เท่ากับ 0.961 พิจารณาข้อคำถามในแต่ละด้านมีค่าอำนาจจำแนก ดังนี้ 1. ทักษะการบูรณาการศาสตร์ความรู้ 4 สาขา มีค่า Corrected Item - Total Correlation อยู่ระหว่าง 0.253 - 0.558 2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับชีวิตจริง มีค่า Corrected Item - Total Correlation อยู่ระหว่าง 0.278 - 0.496 3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีค่า Corrected Item - Total Correlation อยู่ระหว่าง 0.337 - 0.627 4. ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน มีค่า Corrected Item - Total Correlation อยู่ระหว่าง 0.107 - 0.617 5. ทักษะการอำนวยความสะดวก มีค่า Corrected Item - Total Correlation อยู่ระหว่าง 0.398 - 0.641 6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน มีค่า Corrected Item - Total Correlation อยู่ระหว่าง 0.335 - 0.661 7. ทักษะการสื่อสาร มีค่า Corrected Item - Total Correlation อยู่ระหว่าง 0.213 - 0.615 8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน มีค่า Corrected Item-Total Correlation อยู่ระหว่าง 0.353 - 0.677 สรุปข้อคำถามที่นำไปใช้ได้ ในแต่ละตัวบ่งชี้ คือ 1. ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา จำนวน 8 ข้อ 2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับชีวิตจริง จำนวน 8 ข้อ 3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น จำนวน 10 ข้อ 4. ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน จำนวน 10 ข้อ 5. ทักษะการอำนวยความสะดวก จำนวน 12 ข้อ 6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน จำนวน 15 ข้อ 7. ทักษะการสื่อสาร จำนวน 11 ข้อ 8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน จำนวน 11 ข้อ รวมทั้งหมด 85 ข้อ

ตาราง 21 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านคุณลักษณะ(Traits) โดยการวิเคราะห์ Corrected Item -Total Correlation (CITC)

ข้อคำถาม		Corrected Item-Total Correlation	ผลการพิจารณา
1. การคิดอย่างเป็นระบบ			
1.	มองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาใน 4 สาขา นำมาเชื่อมโยงกับปัญหาในชีวิตประจำวัน และกำหนดประเด็นปัญหาในการจัดกิจกรรมให้กับผู้เรียน	.664	นำไปใช้
2.	พิจารณาแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อย่างลึกซึ้งเชื่อมโยงถึงสาเหตุที่แท้จริงหรือต้นตอของปัญหาโดยผ่านการพูด หรือ แผนภาพ แผนผัง อย่างมีเหตุผล	.439	นำไปใช้
3.	วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ ตั้งแต่อดีต จนถึงปัจจุบัน มาวิเคราะห์ให้ถี่ถ้วน และนำข้อมูลเหล่านั้นมาจับประเด็นเชื่อมโยงนำไปสู่การคิดสร้างสรรค์งานใหม่ ๆ	.312	นำไปใช้
4.	กำหนดกรอบความคิดเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ริเริ่ม ทดลองสิ่งใหม่ ๆ ไปในทิศทางและจุดหมายเดียวกัน	.254	นำไปใช้
5.	มองเห็นกระบวนการเปลี่ยนแปลง และปัจจัยต่าง ๆ ที่เอื้อต่อระบบการจัดการเรียนรู้	.016	ตัดทิ้ง
6.	ประเมินสถานการณ์ วิเคราะห์ปัญหา การตัดสินใจและวิธีในการจัดการกับปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในขณะจัดกิจกรรม	.337	นำไปใช้
7.	มีการประเมินสถานการณ์แนวโน้มปัญหาที่จะเกิด เมื่อเกิดปัญหาหรือข้อโต้แย้งจะใช้เหตุผลในการอธิบาย ตัดสินปัญหาอย่างสมเหตุสมผล	.486	นำไปใช้
8.	คิดวางแผนการทำงานในทุกขั้นตอน อย่างเป็นขั้นเป็นตอนชัดเจน	.594	นำไปใช้
9.	กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน และกระบวนการทำงานให้	.584	นำไปใช้

ข้อความ		Corrected Item-Total Correlation	ผลการพิจารณา
	ชัดเจนและครบถ้วน กำกับติดตามงานของผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอตรวจสอบได้		
10	มีกระบวนการคิดจากปัจจัยนำเข้า ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ๆ จนเกิดความเข้าใจเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการเรียนรู้	.664	นำไปใช้
11.	ปรับวิธีคิด ใช้วิธีคิดหลาย ๆ แบบในเวลาเดียวกันและมีแนวทางการแก้ไขปัญหาหลายแนวทางโดยใช้ข้อมูลหลากหลายให้สัมพันธ์กัน	.207	นำไปใช้
2. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM			
12.	เชื่อถือและภาคภูมิใจในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และเห็นว่าสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาผู้เรียนและนำความรู้มาประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน	.702	นำไปใช้
13.	สะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมให้มีความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างเป็นระบบ การคิดนอกกรอบ ประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างสร้างสรรค์	.664	นำไปใช้
14.	การสอนสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการศาสตร์ความรู้ 4 สาขา จะช่วยพัฒนาความสามารถของครูในการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21	.747	นำไปใช้
15.	การจัดการเรียนการสอนสะเต็มทำให้นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์ หรือวิธีการที่นำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของตนเองได้	.755	นำไปใช้
16	การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาส่งเสริมทำให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวัน	.481	นำไปใช้
17	การจัดการเรียนการสอนสะเต็มสามารถทำให้นักเรียนได้แสดงออกถึงทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียนได้เต็มสามารถและ	.565	นำไปใช้

ข้อคำถาม		Corrected Item-Total Correlation	ผลการพิจารณา
	พัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ		
18.	รู้สึกมีความสุขที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้กับนักเรียน	.605	นำไปใช้
19	ยินดีและเต็มใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พร้อมทั้งร่วมกันวางแผนเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา	.085	ตัดทิ้ง
20.	พร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำปรึกษา เมื่อผู้เรียนประสบปัญหาในการปฏิบัติงานหรือขณะจัดการเรียนการสอน	.539	นำไปใช้
21	พูดถึงข้อดีและประโยชน์ของการเรียนสะเต็มศึกษาอยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	.621	นำไปใช้
22	สนใจและพยายามหาสื่อ วัสดุอุปกรณ์ เทคนิควิธีการใหม่ ๆ และสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบันมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเสมอ	.652	นำไปใช้
3. ความคิดสร้างสรรค์			
23.	ดัดแปลงสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคมอื่น ๆ นำมาออกแบบและนำมาให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาที่มีความหลากหลายได้	.461	นำไปใช้
24.	นำเหตุการณ์ข่าวสารบูรณาการผสมผสานความรู้และประสบการณ์ที่ตนเองมี สร้างสื่อการจัดการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ ๆ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน	.466	นำไปใช้
25.	สอนวิธีการฝึกฝนผู้เรียนให้กลายเป็นคน กล้าคิด กล้าแสดงออก และกล้าตอบคำถามในชั้นเรียน	.524	นำไปใช้
26.	เชื่อมโยงบูรณาการความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากการสืบค้นมาปรับใช้ให้แปลกใหม่ เหมาะสมกับผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนของตนเองได้	.349	นำไปใช้

ข้อความ	Corrected Item-Total Correlation	ผลการพิจารณา
27. ผสมผสานความรู้และประสบการณ์ที่ตนเองมาคิดค้นแนวทาง การ แก้ปัญหาการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนที่มีปัญหาแตกต่างกันได้	.306	นำไปใช้
28. ให้ข้อมูลย้อนกลับ สะท้อนปัญหาหลากหลายแง่มุม และให้ข้อสรุปที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียน	.360	นำไปใช้
29. เตรียมเทคนิควิธีการเรียนรู้ ไว้มากกว่า 1 วิธี เพื่อช่วยให้มีความคล่องตัวมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาในการเรียนการสอน	.538	นำไปใช้
30. จำลองสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ในสถานที่ต่าง ๆ และนำมาใช้ในการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดการคิดแก้ปัญหา	.150	ตัดทิ้ง
31. ออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนที่นักเรียนมีความหลากหลายได้	.363	นำไปใช้
32. ประยุกต์ใช้ความรู้ในการออกแบบหรือคิดค้นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับรูปแบบการสอนของตนเอง	.537	นำไปใช้
33. คิดไตร่ตรองรายละเอียดในเรื่องที่สอน หรือขั้นตอนในการจัดกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์	.599	นำไปใช้
34. อธิบายกระบวนการที่ละขั้นตอนโดยนำภาพมาประกอบหรือยกตัวอย่างให้หลากหลาย และชัดเจนเพื่อให้นักเรียนได้สร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ	.696	นำไปใช้
35. อธิบายขยายความรู้และรายละเอียด เชื่อมโยงปัญหา/วิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในกิจกรรมสู่สถานการณ์จริง	.696	นำไปใช้
36. มีการโต้ตอบข้อซักถามหรือข้อสงสัยให้กับนักเรียน ได้อย่างรวดเร็ว	.538	นำไปใช้
37. คิดคำพูด/ประโยค อย่างคล่องแคล่ว ในการสื่อสารให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย	.746	นำไปใช้

ข้อคำถาม		Corrected Item-Total Correlation	ผลการพิจารณา
38.	คิดคำตอบได้อย่างรวดเร็วและได้จำนวนมากในเวลาจำกัด ในการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน	.391	นำไปใช้

จากตาราง 21 พบว่า ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านคุณลักษณะ(Traits) โดยการวิเคราะห์ Corrected Item -Total Correlation (CITC) จำนวน 38 ข้อ มีค่าอยู่ ระหว่าง 0.016 – 0.775 มีข้อคำถามผ่านเกณฑ์จำนวน 35 ข้อ ตัดทิ้ง จำนวน 3 ข้อ คือ การคิดอย่างเป็นระบบ คำถามข้อที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.16 ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM ข้อที่ 19 มีค่าเท่ากับ 0.085 และความคิดสร้างสรรค์ ข้อที่ 30 มีค่าเท่ากับ 0.150 เนื่องจาก มีค่า Corrected Item - Total Correlation มีค่าน้อยกว่า 0.2 เมื่อตัดข้อคำถามนี้ออกแล้วทำให้ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ(Cronbach's Alpha) เท่ากับ 0.938 พิจารณาข้อคำถามในแต่ละด้านมีค่า ดังนี้ 1. การคิดอย่างเป็นระบบ มีค่า Corrected Item - Total Correlation อยู่ระหว่าง 0.016 - 0.664 2. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM มีค่า Corrected Item - Total Correlation อยู่ระหว่าง 0.085 – 0.775 3. ความคิดสร้างสรรค์ มีค่า Corrected Item - Total Correlation อยู่ระหว่าง 0.150 - 0.746 รวมข้อคำถามที่นำไปใช้ได้ จำนวน 35 ข้อ ดังนี้ 1. การคิดอย่างเป็นระบบ จำนวน 10 ข้อ 2. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM จำนวน 10 ข้อ และ 3. ความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 15 ข้อ

ตอนที่ 2.3 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) ของสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ผู้วิจัยได้นำ แบบทดสอบวัดสมรรถนะครูสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านความรู้ด้านความรู้(Knowledge) แบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ (Skill) ด้านคุณลักษณะ(Traits) ด้านคุณลักษณะ ครอบคลุมทั้ง 3 องค์ประกอบ และ 16 ตัวบ่งชี้ นำไปเก็บข้อมูลครูผู้สอนสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 450 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้แบบตัวเลือก 4 ตัวเลือก เพื่อเก็บข้อมูลองค์ประกอบที่ 1 ด้านความรู้(Knowledge) จำนวน 50 ข้อ และแบบสอบถามองค์ประกอบที่ 2 ด้านทักษะ (Skill) จำนวน 85 ข้อ และองค์ประกอบที่ 3 ด้านคุณลักษณะ(Traits) จำนวน 35 ข้อ ดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความตรงเชิง




โครงสร้าง (Construct Validity) โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง (Second Order Confirmatory Factor Analysis)

เพื่อให้การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และมีความเข้าใจที่ตรงกัน และสะดวกต่อการนำเสนอ ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์และความหมายแทนตัวแปร ดังนี้

อักษรย่อที่ใช้แทนองค์ประกอบและตัวบ่งชี้

CSTEM	แทน	สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21
KN	แทน	องค์ประกอบที่ 1 ด้านความรู้(Knowledge)
SK	แทน	องค์ประกอบที่ 2 ด้านทักษะ (Skill)
TR	แทน	องค์ประกอบที่ 3 ด้านคุณลักษณะ(Traits)
KN1	แทน	ตัวบ่งชี้ที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา
KN2	แทน	ตัวบ่งชี้ที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา
KN3	แทน	ตัวบ่งชี้ที่ 3 ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน
KN4	แทน	ตัวบ่งชี้ที่ 4 ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา
KN5	แทน	ตัวบ่งชี้ที่ 5 ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้
SK1	แทน	ตัวบ่งชี้ที่ 6 ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา
SK2	แทน	ตัวบ่งชี้ที่ 7 ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง
SK3	แทน	ตัวบ่งชี้ที่ 8 ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น
SK4	แทน	ตัวบ่งชี้ที่ 9 ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน
SK5	แทน	ตัวบ่งชี้ที่ 10 ทักษะการอำนวยความสะดวก
SK6	แทน	ตัวบ่งชี้ที่ 11 ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน
SK7	แทน	ตัวบ่งชี้ที่ 12 ทักษะการสื่อสาร
SK8	แทน	ตัวบ่งชี้ที่ 13 ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน
TR1	แทน	ตัวบ่งชี้ที่ 14 การคิดอย่างเป็นระบบ
TR2	แทน	ตัวบ่งชี้ที่ 15 ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM
TR3	แทน	ตัวบ่งชี้ที่ 16 ความคิดสร้างสรรค์

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้แทนค่าสถิติ

\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
Sk	แทน	ความเบ้ (Skewness)
Kur	แทน	ความโด่ง (Kurtosis)
χ^2	แทน	ค่าสถิติไคสแควร์ (Chi-square)
df	แทน	องศาอิสระ
p-value	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
χ^2 / df	แทน	ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ของการทดสอบไคสแควร์
GFI	แทน	ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน
AGFI	แทน	ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับค่าแล้ว
SRMR	แทน	ค่าของรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือในรูปคะแนนมาตรฐาน
RMSEA	แทน	ค่าของรากกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ
CFI	แทน	ค่าดัชนีวัดความกลมกลืนเปรียบเทียบ
	แทน	ตัวแปรที่สังเกตได้
	แทน	ตัวแปรแฝง
	แทน	น้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ระหว่างตัวแปรแฝงกับตัวแปรสังเกตได้
SE	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของน้ำหนักองค์ประกอบ
t	แทน	ค่าสถิติทดสอบ t
R ²	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์
*	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
**	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานตัวบ่งชี้สมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษา
ในศตวรรษที่ 21

ตาราง 22 แสดงจำนวนและร้อยละข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ครูผู้สอนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ (n=450)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
1. ชาย	187	41.56
2. หญิง	263	58.44
รวม	450	100.00
วิชาที่สอน		
1. คณิตศาสตร์	105	23.33
2. วิทยาศาสตร์ทั่วไป	201	44.67
3. ฟิสิกส์	41	9.11
4. เคมี	29	6.44
5. ชีววิทยา	23	5.11
6. เทคโนโลยี/คอมพิวเตอร์	51	11.33
รวม	450	100.00

จากตาราง 22 พบว่า ข้อมูลทั่วไปของครูผู้สอน มีจำนวน 450 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 263 คน คิดเป็นร้อยละ 58.44 และเพศชาย จำนวน 187 คน คิดเป็นร้อยละ 41.56 และเป็นครูผู้สอน ในสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สูงสุด จำนวน 201 คน คิดเป็นร้อยละ 44.67 รองลงมาคือ วิชา คณิตศาสตร์ จำนวน 105 คน คิด เป็นร้อยละ 23.33 วิชาเทคโนโลยี/คอมพิวเตอร์ จำนวน 51 คน คิดเป็นร้อยละ 11.33 และวิชาฟิสิกส์ จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 9.11 และวิชา เคมี จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 6.44 และน้อยที่สุด คือ วิชา ชีววิทยา จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 5.11

ตาราง 23 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของตัวบ่งชี้โมเดลการวัดสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ตัวบ่งชี้	ค่า	ค่า	ค่า	ค่า	ค่า	ค่า
	ต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	เบี่ยงเบน	ความ	ความ
	Min	Max	\bar{X}	มาตรฐาน	เบ้	โค้ง
				S.D.	Sk	Kur
1. ด้านความรู้ (Knowledge)						
ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา (KN1)	3.00	8.00	6.80	0.84	-0.50	0.70
ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา (KN2)	4.00	8.00	6.19	0.80	-0.39	-0.50
ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน (KN3)	3.00	8.00	7.23	0.97	-1.49	2.20
ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอน (KN4)	5.00	8.00	6.74	0.82	0.05	-0.78
ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ (KN5)	4.00	8.00	6.54	0.79	0.18	-0.32
2. ด้านทักษะ (Skill)						
ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา (SK1)	3.00	4.91	4.12	0.35	0.33	0.03
ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับชีวิตจริง (SK2)	3.00	4.88	3.85	0.36	0.32	0.40
ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น (SK3)	2.90	4.80	4.19	0.31	-0.27	0.33
ทักษะการออกแบบการเรียนรู้ การสอน (SK4)	3.10	4.90	4.00	0.34	0.32	0.10
ทักษะการอำนวยความสะดวก (SK5)	3.42	4.92	4.02	0.29	0.54	0.49
ทักษะการประเมินกระบวนการ ทำงาน และผลงานของผู้เรียน (SK6)	3.07	4.87	4.04	0.31	0.54	0.17
ทักษะการสื่อสาร (SK7)	3.00	4.91	4.40	0.46	-0.31	-1.04
ทักษะการใช้เทคโนโลยีและการ สอน (SK8)	3.25	4.91	4.09	0.41	-0.42	0.20

ตัวบ่งชี้	ค่า	ค่า	ค่า	ค่า	ค่า	ค่า
	ต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ความ เบ้	ความ โด่ง
	Min	Max	\bar{X}	S.D.	Sk	Kur
3. ด้านคุณลักษณะ (Traits)						
การคิดอย่างเป็นระบบ (TR1)	2.80	4.70	3.78	0.37	0.12	-0.30
ทัศนคติเชิงบวกในการสอน STEM (TR2)	3.73	4.91	4.65	0.21	-1.55	2.09
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (TR3)	2.73	4.73	3.90	0.34	-0.19	0.55

จากตาราง 23 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จำนวน 3 องค์ประกอบ คือ 1. ด้านความรู้(Knowledge) จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ (KN1-KN5) 2. ด้านทักษะ(Skill) จำนวน 8 ตัวบ่งชี้ (SK1-SK8) 3. ด้านคุณลักษณะ(Traits) จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ (TR1-TR3) ค่าสถิติพื้นฐานของของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 ด้านความรู้ (Knowledge) ทั้ง 5 ตัวบ่งชี้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.54-7.23 และค่า S.D. มีค่าอยู่ระหว่าง 0.79-0.97 และตัวบ่งชี้ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน (KN3) มีค่าเฉลี่ย 7.23 และค่า S.D. มีค่าเท่ากับ 0.79 รองลงมา ได้แก่ ตัวบ่งชี้ ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา (KN1) (\bar{X} =6.80, S.D. = 0.84) ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอน (KN4) (\bar{X} =6.74, S.D. = 0.82) ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ (KN5) (\bar{X} =6.54, S.D. = 0.79) และความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา (KN2) (\bar{X} =6.19, S.D. = 0.80) ตามลำดับ

ค่าความเบ้ (Sk) พบว่า ตัวบ่งชี้ที่มีการแจกแจงข้อมูลในลักษณะเบ้ขวา (มีค่าเป็นบวก) แสดงว่า คะแนนของตัวบ่งชี้ มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยได้แก่ ตัวบ่งชี้ ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ (KN5) (Sk = 0.18) และความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอน (KN4) (Sk = 0.05) ตัวบ่งชี้ที่มีการแจกแจงข้อมูล ในลักษณะเบ้ซ้าย (มีค่าเป็นลบ) แสดงว่า คะแนนของตัวบ่งชี้ สูงกว่าค่าเฉลี่ย ได้แก่ ตัวบ่งชี้ ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน (KN3) (Sk = -1.49) ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา (KN1) (Sk = - 0.50) และความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา (KN2) (Sk = -0.39)

เมื่อพิจารณาค่าความโด่ง (Kur) พบว่า การแจกแจงของข้อมูลตัวบ่งชี้มีลักษณะความโด่งหรือความสูงของการแจกแจง มีค่าเป็นลบและมีบางค่าเป็นบวก หรือสูงกว่าค่าความโด่งของโค้งปกติ ซึ่งตัวบ่งชี้มีค่าความโด่งอยู่ระหว่าง -0.78 ถึง 0.70

ค่าสถิติพื้นฐานของของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ (Skill) มี 8 ตัวบ่งชี้ มีค่าเฉลี่ยมีค่าอยู่ระหว่าง 3.85-4.40 ตัวบ่งชี้ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ตัวบ่งชี้ ทักษะ

การสื่อสาร (SK7) มีค่าเฉลี่ย 4.40 และค่า S.D. มีค่าเท่ากับ 0.46 รองลงมา ได้แก่ ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น (SK3) ($\bar{X} = 4.19$, S.D. = 0.31) ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา (SK1) ($\bar{X} = 4.12$, S.D. = 0.35) ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน (SK8) ($\bar{X} = 4.09$, S.D. = 0.41) ทักษะการประเมินกระบวนการทำงาน และผลงานของผู้เรียน (SK6) ($\bar{X} = 4.04$, S.D. = 0.31) ทักษะการอำนวยความสะดวก (SK5) ($\bar{X} = 4.02$, S.D. = 0.29) ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน (SK4) ($\bar{X} = 4.00$, S.D. = 0.34) ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับชีวิตจริง (SK2) ($\bar{X} = 3.85$, S.D. = 0.36)

ค่าความเบ้ (Sk) พบว่า ตัวบ่งชี้จำนวน 8 ตัวบ่งชี้ ที่มีการแจกแจงข้อมูลในลักษณะเบ้ขวา (มีค่าเป็นบวก) แสดงว่า คะแนนของตัวบ่งชี้ มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ได้แก่ ตัวบ่งชี้ ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา (SK1) (Sk = 0.33) ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับชีวิตจริง (SK2) (Sk = 0.32) ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน (SK4) (Sk = 0.32) ทักษะการอำนวยความสะดวก (SK5) (Sk = 0.54) ทักษะการประเมินกระบวนการทำงาน และผลงานของผู้เรียน (SK6) (Sk = 0.54) ตัวบ่งชี้ที่มีการแจกแจงข้อมูลในลักษณะเบ้ซ้าย (มีค่าเป็นลบ) แสดงว่า คะแนนของตัวบ่งชี้ สูงกว่าค่าเฉลี่ย ได้แก่ ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น (SK3) (Sk = -0.27) ทักษะการสื่อสาร (SK7) (Sk = -0.31) ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน (SK8) (Sk = -0.42)

เมื่อพิจารณาค่าความโด่ง (Kur) พบว่า การแจกแจงของข้อมูลตัวบ่งชี้มีลักษณะความโด่งหรือความสูงของการแจกแจง มีค่าเป็นลบและมีบางค่าเป็นบวก หรือสูงกว่าค่าความโด่งของโค้งปกติ ซึ่งตัวบ่งชี้มีค่าความโด่งอยู่ระหว่าง -1.04 ถึง 0.49 ตัวบ่งชี้ที่มีลักษณะความโด่ง หรือความสูงของการแจกแจงมีค่าเป็นลบ คือ ทักษะการสื่อสาร (SK7) (Kur = -1.04)

ค่าสถิติพื้นฐานของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 ด้านคุณลักษณะ (Traits) ทั้ง 3 ตัวบ่งชี้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.78-4.65 และค่า S.D. มีค่าอยู่ระหว่าง 0.21-0.37 และตัวบ่งชี้ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ทักษะคติเชิงบวกในการสอน STEM (TR2) มีค่าเฉลี่ย 4.65 และค่า S.D. มีค่าเท่ากับ 0.21 รองลงมา ได้แก่ ตัวบ่งชี้ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (TR3)) ($\bar{X} = 3.90$, S.D. = 0.34) และการคิดอย่างเป็นระบบ TR1 ($\bar{X} = 3.78$, S.D. = 0.37)

เมื่อพิจารณาค่าความเบ้ (Sk) พบว่า ตัวบ่งชี้จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ ที่มีการแจกแจงข้อมูลในลักษณะเบ้ขวา (มีค่าเป็นบวก) แสดงว่า คะแนนของตัวบ่งชี้ มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ได้แก่ ตัวบ่งชี้ การคิดอย่างเป็นระบบ (TR1) (Sk = 0.54) ตัวบ่งชี้ที่มีการแจกแจงข้อมูลในลักษณะเบ้ซ้าย (มีค่าเป็นลบ) แสดงว่า คะแนนของตัวบ่งชี้ สูงกว่าค่าเฉลี่ย ได้แก่ ทักษะคติเชิงบวกในการสอน STEM (TR2) (Sk = -0.31) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (TR3) (Sk = -0.42)

เมื่อพิจารณาค่าความโค้ง (Kur) พบว่า การแจกแจงของข้อมูลตัวบ่งชี้มีลักษณะความโค้งหรือความสูงของการแจกแจง มีค่าเป็นลบและมีบางค่าเป็นบวก หรือสูงกว่าค่าความโค้งของโค้งปกติ ซึ่งตัวบ่งชี้มีค่าความโค้งอยู่ระหว่าง -0.30 ถึง 2.09 ตัวบ่งชี้ที่มีลักษณะความโค้ง หรือความสูงของการแจกแจงมีค่าเป็นลบ คือ การคิดอย่างเป็นระบบ (TR1) ($Kur = -0.30$)

ทั้งนี้จากผลของการค่าสถิติพื้นฐาน สรุปได้ว่าข้อมูล มีลักษณะการกระจายไม่เบ้ และไม่โค้งจนผิดปกติ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ มีค่าอยู่ระหว่าง -3 ถึง +3 แสดงว่าข้อมูลที่ได้สามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันได้ในขั้นตอนต่อไปได้

2.3.2 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า โมเดลตัวของสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 สามารถจัดองค์ประกอบได้ เป็น 3 องค์ประกอบ คือ 1. ด้านความรู้(Knowledge) มี 5 ตัวบ่งชี้ 2. ด้านทักษะ(Skill) มี 8 ตัวบ่งชี้ 3. ด้านคุณลักษณะ(Traits) มี 3 ตัวบ่งชี้ การวิเคราะห์องค์ประกอบจะต้องเตรียมเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้ โดยพิจารณาความเหมาะสมของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้ที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ ต้องมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้ได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันสำหรับองค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบ และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง สำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้โปรแกรม LISREL มีผลการวิเคราะห์ ดังนี้

- 1) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่

ตาราง 24 แสดงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเมตริกซ์ สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ตัวบ่งชี้	KN1	KN2	KN3	KN4	KN5	SK1	SK2	SK3	SK4	SK5	SK6	SK7	SK8	TR1	TR2	TR3
KN1	1.00															
KN2	0.33 ^{**}	1.00														
KN3	0.30 ^{**}	0.43 ^{**}	1.00													
KN4	0.65 ^{**}	0.33 ^{**}	0.30 ^{**}	1.00												
KN5	0.33 ^{**}	0.51 ^{**}	0.33 ^{**}	0.33 ^{**}	1.00											
SK1	0.32 ^{**}	0.10 [*]	0.36 ^{**}	0.23 ^{**}	0.33 ^{**}	1.00										
SK2	0.13 [*]	0.28 ^{**}	0.23 ^{**}	0.24 ^{**}	0.33 ^{**}	0.75 ^{**}	1.00									
SK3	0.01 [*]	0.04 [*]	0.56 ^{**}	0.01 [*]	0.40 ^{**}	0.43 ^{**}	0.59 ^{**}	1.00								
SK4	0.22 ^{**}	0.02 [*]	0.44 ^{**}	0.22 ^{**}	0.23 ^{**}	0.33 ^{**}	0.44 ^{**}	0.52 ^{**}	1.00							
SK5	0.24 ^{**}	0.22 ^{**}	0.38 ^{**}	0.24 ^{**}	0.33 ^{**}	0.11 [*]	0.23 ^{**}	0.03 [*]	0.41 ^{**}	1.00						
SK6	0.03 [*]	0.36 ^{**}	0.30 ^{**}	0.03 [*]	0.33 ^{**}	0.19 ^{**}	0.29 ^{**}	0.27 ^{**}	0.28 ^{**}	0.63 ^{**}	1.00					
SK7	0.03 [*]	0.04 [*]	0.34 ^{**}	0.03 [*]	0.45 ^{**}	0.15 [*]	0.17 [*]	0.17 [*]	0.21 ^{**}	0.28 ^{**}	0.38 ^{**}	1.00				
SK8	0.04 [*]	0.22 ^{**}	0.32 ^{**}	0.32 ^{**}	0.43 ^{**}	0.29 ^{**}	0.36 ^{**}	0.31 ^{**}	0.40 ^{**}	0.22 ^{**}	0.11 [*]	0.14 [*]	1.00			
TR1	0.03 [*]	0.25 ^{**}	0.22 ^{**}	0.23 ^{**}	0.02	0.22 ^{**}	0.19 ^{**}	0.16 [*]	0.20 ^{**}	0.25 ^{**}	0.31 ^{**}	0.33 ^{**}	0.68 ^{**}	1.00		
TR2	0.05 [*]	0.23 ^{**}	0.22 ^{**}	0.25 ^{**}	0.26 ^{**}	0.21 ^{**}	0.18 [*]	0.16 [*]	0.18 [*]	0.26 ^{**}	0.33 ^{**}	0.31 ^{**}	0.56 ^{**}	0.71 ^{**}	1.00	
TR3	0.33 ^{**}	0.11 [*]	0.36 ^{**}	0.23 ^{**}	0.37 ^{**}	0.35 ^{**}	0.27 ^{**}	0.21 ^{**}	0.25 ^{**}	0.26 ^{**}	0.38 ^{**}	0.38 ^{**}	0.31 ^{**}	0.62 ^{**}	0.67 ^{**}	1.00
S.D.	3.65	3.30	1.45	1.68	2.45	2.37	2.59	2.38	2.75	2.65	2.98	2.45	2.31	2.14	1.36	2.34

จากตาราง 24 แสดงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเมตริกซ์ สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 โมเดลตัวบ่งชี้ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ 1. ด้านความรู้(Knowledge) มี 5 ตัวบ่งชี้ 2. ด้านทักษะ(Skill) มี 8 ตัวบ่งชี้ 3. ด้านคุณลักษณะ (Traits) มี 3 ตัวบ่งชี้ รวมทั้งหมด 16 ตัวบ่งชี้ ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้จำนวน 16 ตัวบ่งชี้ พบว่า ตัวบ่งชี้มีความสัมพันธ์กันในทิศทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.01 - 0.75 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 พบว่าตัวบ่งชี้ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด คือ ตัวบ่งชี้ SK1 กับตัวบ่งชี้ SK2 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.75 ส่วนตัวบ่งชี้ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำสุด คือตัวบ่งชี้ KN1 กับตัวบ่งชี้ SK3 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.01

เมื่อพิจารณาตัวบ่งชี้ในด้านความรู้(Knowledge) KN1-KN5 ทั้ง 5 ตัวบ่งชี้ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.30-0.65 ทั้งนี้ตัวบ่งชี้ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด คือ ตัวบ่งชี้ KN1 กับตัวบ่งชี้ KN4 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.65 ส่วนตัวบ่งชี้ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำสุด คือตัวบ่งชี้ KN1 กับตัวบ่งชี้ KN3 และตัวบ่งชี้ KN3 กับตัวบ่งชี้ KN4 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.33 ด้านทักษะ(Skill) SK1-SK8 ทั้ง 8 ตัวบ่งชี้ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.11 ถึง 0.75 ทั้งนี้ตัวบ่งชี้ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด คือ ตัวบ่งชี้ SK1 กับตัวบ่งชี้ SK2 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.75 ส่วนตัวบ่งชี้ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำสุด คือ SK1 กับตัวบ่งชี้ SK5 และตัวบ่งชี้ SK6 กับตัวบ่งชี้ SK8 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.11 ด้านคุณลักษณะ(Traits) TR1-TR3 ทั้ง 3 ตัวบ่งชี้ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง

0.62 ถึง 0.71 ทั้งนี้ตัวบ่งชี้ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด คือ ตัวบ่งชี้ TR1 กับตัวบ่งชี้ TR2 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.71 ส่วนตัวบ่งชี้ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำสุด คือ TR1 กับตัวบ่งชี้ TR3 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.62 ความสัมพันธ์มากเพียงพอและเหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ

ตาราง 25 แสดงผลการทดสอบค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 (n=450)

ดัชนีทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุ	เกณฑ์	ผล
ค่าไคว์-สแควร์ (χ^2)	106.07	ไม่มีนัยสำคัญ
ค่าสัดส่วน (χ^2 / df)	1.205	< 2.00
ค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI)	0.97	> 0.95
ค่าดัชนีความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI)	0.96	> 0.95
ค่าดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA)	0.021	< 0.05

จากตาราง 25 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยนำข้อมูลจากการทำแบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้ และตอบแบบสอบถามสมรรถนะด้านทักษะและคุณลักษณะจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 450 คน นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง (Second Order Confirmatory Factor Analysis) ซึ่งเป็นการตรวจสอบความตรงหรือความสอดคล้องของโมเดล ตัวบ่งชี้กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลการทดสอบมีดังนี้ ค่าไคสแควร์ (Chi -Square Statistics: χ^2) เท่ากับ 106.07 ที่องศาอิสระ (degrees of freedom) เท่ากับ 88 นั่นคือ ค่าไคสแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลักที่ว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ค่าสัดส่วน (χ^2/df) มีค่าเท่ากับ 1.205 โดยค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.97 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับค่าแล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.96 และค่าดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.021 แสดงว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ตาราง 26 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ของโมเดลการวัดของสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษา
ในศตวรรษที่ 21 (n=450)

ตัวบ่งชี้	น้ำหนัก	ค่าสถิติ	ค่าความ	สัมประสิทธิ์
	องค์ประกอบ	ทดสอบ	เที่ยง	คะแนน
	b(SE)	t	R ²	องค์ประกอบ
1. ด้านความรู้ (Knowledge) (KN)				
ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา (KN1)	1.00(0.00)	<->	0.07	0.01
ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา (KN2)	1.36(0.21)	6.55	0.16	0.04
ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน (KN3)	0.90(0.15)	5.88	0.36	0.28
ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอน (KN4)	0.49(0.09)	5.37	0.08	0.03
ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ (KN5)	1.67(0.28)	6.04	0.44	0.20
2. ด้านทักษะ (Skill) (SK)				
ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา (SK1)	0.64(0.13)	4.97	0.12	0.06
ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง (SK2)	0.73(0.14)	5.08	0.14	0.04
ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น (SK3)	0.72(0.14)	5.31	0.16	0.06
ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน (SK4)	1.00(0.00)	<->	0.22	0.12
ทักษะการอำนวยความสะดวก (SK5)	0.77(0.15)	5.15	0.14	0.06
ทักษะการประเมินกระบวนการทำงาน และผลงานของผู้เรียน (SK6)	0.82(0.16)	5.00	0.13	0.05
ทักษะการสื่อสาร (SK7)	0.56(0.13)	4.36	0.09	0.04
ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน (SK8)	0.71(0.13)	5.41	0.16	0.07
3. ด้านคุณลักษณะ (Traits) TR				
การคิดอย่างเป็นระบบ TR1	0.86(0.13)	6.89	0.31	0.22
ทัศนคติเชิงบวกในการสอน STEM (TR2)	0.57(0.08)	7.12	0.33	0.33
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (TR3)	1.00(0.00)	<->	0.35	0.19

จากตาราง 26 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ตรวจสอบความสอดคล้องของ
โมเดลตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จำนวน 3 องค์ประกอบ 16 ตัวบ่งชี้
โดยนำข้อมูลในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 450 คน ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ เที่ยงยืนอันดับสอง

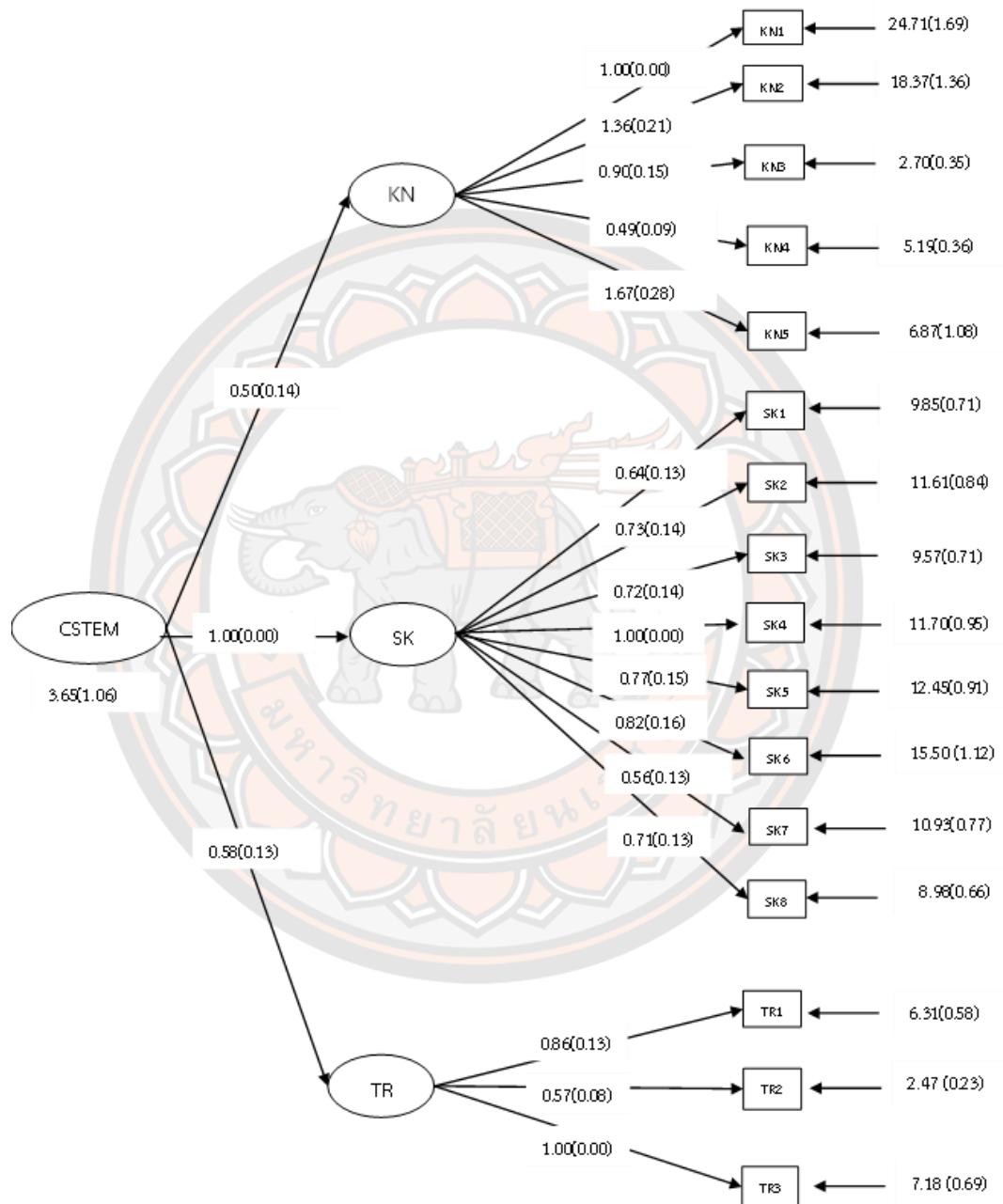
วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง (Second Order Confirmatory Factor Analysis) ซึ่งเป็นการตรวจสอบความตรงหรือความสอดคล้องของโมเดลตัวบ่งชี้กับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเป็นบวก ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ 1. ด้านความรู้(Knowledge) มี 5 ตัวบ่งชี้ 2. ด้านทักษะ(Skill) มี 8 ตัวบ่งชี้ 3. ด้านคุณลักษณะ(Traits) มี 3 ตัวบ่งชี้ โดยองค์ประกอบทั้งหมด มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จัดเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดในการบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 คือ ด้านทักษะ (Skill) ที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 1.00 รองลงมาคือ องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ(Traits) มีน้ำหนักองค์ประกอบ 0.58 และองค์ประกอบด้านความรู้(Knowledge) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 0.50 ตามรายละเอียดในตาราง

เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักด้านความรู้(Knowledge) พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ของ 5 ตัวบ่งชี้ (KN1-KN5) มีค่าเป็นบวก และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกข้อ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.49-1.67 และจัดเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดใน การบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านความรู้(Knowledge) คือ ความรู้ เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้สะเต็มศึกษา(KN5) มีค่า 1.67 และรองลงมาคือ ความรู้เกี่ยวกับ หลักสูตรสะเต็มศึกษา(KN2) มีค่า 1.36 ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา (KN1)1.00 ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน(KN3) มีค่า 0.90 และความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา (KN4) มีค่า 0.49 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ด้านทักษะ(Skill) ดังตาราง พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ทั้ง 8 ตัวบ่งชี้ มีค่าเป็นบวก และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกข้อ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.56-1.00 และจัดเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ที่มีน้ำหนักความสำคัญ มากที่สุดในการบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ(Skill) คือ การ ออกแบบการเรียนการสอน(SK4) มีค่า 1.00 และรองลงมาคือ การประเมินกระบวนการทำงานและ ผลงานของผู้เรียน (SK6) มีค่า 0.82 และการอำนวยความสะดวก (SK5) มีค่า0.77(0.15)การเชื่อมโยง ระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง(SK2) มีค่า0.73 การทำงานร่วมกับผู้อื่น (SK3) มีค่า 0.72 การใช้เทคโนโลยี และสื่อการสอน (SK8) มีค่า 0.71 การบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา (SK1) มีค่า 0.64 การ สื่อสาร(SK7) มีค่า 0.56 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ดังตาราง พบว่า ค่าน้ำหนักด้าน คุณลักษณะ(Traits) จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ (TR1-TR3) มีค่าเป็นบวก และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกข้อ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.57-1.00 และจัดเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ที่มีน้ำหนักความสำคัญ มากที่สุดในการบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านคุณลักษณะ (Traits) คือ

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (TR3) มีค่า 1.00 และรองลงมาคือ การคิดอย่างเป็นระบบ(TR1) มีค่า 0.86 และทัศนคติเชิงบวกในการสอน STEM (TR2) มีค่า 0.57



ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

3.1 การประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในภาพรวม

การประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยได้รับข้อมูลจากผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 15 คน ประเมินทั้งหมด 4 ด้าน คือ ด้านความเชื่อถือได้ (credibility) ด้านความเหมาะสม (appropriateness) ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ด้านความเป็นประโยชน์ (utility) สรุปผลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 27 แสดงข้อมูลทั่วไปของกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
1.1 ชาย	6	40.00
1.2 หญิง	9	60.00
2. อายุ		
2.1 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 ปี	2	13.33
2.2 31 - 40 ปี	4	26.67
2.3 41 - 50 ปี	6	40.00
2.4 51 - 60 ปี	3	20.00
3. ประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน		
3.1 ต่ำกว่า 10 ปี	2	13.33
3.2 10-20 ปี	8	53.33
3.3 21-30 ปี	4	26.67
3.4 31-40 ปี	1	6.67
4. ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง		
4.1 ผู้บริหารสถานศึกษา	5	33.33
4.2 นักวิชาการ	3	20.00
4.3 ศึกษานิเทศน์	2	13.34
4.3 ครูผู้สอน	5	33.33

จากตาราง 27 พบว่า กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 เป็นเพศชาย จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 เมื่อจำแนกตามอายุ พบว่า มีอายุ 41-50 ปี มีจำนวนมากที่สุด จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 รองลงมา คือ อายุ 31 – 40 ปี คิดเป็นร้อยละ 26.67 และช่วงอายุระหว่าง 51 – 60 ปี จำนวนอย่างละ 3 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00 ช่วงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 ปี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33 เมื่อพิจารณาประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน พบว่ามีประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน ช่วงระหว่าง 10-20 ปี มากที่สุด จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33 ช่วงระหว่าง 21.30 ปีจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67 ต่ำกว่า 10 ปี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33 และช่วงระหว่าง 31 - 40 ปี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 สำหรับการดำรงตำแหน่งในปัจจุบันมี ผู้ดำรงตำแหน่ง ในด้านบริหารการศึกษา จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 นักวิชาการ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00 ศึกษานิเทศก์ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 13.34 และครูผู้สอน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33



ตาราง 28 แสดงผลการประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในตารางที่ 21

รายการประเมิน	ความเชื่อถือได้		ความเหมาะสม		ความเป็นไปได้		ความเป็นประโยชน์					
	\bar{X}	S.D.	แปลผล	\bar{X}	S.D.	แปลผล	\bar{X}	S.D.				
1 องค์ประกอบของสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะสามารถนำไปประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสำหรับการสอนสะเต็มศึกษาของครูได้จริง	4.80	0.41	มากที่สุด	4.93	0.26	มากที่สุด	4.67	0.49	มากที่สุด	4.56	0.51	มากที่สุด
2. การกำหนดตัวบ่งชี้ของสมรรถนะประกอบด้วยด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านคุณลักษณะ	4.60	0.51	มากที่สุด	4.27	0.46	มาก	4.73	0.46	มากที่สุด	4.69	0.48	มากที่สุด
3. การกำหนดชื่อองค์ประกอบตัวบ่งชี้และคำนิยาม เกณฑ์การประเมินของสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษา ตรงกับสภาพจริงสามารถวัด	4.87	0.35	มากที่สุด	4.73	0.46	มากที่สุด	4.60	0.51	มากที่สุด	4.75	0.45	มากที่สุด

รายการประเมิน	ความเชื่อถือ ได้		ความเหมาะสม		ความเป็นไปได้		ความเป็น ประโยชน์	
	\bar{X}	S.D.	แปลผล	\bar{X}	S.D.	แปลผล	\bar{X}	S.D.
4. สามารถนำไปใช้ในการรวบรวมข้อมูลหรือเป็นสารสนเทศกับสมรรถนะของครูผู้สอน ส่งเสริมศึกษาเพื่อเป็นกรอบในการพัฒนาครูผู้สอนและเติมศึกษา	4.93	0.26	มากที่สุด	4.87	0.35	มากที่สุด	4.88	0.34
5. ครูสามารถนำข้อมูลสารสนเทศหรือข้อมูลสมรรถนะด้านต่างๆ เพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงการสอนและเติมศึกษา	4.87	0.35	มากที่สุด	4.87	0.35	มากที่สุด	4.63	0.48
6. ข้อมูลสารสนเทศที่ได้สามารถให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ เช่นผู้บริหารสถานศึกษาศึกษานิเทศก์ ได้นำข้อมูลตามตัวบ่งชี้	4.93	0.26	มากที่สุด	4.80	0.41	มากที่สุด	4.75	0.58

รายการประเมิน	ความเชื่อถือได้		ความเหมาะสม		ความเป็นไปได้		ความเป็นประโยชน์		
	\bar{X}	S.D.	แปลผล	S.D.	แปลผล	S.D.	แปลผล	S.D.	
สมรรถนะไปวางแผนเพื่อพัฒนาปรับปรุงสำหรับครูผู้สอน	4.87	0.35	มากที่สุด	4.93	0.26	มากที่สุด	4.81	0.40	มากที่สุด
7. ครูผู้สอนเพิ่มเติมสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือประกอบการประเมินคุณภาพการจัดการเรียนการสอนของครูในด้านการสอนเพิ่มเติมศึกษา	4.77	0.21	มากที่สุด	4.84	0.11	มากที่สุด	4.73	0.20	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.77	0.21	มากที่สุด	4.84	0.11	มากที่สุด	4.74	0.18	มากที่สุด

จากตาราง 28 ผลการประเมินคุณภาพในภาพรวมของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในทศวรรษที่ 21 ประเมินทั้งหมด 4 ด้านคือ ด้านความเชื่อถือได้ (credibility) ด้านความเหมาะสม (appropriateness) ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ด้านความเป็นประโยชน์ (utility) ทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด

ด้านความเหมาะสมของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในทศวรรษที่ 21 ในภาพรวมมีคุณภาพ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.84, S.D.=0.11$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือประกอบการประเมินคุณภาพการจัดการเรียนการสอนของครูในด้านการสอนสะเต็มศึกษา มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.93, S.D.=0.26$) รองลงมา คือ ครูสามารถนำข้อมูลสารสนเทศหรือข้อมูลสมรรถนะด้านต่างๆ เพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงการสอนสะเต็มศึกษา และสามารถนำไปใช้ในการรวบรวมข้อมูลหรือเป็นสารสนเทศกับสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาเพื่อเป็นกรอบในการพัฒนาครูผู้สอนสะเต็มศึกษา ($\bar{X} = 4.87, S.D.=0.35$) ด้านความเชื่อถือได้ ของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในทศวรรษที่ 21 ในภาพรวมมีคุณภาพ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.77, S.D.=0.21$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า สามารถนำไปใช้ในการรวบรวมข้อมูลหรือเป็นสารสนเทศกับสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาเพื่อเป็นกรอบในการพัฒนาครูผู้สอนสะเต็มศึกษา และข้อมูลสารสนเทศที่ได้สามารถให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ เช่น ผู้บริหารสถานศึกษา ศึกษานิเทศก์ ได้นำข้อมูลตามตัวบ่งชี้สมรรถนะไปวางแผนเพื่อพัฒนาปรับปรุงสำหรับครูผู้สอน มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.93, S.D.=0.26$) รองลงมา คือการกำหนดชื่อองค์ประกอบตัวบ่งชี้ และคำนิยาม เกณฑ์การประเมินของสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษา ตรงกับสภาพจริงสามารถวัดได้ ($\bar{X} = 4.87, S.D.=0.35$)

ด้านความเป็นไปได้ ของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในทศวรรษที่ 21 ในภาพรวมมีคุณภาพ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.73, S.D.=0.20$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ครูสามารถนำข้อมูลสารสนเทศหรือข้อมูลสมรรถนะด้านต่างๆ เพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงการสอนสะเต็มศึกษา มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.93, S.D.=0.26$) รองลงมา คือตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือประกอบการประเมินคุณภาพการจัดการเรียนการสอนของครูในด้านการสอนสะเต็มศึกษา ($\bar{X} = 4.87, S.D.=0.35$)

ด้านความเป็นประโยชน์ของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในทศวรรษที่ 21 ในภาพรวมมีคุณภาพ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.47, S.D.= 0.18$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า สามารถนำไปใช้ในการรวบรวมข้อมูลหรือเป็นสารสนเทศกับสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาเพื่อเป็นกรอบในการพัฒนาครูผู้สอนสะเต็มศึกษา มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.88, S.D.=0.34$) รองลงมา คือตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือประกอบการประเมินคุณภาพการจัดการเรียนการสอนของครูในด้านการสอนสะเต็มศึกษา ($\bar{X} = 4.81, S.D.=0.40$)

3.2 การประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ตามรายตัวบ่งชี้

การประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ตามรายตัวบ่งชี้ โดย ทั้งหมด 4 ด้านคือ ด้าน ด้านความเชื่อถือได้ (credibility) ด้านความเหมาะสม (appropriateness) ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ด้านความเป็นประโยชน์ (utility) สรุปผลดังตาราง ต่อไปนี้



ตาราง 29 แสดงข้อมูลการประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ทั้งหมด 4 ด้าน

ประเมิน ตัวบ่งชี้	ด้านความ เชื่อถือได้		ด้านความ เหมาะสม		ด้านความ เป็นไปด้		ด้านความ ประโยชน์	
	แปลผล		แปลผล		แปลผล		แปลผล	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
Kn1.1	4.07	0.37	4.40	0.56	4.40	0.56	4.63	0.56
Kn1.2	4.13	0.51	4.40	0.62	4.40	0.62	4.67	0.48
Kn2.1	4.27	0.45	4.53	0.51	4.53	0.51	4.67	0.48
Kn2.2	4.03	0.41	4.40	0.62	4.40	0.62	4.63	0.61
Kn3.1	4.17	0.38	4.47	0.51	4.47	0.51	4.67	0.48
Kn3.2	4.43	0.57	4.63	0.56	4.63	0.56	4.73	0.52
Kn4.1	4.40	0.67	4.60	0.67	4.60	0.67	4.70	0.65
Kn4.2	4.27	0.69	4.53	0.73	4.53	0.73	4.70	0.60
Kn5.1	4.43	0.68	4.63	0.67	4.63	0.67	4.70	0.65
Kn5.2	4.20	0.81	4.27	0.74	4.33	0.76	4.47	0.73
Sk1.1	4.43	0.50	4.77	0.43	4.80	0.41	4.90	0.31
Sk1.2	4.53	0.51	4.87	0.35	4.87	0.35	4.90	0.31
Sk1.3	4.23	0.50	4.60	0.50	4.67	0.48	4.73	0.45
Sk1.4	4.50	0.57	4.83	0.38	4.87	0.35	4.90	0.31
Sk1.5	4.47	0.51	4.80	0.41	4.83	0.38	4.90	0.31
Sk1.6	4.47	0.51	4.80	0.41	4.83	0.38	4.90	0.31
Sk1.7	4.70	0.60	4.77	0.57	4.77	0.57	4.87	0.43

ประเมิ ตัวบ่งชี้	ด้านความ เชื่อถือได้		ด้านความ เหมาะสม		ด้านความ เป็นไปได้		ด้านความ ประโยชน์		ด้านความ เป็น แปลผล	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
	แปลผล	แปลผล	แปลผล	แปลผล	แปลผล	แปลผล	แปลผล	แปลผล	แปลผล	แปลผล
Sk3.10	4.53	0.63	4.53	0.63	4.53	0.63	4.67	0.61	4.67	0.61
Sk4.1	4.57	0.57	4.57	0.57	4.50	0.63	4.70	0.53	4.70	0.53
Sk4.2	4.57	0.57	4.60	0.56	4.53	0.63	4.67	0.61	4.67	0.61
Sk4.3	4.07	0.64	4.30	0.75	4.30	0.79	4.70	0.53	4.70	0.53
Sk4.4	4.53	0.63	4.57	0.63	4.50	0.68	4.63	0.67	4.63	0.67
Sk4.5	4.73	0.45	4.93	0.25	4.87	0.43	4.87	0.43	4.87	0.43
Sk4.6	4.83	0.46	4.83	0.46	4.77	0.57	4.87	0.43	4.87	0.43
Sk4.7	4.57	0.50	4.77	0.43	4.70	0.53	4.77	0.50	4.77	0.50
Sk4.8	4.77	0.57	4.77	0.57	4.70	0.65	4.80	0.55	4.80	0.55
Sk4.9	4.67	0.55	4.70	0.53	4.63	0.61	4.80	0.48	4.80	0.48
Sk4.10	3.97	0.32	4.23	0.43	4.37	0.56	4.60	0.56	4.60	0.56
Sk5.1	4.33	0.55	4.57	0.50	4.50	0.57	4.73	0.52	4.73	0.52
Sk5.2	4.30	0.53	4.53	0.51	4.50	0.57	4.73	0.52	4.73	0.52
Sk5.3	4.40	0.56	4.50	0.51	4.47	0.57	4.70	0.53	4.70	0.53
Sk5.4	4.60	0.62	4.60	0.62	4.60	0.62	4.77	0.50	4.77	0.50
Sk5.5	4.57	0.68	4.57	0.68	4.57	0.68	4.77	0.50	4.77	0.50
Sk5.6	4.10	0.55	4.33	0.66	4.43	0.68	4.60	0.62	4.60	0.62
Sk5.7	4.60	0.56	4.60	0.56	4.53	0.63	4.73	0.52	4.73	0.52

ประเมิ ตัวบ่งชี้	ด้านความ เชื่อถือได้		ด้านความ เหมาะสม		ด้านความ เป็นไปได้		ด้านความ เป็น ประโยชน์		ด้านความ เป็น แปลผล	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด
Sk5.8	4.60	0.56	4.63	0.56	4.57	0.63	4.70	0.60	4.70	0.60
Sk5.9	4.60	0.56	4.63	0.56	4.57	0.63	4.73	0.52	4.73	0.52
Sk5.10	4.63	0.56	4.67	0.55	4.60	0.62	4.77	0.50	4.77	0.50
Sk5.11	4.87	0.35	4.90	0.31	4.83	0.46	4.83	0.46	4.83	0.46
Sk5.12	4.40	0.56	4.50	0.51	4.47	0.57	4.70	0.53	4.70	0.53
Sk6.1	4.77	0.43	4.83	0.38	4.77	0.50	4.83	0.46	4.83	0.46
Sk6.2	4.43	0.50	4.50	0.51	4.47	0.57	4.70	0.53	4.70	0.53
Sk6.3	4.53	0.57	4.63	0.49	4.57	0.57	4.80	0.48	4.80	0.48
Sk6.4	4.80	0.41	4.80	0.41	4.73	0.52	4.83	0.46	4.83	0.46
Sk6.5	4.50	0.51	4.50	0.51	4.63	0.56	4.73	0.52	4.73	0.52
Sk6.6	4.50	0.51	4.50	0.51	4.63	0.56	4.73	0.52	4.73	0.52
Sk6.7	4.50	0.51	4.50	0.51	4.63	0.56	4.73	0.52	4.73	0.52
Sk6.8	4.13	0.35	4.30	0.47	4.43	0.57	4.60	0.56	4.60	0.56
Sk6.9	4.13	0.35	4.30	0.47	4.43	0.57	4.60	0.56	4.60	0.56
Sk6.10	4.17	0.53	4.33	0.61	4.40	0.67	4.67	0.61	4.67	0.61
Sk6.11	4.13	0.51	4.30	0.60	4.43	0.63	4.67	0.61	4.67	0.61
Sk6.12	4.43	0.57	4.43	0.57	4.50	0.63	4.73	0.58	4.73	0.58
Sk6.13	4.47	0.57	4.47	0.57	4.57	0.57	4.80	0.48	4.80	0.48

ประเมิ ตัวบ่งชี้	ด้านความ เชื่อถือได้		ด้านความ เหมาะสม		ด้านความ เป็นไปได้		ด้านความเป็น ประโยชน์						
	̄	S.D.	̄	S.D.	̄	S.D.	̄	S.D.					
	ผล	ผล	ผล	ผล	ผล	ผล	ผล	ผล					
Sk8.6	4.37	0.49	มาก	มากที่สุด	4.60	0.50	มากที่สุด	4.73	0.52	มากที่สุด	4.73	0.52	มากที่สุด
Sk8.7	4.60	0.50	มากที่สุด	มากที่สุด	4.60	0.50	มากที่สุด	4.53	0.57	มากที่สุด	4.77	0.50	มากที่สุด
Sk8.8	3.63	0.49	มาก	มาก	3.87	0.78	มาก	4.00	0.91	มาก	4.47	0.78	มาก
Sk8.9	4.50	0.51	มากที่สุด	มากที่สุด	4.50	0.51	มากที่สุด	4.47	0.57	มาก	4.70	0.53	มากที่สุด
Sk8.10	4.60	0.50	มากที่สุด	มากที่สุด	4.60	0.50	มากที่สุด	4.53	0.57	มากที่สุด	4.77	0.50	มากที่สุด
Sk8.11	4.63	0.49	มากที่สุด	มากที่สุด	4.73	0.45	มากที่สุด	4.83	0.46	มากที่สุด	4.83	0.46	มากที่สุด
Tr1.1	4.97	0.18	มากที่สุด	มากที่สุด	4.97	0.18	มากที่สุด	4.90	0.40	มากที่สุด	4.90	0.40	มากที่สุด
Tr1.2	4.97	0.18	มากที่สุด	มากที่สุด	4.97	0.18	มากที่สุด	4.90	0.40	มากที่สุด	4.90	0.40	มากที่สุด
Tr1.3	3.97	0.67	มาก	มาก	4.23	0.77	มาก	4.37	0.72	มาก	4.60	0.72	มากที่สุด
Tr1.4	4.30	0.65	มาก	มากที่สุด	4.53	0.68	มากที่สุด	4.67	0.71	มากที่สุด	4.67	0.71	มากที่สุด
Tr1.5	4.90	0.55	มากที่สุด	มากที่สุด	4.90	0.55	มากที่สุด	4.83	0.65	มากที่สุด	4.83	0.65	มากที่สุด
Tr1.6	4.43	0.50	มาก	มากที่สุด	4.56	0.32	มากที่สุด	4.58	0.41	มากที่สุด	4.74	0.40	มากที่สุด
Tr1.7	4.53	0.51	มากที่สุด	มากที่สุด	4.40	0.56	มาก	4.40	0.56	มาก	4.63	0.56	มากที่สุด
Tr1.8	4.73	0.45	มากที่สุด	มากที่สุด	4.40	0.62	มาก	4.40	0.62	มาก	4.67	0.48	มากที่สุด
Tr1.9	4.13	0.43	มาก	มากที่สุด	4.53	0.51	มากที่สุด	4.53	0.51	มากที่สุด	4.67	0.48	มากที่สุด
Tr1.10	4.10	0.71	มาก	มาก	4.40	0.62	มาก	4.40	0.62	มาก	4.63	0.61	มากที่สุด
Tr2.1	4.03	0.41	มาก	มากที่สุด	4.63	0.56	มากที่สุด	4.63	0.56	มากที่สุด	4.73	0.52	มากที่สุด
Tr2.2	4.17	0.46	มาก	มากที่สุด	4.60	0.67	มากที่สุด	4.60	0.67	มากที่สุด	4.70	0.65	มากที่สุด

ประเมิ ตัวบ่งชี้	ด้านความ เชื่อถือได้		ด้านความ เหมาะสม		ด้านความ เป็นไปได้		ด้านความเป็น ประโยชน์		ด้านความ ปลอดภัย	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด
Tr2.3	4.53	0.63	มากที่สุด	4.53	0.73	มากที่สุด	4.70	0.60	มากที่สุด	มากที่สุด
Tr2.4	4.53	0.63	มากที่สุด	4.63	0.67	มากที่สุด	4.70	0.65	มากที่สุด	มากที่สุด
Tr2.5	4.60	0.56	มากที่สุด	4.27	0.74	มาก	4.47	0.73	มาก	มากที่สุด
Tr2.6	4.57	0.63	มากที่สุด	4.77	0.43	มากที่สุด	4.90	0.31	มากที่สุด	มากที่สุด
Tr2.7	4.53	0.63	มากที่สุด	4.87	0.35	มากที่สุด	4.90	0.31	มากที่สุด	มากที่สุด
Tr2.8	4.57	0.57	มากที่สุด	4.60	0.50	มากที่สุด	4.73	0.45	มากที่สุด	มากที่สุด
Tr2.9	4.57	0.57	มากที่สุด	4.83	0.38	มากที่สุด	4.90	0.31	มากที่สุด	มากที่สุด
Tr2.10	4.07	0.64	มาก	4.80	0.41	มากที่สุด	4.90	0.31	มากที่สุด	มากที่สุด
Tr3.1	4.53	0.63	มากที่สุด	4.80	0.41	มากที่สุด	4.90	0.31	มากที่สุด	มากที่สุด
Tr3.2	4.60	0.50	มากที่สุด	4.77	0.57	มากที่สุด	4.87	0.43	มากที่สุด	มากที่สุด
Tr3.3	4.37	0.49	มาก	4.70	0.70	มากที่สุด	4.87	0.43	มากที่สุด	มากที่สุด
Tr3.4	4.47	0.57	มาก	4.53	0.51	มากที่สุด	4.73	0.45	มากที่สุด	มากที่สุด
Tr3.5	4.73	0.45	มากที่สุด	4.43	0.50	มาก	4.73	0.45	มากที่สุด	มากที่สุด
Tr3.6	4.50	0.51	มากที่สุด	4.83	0.38	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	มากที่สุด
Tr3.7	4.03	0.18	มาก	4.33	0.80	มาก	4.63	0.72	มากที่สุด	มากที่สุด
Tr3.8	4.77	0.43	มากที่สุด	4.60	0.50	มากที่สุด	4.73	0.45	มากที่สุด	มากที่สุด
Tr3.9	4.03	0.18	มาก	4.60	0.50	มากที่สุด	4.73	0.45	มากที่สุด	มากที่สุด
Tr3.10	4.47	0.51	มาก	4.53	0.51	มากที่สุด	4.73	0.45	มากที่สุด	มากที่สุด

ประเมิน ตัวบ่งชี้	ด้านความ เชื่อถือได้		ด้านความ เหมาะสม		ด้านความ เป็นไปได้		ด้านความเป็น ประโยชน์		ด้านความ เป็น ผลลัพธ์	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
Tt3.11	4.60	0.50	มากที่สุด	4.73	0.45	มากที่สุด	4.87	0.35	มากที่สุด	มากที่สุด
Tt3.12	4.70	0.60	มากที่สุด	4.60	0.50	มากที่สุด	4.73	0.45	มากที่สุด	มากที่สุด
Tt3.13	3.97	0.67	มาก	4.37	0.56	มากที่สุด	4.67	0.48	มากที่สุด	มากที่สุด
Tt3.14	4.47	0.51	มาก	4.33	0.80	มากที่สุด	4.63	0.72	มากที่สุด	มากที่สุด
Tt3.15	4.80	0.41	มากที่สุด	4.73	0.45	มากที่สุด	4.80	0.41	มากที่สุด	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย รวม	4.42	0.21	มาก	4.56	0.32	มากที่สุด	4.58	0.41	มากที่สุด	มากที่สุด

จากตาราง 29 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนระดับมัธยมศึกษาในศตวรรษที่ 21 ตามรายตัวบ่งชี้ ทั้งหมด 4 ด้าน คือ ด้านความเชื่อถือได้ (credibility) ด้านความเหมาะสม (appropriateness) ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ด้านความเป็นประโยชน์ (utility) พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพด้านการศึกษาในระดับมากที่สุด (utility) อยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} =4.74,S.D.=0.40) รองลงมา คือ ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) อยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} =4.58,S.D.=0.41)ด้านความเหมาะสม (appropriateness) อยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} =4.56,S.D.=0.32) และด้านความเชื่อถือได้ (credibility) อยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} =4.40,S.D.=0.32)

บทที่ 5

บทสรุป

การศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 วัตถุประสงค์หลัก เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนแบบสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัย จึงทำการศึกษาเป็น 3 ขั้นตอน โดยมีการดำเนินการตามขั้นตอนของการศึกษา ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสังเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

วิธีดำเนินการวิจัย โดยมีการดำเนินการตามขั้นตอนของการศึกษา ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสังเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ดำเนินงานศึกษา ดังนี้ 1. ศึกษาสังเคราะห์ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยศึกษาแนวคิด เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและสรุปและสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษา 2. พิจารณาความเหมาะสมคัดเลือกตัวบ่งชี้สมรรถนะโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน โดยการพิจารณาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบสมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge) องค์ประกอบด้านทักษะ (Skill) และด้านคุณลักษณะ (Traits) และคัดเลือก ปรับข้อความตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และสอบถามสัมภาษณ์เพิ่มเติม รวมถึงจัดกลุ่มของตัวบ่งชี้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ในการตรวจสอบความเหมาะสมองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของตัวบ่งชี้ พิจารณาตรวจสอบ และคัดเลือก ตัดทอน เพิ่มเติม และข้อเสนอแนะที่มีต่อ (ร่าง) ตัวบ่งชี้ และพิจารณาด้านความถูกต้อง ความสอดคล้องเหมาะสมของตัวบ่งชี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ คือ 1. แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย พิจารณาความเหมาะสมของตัวบ่งชี้ที่มีระดับความเหมาะสมมากถึงระดับมากที่สุด มีค่ามากกว่า 3.50 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าไม่เกิน 1.00

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน(CFA) ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็ม ที่ตรงกับลักษณะการปฏิบัติงานจริงของครูผู้สอน โดยการ 1) สร้างแบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge) ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก และสร้างแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ (Skill) ด้านคุณลักษณะ (Traits) มีลักษณะเป็นแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) โดยครูผู้สอนประเมินตนเอง และ 2) การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ การวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา(Content Validity) ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ทดลองใช้กับครูผู้สอน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแต่ละข้อและคะแนนรวม โดยใช้ Corrected Item-Total Correlation (CITC) และวิเคราะห์ค่าความเที่ยง(Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) และ 3) เก็บรวบรวมข้อมูล นำมาทดสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลสมการโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน กับข้อมูลเชิงประจักษ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โรงเรียนศูนย์สะเต็มศึกษาภาค เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 450 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1. แบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge) ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก 2. แบบประเมินสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ (Skill) ด้านคุณลักษณะ (Traits) แบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale)

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ค่าความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของโมเดล โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง (Second Order Confirmatory Factor Analysis)

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้วิจัยได้ โดยดำเนินการ ดังนี้ 1. การประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 15 คน โดยเลือกแบบเจาะจง ดำเนินการดังนี้ 1. การสร้างแบบประเมินคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ประกอบด้วย 3 ตอนตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ตอนที่ 2 ประเมินคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในภาพรวม จำนวน 7 ข้อ และ

ประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 พิจารณา ตามรายตัวบ่งชี้ โดยตรวจสอบ 4 ด้าน คือ ด้านความเชื่อถือได้ (credibility) ด้านความเหมาะสม (appropriateness) ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ด้านความเป็นประโยชน์ (utility)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 15 คน เลือกแบบเจาะจง โดยมีคุณสมบัติมีความรู้และเกี่ยวข้องกับการสอนสะเต็มศึกษา เพื่อประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบการประเมินคุณภาพภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 เป็นแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale)

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ความความถี่ ค่าร้อยละ หาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาเรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนแบบสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเป็น 3 ขั้นตอน จึงสรุปผลตามตามขั้นตอนของการศึกษา ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสังเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสังเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จำนวน 3 องค์ประกอบ จำนวน 16 ตัวบ่งชี้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ องค์ประกอบด้านความรู้ (Knowledge) ประกอบด้วย จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา 2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา 3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน 4. ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอน 5. ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ องค์ประกอบด้านทักษะ (Skill) ประกอบด้วย จำนวน 8 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1. ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา 2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาชีวิตจริง 3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น 4. ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน 5. ทักษะการอำนวยความสะดวก 6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน 7. ทักษะการ

สื่อสาร 8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน และองค์ประกอบสมรรถนะคุณลักษณะ (Traits) ประกอบด้วย จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1. การคิดอย่างเป็นระบบ 2. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM และตัวบ่งชี้ที่ 3. ความคิดสร้างสรรค์

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

2.1 ผลการพัฒนาแบบทดสอบวัดสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบสมรรถนะด้านความรู้(Knowledge) โดยการตรวจสอบด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกัน ได้ข้อสอบที่สามารถนำไปใช้ได้ จำนวน 56 ข้อ นำมาวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อแบบอิงกลุ่ม เพื่อหาค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก(Discrimination) ของข้อสอบ โดยมีเกณฑ์ในการเลือกข้อสอบแบบอิงกลุ่ม คือ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20-0.80 ข้อสอบที่มีค่าความยากเหมาะสมข้อสอบที่ไม่ยากเกินไป หรือง่ายเกินไป และค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป หรือค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง 0.20-1.00 คือ มีค่าระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกอยู่ในระดับพอใช้-ระดับสูงมาก คัดเลือกข้อสอบไว้ 50 ข้อ โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาเนื้อหาของตัวบ่งชี้ นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 50 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ตามวิธีของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ได้แก่ สูตร KR-20 และมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.95

2.2 ผลการพัฒนาแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ (Skill) และด้านคุณลักษณะ(Traits)

ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ(Skill) ข้อคำถาม จำนวน 85 ข้อ โดยการวิเคราะห์ Corrected Item -Total Correlation (CITC) อยู่ระหว่าง 0.210 - 0.677 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ(Cronbach's Alpha) เท่ากับ 0.961 และแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านคุณลักษณะ (Traits) จำนวน 35 ข้อ มีค่า Corrected Item - Total Correlation (CITC) อยู่ระหว่าง 0.207 - 0.775 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ(Cronbach's Alpha) เท่ากับ 0.938 มีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบด้านทักษะ(Skill) จำนวน 8 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย

- | | |
|------------------------------------------------|------------------------|
| 1. ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา | มีจำนวนข้อคำถาม 8 ข้อ |
| 2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง | มีจำนวนข้อคำถาม 8 ข้อ |
| 3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น | มีจำนวนข้อคำถาม 10 ข้อ |
| 4. ทักษะการออกแบบการเรียนรู้การสอน | มีจำนวนข้อคำถาม 10 ข้อ |
| 5. ทักษะการอำนวยความสะดวก | มีจำนวนข้อคำถาม 12 ข้อ |

6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน มีจำนวนข้อคำถาม 15 ข้อ
7. ทักษะการสื่อสาร มีจำนวนข้อคำถาม 11 ข้อ
8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน มีจำนวนข้อคำถาม 11 ข้อ
- องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ(Traits) จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย
1. การคิดอย่างเป็นระบบ มีจำนวนข้อคำถาม 10 ข้อ
 2. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM มีจำนวนข้อคำถาม 10 ข้อ
 3. ความคิดสร้างสรรค์ มีจำนวนข้อคำถาม 15 ข้อ

2.3 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) ของสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

2.3.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานตัวบ่งชี้สมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ค่าสถิติพื้นฐานของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จำนวน 3 องค์ประกอบ คือ

1. ด้านความรู้ (Knowledge) ทั้ง 5 ตัวบ่งชี้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.54-7.23 และค่า S.D. มีค่าอยู่ระหว่าง 0.79-0.97 และตัวบ่งชี้ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน (KN3) มีค่าเฉลี่ย 7.23 และค่า S.D. มีค่าเท่ากับ 0.79 รองลงมา ได้แก่ ตัวบ่งชี้ ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา (KN1) ($\bar{X} = 6.80$, S.D. = 0.84) ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอน (KN4) ($\bar{X} = 6.74$, S.D. = 0.82) ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ (KN5) ($\bar{X} = 6.54$, S.D. = 0.79) และความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา (KN2) ($\bar{X} = 6.19$, S.D. = 0.80) ตามลำดับ

2. ด้านทักษะ(Skill) มี 8 ตัวบ่งชี้ มีค่าเฉลี่ยมีค่าอยู่ระหว่าง 3.85-4.40 ตัวบ่งชี้ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ตัวบ่งชี้ ทักษะการสื่อสาร (SK7) มีค่าเฉลี่ย 4.40 และค่า S.D. มีค่าเท่ากับ 0.46 รองลงมา ได้แก่ ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น (SK3) ($\bar{X} = 4.19$, S.D. = 0.31) ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา (SK1) ($\bar{X} = 4.12$, S.D. = 0.35) ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน (SK8) ($\bar{X} = 4.09$, S.D. = 0.41) ทักษะการประเมินกระบวนการทำงาน และผลงานของผู้เรียน (SK6) ($\bar{X} = 4.04$, S.D. = 0.31) ทักษะการอำนวยความสะดวก (SK5) ($\bar{X} = 4.02$, S.D. = 0.29) ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน (SK4) ($\bar{X} = 4.00$, S.D. = 0.34) ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับชีวิตจริง (SK2) ($\bar{X} = 3.85$, S.D. = 0.36)

3. ด้านคุณลักษณะ (Traits) ทั้ง 3 ตัวบ่งชี้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.78-4.65 และค่า S.D. มีค่าอยู่ระหว่าง 0.21-0.37 และตัวบ่งชี้ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM

(TR2) มีค่าเฉลี่ย 4.65 และค่า S.D. มีค่าเท่ากับ 0.21 รองลงมา ได้แก่ ตัวบ่งชี้ ความคิดสร้างสรรค์ (TR3)) ($\bar{X} = 3.90$, S.D. = 0.34) และการคิดอย่างเป็นระบบ TR1 ($\bar{X} = 3.78$, S.D. = 0.37)

2.3.2 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษา ในศตวรรษที่ 21

โมเดลตัวบ่งชี้ทัศนคติเชิงบวกต่อการนิเทศของครูนี้ประกอบด้วย ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ 1. ด้านความรู้(Knowledge) มี 5 ตัวบ่งชี้ 2. ด้านทักษะ(Skill) มี 8 ตัวบ่งชี้ 3. ด้านคุณลักษณะ(Traits) มี 3 ตัวบ่งชี้ รวมทั้งหมด 16 ตัวบ่งชี้ ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้จำนวน 16 ตัวบ่งชี้ พบว่า ตัวบ่งชี้มีความสัมพันธ์กันในทิศทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.01 - 0.75 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 พบว่าตัวบ่งชี้ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด คือ ตัวบ่งชี้ SK1 กับตัวบ่งชี้ SK2 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.75 ส่วนตัวบ่งชี้ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำสุด คือตัวบ่งชี้ KN1 กับตัวบ่งชี้ SK3 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.01

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง (Second Order Confirmatory Factor Analysis) ซึ่งเป็นการตรวจสอบความตรงหรือความสอดคล้องของโมเดลตัวบ่งชี้กับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีค่าไคสแควร์ (Chi -Square Statistics: χ^2) เท่ากับ 106.07 ที่องศาอิสระ (degrees of freedom) เท่ากับ 88 ค่าไค-สแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลักที่ว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ค่าสัดส่วน (χ^2/df) มีค่าเท่ากับ 1.205 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.97 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับค่าแล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.96 และค่าดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.021 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ค่าน้ำหนักองค์ประกอบด้านความรู้(Knowledge) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ของ 5 ตัวบ่งชี้ (KN1-KN5) มีค่าเป็นบวก และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกข้อ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.49-1.67 และค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีความสำคัญมากที่สุด คือ ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้สะเต็มศึกษา(KN5) มีค่า 1.67 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ด้านทักษะ(Skill) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ทั้ง 8 ตัวบ่งชี้ มีค่าเป็นบวก และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกข้อ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.56-1.00 และค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีความสำคัญมากที่สุด คือ การออกแบบการเรียนการสอน(SK4) มีค่า 1.00 และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) มีค่าน้ำหนักด้านคุณลักษณะ(Traits) จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ (TR1-TR3) มีค่าเป็นบวก และมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกข้อ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.57-1.00 และค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีความสำคัญมากที่สุด คือ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์(TR3) มีค่า 1.00

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

3.1 การประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในภาพรวม โดยพิจารณาคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ทั้ง 4 ด้าน ประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ ด้านความเชื่อถือได้ (credibility) ด้านความเหมาะสม (appropriateness) ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ด้านความเป็นประโยชน์ (utility) พบว่า ด้านความเหมาะสมของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในภาพรวมมีคุณภาพ อยู่ในระดับมากที่สุด คือ ด้านความเหมาะสม (appropriateness) ($\bar{X} = 4.84, S.D.=0.11$) พบว่า ตัวบ่งชี้องค์ประกอบของสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะสามารถนำไปประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสำหรับการสอนสะเต็มศึกษาของครูได้จริง มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านความเชื่อถือได้ (credibility) ในภาพรวม มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.77, S.D.=0.21$) พบว่า สามารถนำไปใช้ในการรวบรวมข้อมูลหรือเป็นสารสนเทศกับสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาเพื่อเป็นกรอบในการพัฒนาครูผู้สอนสะเต็มศึกษา มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.93, S.D.=0.26$) ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ในภาพรวมมีคุณภาพ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.73, S.D.=0.20$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ครูสามารถนำข้อมูลสารสนเทศหรือข้อมูลสมรรถนะด้านต่างๆ เพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงการสอนสะเต็มศึกษา มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.93, S.D.=0.26$) ด้านความเป็นประโยชน์ (utility) ของ ในภาพรวมมีคุณภาพ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.47, S.D.= 0.18$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า สามารถนำไปใช้ในการรวบรวมข้อมูลหรือเป็นสารสนเทศกับสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาเพื่อเป็นกรอบในการพัฒนาครูผู้สอนสะเต็มศึกษา มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.88, S.D.=0.34$)

3.2 การประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยพิจารณาคุณภาพเป็นรายตัวบ่งชี้ ได้แก่ ด้านความเชื่อถือได้ (credibility) ด้านความเหมาะสม (appropriateness) ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ด้านความเป็นประโยชน์ (utility) พบว่า ผลการประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 พบว่า ด้านความเป็นประโยชน์ (utility) ในภาพรวมมีคุณภาพ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.74, S.D.=0.40$) รองลงมาคือด้านความเป็นไปได้ (feasibility) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58, S.D.=0.41$) ด้านความเหมาะสม (appropriateness) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56, S.D.=0.32$) และด้านความเชื่อถือได้ (credibility) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.42, S.D.=0.21$)

อภิปรายผล

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยนำเสนอการอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาสังเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1.1 ลักษณะองค์ประกอบ จากผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ 1. องค์ประกอบด้านความรู้(Knowledge) 2. องค์ประกอบด้านทักษะ(Skill) และ 3. องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ (Traits) รวมจำนวนตัวบ่งชี้ ทั้งหมด จำนวน 16 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย ตัวบ่งชี้ที่ 1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา 2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา 3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน 4. ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอน 5. ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ 6. ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา 7. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาชีวิตจริง 8. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น 9. ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน 10. ทักษะการอำนวยความสะดวก 11. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน 12. ทักษะการสื่อสาร 13. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน 14. คิดอย่างเป็นระบบ 15. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM 16. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จากการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถโดยตรงเกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ได้พิจารณาเห็นว่า องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทั้ง 3 ด้านมีความเหมาะสมสำหรับเป็นองค์ประกอบของสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าว จากการศึกษาวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้อง แสดงให้เห็นว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษา ที่แสดงถึงคุณลักษณะพื้นฐานสำคัญ ที่มีอยู่ในตัวบุคคลสามารถผลักดันและสัมพันธ์กันให้บุคคลนั้น ๆ สามารถปฏิบัติงานตามหน้าที่ และสิ่งที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 องค์ประกอบด้านความรู้(Knowledge) และลักษณะตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ ตัวบ่งชี้ที่ 1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา 2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา 3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน 4. ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอน 5. ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ ซึ่งองค์ประกอบด้านความรู้ที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของชกภัทร์ สงวนเครือ (2562) สอดคล้องตามแนวคิดตามของ Grossman (1992) และMagnusson (1999) ที่กล่าวว่า การสอนบูรณาการความรู้ควรมีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน นำไปสู่ความเข้าใจและเกิดการเปลี่ยนแปลง ทำให้นำเสนอเนื้อหาที่สอดคล้อง และเหมาะสมกับความต้องการ และความสนใจที่หลากหลายของผู้เรียน และสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการสอนการบูรณาการความรู้ จึงจำเป็นจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจ

ในด้านของความรู้ในเป้าหมายการสอน และความรู้ในด้านหลักสูตร ความรู้ในด้านกลวิธีการสอน ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน และความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ และชาติรี ฝ่ายคำตา (2561) ได้กล่าวว่า ความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาเป็นเนื้อหาสาระที่สำคัญต่อการออกแบบและพัฒนา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจธรรมชาติของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ได้แก่ ความรู้ด้านต่างๆ ดังนี้ ด้านเป้าหมายของการสอน ด้านหลักสูตรของสะเต็มศึกษา ด้านความเข้าใจในผู้เรียน ด้านกลวิธีการสอนสะเต็ม และด้านการประเมินการเรียนรู้

1.3 องค์ประกอบด้านทักษะ(Skill) และลักษณะตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยตัวบ่งชี้จำนวน 8 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ ตัวบ่งชี้ที่ 1. ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา 2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาชีวิตจริง 3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น 4. ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน 5. ทักษะการอำนวยความสะดวก 6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน 7. ทักษะการสื่อสาร 8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อ ซึ่งจะเห็นได้ว่าจากทักษะนั้นมีความสำคัญ สอดคล้องกับแนวคิด ของแมคเคลแลนด์ กล่าวว่า ทักษะเป็นสิ่งที่แต่ละบุคคลสามารถปฏิบัติและทำได้ดีซึ่งเกิดจากการฝึกฝนเป็นประจำ จนเกิดความชำนาญ สามารถกระทำหรือปฏิบัติงานสิ่งใดสิ่งหนึ่งจนประสบผลสำเร็จ(McClelland, 1973) และสำหรับในการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น ซึ่งตัวบ่งชี้ที่ 1. ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา นั้น เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการหรือจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงศาสตร์ 4 สาขาวิชาต่าง ๆ หรือเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กันเข้ามาไว้ด้วยกัน และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในลักษณะที่เป็นองค์รวม สอดคล้องกับแนวคิดของ Bybee ครูต้องมีความสามารถในการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา(Bybee, 2010) และVasque และสามารถบูรณาการระหว่างสาขาวิชาโดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม(Vasque, et 2013) ตัวบ่งชี้ที่ 2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาชีวิตจริง จากคำกล่าวของสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้นกระบวนการในการเชื่อมโยงความรู้ที่มีทั้งหมดสู่การประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้จริงทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงาน (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , 2561) สอดคล้องกับ Capraro & Morgan และมานะ อินทรสว่าง ครูผู้สอนสะเต็มจะต้องมีความสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาสู่โลกจริงและแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงได้ (Capraro & Morgan , 2013), (มานะ อินทรสว่าง, 2556) สำหรับตัวบ่งชี้ที่ 3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น นั้น สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กล่าวว่า การสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาและนำกิจกรรมไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านการใช้ทักษะต่างๆ ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้ให้คำปรึกษาและต้องอาศัยความร่วมมือจากคณะครูร่วมกันจัดกิจกรรมและจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการช่วยกันขับเคลื่อนการเรียนการสอนแบบบูรณาการ (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ซึ่งสอดคล้องกับ ฉัตรชัย หวังมีจมี (2560)

และวิจารณ์ พานิช(2558) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้สมรรถนะของครูผู้สอนในศตวรรษที่ 21 และมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมาตรฐานครูคณิตศาสตร์ (2547) ตัวบ่งชี้ที่ 4. ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน สอดคล้องกับ จุฬาลักษณ์ ไกรพล และอุดมลักษณ์ สร้อยอิน ได้กล่าวว่า ครูที่สอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาต้องเป็นผู้มีทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้กิจกรรมให้นักเรียน (จุฬาลักษณ์ ไกรพล, 2561) และครูควรมีความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา (อุดมลักษณ์ สร้อยอิน, 2560) ซึ่งสอดคล้องกับ สุทธิดา จำรัส ที่ได้กล่าวถึงลักษณะของครูและแนวปฏิบัติในชั้นเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ว่า การพัฒนา ผู้สอนให้เป็นผู้มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นจะต้องพัฒนา ผู้สอนทั้งในด้านความรู้ เนื้อหาทฤษฎีสอนและผลงานเทคโนโลยี เป็นบุคคลที่มีแนวคิดในการเป็นนักประดิษฐ์ คิดสร้าง รังสรรค์ การจัดการเรียนรู้เน้นการปฏิบัติ มากกว่าถ่ายทอดหรือบรรยายความ สามารถออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้ด้วยตนเอง (สุทธิดา จำรัส, 2560) ตัวบ่งชี้ที่ 5. ทักษะการอำนวยความสะดวก โดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ได้นำเสนอสมรรถนะที่ครูใหม่ควรมี คือ ครู Coach หรือครู Facilitator ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ที่แสดงถึงเป็นการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ด้วย ตนเอง ชักนำให้ผู้เรียนสื่อสารกันเพื่อให้สามารถเสนอแนะความคิดเห็นต่างๆ สร้างบรรยากาศ การเรียนรู้ที่เปิดกว้างสำหรับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ความร่วมมือระหว่าง ผู้เรียน (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2561) สอดคล้องกับ ฉัตรชัย หวังมีจมี(2560) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้สมรรถนะของครูผู้สอนในศตวรรษที่ 21 และสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา(2561) ครูที่ทำหน้าที่สอนต้องมีทักษะสร้างความพร้อมในการเรียนโดยเป็นผู้อำนวยความสะดวก และดังที่ จำรัส อินทลาภาพร ที่ได้กล่าวถึงบทบาทของ ผู้สอนควรปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ คือผู้สอน จะต้องเป็นผู้โค้ช (Coach) และเป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ (Mentor) รู้จักตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ ผู้เรียนคิด (จำรัส อินทลาภาพร, 2558) ตัวบ่งชี้ที่ 6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน เป็นตัวบ่งชี้ที่ ได้กล่าวถึงแนวปฏิบัติที่ดีสำหรับผู้สอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ว่าผู้สอนจะต้องใช้การประเมินเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน (Micah, S. et al., 2012) สอดคล้องกับ จำรัส อินทลาภาพร ที่ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนควรปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผล ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ คือ ผู้สอนจะต้องประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างและหลังจากปฏิบัติการทดลอง โดยใช้การสื่อสารเชิงบวก (จำรัส อินทลาภาพร, 2558) และ อุดมลักษณ์ สร้อยอิน ได้กล่าวถึง สภาพที่ใช้สำหรับการประเมินการจัดการเรียนรู้ของครู ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ตรงกันว่าผู้สอนจะต้องประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน (อุดมลักษณ์ สร้อยอิน, 2560) ตัวบ่งชี้ 7. ทักษะการสื่อสาร และตัวบ่งชี้ที่ 8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน ตามกรอบมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ

มาตรฐานครุคณิตศาสตร์ (2547) สอดคล้องกับ ฐิตาภรณ์ ชาวห้วยหมาก (2563) และวิจารณ์ พานิช (2558) ตัวบ่งชี้ของลักษณะครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 การใช้ทักษะการสื่อสารเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ซึ่งการมีทักษะการสื่อสารสามารถใช้ภาษาอย่างถูกต้องทั้งการพูดและการเขียนตลอดจนใช้สื่อ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาและการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีในการทำงานร่วมกัน และ

1.4 องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ(Traits) และลักษณะตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย ตัวบ่งชี้จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ ตัวบ่งชี้ที่ 1. การคิดอย่างเป็นระบบ ตัวบ่งชี้ที่ 2. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM ตัวบ่งชี้ที่ 3. ความคิดสร้างสรรค์ ตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้นในองค์ประกอบด้านคุณลักษณะนั้นเป็นคุณสมบัติประจำตัวลักษณะตลอดจนการกระทำต่างๆ เป็นสิ่งที่อธิบายถึงตัวบุคคลนั้นๆ ซึ่งเป็นแรงขับภายในสามารถทำให้บุคคลนั้นแสดงออกพฤติกรรมไปสู่สิ่งที่มุ่งหวังหรือเป้าหมาย สอดคล้องกับแนวคิด ของแมคเคลแลนด์ (McClelland, 1973) และลักษณะตัวบ่งชี้ที่ 1. การคิดอย่างเป็นระบบเป็นตัวบ่งชี้สอดคล้องกับ รสริน พันธุ์ และคณะ(2561) สำหรับในการพัฒนาครูให้มีคุณลักษณะรวมถึงมีสมรรถนะ ซึ่งครูจะต้องมีความในการคิดอย่างเป็นระบบซึ่งจะสามารถเชื่อมโยงกับบริบทท้องถิ่นเพื่อให้กระบวนการในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา สามารถนำปัญหาไปแก้ปัญหาหรือพัฒนาชุมชนท้องถิ่นให้ดีขึ้น (รสริน พันธุ์ และคณะ, 2561) และสอดคล้องกับ นงนุช เอกตระกูล(2557) สำหรับการแก้ปัญหาก็ต้องใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ตัวบ่งชี้ที่ 2. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูผู้สอนการที่ออกทางพฤติกรรมต่อสิ่งเร้าสิ่งแวดล้อมในทางที่ดีเห็นด้วยยอมรับ และพึงพอใจ ทำให้ผู้เรียนได้เห็นและจุดประสงค์ที่จะเรียนรู้ เห็นคุณค่าของการเรียนรวมถึงเป็นตัวอย่งที่ดี และสิ่งสำคัญแสดงให้เห็นว่า ครูมีความภูมิใจที่จะทำหน้าที่ให้ดีที่สุด (นงนุช เอกตระกูล, 2557) ซึ่งสอดคล้องกับ Erdogan & Ciftci (2017) ครูควรมีทัศนคติเชิงบวก และสอดคล้องกับการศึกษาของ กนิษฐ์ ศรีเคลือบ และณัฐพล แจ้งอักษร ในองค์ประกอบในมุมมองที่มีการส่งเสริมในการสอนสะเต็มศึกษา คือการเห็นคุณค่าของการสอนสะเต็ม ในตัวบ่งชี้ที่แสดงออกถึงทัศนคติเชิงบวกในการสอน STEM (กนิษฐ์ ศรีเคลือบ และณัฐพล แจ้งอักษร, 2561) และตัวบ่งชี้ที่ 3. ความคิดสร้างสรรค์ นั้นเป็นคุณลักษณะสำคัญของครูผู้สอนสะเต็มศึกษา และสอดคล้องกับตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็ม ของจุฬาลักษณ์ ไกรพล, สติยา ลังการ์พินธุ์ และErdogan & Ciftci ซึ่งครูต้องมีความคิดริเริ่มสิ่งแปลกใหม่ เพื่อเป็นการพัฒนาเด็กไปสู่ความเจริญก้าวหน้าของโลกที่พัฒนาไปพร้อมกับศตวรรษที่ 21 เพื่อทำให้ผู้เรียนมีความสนใจการเรียนมากขึ้น และจะทำให้เด็กมีความรู้ความสามารถ มีความคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ (จุฬาลักษณ์ ไกรพล, 2561), (สติยา ลังการ์พินธุ์, 2556), (Erdogan & Ciftci, 2017)

2. ผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

จากผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยนำข้อมูลโดยการทดสอบและการประเมิน จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 450 คน ทั้ง 3 องค์ประกอบ 16 ตัวบ่งชี้ และนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง (Second Order Confirmatory Factor Analysis) ซึ่งเป็นการตรวจสอบความตรงหรือความสอดคล้องของโมเดลตัวบ่งชี้กับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีค่าไคสแควร์ (Chi –Square Statistics: χ^2) เท่ากับ 106.07 ท้องศาอิสระ (degrees of freedom) เท่ากับ 88 นั่นคือ ค่าไค-สแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลักที่ว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.97 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับค่าแล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.96 และค่าดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.021 แสดงว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเป็นบวกทั้งหมด มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จัดเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบ(Factor Loading) อยู่ระหว่าง 0.50 – 1.00 และองค์ประกอบที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดในการบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 คือ ด้านทักษะ(Skill) ที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 1.00 รองลงมาคือ องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ(Traits) มีน้ำหนักองค์ประกอบ 0.58 และองค์ประกอบด้านความรู้(Knowledge) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 0.50 ซึ่งมีความสอดคล้องกับ สกอตต์ บี พารี (Scott B. Parry) และแนวคิดไบรอันและพอสตี (Bryant & Poustie, 2001) ได้อธิบายองค์ประกอบของสมรรถนะไว้ 3 ด้าน ด้วยกัน คือ ด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านคุณลักษณะ และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ จุฬาลักษณ์ ไกรพล ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ มาตรฐานเป็นบวก มีขนาด 0.92 ถึง 0.96 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า เรียงตามค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ดังนี้ 1) องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ 2) องค์ประกอบด้านความรู้ และ 3) องค์ประกอบด้านทักษะ โมเดลสมรรถนะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 19 มีความสอดคล้องกับขอมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาจาก $\chi^2 = 42.15$, $df = 49$, $p\text{-value} = 0.75$, $GFI = 0.98$, $AGFI = 0.97$, $CFI = 1.00$, $RMSEA = 0.00$ (จุฬาลักษณ์ ไกรพล, 2561) และสำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน ระบุว่า สมรรถนะ มีความสำคัญต่อการปฏิบัติงานของบุคลากรและองค์กร สมรรถนะ มีประโยชน์ต่อตัวปฏิบัติงาน ต่อตัวองค์กรหรือหน่วยงาน และต่อการบริหารบุคคลโดย สามารถช่วยคัดเลือกลักษณะบุคคลที่ดี ที่มีความรู้ ทักษะ และความสามารถ และลักษณะที่เหมาะสมกับองค์กร (สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน, 2547)

ดังนั้นในการพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ด้านทักษะ(Skill) จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญของสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 1.00 ซึ่งเป็นความสามารถของแต่ละบุคคลสามารถปฏิบัติ และสามารถทำได้ดีซึ่งเกิดจากการฝึกฝนเป็นประจำจนเกิดความชำนาญ และแสดงให้เห็นถึงความชำนาญ สอดคล้องกับแมคเคลแลนด์และเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานซึ่งช่วยให้บุคคลนำความรู้นั้นไปใช้ได้(McClelland, 1973) เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ด้านทักษะ(Skill) ดังตาราง พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ทั้ง 8 ตัวบ่งชี้ มีค่าเป็นบวก และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกข้อ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.56-1.00 และจัดเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด ในการบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ(Skill) คือ การออกแบบการเรียนรู้การสอน (SK4) มีค่า 1.00 และรองลงมา คือ การประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน (SK6) มีค่า 0.82 และการอำนวยความสะดวก (SK5) มีค่า 0.77(0.15) การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง (SK2) มีค่า 0.73 การทำงานร่วมกับผู้อื่น (SK3) มีค่า 0.72 การใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน (SK8) มีค่า 0.71 การบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา (SK1) มีค่า 0.64 การสื่อสาร (SK7) มีค่า 0.56 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ จุฬาลักษณ์ ไกรพล องค์ประกอบด้านทักษะ (Skills) ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ คือ 1) ทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ 2) ทักษะการบริหารจัดการชั้นเรียน 3) ทักษะทางเทคโนโลยีและสื่อ การมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานระหว่าง 0.68 ถึง 0.73 และสามารถทำนายองค์ประกอบ ด้านทักษะ ตั้งแต่ร้อยละ 39 ถึง 53 ซึ่งให้เห็นว่าครูที่สอนตามแนวสะเต็มศึกษาจะต้องเป็นผู้มีทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมให้นักเรียน มีการบริหารจัดการชั้นเรียนเพื่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีการ บูรณาการเทคโนโลยีกับการเรียนการสอน และมีทักษะในการวัดและประเมินผล ตามสภาพจริงตามความรู้ความสามารถของนักเรียน (จุฬาลักษณ์ ไกรพล, 2561) และสอดคล้องกับ สุรัชชัย ผาสุก ในการศึกษาการวิเคราะห์องค์ประกอบสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษาของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ และครูพี่เลี้ยงมหาวิทยาลัยราชภัฏ แสดงค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ขององค์ประกอบสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครูแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านพฤติกรรม การ ออกแบบการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษามีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.519 - 0.757 ด้านพฤติกรรมการอำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน มีค่าน้ำหนัก องค์ประกอบเท่ากับ 0.511 - 0.782 และ พฤติกรรมด้านการประเมินกระบวนการทำงาน และ ผลงานของผู้เรียนค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.540 - 0.727 (สุรัชชัย ผาสุก, 2561) รองลงมาคือ ด้านคุณลักษณะ(Traits) เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) พบว่า ค่าน้ำหนัก จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ (TR1-TR3) มีค่าเป็นบวก และมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ทุกข้อ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.57-1.00 และจัดเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ที่มีน้ำหนักความสำคัญมาก

ที่สุด ในการบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านคุณลักษณะ (Traits) คือ ความคิดสร้างสรรค์ (TR3) มีค่า 1.00 และรองลงมาคือ การคิดอย่างเป็นระบบ (TR1) มีค่า 0.86 และ ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM (TR2) มีค่า 0.57 สอดคล้องกับการศึกษาของ กนิษฐ์ ศรีเคลือบ และณัฐพล แจ้งอักษร ในการศึกษาการพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM ของนักศึกษาครู: การกำหนดจุดตัดคะแนนโดยใช้การวิเคราะห์กลุ่มแฟงเมื่อพิจารณา ค่าประมาณสถิติพื้นฐานขององค์ประกอบทั้ง 5 องค์ประกอบของแต่ละกลุ่มแฟงสมรรถนะการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM ทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า มีค่าเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 2.70-4.38 โดยค่าเฉลี่ยของระดับสมรรถนะการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM ด้านความรู้ของทุกกลุ่มแฟงอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนค่าเฉลี่ยด้านทักษะและเจตคติ อยู่ในระดับมากค่อนข้างมากที่สุด (กนิษฐ์ ศรีเคลือบ และณัฐพล แจ้งอักษร, 2562) และสอดคล้องกับการศึกษาของ กรวุฒิ แพนพรหม ในการศึกษาโมเดลเชิงสาเหตุพุทธะดับของสมรรถนะครูสะเต็มมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (PPP=.446, $df = 33$) โดยตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อสมรรถนะครูสะเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับนีสิต นักศึกษาครู คือ การคิด ($B=0.486$) และเจตคติต่อสะเต็ม ($B=0.268$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยส่งผ่านตัวแปร การคิด ($B=0.128$) ซึ่งจากการพิจารณาเจตคติต่อสะเต็มรายชื่อ พบว่า นิสิตนักศึกษาครูมีเจตคติต่อสะเต็มทุกข้ออยู่ในระดับมาก โดยเจตคติที่นิสิตนักศึกษาครูมีมากที่สุดคือ รู้สึว่าการจัดการเรียนการสอนสะเต็มทำให้ได้พัฒนาตนเองอยู่เสมอ ($M=4.02$, $SD=0.78$) และต้องการให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับการบูรณาการความรู้ความสามารถ และทักษะในเรื่องต่าง ๆ ไปใช้ในการสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ($M=4.02$, $SD=0.82$) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ทั้ง 2 ข้อ รองลงมาคือ คิดว่าการจัดการเรียนการสอนสะเต็มมีประโยชน์ต่อนักเรียน ($M=3.99$, $SD=0.78$) และต้องการจัดการเรียนการสอนสะเต็มในรายวิชาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ($M=3.90$, $SD=0.83$) ซึ่งจะเห็นได้ว่าประเด็นดังกล่าวที่นิสิตนักศึกษาครูมีเจตคติต่อสะเต็มในทางบวกช่วยส่งเสริม แต่ละบุคคล ซึ่งจะแสดงพฤติกรรมออกมาตามความเชื่อนั้นๆ หากบุคคลนั้นมีความเชื่อในเชิงบวก จะแสดงพฤติกรรมในทางบวกต่อสิ่งนั้น เป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้ประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอน (กรวุฒิ แพนพรหม, 2562) และยิ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ จุฬาลักษณ์ ไกรพล จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง พบว่า องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ ประกอบด้วย 4 ตัวบ่งชี้ คือ 1) การใฝ่รู้ 2) การคิดอย่างมีเหตุผล 3) การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และ 4) การมีมนุษยสัมพันธ์มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานระหว่าง 0.49 ถึง 0.71 และสามารถทำนายองค์ประกอบด้านคุณลักษณะ ตั้งแต่ร้อยละ 24 ถึง 51 เมื่อพิจารณารายด้านการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด เท่ากับ 0.71 ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้แก่เด็ก ๆ ซึ่งด้านการใช้ความคิดสร้างสรรค์ต้องการหาสิ่งใหม่ ๆ เพื่อที่จะพัฒนาตนเอง ในปัจจุบันโลกออนไลน์เป็นสื่อทางสังคมเป็นช่องทางในยุคสมัยใหม่ต่อการพัฒนาทางด้านการถ่ายทอดเนื้อหาในการเรียนรู้ เป็นยุคของ

การเปลี่ยนแปลงทางด้านสื่อ ทางด้านวัตถุ และทางด้านความคิด ที่มีผลต่อการพัฒนาการถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียน (จุฬาลักษณ์ ไกรพล, 2561) และจากการศึกษาของ รสริน พันธุ์ ผลการประเมินผลจากกระบวนการวิจัยและพัฒนารูปแบบการพัฒนาผู้นำครูสะเต็มศึกษาสำหรับสถานศึกษาในสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 2 ได้กล่าวว่า สมรรถนะและคุณลักษณะผู้นำครูสะเต็มศึกษา ควรมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่สอดคล้องกับสาขาวิชาและบริบท และสามารถคิดอย่างเป็นระบบ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่มีอยู่ในบริบทของท้องถิ่นเข้าสู่กระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อช่วยแก้ปัญหาหรือพัฒนาท้องถิ่นให้ดียิ่งขึ้น(รสริน พันธุ์, 2561)

องค์ประกอบด้านความรู้(Knowledge) มีน้ำหนักองค์ประกอบ 0.58 และองค์ประกอบด้านความรู้(Knowledge) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 0.50 ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง (Second Order Confirmatory Factor Analysis) ซึ่งเป็นการตรวจสอบความตรงหรือความสอดคล้องของโมเดลตัวบ่งชี้กับข้อมูลเชิงประจักษ์ และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ของ 5 ตัวบ่งชี้ (KN1-KN5) มีค่าเป็นบวก และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกข้อ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.49-1.67 และจัดเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดในการบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านความรู้(Knowledge) คือ ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้สะเต็มศึกษา(KN5) มีค่า 1.67 และรองลงมา คือ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา (KN2) มีค่า 1.36 ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา (KN1)1.00 ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน (KN3) มีค่า 0.90 และความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา (KN4) มีค่า 0.49 ตามลำดับ สอดคล้องกับ จุฬาลักษณ์ ไกรพล ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ มาตรฐานเป็นบวก มีขนาด 0.92 ถึง 0.96 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า เรียงตามค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ดังนี้ 1) องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ 2) องค์ประกอบด้านความรู้ ตัวชี้วัดเกี่ยวกับความรู้การวัดและประเมินผลการเรียนรูตามสภาพจริง มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน เท่ากับ 0.48 (จุฬาลักษณ์ ไกรพล, 2561) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Shulman (1987) ,Grossman (1992) , Magnusson (1999) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาแสดงถึงการสอนบูรณาความรู้ในเนื้อหาการผสมผสาน และความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนทำให้ นำไปสู่ความเข้าใจเกิดการดัดแปลง และสามารถนำเสนอเนื้อหาที่สอดคล้องและเหมาะสมกับความต้องการและความสนใจ ที่หลากหลายสำหรับผู้เรียน ซึ่งจะประกอบด้วยความรู้ด้านเป้าหมายการสอน ความรู้ด้านหลักสูตร ความรู้ความเข้าใจในผู้เรียน ความรู้การประเมินผลการเรียนรู้ และความรู้กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา

สำหรับในการพิจารณาจัดเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดในการบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านความรู้(Knowledge) คือ ความรู้

เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้สะเต็มศึกษา(KN5) มีค่า 1.67 ซึ่งสอดคล้องกับของกษภัทร์ สงวนเครือ โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า สภาพปัจจุบัน ของสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน และความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา (กษภัทร์ สงวนเครือ, 2562) และจากการศึกษาของ วรกันยา แก้วกลม ได้ศึกษาเรื่องสภาพปัจจุบันปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความรู้ในด้านต่างๆ มีความสำคัญสำหรับสะเต็มศึกษา ดังนี้ ด้านที่ 1. ความรู้เป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา เป็นความรู้ในการการนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาบูรณาการนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหา 2. ความรู้หลักสูตรสะเต็มศึกษา เป็นความรู้ในการใช้สถานการณ์ปัญหาในการเชื่อมโยงกับเนื้อหาในชีวิตจริง ในการจัดการเรียนรู้ ในระดับชุมชน สังคมและนานาชาติ เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 3. ความรู้ความเข้าใจในผู้เรียน เป็นความรู้ของครูเกี่ยวกับการช่วยเหลือและเข้าใจความแตกต่างในการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีแรงบันดาลใจเกี่ยวกับการนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ในการทำอาชีพ 4. ความรู้กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียน ทำการออกแบบกิจกรรมอย่างสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหา เลือกใช้ระดับการบูรณาการในชั้นเรียนสะเต็ม ได้หลายระดับ เชื่อมโยงระหว่างสาขาวิชากับชีวิตจริงและการประกอบอาชีพขึ้นอยู่กับเนื้อหาและบริบท 5. ความรู้การประเมินการเรียนรู้ ความรู้ในด้านวัดผลและประเมินผลจากสภาพจริงและวัดผลจากความสำเร็จของงานเป็นหลักสำคัญ (วรกันยา แก้วกลม, 2560)

ตอนที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จากผลการประเมินดังกล่าว พบว่า คุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ทั้ง 4 ด้านโดยผู้ทรงคุณวุฒิ โดยพิจารณาประเด็นต่าง ๆ ในภาพรวมของตัวบ่งชี้ ได้แก่ ด้านความเชื่อถือได้ (credibility) ด้านความเหมาะสม (appropriateness) ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ด้านความเป็นประโยชน์ (utility) พบว่า ด้านความเหมาะสมของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด พบว่า ตัวบ่งชี้องค์ประกอบของสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะสามารถนำไปประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสำหรับการสอนสะเต็มศึกษาของครูได้จริง มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านความเชื่อถือได้ ในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด พบว่า สามารถนำไปใช้ในการรวบรวมข้อมูลหรือเป็นสารสนเทศกับสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาเพื่อเป็นกรอบในการพัฒนาครูผู้สอนสะเต็มศึกษา มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก

ที่สุด ด้านความเป็นไปได้ ในภาพรวมมีคุณภาพ อยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ครูสามารถนำข้อมูลสารสนเทศหรือข้อมูลสมรรถนะด้านต่างๆ เพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงการสอนสะเต็มศึกษา มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านความเป็นประโยชน์ของ ในภาพรวมมีคุณภาพ อยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า สามารถนำไปใช้ในการรวบรวมข้อมูลหรือเป็นสารสนเทศกับสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาเพื่อเป็นกรอบในการพัฒนาครูผู้สอนสะเต็มศึกษา มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ ชวนพิศ ศิลาเดช ในการศึกษาการพัฒนาสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูโรงเรียนมาตรฐานสากล และได้ประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้ ด้านความเชื่อถือได้ ด้านความเหมาะสม ด้านความเป็นไปได้ และด้านความเป็นประโยชน์ พบว่า ทุกด้านมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นการตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้และคุณภาพของสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะว่ามีประสิทธิภาพ สามารถนำไปพัฒนาสมรรถนะของครูทั้งในความรู้ ทักษะและคุณลักษณะของครูได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของโรงเรียนมาตรฐานสากล โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 11 คนประเมินเพื่อยืนยันและตรวจสอบคุณภาพของสมรรถนะ และตัวบ่งชี้สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นโดยการตรวจสอบความ ความเป็นไปได้ (feasibility) ความเป็นประโยชน์ (utility) ความเหมาะสม (appropriateness) และด้านความเชื่อถือได้ (credibility) ทำให้ได้สมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะที่มีคุณภาพสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการวัดสมรรถนะและตัวบ่งชี้ สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูโรงเรียนมาตรฐานสากล(ชวนพิศ ศิลาเดช, 2559)

สำหรับการประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 พิจารณารายตัวบ่งชี้ พบว่า ผลการประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ทั้งหมด 4 ด้านคือ ด้านความเชื่อถือได้ (credibility) ด้านความเหมาะสม (appropriateness) ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) และ ด้านความเป็นประโยชน์ (utility) พบว่า ในภาพรวมมีคุณภาพ ด้านความเป็นประโยชน์ (utility) อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา คือด้านความเป็นไปได้ ด้านความเหมาะสม (appropriateness) อยู่ในระดับมากที่สุด และความถูกต้อง (Accuracy standard) อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับแนวคิดของ Spencer & Spencer (1993) ที่เสนอแนวคิดในการพัฒนาสมรรถนะว่าสิ่งสำคัญที่สุด ซึ่งต้องดำเนินการ โดยการศึกษาเป้าหมายของการตามแนวทางการสอนสะเต็มศึกษา พร้อมคุณลักษณะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับสมรรถครูผู้สอนที่สำคัญต่อการสอนสะเต็มศึกษาของครู และศึกษาจากเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสัมภาษณ์และให้ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อให้ได้สมรรถนะที่สำคัญและมีประโยชน์ต่อครูผู้สอนมากที่สุด และนอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ นางลักษณ วิรัชชัย(2542) ที่ได้เสนอแนวคิดว่าการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนย่อมส่งผลให้ได้สมรรถนะและตัวบ่งชี้การศึกษาที่มีคุณภาพสูง และเป็นประโยชน์ และได้เสนอการกำหนดสมรรถนะ โดยการวิเคราะห์ตามหลักทฤษฎีและตำรา การสอบถามกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ สำหรับการพัฒนาตัวบ่งชี้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการนิยามตามข้อมูลเชิงประจักษ์ (Empirical Definition)

กำหนดรูปแบบวิธีการรวมตัวแปรให้ได้ตัวบ่งชี้โดยมี ทฤษฎี ตำรา เอกสาร และงานวิจัยเป็นพื้นฐาน กำหนดนิยามเชิงประจักษ์ แล้วนำมาวิเคราะห์การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง (Second order confirmatory factor analysis) โดยใช้ โปรแกรม LISREL ทำให้ได้สมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะ สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์และมีคุณภาพ

ซึ่งผลการประเมิน แสดงว่าตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพสามารถนำไปพัฒนาเพื่อประเมินสมรรถนะการปฏิบัติการสอนของครูได้จริง สอดคล้องกับ นางลักษณ์ วิรัชชัย (2542), รัตนะ บัวสนธ์ (2555) ที่ได้เสนอแนวคิดในการตรวจสอบคุณภาพ (Quality Check) ตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้นโดยการตรวจสอบความเชื่อมั่น (reliability) ความเที่ยงตรง (validity) ความเป็นไปได้ (feasibility) ความเป็นประโยชน์ (utility) ความเหมาะสม (appropriateness) และความเชื่อถือได้ (credibility) ซึ่งจะได้สมรรถนะและตัวบ่งชี้ที่มีคุณภาพ สามารถใช้เป็นสารสนเทศในการบริหาร และการจัดการระบบการศึกษา สำหรับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น ผู้บริหารสถานศึกษา ศึกษานิเทศก์ นำไปเสนอแนะหรือวางแผนเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จัดทำฐานข้อมูล และเป็นกรอบในการพัฒนา หรือปรับปรุงสมรรถนะตามองค์ประกอบของสมรรถนะในด้านต่าง ๆ สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือ ประกอบการประเมินคุณภาพการจัดการเรียนรู้ของครูและพัฒนาปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า องค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อสมรรถนะครูผู้สอน โดยเรียงลำดับตามน้ำหนักความสำคัญ ได้แก่ ด้านทักษะ ด้านคุณลักษณะ และด้านความรู้ ดังนั้น เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมให้ครูมีสมรรถนะดังกล่าว จึงพิจารณาตามประเด็นดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาด้านทักษะครูผู้สอนสะเต็ม ควรให้ความสำคัญกับการออกแบบการเรียนการสอน และการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน และนำประเด็นนี้เป็นหลักนำไปพัฒนาการจัดกิจกรรมให้นักเรียน เพื่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย
2. การพัฒนาด้านคุณลักษณะ ควรให้ความสำคัญส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งมีความสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสาขาวิชาและบริบท เพื่อช่วยแก้ปัญหาหรือพัฒนาผู้เรียนให้มีการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
3. การพัฒนาด้านด้านความรู้ ควรให้ความสำคัญและส่งเสริมเกี่ยวกับเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และด้านความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา เพราะมีความสำคัญในการเรียนการสอนว่านักเรียนนั้นประสบความสำเร็จในการเรียนรู้หรือไม่ตามหลักสูตรที่สถานศึกษากำหนด

สำหรับพัฒนาครูผู้สอนให้มีสมรรถนะควรให้ความสำคัญและพัฒนาทั้ง 3 ด้าน นำไปเป็นกรอบในการพัฒนาและประเมินตนเองให้มีสมรรถนะในการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ตัวบ่งชี้สมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 ในครั้งนี้ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา ศึกษานิเทศก์ และครูผู้สอน สามารถนำตัวบ่งชี้สมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 นำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาการเรียนการสอนและออกแบบการพัฒนา เครื่องมือ วัดและประเมินสมรรถนะครูผู้สอน และหาแนวทางการพัฒนาสมรรถนะครูผู้สอนได้ตรง ประเด็นและตรงกับด้านที่ครูผู้สอนต้องการพัฒนา



บรรณานุกรม



- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กรรณิณี แผนพรหม.(2562). *การพัฒนาเครื่องมือวัด โมเดลเชิงสาเหตุ และแนวทางการเตรียมความพร้อมครูสะเต็ม: การวิเคราะห์ โมเดลพระระดับจำแนกข้ามกลุ่มปริญญาครุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิตสาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต)*. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กชภัทร์ สงวนเครือ. (2562). *โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (วิทยานิพนธ์ปริญญา ดุษฎีบัณฑิต)*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- กนิษฐ์ ศรีเคลือบ และณัฐพล แจ่งอักษร. (2561). *การพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะการจัดการเรียน การสอนแบบ STEM ของนักศึกษาครู: การกำหนดจุดตัดคะแนนโดยใช้การวิเคราะห์กลุ่ม แผลง*. ปทุมวัน, กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2559). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริม ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา*. รายงานการวิจัย. เพชรบูรณ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- กมล สุดประเสริฐ. (2543). *ดัชนีความสำเร็จของการปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติสำนักนายกรัฐมนตรี
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2562). *การวิเคราะห์สมการโครงสร้าง (SEM) ด้วย AMOS. (พิมพ์ครั้งที่ 3.)*. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้จัดจำหน่าย.
- กัลญา โอภาสเสถียร. (2561). *การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะระหว่างวัฒนธรรมของอาจารย์หลักสูตร นานาชาติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต*, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรรณิณี ศรีแสน (2561). *การพัฒนาตัวบ่งชี้และแนวทางการพัฒนาภาวะผู้นำที่ยั่งยืนสำหรับผู้บริหาร โรงเรียน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญา ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น*,
- เกียรติสุดา ศรีสุข. (2545). *การพัฒนาตัวชี้วัดการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาหลักสูตร มหาบัณฑิตทางการศึกษา: การประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบจำลองความสัมพันธ์ โครงสร้างเชิงเส้น. (วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต)*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. กรุงเทพฯ.

- จำรัส อินทลาภาพร, มารุต พัฒนาผล, วิชัย วงษ์ใหญ่. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนว สะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 8,(1). มกราคม – เมษายน 2558 (62-74)
- จำรัส อินทลาภาพร. (2558). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับครูระดับประถมศึกษา. *ดุชนิพนธ์ปรัชญาดุชนิพนธ์ิต* สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร. มหาวิทยาลัยศรีนครินทร-วิโรฒ.
- จุฬาลักษณ์ ไกรพล. (2561). การวิเคราะห์ห้วงองค์ประกอบสมรรถนะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยพะเยา*. 6(2). 29-44.
- ชวนพิศ ศิลาเดช. (2559). การพัฒนาสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูโรงเรียนมาตรฐานสากล. *วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุชนิพนธ์ิต* สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ชลธิศ สมานทิโด. (2557). การจัดการศึกษาแบบ บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) สำหรับปฐมวัย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- ชุตินา วิชัยดิษฐ์ และชาติรี ฝ่ายคำตา. (2564). การรับรู้เกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 23(2), 152-168.
- ชูชัย สมितिไกร. (2552). การสรรหา การคัดเลือก และการประเมินผลการปฏิบัติงานของบุคลากร. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฐิตาภรณ์ ชาวห้วยหมาก. (2563). การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21. วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัย
- ทิตินา เขมมณี. (2558). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทอดชัย บัวผาย, วิญญู อุตระ, ฐิตินา ผ่องแผ้ว, และวราภภา อารีราษฎร์. (2560). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่บูรณาการสู่ การเรียนการสอนในระดับบัณฑิตศึกษา. *วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, 4(1), 174-183
- เทียน ทองแก้ว. (2550). *สมรรถนะ (Competency) : หลักการและแนวปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

- นงนุช เอกตระกูล. (2558). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. งานวิจัยทางการศึกษาโรงเรียนอัสสัมชัญ ธนบุรี.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2542). *โมเดลลิสเรล สถิติเคราะห์สำหรับการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2545). *การพัฒนาตัวบ่งชี้สำหรับการประเมินคุณภาพการบริหารและการจัดการ เขตพื้นที่การศึกษา*. กรุงเทพฯ: ธารอักษร.
- นิตยา สำเร็จผล. (2547). *การพัฒนาตัวบ่งชี้การเรียนรู้ตลอดชีวิต*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ด. การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปาริชาติ ประเสริฐสังข์. (2560). *การพัฒนาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 1(2560), 132-143
- พรพรรณ ไวย่างกูร (2557). *คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ:สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชัย. (2556). *STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21*. *วารสารนัก บริหาร*, 33(2), 49-56
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพรทิพย์ แข็งขัน. (2551). *สมรรถนะครูและแนวทางการพัฒนาครู ในสังคม ที่เปลี่ยนแปลง*. กรุงเทพฯ : สถาบันคณะกรรมการการอาชีวศึกษา แห่งประเทศไทย.
- ไพรัช มณีโชติ. (2551). *การพัฒนาตัวบ่งชี้การจัดการศึกษาตามแนวพระราชดำริของสมเด็จพระเทพ รัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร).
- ภณทิรา ดวงจินดา. (2560). *การวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดสมรรถภาพของครู วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา*. วิทยานิพนธ์ ค.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- มนตรี จุฬาวฒนทล. (2556). *สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (STEM Education Thailand and STEM Ambassadors)*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี (สสวท.), 42(185), 14-18.
- รสริน พันธุ์. (2562). *รูปแบบการพัฒนาผู้นำครูสะเต็มศึกษาสำหรับสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 2*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- รวรรณ ทิลาพันธ์. (2558). *การจัดการจัดการเรียนรู้แบบโครงการงานสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. (หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, ประเทศไทย)

- รมณี เหลี่ยมแสง. (2561). *กลยุทธ์การบริหารการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุสิตบัณฑิต สาขาบริหารการศึกษา. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- รัตน์ บัวสนธ์. (2555). *วิธีการวิจัยเชิงผสมผสานสำหรับการวิจัยและประเมิน*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลัดดาวัลย์ สีบจิต. (2556). *การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารจัดการการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วรกันยา แก้วกลม. (2560). *สภาพปัจจุบันปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของ ครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วรรณิ แกมเกตุ. (2540). *การพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครู:การประยุกต์ใช้โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุและโมเดลเอ็มทีเอ็มเอ็ม*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุสิตบัณฑิต (การวัดและประเมินผลการศึกษา), บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณิ แกมเกตุ. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์*. 2nd ed. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วศินีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา. 2559. *เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา)*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- วิจารณ์ พานิช. (2558). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์*. พิมพ์ครั้งที่ 3 .กรุงเทพฯ : ตาตาพับลิเคชั่น.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2554). *ทฤษฎีการประเมิน*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2550). *ทฤษฎีการประเมิน*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เศรษฐภรณ์ หน่อคำ. (2548). *การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณภาพการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการเป็นภาษาอังกฤษในโรงเรียนสองภาษา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชมาพร ศรีอิทยาจิต, “การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะการปฏิบัติงานของศึกษานิเทศก์ กลุ่มงานวัดและประเมินผลการศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา: การวิเคราะห์ความตรงเชิงประจักษ์ ความไว และความเฉพาเจาะจง” *วารสาร อัล-ฮิกมะฮ์ มหาวิทยาลัยฟาฏอนี*, 8(15), (มกราคม-มิถุนายน, 2561), 41-42.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *ผลประชุมคณะกรรมการนโยบาย “สะเต็มศึกษา” กระทรวงศึกษาธิการ*. เรียกใช้เมื่อ วันที่ 12 มกราคม 2566 จาก www.ipst.ac.th/index.php.
- สตียา ลังการ์พินธุ์. *STEM Education สร้างเด็กไทยให้เต็มคน: 10 แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็ม*. กรุงเทพฯ : วังอักษร, 2556
- สุทธิธัช คนกาญจน์. (2547). *การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณภาพของสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุทธิตา จำรัส. (2560). *นิยามของสะเต็มและลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.* 10, 2 (ก.ค. - ธ.ค. 2560), 13-34.
- สุรัชชัย ผาสุก. (2564). *การวิเคราะห์องค์ประกอบสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรูทวิทยาการศึกษาศาสตร์ และครูพี่เลี้ยงมหาวิทยาลัยราชภัฏ*. *วารสาร สังคมศาสตร์และมานุษยวิทยาเชิงพุทธ*, 6(5), 271-283.
- สุคนธา ชินศิริ. (2562). *การวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะครูโรงเรียนประถมศึกษา ในภาคตะวันออกเฉียงใต้ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชาการบริหารการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุพรรณิ ขาญประเสริฐ. (2557). *สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. *วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 186, 3-5.
- สุวิมล ตีรกานันท์. (2548). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางสู่การปฏิบัติ(พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรศักดิ์ ปาเฮ. (2556). *ผู้บริหารโรงเรียน : บทบาทและความท้าทายในยุคปฏิรูปการศึกษาไทยในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552 - 2561)*. แพร์ : สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่ เขต 2.
- สุจิตรา ยีหวังเจริญ. (2553). *สมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม ในจังหวัดชายแดนใต้*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). *สะเต็มศึกษา*. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร*. 17(2), 201-207. สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2565, จาก <http://www.kmutt>.
- สิริกมล หมดมลทิน. 2549. *การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐาน : กรณีศึกษาโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก*. สาขาวิชาวิจัยการศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย;

- สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน. (2547). *การกำหนดสมรรถนะของบุคคล เพื่อการสรรหาและเลือกสรร*. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สรรหาและเลือกสรร สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553). *คู่มือประเมินสมรรถนะครู (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ: สำนักพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ : ผู้แต่ง.
- สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา. (2553). หลักเกณฑ์และวิธีการพัฒนาข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการสถานศึกษา,” *วารสารข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา*. 30 (เมษายน-พฤษภาคม 2553), 30-32.
- สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.(2561). *แผนอุดมศึกษาระยะยาว 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580)*. สำนักนโยบายและแผนการอุดมศึกษา.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.(2560). *ยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20ปี (พ.ศ. 2560 - 2579)*.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2559). *รายงานการวิจัยเพื่อจัดทำข้อเสนอแนะนโยบายการส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านสะเต็มของประเทศไทย*. พริกหวานกราฟิก: กรุงเทพฯ.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2562). *ยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580)*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเลขาธิการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.
- อนุสร หงษ์ขุนทด. (2558). *ความรู้ในวิธีการสอนผนวกเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Knowledge: TPK)*. สืบค้น 24 เมษายน 2564.<http://pitcforteach.blogspot.com/2015/03/tpack-model.html>.
- อัญญาณี คลายสุบรรณ. (2550). *การจัดการความรู้ฉบับปฐมบท*. นครปฐม: เพชรเกษมพรี้น ตั้งกรุ๊ป.
- อนุวัติ คุณแก้ว. (2558). *การวัดผล และประเมินผลการศึกษาแนวใหม่*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร คะนิงเพียร. การวิเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะครูในศตวรรษที่ สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ. *วารสารวิจัยราชภัฏเชียงใหม่* 2562;20:83-94.

- อุดมลักษณ์ สร้อยอิน. (2560). *การพัฒนาตัวบ่งชี้สำหรับการประเมินการจัดการเรียนรู้ของครู ตามแนวทางสะเต็มศึกษา*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Allport, Gordon W. (1955). *Handbook of Social Psychology*. Roehester, MA : Clark University Press.
- Breiner, J. M., Carla, C. J., Harkness, S. S., & Koehler, C. M.. (2012). *What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and Shelly Sheats Harkness Partnerships*. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Bybee, R.W. (2010). *Advancing STEM Education: A 2020 Vision*. *Technology and Engineering Teacher*, 70, 30-35
- Bybee, R.W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. Virginia: National Science Teacher Association Press
- Bryant, J.; & Poustie, K. (2001). *Competencies needed by public library staff*. Gutersloh. Ger.: Bertelsmann Foundation.
- Boyatzis, R. E. (1982). *The competent manager: A model of effective performance*. New York : John Wiley and Sons Inc. *Psychologists*, 28(1), 1-14.
- Development. New York: Guilford Press.
- Boyatzis, Richard. E. (2008). Competency in the 21st Century. *Journal of Management Development*.27(1) ,5-12
- Boam, R. and P. Sparrow. (1992). *Designing and Achieving Competency*. New York : McGraw-Hill.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). *What Is STEM? A Discussion about Conceptions of STEM in Education and Partnerships*. *School Science and Mathematics*, 112, 3-11.
- Carnevale, A.P., Smith, N. sand Melton, M. (2011). *STEM: Science Technology Engineering Mathematics*. [online]. Available from : <https://cew.georgetown.edu/wp-content/uploads/2014/11/stemcomplete.pdf>. [accessed 14 December 2023].
- Capraro , R. M., Capraro ,M. M., & Morgan, J.R.(2013). *STEM project-based learning : An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Rotterdam, The Netherlands : Sense.

- Corbett, T. and others. (2014). *The Framework for integrative Science, Technology, Engineering & Mathematics (STEM) education endorsement guidelines*. Harrisburg, PA : Pennsylvania Department of Education.
- Elaine J. Hom . (2014). *What is STEM Education?* Retrieved May 2, 2018 <https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>.
- Ewell, P.T. and Jones, D.P. (1994). *Pointing the Way : Indicators as Policy Tools in Higher Education*. Denver, Colo : Education Commission of the States.
- Elaine J. Hom. (2014). *What is STEM Education*. Retrieved June, 2019, from <https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>
- Fitz-Gibbon. (1996). *Monitoring Education : Indicators, Quality and Effectiveness*. Cassell: London.
- Goh, P.S.C., & Wong, K.T. (2014). *Beginning teachers' conceptions of competency: Implications to educational policy and teacher education in Malaysia*. *Education Research Policy Practice*, 11(2), 65-79.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. New York : McGraw-Hill Book Company.
- Grossman, F. K. (1992). Risk and Resilience in young Adolescent. *Journal of Youth and Adolescent*, 21(5), 259-550.
- International Technology Education Association (ITEA/ITEEA). (2009). *The overlooked STEM imperatives: Technology and engineering*. Reston, VA: Author
- Johnstone, J.N. (1981). *Indicators to Education System*. London : The Anchor Press.
- Magnusson, D. (1999). *Holistic Interactionism: A perspective for Research on Personality Development*. New York: Guilford Press.
- McClelland, D. C. (1973). *Testing for Competence rather than for Intelligence*. *American Psychologists*, 28(1), 1-14.
- Morrison, E. W. (2006). Doing the Job Well An Investigation of Pro-Social Rule Breaking. *Journal of Management*, 32, 5-28.
- Reeve, J. (2013). How students create motivationally supportive learning environments for themselves: The concept of agentic engagement. *Journal of Educational Psychology*, 105(3), 579–595.
- Rylatt, A and Lohan, K. (1995). *Creating Training Miracles*. Sydney: Prentice Hall.

- Spencer, L. M. & Spencer, S. M. (1993). *Competency at work : Model for superior performance*. New York : Wiley.
- Shulman, L. S. (1987). *Knowledge and teaching: Foundations of the new reform*. Harvard Educational Review, 57(1), 1-22.
- Shanmugasundaram, U., & Mohamad, A.R. (2011). *Social and emotional competency of beginning teachers*. In International Conference on Education and Educational Psychology (pp. 1788-1796). Istanbul, Turkey: Procedia - Social and Behavioral Sciences.
- Vasquez, J. A., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Wayne, C. (2012). What is S.T.E.M. and why do I need to know? Retrieved February 2, 2013, from <http://issuu.com/carleygroup/docs/stem12online/1>
- Zollman, A. (2012). *Learning for STEM Literacy: STEM Literacy for Learning*. School Science and Mathematics, v112 n1 p12-19 Jan 2012





ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
 รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ตรวจสอบความสอดคล้องตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

- | | |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร. สุพรรณิ ชาญ
ประเสริฐ | ผู้ช่วยผู้อำนวยการ
นายกสมาคมส่งเสริมพัฒนากำลังคน
สะเต็มเพื่ออนาคต |
| 2. ดร.สนธิ พลชัยยา | สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ
สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย
ผู้อำนวยการ สาขาเคมีและชีววิทยา |
| 3. ดร. กวิน เชื้อมกลาง | สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ
นักวิชาการอาวุโส
สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์
พิพัฒน์ | นักวิชาการอาวุโส
สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ |
| 6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ | อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 5. ดร.สุภาพร ธรรมสอน | นักวิชาการศึกษา ศึกษานิเทศก์
สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดกำแพงเพชร |
| 7. นางสาวกล่อมจิต ดอนภิรมย์ | ครูเชี่ยวชาญ สาขาวิชาฟิสิกส์
โรงเรียนกมลลาไสย
วุฒิการศึกษาปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต |

ตรวจสอบเครื่องมือแบบวัดสมรรถนะและแบบสอบถามครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

- | | |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษยากาญจน์ โตพิทักษ์ | อาจารย์
สาขาวิชานวัตกรรมทางการวัดผลการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณวงษ์ | อาจารย์ สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 3. ดร.อาทร นกแก้ว | อาจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 4. ผศ.ดร.สกันร์ชัย ชะนูนันท์ | อาจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 5. นางสาวกล่อมจิต ดอนภิรมย์ | ครูเชี่ยวชาญ สาขาวิชาฟิสิกส์
โรงเรียนกมลาลัย
วุฒิการศึกษาปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต |

ตรวจสอบคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

- | | |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุพรรณิชา ชาญประเสริฐ | ผู้ช่วยผู้อำนวยการ
นายกสมาคมส่งเสริมพัฒนากำลังคน
สะเต็มเพื่ออนาคต
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ |
| 2. ดร.สนธิ พลชัยยา | สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย
ผู้ชำนาญ สาขาเคมีและชีววิทยา
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ |
| 3. ดร. กวิน เชื้อมกลาง | นักวิชาการอาวุโส
สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ |

ตรวจสอบคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

- | | | |
|------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. | ดร.สุภาพร ธรรมสอน | นักวิชาการศึกษา ศึกษานิเทศก์
สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดกำแพงเพชร |
| 5. | นางสาวฐานิตา แก้วศรี | ศึกษานิเทศก์ชำนาญการ ส่งเสริมพัฒนาสื่อ
นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากำแพงเพชร |
| 6. | นายสุวิฑูรย์ ภัคดีสมัย | ผู้อำนวยการโรงเรียนอุดรพิทยานุกูล |
| 7. | นางอุไร ปัญญาสิทธิ์ | ผู้อำนวยการโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี |
| 8. | นายประทีป ศรีรักษา | ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลชลบุรี |
| 9. | นายอภิชาติ อุ้นเกิด | ผู้อำนวยการโรงเรียนนครขอนแก่น |
| 10 | นางสาววิภาวดี จันทร์ทอง | ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดสระแก้ว |
| 11 | นางสาวกล่อมจิต ดอนภิรมย์ | ครูเชี่ยวชาญ สาขาวิชาฟิสิกส์
โรงเรียนกมลาลัย
วุฒិการศึกษาปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต |
| 12.. | นายเกียรติศักดิ์ ทองคำ | ครูชำนาญการพิเศษ
รายวิชาฟิสิกส์ (บูรณาการสะเต็มศึกษา)
โรงเรียนคำเตยวิทยา |
| 13 | นายอนลัส คาลเคล | ครูชำนาญการ
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนวังแขมวิทยาคม |
| 14. | นางสาวอังรพิมพ์ ใจวันดี | ครูชำนาญการ
สาขาวิทยาศาสตร์
โรงเรียนเจริญสุขอุดมวิทยา
จังหวัดกำแพงเพชร |
| 15. | นางสาวกาญจนา ตุ่นคำแดง | ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนแม่ปะวิทยาคม
สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
จังหวัดตาก |

ภาคผนวก ข ผลการประเมินความสอดคล้อง(IOC : Index of item objective congruence)
ระหว่างข้อสอบกับนิยามตัวบ่งชี้ของ แบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge)
ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ตารางที่ 30 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับนิยามตัวบ่งชี้

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)					IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5		
ข้อ 1	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
ข้อ 2	-1	1	1	1	1	0.60	ใช้ได้
ข้อ 3	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
ข้อ 4	0	0	1	1	1	0.60	ใช้ได้
ข้อ 5	1	1	0	0	1	0.60	ใช้ได้
ข้อ 6	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ข้อ 7	0	1	0	1	1	0.60	ใช้ได้
ข้อ 8	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
ข้อ 9	1	1	0	0	1	0.60	ใช้ได้
ข้อ 10	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
ข้อ 11	-1	-1	0	1	0	-0.20	ตัดทิ้ง
ข้อ 12	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
ข้อ 13	1	0	1	0	1	0.60	ใช้ได้
ข้อ 14	-1	0	0	1	1	0.20	ตัดทิ้ง
ข้อ 15	0	1	0	1	1	0.60	ใช้ได้
ข้อ 16	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
ข้อ 17	1	-1	1	1	1	0.60	ใช้ได้
ข้อ 18	-1	1	1	1	1	0.60	ใช้ได้
ข้อ 19	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ข้อ 20	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
ข้อ 21	0	0	1	1	1	0.60	ใช้ได้

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)					IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5		
ข้อ 22	-1	0	-1	0	1	-0.20	ตัดทิ้ง
ข้อ 23	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
ข้อ 24	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ข้อ 25	1	0	0	1	1	0.60	ใช้ได้
ข้อ 26	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
ข้อ 27	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ข้อ 28	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
ข้อ 29	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
ข้อ 30	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
ข้อ 31	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ข้อ 32	1	0	0	1	1	0.60	ใช้ได้
ข้อ 33	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
ข้อ 34	1	0	0	1	1	0.60	ใช้ได้
ข้อ 35	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ข้อ 36	-1	-1	0	1	0	-0.20	ตัดทิ้ง
ข้อ 37	1	0	0	1	1	0.60	ใช้ได้
ข้อ 38	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
ข้อ 39	-1	1	1	1	1	0.60	ใช้ได้
ข้อ 40	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ข้อ 41	1	0	0	1	1	0.60	ใช้ได้
ข้อ 42	0	1	0	1	1	0.60	ใช้ได้
ข้อ 43	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
ข้อ 44	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ข้อ 45	0	0	1	1	1	0.60	ใช้ได้
ข้อ 46	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ข้อ 47	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)					IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5		
ข้อ 48	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ข้อ 49	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
ข้อ 50	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
ข้อ 51	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ข้อ 52	1	0	1	1	0	0.60	ใช้ได้
ข้อ 53	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
ข้อ 54	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ข้อ 55	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ข้อ 56	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ข้อ 57	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ข้อ 58	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
ข้อ 59	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ข้อ 60	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

จากตารางผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ ทั้งหมด 60 ข้อ
ตัดทิ้ง จำนวน 4 ข้อ สามารถนำไปใช้ได้ 56 ข้อ

ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ค่าความยากรายข้อ ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และค่าความเชื่อมั่น
ทั้งฉบับของข้อสอบแบบอิงกลุ่ม ของแบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge)

ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของข้อสอบจำนวน 56 ข้อ

ข้อที่	ความยาก	แปลผล	อำนาจจำแนก	Sig.	แปลผล	แปลผลคุณภาพ ของข้อสอบ	การนำไปใช้ (ข้อที่)	
1	0.20	ทิ้ง	-0.1544	1.0000	ทิ้ง	ตัดทิ้ง	×	
2	0.23	ใช้ได้	0.7692 *	0.0000	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	1
3	0.37	ใช้ได้	0.6199 *	0.0003	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	2
4	0.33	ใช้ได้	0.6060 *	0.0004	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	3
5	0.30	ใช้ได้	0.5735 *	0.0009	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	4
6	0.23	ใช้ได้	0.5973 *	0.0005	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	5
7	0.37	ใช้ได้	0.5834 *	0.0007	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	6
8	0.30	ใช้ได้	0.7324 *	0.0000	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	7
9	0.43	ใช้ได้	0.3846 *	0.0359	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	8
10	0.37	ใช้ได้	0.5057 *	0.0044	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	9
11	0.50	ใช้ได้	0.6855 *	0.0000	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	10
12	0.43	ใช้ได้	0.4596 *	0.0106	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	11
13	0.27	ใช้ได้	0.4532 *	0.0119	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	12
14	0.57	ใช้ได้	0.4797 *	0.0073	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	13
15	0.53	ใช้ได้	0.4535 *	0.0118	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	14
16	0.33	ใช้ได้	0.5794 *	0.0008	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	15
17	0.57	ใช้ได้	0.5553 *	0.0014	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	16
18	0.40	ใช้ได้	0.4784 *	0.0075	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	17
19	0.37	ใช้ได้	0.4129 *	0.0234	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	18
20	0.40	ใช้ได้	0.5548 *	0.0015	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	19
21	0.60	ใช้ได้	0.3722 *	0.0428	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	20
22	0.50	ทิ้ง	0.3114	0.0939	ใช้ได้	ตัดทิ้ง		

ข้อที่	ความยาก	แปลผล	อำนาจจำแนก	Sig.	แปลผล	แปลผลคุณภาพ ของข้อสอบ	การนำไปใช้ (ข้อที่)	
23	0.37	ใช้ได้	0.5367 *	0.0022	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	21
24	0.53	ใช้ได้	0.4237 *	0.0196	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	22
25	0.43	ใช้ได้	0.4496 *	0.0127	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	23
26	0.47	ใช้ได้	0.4735 *	0.0082	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	24
27	0.37	ใช้ได้	0.5834 *	0.0007	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	25
28	0.27	ใช้ได้	0.6108 *	0.0003	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	26
29	0.43	ใช้ได้	0.4797 *	0.0073	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	27
30	0.57	ใช้ได้	0.4145 *	0.0228	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	28
31	0.53	ใช้ได้	0.6480 *	0.0009	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	29
32	0.50	ใช้ได้	0.6300 *	0.0002	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	30
33	0.23	ใช้ได้	0.7335 *	0.0000	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	31
34	0.27	ใช้ได้	0.7358 *	0.0000	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	32
35	0.30	ใช้ได้	0.6664 *	0.0001	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	33
36	0.30	ใช้ได้	0.4486 *	0.0129	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	34
37	0.57	ใช้ได้	0.4446 *	0.0138	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	35
38	0.17	ทิ้ง	0.3737 *	0.0419	ใช้ได้	ตัดทิ้ง	×	
39	0.20	ใช้ได้	0.6506 *	0.0001	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	36
40	0.47	ใช้ได้	0.5285 *	0.0027	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	37
41	0.53	ใช้ได้	0.3542	0.0548	ทิ้ง	ตัดทิ้ง	×	
42	0.57	ใช้ได้	0.4747 *	0.0080	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	38
43	0.20	ใช้ได้	0.4829 *	0.0069	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	39
44	0.80	ใช้ได้	0.4273 *	0.0185	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	40
45	0.70	ใช้ได้	0.5953 *	0.0005	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	41
46	0.73	ใช้ได้	0.3862 *	0.0350	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	42
47	0.63	ใช้ได้	0.5886 *	0.0006	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	43
48	0.77	ใช้ได้	0.4505 *	0.0125	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	44
49	0.43	ใช้ได้	0.5553 *	0.0014	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	
50	0.50	ใช้ได้	0.4151 *	0.0225	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	45

ข้อที่	ความยาก	แปลผล	อำนาจจำแนก	Sig.	แปลผล	แปลผลคุณภาพ ของข้อสอบ	การนำไปใช้ (ข้อที่)	
51	0.47	ใช้ได้	0.5485 *	0.0017	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	46
52	0.47	ใช้ได้	0.4935 *	0.0056	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	47
53	0.67	ใช้ได้	0.4683 *	0.0090	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	48
54	0.77	ใช้ได้	0.0977	0.6074	ทิ้ง	ตัดทิ้ง	×	
55	0.33	ใช้ได้	0.6113 *	0.0003	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	49
56	0.50	ใช้ได้	0.4997 *	0.0049	ใช้ได้	ใช้ได้	✓	50

จากตาราง 31 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวัดสมรรถนะ จำนวน 56 ข้อ ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 51 ข้อ ดังนั้นข้อคำถามสามารถนำไปใช้ได้จริง และทำการคัดเลือกข้อสอบ จำนวน 50 ข้อ โดยใช้เกณฑ์ค่าความยากระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง 0.20-1.00 และมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (KR-20) เท่ากับ 0.95

ภาคผนวก ง ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC : Index of item objective congruence) ระหว่างข้อสอบกับนิยามตัวบ่งชี้ของ ข้อคำถามตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ (Skill) และด้านคุณลักษณะ (Traits)

ตาราง 32 ผลวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of item objective congruence) ข้อคำถามตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ (Skill)

ข้อคำถาม		ความคิดเห็น					ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5		
1. ทักษะการบูรณาการศาสตร์ความรู้ 4 สาขา								
1)	สามารถยกตัวอย่างกิจกรรมในเนื้อหาวิชา ด้วยวิธีการสอนที่ทันสมัยเข้าใจง่าย เพื่อทำให้นักเรียนสามารถบูรณาการความรู้ ศาสตร์ 4 สาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้	0	1	1	1	0	0.60	ใช้ได้
2)	สามารถเลือก และกำหนดหัวข้อเรื่องในการบูรณาการ ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจ และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ได้หลายวิชา	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
3)	สามารถนำเนื้อหาบูรณาการร่วมกัน ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา ให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการบูรณาการศาสตร์ความรู้ 4 สาขา เกิดความสนุกสนานและเกิดความสนใจในเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4)	ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงฝึกทักษะด้านต่าง ๆ ให้ได้ค้นคิดเชื่อมโยงความสัมพันธ์อย่างหลากหลายเกิดความความสนุกสนาน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5)	ให้ผู้เรียนออกแบบแผนผังความคิดในสิ่งประดิษฐ์ที่ตนเองสนใจ ในการนำเสนอความคิดรวบยอด และความเชื่อมโยงความรู้ต่างๆในศาสตร์	0	1	0	1	1	0.60	ใช้ได้
6)	สามารถนำวิชาต่าง ๆ มาจัดสอนรวมกันกับครูท่านอื่น ๆ สามารถบูรณาการ ให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยตั้งหัวข้อเรื่องขึ้นมาใหม่ (Theme) เช่น สอนเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้

ข้อคำถาม		ความคิดเห็น					ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5		
7)	จัดกิจกรรมโดยแบ่งกลุ่มกำหนดสถานการณ์และอุปกรณ์ให้ผู้เรียนนำเอาแนวคิดความรู้ศาสตร์ 4 สาขา มาคิดสร้างสรรค์และมุมมองต่าง ๆ มาสร้างไอเดีย หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาตอบโจทย์กับสถานการณ์นั้น ๆ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8)	จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้อภิปรายเชื่อมโยงเนื้อหา 4 สาขา ความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้แบบองค์รวม	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง								
9)	สนทนาโดยใช้ประเด็นจากข่าว การเล่าเหตุการณ์ วิดีทัศน์ ฯลฯ เชื่อมโยงกับเนื้อหา เพื่อเกิดการกระตุ้นให้นักเรียนเห็นสภาพจริงในชีวิตประจำวัน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10)	สามารถนำเอาเรื่องราวในโลกโซเชียลที่มีความสำคัญต่อชีวิต และสอดคล้องกับบทเรียน วิเคราะห์ตั้งคำถามร่วมกันเพื่อฝึกทักษะการคิดสร้างสรรค์หรือมีนวัตกรรมใหม่ ๆ	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
11)	ให้นักเรียนนำเสนอแนวคิด นวัตกรรมหรือคำตอบเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงที่กำหนด เช่น ต้องการลดจำนวนผู้ป่วยติดเชื้อโควิด-19	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
12)	สามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของความรู้ที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น เรื่องแสง ฯลฯ นำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
13)	ให้นักเรียนค้นคว้าหรือหาคำอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงของนักเรียนเชื่อมโยงกับเนื้อหา โดยนำความรู้ที่นำมาแก้ไขอย่างไร ทำอย่างไร และได้ผลอย่างไร	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
14)	ให้นักเรียนศึกษาสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมที่เกิดขึ้น ร่วมกันอธิบายความรู้ที่นำไปพัฒนาได้	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
15)	ให้นักเรียนนำความรู้ 4 สาขา คิดออกแบบประดิษฐ์สิ่งของที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน ด้วยกระบวนการเชิงวิศวกรรม เช่น การประดิษฐ์เก้าอี้จากขวดพลาสติกที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีความแข็งแรงทนทาน	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
16)	กำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และหาวิธีแก้ไขปัญหานั้น ร่วมกัน ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เช่น ต้องการเก็บมะนาวไว้นอกตู้เย็นให้นานๆ	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น								

ข้อคำถาม		ความคิดเห็น					ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5		
17)	ติดต่อประสานงานมีการสื่อสารที่ชัดเจน กับคณะครูและชุมชน ให้เกิดความเข้าใจนำไปสู่สัมพันธภาพที่ดี ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมสะเต็มร่วมกัน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
18)	เคารพในการทำงานของบุคคลอื่น ๆ มีการเปิดมุมมองและความคิดเห็นที่แตกต่าง และมีการสร้างแนวคิดใหม่ ๆ ร่วมกัน เพื่อนำมาพัฒนาผู้เรียนและจัดกิจกรรมให้ผู้เรียน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
19)	สื่อสารแลกเปลี่ยนความคิด ระหว่างครูผู้สอน ยอมรับฟัง และเสนอความคิดเห็นมุมมองใหม่อย่างมีเหตุผล เพื่อทราบวิธีการและเทคนิคต่าง ๆ นำไปปรับใช้ เกิดความสำเร็จในการทำงาน	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
20)	นำแหล่งเรียนรู้ในชุมชนมาบูรณาการการเรียนรู้ ถ่ายทอดแลกเปลี่ยนและจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เผชิญสถานการณ์จริง โดยคำนึงถึงบริบทแวดล้อมที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
21)	ประสานงานติดต่อกับชุมชนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับชุมชนหรือหน่วยงานในท้องถิ่นด้วยวาจาสุภาพไพเราะ ด้วยความเคารพและให้เกียรติซึ่งกันและกัน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
22)	ทำงานวางแผนร่วมกันกับชุมชนหน่วยงานภายนอก ในการใช้แหล่งเรียนรู้และทรัพยากรในแง่ต่างๆในชุมชนให้ผู้เรียนได้เผชิญกับสถานการณ์จริง	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
23)	สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นโดยยอมรับฟังและเสนอความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล เปิดใจแลกเปลี่ยน ทศนะ ยอมรับความคิดเห็นมุมมองใหม่	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
24)	มีการวางแผนอย่างชัดเจนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์เป้าหมาย และวิธีการปฏิบัติงาน ในการจัดกิจกรรมการบูรณาการเรียนรู้สะเต็มร่วมกัน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
25)	มีการช่วยเหลือและสร้างความสัมพันธ์ที่ดีในการทำงาน เกื้อหนุนซึ่งกันและกัน หากมีจุดไหนที่แตกต่างกันมาก พร้อมจะเข้าใจเพื่อให้ผลของการทำงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
26)	มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการร่วมกันระหว่างครูสอนในกลุ่มสาระต่าง ๆ ทำงานเป็นทีม และแลกเปลี่ยนความรู้ ทักษะที่สำคัญ	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
4. ทักษะการออกแบบการเรียนรู้การสอน								
27)	นำหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ข้อความ		ความคิดเห็น					ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5		
	และเทคโนโลยี คณิตศาสตร์ นำมาวิเคราะห์หลักสูตร ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ สอดคล้องกับการบูรณาการเนื้อหาในแต่ละระดับชั้น							
28)	ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ให้ท้าทายความรู้ ความสามารถ ใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน สื่อ วัสดุอุปกรณ์สามารถพัฒนากระบวนการคิดการแก้ปัญหา หรือสร้างผลงานของผู้เรียนได้	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
29)	จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เทคนิคการสอนได้ หลากหลายวิธีและการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนด	0	1	0	1	1	0.60	ใช้ได้
30)	จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนประยุกต์ใช้สื่อการ สอนเทคโนโลยีใหม่ ๆ โดยประหยัดค่าใช้จ่าย เวลาเหมาะสม กับสถาน การณ์ โดยคำนึงถึงบริบทผู้เรียนเป็นสำคัญ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
31)	จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้มีจุดประสงค์พัฒนาทักษะ ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 มีเนื้อหา/สาระการเรียนรู้แบบ บูรณาการ กิจกรรมการเรียนรู้แบบ Active learning การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง สื่อและแหล่งเรียนรู้ สอดคล้องกับบริบทผู้เรียน	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
32)	จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคล สื่อ และ สิ่งแวดล้อมต่าง ๆ และผู้เรียนมีโอกาสนำความรู้ไป ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
33)	จัดเตรียมสถานการณ์และกิจกรรมต่าง ๆ นำทางไปสู่การ เรียนรู้ โดยไม่ใช้วิธีบอกความรู้โดยตรง ให้สามารถเชื่อมโยง เหตุผลในเรื่องต่าง ๆ และแก้ปัญหาตามกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมได้	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
34)	จัดให้ผู้เรียนทำงานร่วมกัน โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ สมาชิกทุกคนมีบทบาทหน้าที่ร่วมกันในการปฏิบัติงานที่ ได้รับมอบหมาย	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ข้อคำถาม		ความคิดเห็น					ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5		
35)	ใช้วิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้ เช่น การสอนโดยใช้โครงงาน ทุกคนได้ร่วมกันวางแผน และ ร่วมกันสรุปผลงาน ได้เลือกและแสดงความสามารถที่ตนเองถนัด	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
36)	สอนแบบโครงงานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ให้ผู้เรียนเกิดการค้นหาหรือสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ ๆ ในเรื่องที่ตนเองสนใจ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
37)	สอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ให้เรียนด้วยกันเป็นกลุ่ม ๆ มีการอภิปรายและค้นคว้าหาความรู้ด้วยกัน มีการเรียนรู้ด้วยตนเองเนื้อหาเป็นเนื้อหาที่เกิดจากการบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน	1	0	0	1	1	0.60	ใช้ได้
38)	ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ใช้เทคนิควิธีการสอนและเนื้อหาเหมาะสม กับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ทำความเข้าใจปัญหา และนำไปสร้างนวัตกรรมที่ใช้แก้ปัญหาได้จริง	1	1	0	1	0	0.60	ใช้ได้
5. ทักษะการอำนวยความสะดวก								
39)	กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนรับทราบ รวมไปถึงชี้แนะแนวทางมีวิธีการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตรงตามวัตถุประสงค์	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
40)	สามารถวางแผนจัดกิจกรรม จัดสภาพแวดล้อม สร้างบรรยากาศที่ผ่อนคลาย จัดสถานการณ์สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน ทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนดำเนินไปด้วยความสะดวกต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
41)	จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยการสังเกต การสำรวจ การทดลอง และสนับสนุนแหล่งการเรียนรู้ สื่อ อุปกรณ์ประกอบให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
42)	นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ การรับรู้ข่าวสาร และการค้นหาข้อมูลข่าวสาร เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มีระบบมัลติมีเดีย วีดีโอ และอินเทอร์เน็ต เป็นต้น	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
43)	จัดเตรียมกิจกรรมสร้างความสนใจและสร้างบรรยากาศของ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ข้อคำถาม		ความคิดเห็น					ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5		
	การมีส่วนร่วม และการเจรจาโต้ตอบ ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน							
44)	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ท้าทาย ศึกษาความรู้เรื่องใหม่ ๆ และให้โอกาสผู้เรียนได้รับวิธีการสอนที่หลากหลายให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มผู้เรียน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
45)	สามารถชี้แนะแนวทางให้ผู้เรียนสังเกตเห็นปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาอย่างถูกวิธี ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
46)	สามารถนำเสนอสถานการณ์ หรือตัวอย่างที่เป็นปัญหา และกระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้ปัญหา หรือช่วยให้ผู้เรียนมีความต้องการอยากเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
47)	สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน เพื่อช่วยเหลือ ส่งเสริม สนับสนุน และเสนอแนะการวางแผนการทำงานของนักเรียนให้เรียนรู้ได้อย่างราบรื่น	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
48)	สามารถแนะนำให้ผู้เรียนกำหนดจุดมุ่งหมายได้ชัดเจนว่าเรียนเพื่ออะไร จะทำชิ้นงานนั้นเพื่อแก้ปัญหอะไร ซึ่งทำให้ผู้เรียนกำหนดแนวทางในการดำเนินงานได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
49)	รับฟังอย่างตั้งใจในเรื่องที่นักเรียนสื่อสาร และสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับเชิงบวก และให้ความรู้เพิ่มเติมหรือแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
50)	สามารถแนะนำให้นักเรียนรู้จักประเมินผลก่อนดำเนินการ ระหว่างดำเนินการและหลังดำเนินการ และนักเรียนสามารถนำความรู้นั้นไปพัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้น	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน								
51)	มีการประเมินตลอดเวลา ทุกสภาพการณ์และทำไปพร้อม ๆ กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	0	1	1	0	1	0.60	ใช้ได้
52)	ประเมินโดยดูพฤติกรรม การแสดงออกของผู้เรียนจริง ๆ และเน้นการพัฒนาจุดเด่นของผู้เรียน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
53)	ใช้ข้อมูลที่หลากหลายมาประกอบการตัดสิน เน้นคุณภาพ ผลงานของผู้เรียนที่เกิดจาก การบูรณาการความรู้ ความสามารถหลาย ๆ ด้าน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ข้อคำถาม		ความคิดเห็น					ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5		
54)	ประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงานที่ได้ผลผลิตมากกว่าความสามารถในการจดจำความรู้	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
55)	สามารถประเมินพฤติกรรมระดับสูงของนักเรียนได้ เช่น การตรวจแบบฝึกหัด ผลงานภาคปฏิบัติ โครงการ/โครงการต่าง ๆ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
56)	ประเมินความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียนโดยให้นักเรียนแต่ละคนปฏิบัติงานในสถานการณ์ต่าง ๆ สร้างสรรค์ผลงานของผู้เรียน โดยทำในสถานการณ์ชีวิตจริง นอกห้องเรียนแทนการใช้ข้อสอบวัด	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
57)	พูดอย่างสร้างสรรค์ในการให้ข้อมูลย้อนกลับในลักษณะส่งเสริมการใช้ความพยายาม และตรวจสอบตนเอง เช่น คิดว่ายังมีส่วนใดของงานที่สามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้อีก ส่วนไหนที่คิดว่าดีที่สุด	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
58)	ครูแนะนำให้ผู้เรียนแก้ไขปรับปรุงงาน พร้อมกระตุ้นให้ผู้เรียนประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเอง และร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
59)	เก็บรวบรวมข้อมูลด้านทักษะ ความรู้และคุณลักษณะ โดยใช้เทคนิควิธีการสังเกต ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนและสังเกตหลาย ๆ ครั้งในหลายๆ สถานการณ์	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
60)	มีการประเมินความสามารถของผู้เรียนจากภาคปฏิบัติงาน จากเพิ่มผลงาน และจากการทดสอบ	1	1	1	0	1	0.80	ใช้ได้
61)	สัมภาษณ์ สอบถามประเมินผลจากชิ้นงานที่มอบหมายโดยให้วิเคราะห์ สะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงานและแนวทางการนำความรู้ไปพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
62)	เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมประเมินผลงานของทั้งตนเองและของเพื่อนร่วมห้อง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นตนเองสามารถพัฒนาตนเองได้	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
63)	ประเมินผลการปฏิบัติงาน เพื่อสะท้อนถึงการเรียนรู้ของผู้เรียนด้านความรู้ ความเข้าใจ วิธีคิด วิธีการทำงาน โดยวิธีเขียนบรรยาย หรือตอบสั้น ๆ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
64)	เลือกตรวจชิ้นงานที่ผู้เรียนทำได้ดี และบอกความสามารถของผู้เรียน โดยเน้น “จุดแข็ง” ของผู้เรียน และเสริมแรง	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ข้อคำถาม		ความคิดเห็น					ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5		
	สร้างแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนพยายามผลิตงานที่ดี ๆ ออกมามากขึ้น							
65)	ออกแบบการประเมินโดยรวมองค์ประกอบที่สำคัญของกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องในการประเมินภาคปฏิบัติ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics) ในการประเมินระดับผลงานและกระบวนการปฏิบัติ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7. ทักษะการสื่อสาร								
66)	สื่อสารทั้งการบรรยาย การยกตัวอย่าง ใช้สื่อ การนำเสนอ ให้เอื้อต่อการเรียนรู้ เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
67)	ใช้วิธีการสื่อสารผ่านการเคลื่อนไหว ท่าทาง เสียง ภาษา ภาพ สัญลักษณ์ และผลงานแบบง่าย ๆ พร้อมทั้งคำนึงถึงประโยชน์และโทษของการสื่อสารที่มีผลกระทบต่อตนเองและผู้เรียน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
68)	ใช้การสื่อสารแบบมีส่วนร่วม โดยรับฟัง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น เพื่อร่วมหาแนวทางแก้ไขปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
69)	ใช้วิธีการสื่อสารได้อย่างมีสติและวิจารณ์ญาณ เพื่อสร้างความเข้าใจ ลดความขัดแย้งของผู้เรียนในขณะเกิดปัญหาในการทำงานและจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
70)	กลวิธีการสื่อสารที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ เพื่อตอบโจทย์การแก้ปัญหาสังคมหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น	1	1	1	0	1	0.80	ใช้ได้
71)	สามารถสื่อสารผ่านสื่อต่าง ๆ ได้หลากหลายประเภท เหมาะสมกับผู้เรียน และคำนึงถึงการใช้คำพูดการละเมิดสิทธิส่วนบุคคล	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
72)	ถ่ายทอด ความรู้ ความเข้าใจ ความคิด ความรู้สึก ใช้เสียง น้ำเสียง ในการสื่อสารอย่างชัดเจน น่าฟังและน่าสนใจ ใช้ภาษาสุภาพ ถูกต้องและเหมาะสมกับนักเรียน	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
73)	สื่อสารให้นักเรียนเรียนรู้ และปฏิบัติได้อย่างรวดเร็ว มีความชัดเจนทั้งด้านกติกา ข้อตกลง และคำสั่ง ให้นักเรียนปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
74)	สามารถรับสารจากผู้เรียนและจับประเด็นสำคัญ หรือ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ข้อคำถาม		ความคิดเห็น					ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5		
	วัตถุประสงค์ของผู้เรียน และได้ตอบให้ข้อมูลย้อนกลับได้							
75)	ใช้คำพูดสุภาพ กะทัดรัด เข้าใจง่าย ตรงประเด็น ในการพูด เชื่อมโยงสถานการณ์ปัจจุบันเข้ากับเนื้อหาในการเรียนการสอน ได้	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
76)	พูดให้ข้อเสนอแนะข้อคิดเห็น และผู้เรียนเกิดความเข้าใจตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ สามารถนำไปปฏิบัติได้จนประสบความสำเร็จ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน								
77)	เข้าใจหลักการและสามารถเข้าถึงสื่อ สารสนเทศและ เทคโนโลยีดิจิทัลได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย และสามารถชี้ให้นักเรียนเห็นถึงข้อดีข้อเสีย และการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
78)	สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ในการจัดกิจกรรม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยี ซอฟต์แวร์ หรือ แอปพลิเคชันต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
79)	สามารถถ่ายทอดความรู้ในเนื้อหาวิชา โดยใช้สื่อและ เทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อให้นักเรียนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเชื่อมโยง บูรณาการความรู้ในเรื่องต่างๆ หรือ แก้ปัญหาและการออกแบบเชิงวิศวกรรม	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
80)	สามารถแสดงหรือบอกวิธีในการค้นหาข้อมูลและเลือก เนื้อหาความรู้ที่ทันสมัยด้วยเทคโนโลยีและเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
81)	สามารถเลือกใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน ได้เหมาะสม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและ บูรณาการความรู้เนื้อหานั้น ๆ เช่น การใช้โปรแกรมหรือ แอปพลิเคชัน การคำนวณทางคณิตศาสตร์	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
82)	สามารถใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือเพื่อใช้สร้างปฏิสัมพันธ์ ติดต่อสื่อสารระหว่างกัน ด้วยระบบ Social Network เช่น ไลน์ เฟสบุค อีเมลล์ ทวิตเตอร์	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
83)	นำเสนอข้อมูลเนื้อหาความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ข้อความ (Text) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) วิดิทัศน์ (Video) โดยใช้โปรแกรมต่างๆ เช่น โปรแกรม Microsoft Office ,CAI ,E-book เป็นต้น	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ข้อคำถาม		ความคิดเห็น					ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5		
84)	สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยี หรือแอปพลิเคชันต่าง ๆ ในการประเมินผู้เรียน และให้ข้อมูลย้อนกลับและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
85)	สามารถนำเทคโนโลยีต่างๆ ในรูปแบบของเครื่องมือ สื่อ วิธีการ ระบบ นำมาวัดและประเมินผล ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น โปรแกรมจับเวลา ใช้กำหนด/ควบคุมเวลา ในการทำตอบคำถามของนักเรียน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
86)	ครูสามารถนำเทคโนโลยีมาจัดระบบจัดการข้อมูล บันทึก ข้อมูลผู้เรียน การเข้าใช้งาน และนำวิเคราะห์นำเสนอเป็นข้อมูลย้อนกลับให้นักเรียนทราบ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
87)	สามารถตรวจสอบข้อมูลและประเมินสารสนเทศที่ได้มามีประโยชน์ และความถูกต้องของข้อมูล สำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียนได้	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 33 ผลวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of item objective congruence)
 ข้อคำถามตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านคุณลักษณะ(Traits)

ข้อคำถาม	ความคิดเห็น					ค่า IOC	แปลผล	
	1	2	3	4	5			
1. การคิดอย่างเป็นระบบ								
1)	มองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาใน 4 สาขา เชื่อมโยงกับปัญหาในชีวิตประจำวัน และนำมา กำหนดประเด็นปัญหาในการจัดกิจกรรมให้กับ ผู้เรียน	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
2)	พิจารณาแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อย่างลึกซึ้งเชื่อมโยงถึง สาเหตุที่แท้จริงหรือต้นตอของปัญหาโดยผ่านการพูด หรือแผนภาพ แผนผัง อย่างมีเหตุผล	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3)	วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ตั้งแต่ อดีต จนถึงปัจจุบันมา วิเคราะห์ให้ถี่ถ้วน นำข้อมูลเหล่านั้นมาจับประเด็น เชื่อมโยงนำไปสู่การคิดสร้างสรรค์งานใหม่ ๆ	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
4)	กำหนดกรอบความคิดเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ริเริ่ม ทดลองสิ่งใหม่ ๆ ไปในทิศทางและจุดหมายเดียวกัน	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
5)	มองเห็นกระบวนการเปลี่ยนแปลง และปัจจัยต่าง ๆ ที่เอื้อต่อระบบการจัดการเรียนรู้	1	0	1	0	1	0.60	ใช้ได้
6)	ประเมินสถานการณ์ วิเคราะห์ปัญหา วิเคราะห์การ ตัดสินใจและวิธีการจัดการปัญหาที่อาจเกิดขึ้น ในขณะจัดกิจกรรม	1	0	0	1	1	0.60	ใช้ได้
7)	มีการประเมินสถานการณ์แนวโน้มปัญหาที่จะเกิด เมื่อเกิดปัญหาหรือข้อโต้แย้งจะชี้เหตุผลในการ อธิบาย ตัดสินปัญหาอย่างสมเหตุสมผล	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8)	คิดวางแผนการทำงานในทุกขั้นตอน อย่างเป็นขั้น เป็นตอนชัดเจน	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
9)	กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน และกระบวนการ ทำงานให้ชัดเจนและครบถ้วน กำกับติดตามงานของ ผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอตรวจสอบได้	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10)	มีกระบวนการคิดจากปัจจัยนำเข้า ปัจจัยต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ๆ จนเกิดความเข้าใจ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ข้อคำถาม	ความคิดเห็น					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
	เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการเรียนรู้						
11)	ปรับวิธีคิด ใช้วิธีคิดหลาย ๆ แบบในเวลาเดียวกัน และมีแนวทางการแก้ไขปัญหาหลายแนวทางโดยใช้ข้อมูลหลากหลายให้สัมพันธ์กัน					1.00	ใช้ได้
	2. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM					1.00	ใช้ได้
12)	เชื่อถือและภาคภูมิใจในการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติม ศึกษาและเห็นว่าส่งเสริมศึกษาสามารถพัฒนาผู้เรียน และนำความรู้มาประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน					0.80	ใช้ได้
13)	ส่งเสริมศึกษาช่วยส่งเสริมให้ความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างเป็นระบบได้เรียนรู้การคิดนอกกรอบ ประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างสร้างสรรค์					1.00	ใช้ได้
14)	การสอนเพิ่มเติมศึกษาเป็นการบูรณาการศาสตร์ความรู้ 4 สาขา จะช่วยพัฒนาความสามารถของครู ในการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21					1.00	ใช้ได้
15)	การจัดการเรียนการสอนเพิ่มเติมทำให้นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์ หรือวิธีการที่นำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของตนเองได้					1.00	ใช้ได้
16)	การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางเพิ่มเติมศึกษาทำให้เห็นความสำคัญและคุณค่าในวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์					1.00	ใช้ได้
17)	การจัดการเรียนการสอนเพิ่มเติมสามารถทำให้นักเรียนได้แสดงออกถึงทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียนได้เต็มสามารถและพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ					1.00	ใช้ได้
18)	รู้สึกมีความสุขที่ได้จัดการเรียนการสอนตามแนวทางเพิ่มเติมศึกษาให้กับนักเรียน					1.00	ใช้ได้
19)	ยินดีและเต็มใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมทั้งร่วมกันวางแผนเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาการเรียนการสอน					1.00	ใช้ได้
20)	พร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำปรึกษา เมื่อผู้เรียนประสบปัญหาในการปฏิบัติงาน หรือขณะจัดการเรียนการสอน					0.80	ใช้ได้

ข้อคำถาม		ความคิดเห็น					ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5		
21)	พูดถึงข้อดีและประโยชน์ของการเรียน สะเต็มศึกษาอยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่ดี ต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและเห็นคุณค่าของกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
22)	สนใจและพยายามหาสื่อ วัสดุอุปกรณ์ เทคนิควิธีการ ใหม่ ๆ และสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบันมาจัดกิจกรรม การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเสมอ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. ความคิดสร้างสรรค์								
23)	ดัดแปลงสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคมอื่น ๆ นำมา ออกแบบและนำมาให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาที่มี ความหลากหลายได้	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
24)	นำเหตุการณ์ข่าวสารบูรณาการผสมผสานความรู้ และประสบการณ์ที่ตนเองมี สร้างสื่อการจัดการ เรียนการสอนรูปแบบใหม่ ๆ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ของผู้เรียน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
25)	สอนวิธีการฝึกฝนผู้เรียนให้กลายเป็นคน กล้าคิด กล้าแสดงออก และกล้าตอบคำถามในชั้นเรียน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
26)	เชื่อมโยงบูรณาการความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากการสืบค้น มาปรับใช้ให้แปลกใหม่ เหมาะสมกับผู้เรียนในการ จัดการเรียนการสอนของตนเองได้	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
27)	ผสมผสานความรู้และประสบการณ์ที่ตนเองมา คิดค้นแนวทางการแก้ปัญหาการเรียนรู้ที่เหมาะสม กับนักเรียนที่มีปัญหาแตกต่างกันได้	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
28)	ให้ข้อมูลย้อนกลับ สะท้อนปัญหาหลากหลายแง่มุม และให้ข้อสรุปที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาของ ผู้เรียน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
29)	เตรียมเทคนิควิธีการเรียนรู้ ไว้มากกว่า 1 วิธี เพื่อ ช่วยให้มีความคล่องตัวมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา ในการเรียนการสอน	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
30)	จำลองสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ในสถานที่ ต่าง ๆ และนำมาใช้ในการเรียนการสอนให้ผู้เรียน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ข้อคำถาม		ความคิดเห็น					ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5		
	เกิดการคิดแก้ปัญหา							
31)	ออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนที่นักเรียนมีความหลากหลายได้	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
32)	ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนต่าง ๆ มาใช้ออกแบบหรือคิดค้นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับรูปแบบการสอนของตนเอง	1	0	1	0	1	0.60	ใช้ได้
33)	คิดไตร่ตรองรายละเอียดในเรื่องที่สอน หรือขั้นตอนในการจัดกิจกรรมนั้น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตรงวัตถุประสงค์	1	0	0	1	1	0.60	ใช้ได้
34)	อธิบายกระบวนการที่ละขั้นตอนโดยนำภาพมาประกอบหรือยกตัวอย่างให้หลากหลาย และชัดเจนเพื่อให้นักเรียนได้สร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
35)	แก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นได้ขณะจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อให้สามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง	1	1	0	0	1	0.60	ใช้ได้
36)	มีการโต้ตอบข้อซักถามหรือข้อสงสัยให้กับนักเรียนได้อย่างรวดเร็ว	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
37)	ใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว และคำพูดหรือประโยคในการสื่อสารให้ผู้เรียนได้เข้าใจง่าย	1	0	1	0	1	0.60	ใช้ได้
38)	คิดได้อย่างรวดเร็วและได้จำนวนมากในเวลาจำกัดในการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน	0	0	1	1	1	0.60	ใช้ได้

ภาคผนวก จ แบบประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอน
 สະเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

แบบประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษา
 ในศตวรรษที่ 21 สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-นามสกุล.....วุฒิการศึกษา

.....

อาชีพ.....ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

ตอนที่ 2 แบบประเมินองค์ประกอบและตัวบ่งชี้

คำชี้แจง ขอความอนุเคราะห์ในการประเมินกรอบแนวคิดเบื้องต้นในการวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบ
 และตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยขอให้ท่านพิจารณาองค์ประกอบและ
 ตัวบ่งชี้จากเอกสารประกอบการประเมิน ว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ นียามศัพท์ที่มีความเหมาะสมที่
 น่าจะนำมาเป็นตัวชี้วัดสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 หรือไม่ ✓ ในช่องที่ตรงกับ
 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิว่า ท่านเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยพร้อมทั้งขอเสนอแนะเพิ่มเติม

- 5 หมายถึง ตัวบ่งชี้ มีความเหมาะสม ระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง ตัวบ่งชี้ มีความเหมาะสม ระดับมาก
- 3 หมายถึง ตัวบ่งชี้ มีความเหมาะสม ระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง ตัวบ่งชี้ มีความเหมาะสม ระดับน้อย
- 1 หมายถึง ตัวบ่งชี้ มีความเหมาะสม ระดับน้อยที่สุด

องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ประกอบไปด้วย 3
 องค์ประกอบ ดังนี้ 1. ด้านความรู้ 2. ด้านทักษะ 3. ด้านคุณลักษณะ

สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาด้านความรู้(Knowledge) มีรายละเอียด ดังนี้
 ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ จำนวน 6 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา 2.
 ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา 3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน 4. ความรู้เกี่ยวกับ
 กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา 5. ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ 6. ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาสาระ

ตัวบ่งชี้	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา						
1.1 ความรู้ความเข้าใจแนวคิด กระบวนการ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับ เป้าหมายการรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy) การรู้คณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) การรู้เทคโนโลยี (Technology Literacy) การรู้เรื่อง วิศวกรรม (Engineering Literacy)						
1.2 ความรู้ความเข้าใจในการบูรณาการ ความรู้ ในระดับต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียน สามารถบูรณาการความรู้ต่างๆ สอดคล้อง กับการสอนสะเต็ม						
2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา						
2.1 ความรู้ตามหลักสูตร มาตรฐาน ตัวชี้วัด หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานใน การ บูรณาการความรู้รายวิชา กลุ่มวิชา เนื้อหาสาระ ทักษะกระบวนการ ตาม จุดมุ่งหมายที่หลักสูตรกำหนดไว้						
2.2 ความรู้และเข้าใจแนวคิดและ เนื้อหาวิชาสาระความรู้ 4 สาขาได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่สอนหรือจัดให้ผู้เรียนใน ระดับต่าง ๆ						
2.3 ความรู้ในการจัดการเรียนรู้ การใช้ หลักสูตรกับผู้เรียนในเชิงบูรณาการ						

ตัวบ่งชี้	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
2.4 ความรู้ในการวัดและประเมินผล กระบวนการตรวจสอบและประเมินคุณภาพ ของผู้เรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้						
3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน						
3.1 ความรู้และความเข้าใจในการตรวจสอบ ความรู้พื้นฐาน ทักษะที่จำเป็นและความ เข้าใจเนื้อหาวิชาที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ก่อนทำกิจกรรมการเรียนการสอน						
3.2 ความรู้ความเข้าใจธรรมชาติ เนื้อหาวิชา ทักษะกระบวนการ และการบูร ณาการเนื้อหา						
3.3 ความรู้และเข้าใจความแตกต่างระหว่าง บุคคล ความสนใจ บริบทและวิธีการเรียนรู้ ของผู้เรียน						
4. ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็ม ศึกษา						
4.1 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิค วิธีการ กระบวนการสอน ส่งเสริมกิจกรรมการ เรียนรู้สะเต็มศึกษา						
4.2 ความรู้ในการเลือกใช้วิธีการสอนต่างๆ ให้เหมาะสมกับธรรมชาติวิชาและผู้เรียน ตามแนวทางการสอนสะเต็มศึกษา						
5. ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้						
5.1 ความรู้ในวิธีการประเมินที่หลากหลาย ทั้งด้านความรู้ ทักษะและคุณลักษณะของ ผู้เรียน สอดคล้องกับสะเต็มศึกษา						
5.2 ความรู้ในการออกแบบการประเมินและ เลือกเครื่องมือประเมินผลตรงตามสภาพ						

ตัวบ่งชี้	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
จริง สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา						
5.3 สามารถใช้เทคนิคต่างๆ การสื่อสาร การสร้างความเข้าใจที่ต่อกันกระตุ้น กิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์						
6. ความรู้เนื้อหาสาระการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
6.1 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของเนื้อหาวิชาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะศตวรรษที่21						
6.2 ความรู้และเข้าใจทฤษฎีแนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับตัวบ่งชี้ ด้านความรู้						
.....						
.....						
.....						
.....						
.....						

องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาด้านทักษะ(Skill)

สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาองค์ประกอบด้านทักษะมีรายละเอียด ดังนี้ ประกอบไปด้วย จำนวน 8 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1. ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา 2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาทฤษฎีกับชีวิตจริง 3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น 4. ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน 5. ทักษะการอำนวยความสะดวก 6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน 7. ทักษะการสื่อสาร 8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน

ตัวบ่งชี้	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. การบูรณาการศาสตร์ความรู้ 4 สาขา						
1.1 สามารถสร้างองค์ความรู้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการบูรณาการ 4 สาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศวกรรม						
1.2 สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ ความคิด ทักษะ ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อแก้ไขปัญหาให้ได้เป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม						
2. การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาทฤษฎีกับชีวิตจริง						
2.1 สามารถเชื่อมโยงความรู้เนื้อหาสาระกับสถานการณ์ในบริบทต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน						
2.2 สามารถจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเชื่อมโยงระหว่างความรู้ในเนื้อหานั้นจากสถานการณ์จริงเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งจากประสบการณ์จริง						
3. การทำงานร่วมกับผู้อื่น						
3.1 แลกเปลี่ยนความรู้หรือข้อคิดเห็นเพื่อสร้างความเข้าใจ สร้างความร่วมมือในการแก้ปัญหา ร่วมกันทั้งภายในและภายนอกระหว่างบุคคล และชุมชน						
3.2 มีส่วนร่วมในการวางแผนในการปฏิบัติงาน ร่วมกัน ในการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกัน						

ตัวบ่งชี้	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ				ข้อเสนอแนะ
3.3 การมีปฏิสัมพันธ์ทำงานร่วมกันกับผู้อื่น สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ					
4. การออกแบบการเรียนการสอน					
4.1 สามารถออกแบบและจัดทำแผนการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอนให้เกิดคุณลักษณะที่ ต้องการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา					
4.2 สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ ทักษะกระบวนการเพื่อพัฒนาทักษะสำคัญใน ศตวรรษที่ 21					
5.การอำนวยความสะดวก					
5.1 อำนวยการความสะดวก หรือผู้สนับสนุน การเรียนรู้ ทำหน้าที่คอยจัดเตรียมอุปกรณ์ และ เครื่องมือต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมนั้น ๆ เพื่อ เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ได้เรียนรู้ เต็มศักยภาพ					
5.2 แนะนำแนวทางการเรียนรู้และให้ข้อมูล ป้อนกลับ (feedback) ด้วยการเสริมแรงหรือ สร้างแรงบันดาลใจ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจ และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้เต็ม ศักยภาพ					
6. การประเมินกระบวนการทำงานและผลงาน ของผู้เรียน					
6.1 สามารถประเมินกระบวนการและผลงานที่ ได้จากกระบวนการของผู้เรียน โดยการประเมิน สภาพจริง และสะท้อนผลการเรียนรู้ เพื่อการ พัฒนาผู้เรียน					
6.2 สามารถเลือกใช้วิธีการและเครื่องมือในการ ประเมินผลงานหรือผลการปฏิบัติงานได้อย่าง เหมาะสม					
7. การสื่อสาร					
7.1 สามารถเลือกใช้วิธีการสื่อสารอย่าง เหมาะสมเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ในการสื่อสาร					
7.2 สามารถใช้ภาษาถ่ายทอด ความรู้ ความ เข้าใจ ความคิด ความรู้สึก เพื่อให้นักเรียน					

องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาด้านคุณลักษณะ (Traits)

สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาด้านคุณลักษณะ มีรายละเอียด ดังนี้ ประกอบไปด้วย จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1. การคิดอย่างเป็นระบบ 2. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM 3. ความคิดสร้างสรรค์

ตัวบ่งชี้	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. คิดอย่างเป็นระบบ						
1.1 การมองอย่างองค์รวมครบวงจรและบริบทที่เกี่ยวข้อง ไม่แยกเป็นส่วนๆ และเข้าใจรูปแบบความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างส่วนต่างๆ ครบทั้งระบบ						
1.2 การเพิ่มวิธีคิด ใช้วิธีคิดหลายๆแบบในเวลาเดียวกัน ในแต่ละสถานการณ์มีหลักเกณฑ์และเหตุผล โดยใช้ข้อมูลหลากหลายให้สัมพันธ์กันเป็นองค์รวม						
1.3 ประเมินสถานการณ์ วิเคราะห์ปัญหาภาพรวมของงานทั้งหมดเชื่อมโยงเป็นเหตุเป็นผลไม่คลุมเครือทำให้เข้าใจเรื่องนั้น ๆ อย่างชัดเจน						
2. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอนสะเต็มศึกษา						
2.1 เห็นคุณค่าและเชื่อในการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในการพัฒนาผู้เรียน						
2.2 ความภาคภูมิใจและเชื่อว่าความรู้ที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริงได้						
2.3 แสดงออกพฤติกรรมของความรู้สึกอารมณ์ ในด้านดีต่อการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา						
3. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์						
3.1 คิดดัดแปลงหรือมีความคิดที่แตกต่างไม่ซ้ำกันกับผู้อื่น และสามารถคิดริเริ่มที่จะดัดแปลงจากเดิมที่มีอยู่ใหม่มีความแตกต่างและมีความแปลกใหม่น่าสนใจ						
3.2 คิดได้หลายทางอย่างอิสระสามารถ						

ภาคผนวก ฉ แบบประเมินตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของข้อสอบกับตัวบ่งชี้ของแบบวัดสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

แบบประเมินตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของข้อสอบกับตัวบ่งชี้ของแบบวัดสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

คำชี้แจง: ขอความกรุณาท่านพิจารณาว่าข้อความของคำถามต่อไปนี้ ว่าสามารถวัดได้ตรงตามนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรหรือไม่

โดยทำเครื่องหมาย ลงในช่องที่ตรงกับการพิจารณาของท่าน โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

- 1 หมายถึง **แน่ใจว่า** ข้อความนั้น **วัดไม่ตรง** ตามนิยามของตัวแปรที่ต้องการวัด
- 0 หมายถึง **ไม่แน่ใจ** ว่าข้อความนั้น **วัดตรง** ตามนิยามของตัวแปรที่ต้องการวัด
- 1 หมายถึง **แน่ใจ** ว่าข้อความนั้น **วัดได้ตรง** ตามนิยามของตัวแปรที่ต้องการวัด

องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ประกอบไปด้วย 3

องค์ประกอบ ดังนี้ 1. สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาด้านความรู้ 2. สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาด้านทักษะ 3. สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาด้านคุณลักษณะ

สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาด้านความรู้ มีรายละเอียด ดังนี้ ประกอบด้วย จำนวน 5 ตัว
 ปงชี้ ได้แก่ 1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา 2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็ม
 ศึกษา 3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน 4. ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา 5.
 ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้

ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ										
	-1	0	1											
1. ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้และความเข้าใจของครูเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ และเป้าหมายของการสอนสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้ต่างๆ และนำความรู้เหล่านั้นไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ สร้างสรรค์นวัตกรรม และใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับสถานการณ์ในชีวิตจริง														
1.1 ความรู้ความเข้าใจแนวคิด กระบวนการ รูปแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเป้าหมายการรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy) การรู้คณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) การรู้เทคโนโลยี (Technology Literacy) การรู้เรื่องวิศวกรรม (Engineering Literacy)														
1)	ครูสอบถามนักเรียนโดยนำเหตุการณ์ที่กล่าวถึงในปัจจุบัน เช่น “การบริโภคอาหารที่ประกอบด้วยไขมันทรานส์เป็น ประจำอาจส่งผลเสียต่อร่างกายเพราะเหตุใดจึงเกิดผลเสีย ต่อสุขภาพ” จากข้อความดังกล่าว เป้าหมายต้องการให้ ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ในด้านใด ก. การรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy) ข. การรู้เทคโนโลยี (Technology Literacy) ค. การรู้วิศวกรรม (Engineering Literacy) ง. การรู้คณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy)													
2)	“ผู้ทดสอบคนหนึ่งได้กล่าวอ้างดังต่อไปนี้ “โดยเฉลี่ย จำนวนเครื่องเล่นเกมที่ส่งซ่อมต่อวันมีมากกว่าจำนวน เครื่องเล่นเพลงที่ส่งซ่อมต่อวัน” ให้นักเรียนตัดสินใจว่า คำ กล่าวอ้างของผู้ทดสอบถูกต้องหรือไม่ จงใช้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์เพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน”													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ชนิดของ เครื่องเล่น</th> <th>จำนวนเครื่อง เล่นที่ผลิตโดย เฉลี่ยต่อวัน</th> <th>ร้อยละของ เครื่องเล่นที่ชำรุด โดยเฉลี่ยต่อวัน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>เครื่องเล่นเกม</td> <td>2,000</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>เครื่องเล่นเพลง</td> <td>6,000</td> <td>3%</td> </tr> </tbody> </table> จากข้อความดังกล่าวส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้เรื่องทาง คณิตศาสตร์ด้านใดมากที่สุด	ชนิดของ เครื่องเล่น	จำนวนเครื่อง เล่นที่ผลิตโดย เฉลี่ยต่อวัน	ร้อยละของ เครื่องเล่นที่ชำรุด โดยเฉลี่ยต่อวัน	เครื่องเล่นเกม	2,000	5%	เครื่องเล่นเพลง	6,000	3%				
ชนิดของ เครื่องเล่น	จำนวนเครื่อง เล่นที่ผลิตโดย เฉลี่ยต่อวัน	ร้อยละของ เครื่องเล่นที่ชำรุด โดยเฉลี่ยต่อวัน												
เครื่องเล่นเกม	2,000	5%												
เครื่องเล่นเพลง	6,000	3%												

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	<p>ก. กระบวนการ:คิด/แปลงปัญหา-การรู้เรื่องเชิงปริมาณ</p> <p>ข. กระบวนการ:ตีความและประเมินผลลัพธ์-การคิดคำนวณ</p> <p>ค. กระบวนการ: คิด/แปลงปัญหา-การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์</p> <p>ง. กระบวนการ:ตีความและประเมินผลลัพธ์-ความไม่แน่นอนและข้อมูล</p>				
3)	<p>“ปัจจุบันในร้านอาหารอีสานหรือเหนื้อมักใช้กระต๊อบข้าวเป็นภาชนะใส่ข้าวเหนียว โดยใส่ข้าวเหนียวในถุงพลาสติกก่อน บรรจุลงในกระต๊อบข้าวเพื่อไม่ให้ข้าวเหนียวติดค้างที่กระต๊อบซึ่งทำความสะอาดยาก แต่ต้องการลดปริมาณถุงพลาสติกลง เพราะปัญหาขยะ จากปัญหานี้ต้องการออกแบบหาวิธีทำให้ข้าวเหนียวไม่ติดกระต๊อบข้าว เพื่อลดการใช้ ถุงพลาสติกดังกล่าว” ประเด็นในข้อใดส่งเสริมผู้เรียนในด้านการรู้เทคโนโลยี</p> <p>ก. ทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บ ความร้อนของกระต๊อบข้าว</p> <p>ข. นำข้อมูลจากการทดลองไปสร้างกราฟและตีความผลการทดลอง</p> <p>ค. ทดลองออกแบบและสร้างลายสานที่เก็บความร้อนได้นาน</p> <p>ง. ออกแบบรูปทรงของกระต๊อบที่เก็บความร้อนได้นาน</p>				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
4)	<p>ข้อใดไม่ได้แสดงถึงการรู้เทคโนโลยี (Technology Literacy) ในการสอนสะเต็มศึกษา</p> <p>ก. สามารถบอกข้อดีข้อเสีย การคัดกรอง ข้อมูลข่าวสารในการใช้สื่อและเทคโนโลยีต่างๆ</p> <p>ข. ความเข้าใจ/จัดการ และเข้าถึงเทคโนโลยีและการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล</p> <p>ค. ความสามารถในการใช้งานคอมพิวเตอร์/กระบวนการต่างๆ มาประดิษฐ์หรือสร้างเพื่อตอบสนองความต้องการ</p> <p>ง. ความสามารถใช้เทคโนโลยี มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการแสดงออก เกี่ยวกับตัวตนของตนเองผ่านเว็บไซต์ต่างๆ</p>				
5)	<p>“นักเรียนกลุ่มหนึ่งสังเกตเห็นความแตกต่างที่ชัดเจนของพืชที่ขึ้นบนพื้นที่ลาดชันสองด้านของหุบเขาแห่งหนึ่ง โดยบนพื้นที่ลาดชัน A พืชจะมีสีเขียวกว่า และมีจำนวนมากกว่าในพื้นที่ลาดชัน B ความแตกต่างนี้ ให้นักเรียนได้ตรวจสอบว่าเพราะเหตุใดพืชที่อยู่บนพื้นที่ลาดชันหนึ่งจึงมีความแตกต่างกับอีกพื้นที่หนึ่ง” จากการทดสอบดังกล่าว ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ในด้านใด</p> <p>ก. การรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy)</p> <p>ข. การรู้วิศวกรรม (Engineering Literacy)</p> <p>ค. การรู้เทคโนโลยี (Technology Literacy)</p> <p>ง. การรู้คณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy)</p>				
6)	<p>“ครูจัดกิจกรรมโครงงาน โดยกลุ่มนางสาวบีปรับสูตรขนมเค้กสมุนไพรรักษาสุขภาพที่คิดค้นขึ้นเองตามผลการสำรวจจากผู้ทดสอบ โดยนำความรู้ ความเข้าใจ และด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น” จากข้อความดังกล่าวครูผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ในด้านใด</p>				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	ก. การรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy) ข. การรู้วิศวกรรม (Engineering Literacy) ค. การรู้เทคโนโลยี (Technology Literacy) ง. การรู้คณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy)				
1.2 ความรู้ความเข้าใจในการบูรณาการความรู้ ในระดับต่างๆ สอดคล้องกับการสอนสะเต็ม					
7)	แนวทางการบูรณาการ (Integration) สะเต็มศึกษา สามารถทำได้หลายรูปแบบยกเว้นข้อใด ก. การบูรณาการด้านความร่วมมือจัดกิจกรรมกันระหว่าง หน่วยงาน ข. การบูรณาการด้านเป้าหมายของการเรียนรู้โดยยึด เป้าหมายผู้เรียนเป็นหลัก ค. การบูรณาการด้านเนื้อหาเนื้อหาสาระต่าง ๆ มา เชื่อมโยงเป็นเรื่องเดียวกัน ง. การบูรณาการด้านกระบวนการเรียนรู้รูปแบบและ วิธีการเรียนรู้มาผสมผสานกัน				
8)	ครูจัดกิจกรรมเชื่อมโยงความรู้และทักษะจากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศาสตร์และคณิตศาสตร์ กับชีวิตจริง โดยให้ประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่ เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การ เรียนรู้ของตนเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความ สนใจหรือปัญหาของนักเรียน สอดคล้องกับการบูรณาการ แบบใด				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	ก. การบูรณาการภายในวิชา (disciplinary) ข. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (multidisciplinary integration) ค. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (interdisciplinary integration) ง. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (transdisciplinary integration)				
9)	สิ่งที่สำคัญที่สุดในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่ควรคำนึงถึงเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้เรียนคือข้อใด ก. จัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมทำงานกลุ่ม ข. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่ม ค. จัดบรรยากาศในชั้นเรียนส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าแสดงออก ง. จัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้				
10)	ครูมีการจัดกิจกรรมเข้าค่ายวิทยาศาสตร์ สอนเป็นทีม สอดแทรกเนื้อหาของแต่ละวิชาเข้าไป ผู้เรียนนำความรู้และทักษะจากวิชาต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือทำโครงการ เป็นการบูรณาการแบบใด ก. การบูรณาการภายในวิชา (disciplinary) ข. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (multidisciplinary integration) ค. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (interdisciplinary integration) ง. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา(transdisciplinary integration)				
11)	ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สอนแบบ Active Learning และกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างสรรคทางปัญญา (Constructivism)พัฒนาทักษะที่สำคัญของผู้เรียนที่จำเป็น				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	<p>ในศตวรรษที่ 21 ยกเว้นข้อใด</p> <p>ก. ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ</p> <p>ข. ทักษะการทำงานเป็นทีม</p> <p>ค. ทักษะการสื่อสาร</p> <p>ง. ทักษะการอ่าน</p>				
12)	<p>เป้าหมายสำคัญที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนในการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ คือข้อใด</p> <p>ก. นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง</p> <p>ข. พัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูล</p> <p>ค. เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ไปสร้างประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ไม่ซ้ำใคร</p> <p>ง. นำความรู้ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน</p>				
<p>2. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรเพิ่มเติมศึกษา</p> <p>หมายถึง ความรู้มวลประสบการณ์ทางการเรียนรู้ ที่กำหนดไว้ในรายวิชา กลุ่มวิชา เนื้อหาสาระ ทักษะ กระบวนการ ที่ได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียน ในการสอนแบบบูรณาการความรู้ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ตามหลักสูตร มาตรฐาน ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน</p>					
<p>2.1 ความรู้ตามหลักสูตร มาตรฐาน ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานในการบูรณาการความรู้รายวิชา กลุ่มวิชา เนื้อหาสาระ ทักษะกระบวนการ ที่สอดคล้องกับสะเต็มศึกษา</p>					
13)	<p>ข้อใดไม่ใช่สาระสำคัญของการปรับปรุงหลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับแนวทางสะเต็มศึกษา</p> <p>ก. กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดสำหรับผู้เรียนทุกคน ที่เป็นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน</p> <p>ข. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดมีความชัดเจนสอดคล้อง</p>				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	<p>กับพัฒนาการตามช่วงวัยมีองค์ความรู้ที่เป็นสากล</p> <p>ค. เพื่อเอื้อต่อการจัดการเรียนรู้บูรณาการสาระทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม</p> <p>ง. นำทักษะกระบวนการไปบูรณาการกับตัวชี้วัด เน้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์คิดแก้ปัญหาและมีทักษะในศตวรรษที่ 21</p>				
14)	<p>ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการบูรณาการความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน</p> <p>ก. การบูรณาการสามารถจัดสอนได้ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย</p> <p>ข. การสอนบูรณาการด้านบริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียน</p> <p>ค. การบูรณาการสาระทางคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี กับกระบวนการเชิงวิศวกรรม</p> <p>ง. การนำจุดเด่นของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกัน เช่น คณิตศาสตร์การวิเคราะห์ให้เหตุผล</p>				
15)	<p>การปรับเปลี่ยนหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปสู่หลักสูตรวิทยาการคำนวณตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาทักษะของผู้เรียนให้ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 จุดมุ่งหมายของหลักสูตรต้องการให้ผู้เรียนมีลักษณะอย่างไร</p> <p>ก. มองปัญหาหรือสิ่งต่างๆ ออกเป็นส่วนๆ</p> <p>ข. ออกแบบและการเขียนโปรแกรมอย่างง่าย</p> <p>ค. การคิดเชิงนามธรรม สามารถมองและระบุปัญหาหลัก</p> <p>ง. การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ</p>				
16)	<p>“ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม” จากข้อความดังกล่าวอยู่ในมาตรฐานสาระใด</p>				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	<p>ของหลักสูตร</p> <p>ก. สารสนเทศน์โลยี</p> <p>ข. สารระวิทยาศาสตร์</p> <p>ค. สารระคณิตศาสตร์</p> <p>ง. สารระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</p>				
17)	<p>การนำกิจกรรมเพิ่มเติมไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน ตามหลักสูตรสถานศึกษาสามารถดำเนินการได้ 3 แนวทาง ยกเว้นข้อใด</p> <p>ก. จัดกิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียน</p> <p>ข. จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่าง ๆ</p> <p>ค. จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่าง ๆ เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย</p> <p>ง. จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน</p>				
18)	<p>ครูวิชาวิทยาศาสตร์สอนเรื่องธรรมชาติ ครูวิชาภาษาไทยสอนเรื่องคำศัพท์ธรรมชาติ ครูวิชาคอมพิวเตอร์นำคลิปวิดีโอวิธีการรักษาธรรมชาติมาให้นักเรียนดู ครูทั้งสามท่านนี้สามารถจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการในแบบใด</p> <p>ก. บูรณาการแบบเดี่ยว</p> <p>ข. บูรณาการแบบคู่ขนาน</p> <p>ค. บูรณาการแบบสอดแทรก</p> <p>ง. บูรณาการแบบสหวิทยาการ</p>				
19)	<p>ถ้าครูผู้สอนแต่ละวิชากำหนดร่วมกันว่าจะใช้กระต๊อบข้าวเป็นหัวข้อหลักในการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนเทคโนโลยีสามารถเริ่มแนะนำกระต๊อบข้าวได้ว่า กระต๊อบข้าวจัดเป็นเทคโนโลยีอย่างง่ายที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกที่จะเก็บความร้อนของข้าว ในขณะที่ครูวิทยาศาสตร์ ยกตัวอย่างเรื่องการถ่ายโอนความร้อน ครูคณิตศาสตร์สามารถใช้กระต๊อบข้าวสอนเรื่องรูปทรงและให้นักเรียนหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของกระต๊อบข้าวได้ เป็นการบูรณาการแบบใด</p> <p>ก. การบูรณาการภายในวิชา (disciplinary)</p> <p>ข. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (multidisciplinary)</p>				

ข้อคำถาม		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	integration) ค. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (interdisciplinary integration) ง. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (transdisciplinary integration)				
2.2 ความรู้และเข้าใจแนวคิดและเนื้อหาวิชาสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่สอนหรือจัดให้ผู้เรียนในระดับต่าง ๆ					
20)	การเรียนรู้ที่นักเรียนคนใดสามารถเลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสมและคุ้มค่าเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการออกแบบผลงานหรือชิ้นงานของตนเอง ก. เจมเลือกใช้เทคโนโลยีระดับสูงที่มีความยุ่งยากซับซ้อนแบบมีอาชีพ ข. สัมเลือกใช้เทคโนโลยีที่ราคาแพง และสามารถปรับเปลี่ยนได้ในราคาสูง ค. รินเลือกใช้เทคโนโลยีที่สะดวกสบาย และตอบสนองความต้องการของตนเอง ง. ออยเลือกใช้เทคโนโลยีที่สามารถนำทรัพยากรในท้องถิ่นมาบริหารจัดการแบบครบวงจร				
21)	กิจกรรม ชีตศบอททาง “ลมเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ เมื่อลมมีการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็ว หรือเปลี่ยนแปลงทิศทาง จะทำให้สภาพลมฟ้าอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไป นักอุตุนิยมวิทยาจึงจำเป็นต้องมีการวัดอัตราเร็วและทิศทางของลม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพยากรณ์อากาศ เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดอัตราเร็วลมเรียกว่า มาตรวัดลม (Anemometer) เครื่องมือตรวจทิศทางของลมเรียกว่า ศรลม (wind vane)” จากกิจกรรมดังกล่าวการเลือกวิชาและตัวชี้วัดใดเหมาะสมนำมาบูรณาการสอดคล้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ก. วิทยาศาสตร์-ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรสำคัญในการสำรวจตรวจสอบ ข. คณิตศาสตร์-ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	<p>แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ</p> <p>ค. เทคโนโลยี-ประมวลผลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศ</p> <p>ง. เหมาะสมทุกข้อตัวชี้วัดทุกข้อสอดคล้องกับกิจกรรม</p>				
22)	<p>จากข้อ 21 การบูรณาการสะเต็มศาสตร์ทั้ง 4 วิชา มีเพียง 3 ตัวชี้วัดแต่ขาดเพียง 1 วิชาคือ วิศวกรรมศาสตร์เพราะเหตุผลใด</p> <p>ก. ใช้ตัวชี้วัดเดียวกับสาระการออกแบบและเทคโนโลยี</p> <p>ข. วิศวกรรมศาสตร์ ไม่ได้ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน</p> <p>ค. กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถเทียบเคียงได้กับกระบวนการเทคโนโลยี</p> <p>ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา</p>				
23)	<p>กิจกรรม “ศรลมชวนคิด ชี้ทิศบอกทาง”</p> <p>S: วิทยาศาสตร์- ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ</p> <p>- เครื่องมือพื้นฐานในการตรวจทิศทางลม</p> <p>T: เทคโนโลยี - การเลือกใช้วัสดุ</p> <p>M: คณิตศาสตร์ – การหาพื้นที่รูปเรขาคณิตสองมิติ</p> <p>E: วิศวกรรมศาสตร์ – กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (การสร้างศรลมที่บอกทิศทางได้แม่นยำ)</p> <p>เนื้อหาความรู้ที่เป็นวิชาหลักและนำมาอธิบายในกิจกรรมนี้คือข้อใด</p> <p>ก. S: วิทยาศาสตร์</p> <p>ข. T: เทคโนโลยี</p> <p>ค. M: คณิตศาสตร์</p> <p>ง. E: วิศวกรรมศาสตร์</p>				
24)	<p>จัดกิจกรรมโดยการแก้ปัญหา เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ด้วยการระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูล การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข และการนำเสนอผล คือกระบวนการใด</p> <p>ก. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์</p> <p>ข. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้</p> <p>ค. กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม</p>				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	ง. กระบวนการนำการเรียนรู้ด้วยตนเอง				
3. ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน หมายถึง ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้พื้นฐาน ทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ และความแตกต่างระหว่างบุคคล และรวมไปถึงแนวคิด เนื้อหาวิชา ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ทำให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีระหว่างผู้เรียนและผู้สอน					
3.1 ความรู้และความเข้าใจในการตรวจสอบความรู้พื้นฐาน ทักษะที่จำเป็น และความเข้าใจเนื้อหาวิชาที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน					
25)	ในการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนโดยใช้แบบวิเคราะห์ผู้เรียนรายบุคคล ซึ่งสามารถวิเคราะห์แยกแยะผู้เรียนในด้านใดได้ ก. ด้านความสามารถ ข. ด้านความรู้ในเนื้อหา ค. ด้านความพร้อมด้านสติปัญญา ง. ความพร้อมด้านพฤติกรรม ด้านร่างกาย ด้านสังคม				
26)	วิธีใดไม่สามารถตรวจสอบความรู้พื้นฐาน และความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเนื้อหาของผู้เรียนได้ ก. การสอบถามและการสังเกต ข. การอ่านบันทึกผลการเรียนในอดีต ค. การทดสอบและให้นักเรียนประเมินตนเอง ง. การใช้คำถามและการระดมสมองในชั้นเรียน				
27)	วิธีการรวบรวมข้อมูลนักเรียนข้อใดไม่สอดคล้องกับเครื่องมือที่ใช้ ก. การพูดคุยซักถาม – แบบสอบถาม ข. การเยี่ยมบ้าน -- แบบบันทึกการเยี่ยมบ้าน ค. การสัมภาษณ์นักเรียน -- แบบบันทึกการสัมภาษณ์ ง. การสังเกตนักเรียนในชั้นเรียน -- แบบบันทึกพฤติกรรม				
28)	วิธีใดไม่สามารถแก้ไขความรู้ผิด ๆ และสร้างความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้ ก. ทดสอบความรู้และให้นักเรียนประเมินตนเอง ข. ครูและเพื่อนช่วยชี้ให้เห็นและเปลี่ยนความเชื่อ ค. ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นอธิบายเหตุผลของตนที่				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	<p>ขัดแย้งกันเอง</p> <p>ง. วิธีการสอนโดยให้เห็นด้วยตาของตนเองหรือพิสูจน์ด้วยการทดลองจริงๆ</p>				
29)	<p>ข้อใด<u>ไม่สามารถ</u>ดึงความรู้เดิมของนักเรียนให้ปรากฏออกมา และนำความรู้นั้นมาใช้ในระหว่างการจัดการเรียนการสอน</p> <p>ก. ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น</p> <p>ข. ครูเล่าสถานการณ์ ใช้ภาพ สื่อมีเดีย ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้</p> <p>ค. ครูนำคำตอบของนักเรียนจากการทดสอบความรู้มาอภิปรายร่วมกัน</p> <p>ง. ครูให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้ลงมือปฏิบัติ/ทำการทดลองระดมสมองสรุปร่วมกัน</p>				
30)	<p>ข้อใด<u>ไม่ใช่</u>วิธีการแก้ไข นักเรียนที่เกิดการสับสน ทำให้ความรู้คลาดเคลื่อนบิดเบี้ยว และนำเอาความรู้ทางวิชาการที่ผิด ๆ มาใช้ในชีวิตประจำวัน</p> <p>ก. อธิบายการนำความรู้ไปใช้บริบทต่าง ๆ อย่างชัดเจน</p> <p>ข. ให้ลงมือปฏิบัติมากกว่าสอนทฤษฎี หรือหลักการที่เป็นรูปธรรม</p> <p>ค. การใช้แบบฝึกหัด การเชื่อมโยงวิชาใหม่กับความรู้ในวิชาที่เรียนมาแล้ว</p> <p>ง. สังเกต การพูดคุย สอบถามประเด็นที่สนใจเพื่อเปรียบเทียบเชื่อมโยงเข้ากับชีวิตประจำวัน</p>				
3.2 ความรู้และเข้าใจความแตกต่างระหว่างบุคคล ความสนใจ บริบทและวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน					
31)	<p>ข้อใด<u>ไม่ใช่</u>วิธีการจัดการเรียนการสอนที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล</p> <p>ก. ชวนนักเรียนสำรวจความสนใจของตัวเอง</p> <p>ข. คละให้นักเรียนที่มีความแตกต่างได้มีทำงานร่วมกัน</p> <p>ค. แบ่งกลุ่มตามคุณลักษณะหรือความสามารถคล้ายกัน</p> <p>ง. นักเรียนทำชิ้นงานและวัดผลจากชิ้นงานที่ทำขึ้นเท่านั้น</p>				
32)	<p>การจัดการเรียนรู้ในข้อใดที่<u>ไม่ได้</u>ให้ความสำคัญกับผู้เรียนและคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล</p> <p>ก. วัดผลประเมินผลผู้เรียนจากการทดสอบความรู้เท่านั้น</p> <p>ข. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมกับสิ่งที่เรียนรู้(Learn</p>				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	<p>by doing)</p> <p>ค. จัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คนพบและแสดงออกถึงศักยภาพของตนเอง</p> <p>ง. รวบรวมข้อมูลของผู้เรียนเป็นรายบุคคลสำหรับใช้ในกรวางแผนการจัดกิจกรรม</p>				
33)	<p>ข้อใดไม่ใช่วิธีการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน</p> <p>ก. ครูบรรยายสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในข่าวและสรุปใจความสำคัญ เนื้อหา</p> <p>ข. ผู้เรียนเลือกตามความสนใจ เชื่อมโยงกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน</p> <p>ค. เชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้</p> <p>ง. ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลโดยการสำรวจ ทดลอง และประดิษฐ์คิดค้น สิ่งที่อยู่รอบตัว</p>				
34)	<p>ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นและตอบสนองผู้เรียนในเรื่องความสนใจหรือสิ่งที่ชอบของผู้เรียน</p> <p>ก. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นในกลุ่ม</p> <p>ข. สะท้อนอารมณ์หรือความรู้สึกของผู้เรียนแต่ละคนเท่าที่สังเกตได้</p> <p>ค. จัดบทเรียนและอุปกรณ์ลักษณะต่างๆ ให้ผู้เรียนได้เลือกด้วยตนเอง</p> <p>ง. การจัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกล้าในการแสดงออก</p>				
35)	<p>“วันนี้ทุกคนเป็นอย่างไรบ้าง เด็กทุกคนมีความสุขไหม พร้อมทั้งจะเรียนไหม คนไหนยังไม่พร้อมบอกครูได้”</p> <p>ข้อความดังกล่าวมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ยกเว้นข้อใด</p> <p>ก. สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างผู้เรียน</p> <p>ข. การเช็คอารมณ์และความรู้สึกของผู้เรียน</p> <p>ค. สะท้อนอารมณ์หรือความรู้สึกของผู้เรียนแต่ละคน</p>				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	ง. แสดงจุดอ่อนหรือจุดที่ต้องการความเห็นอกเห็นใจ				
36)	"ลักษณะของบุคคลแต่ละคนซึ่งไม่เหมือนกัน ความแตกต่างระหว่างบุคคลอาจมีทางกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา" คือข้อใด ก. เอกลักษณ์ ข. บุคลิกภาพ ค. บุคคล ง. ความแตกต่างระหว่างบุคคล				
4. ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา					
หมายถึง ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิค วิธีการต่างๆ เพื่อกระตุ้นและส่งเสริมกระบวนการสอนขั้นตอนการสอน หรือการกระทำต่างๆ ในการสอนให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองที่สอดคล้องกับแนวทางการสอนสะเต็มศึกษา					
4.1 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิค วิธีการ กระบวนการ เพื่อส่งเสริมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา					
37)	แนวทางในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาควรกำหนดประเด็นในการศึกษาเป็นประเด็นแรก และลำดับต่อไปครูควรพิจารณาประเด็นใดเพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ก. ครูให้นักเรียนเริ่มศึกษาค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง ข. ครูพิจารณาประเด็นเนื้อหารายวิชาที่ต้องบูรณาการ ค. ครูให้นักเรียนเลือกสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ง. เลือกตัวชี้วัดของแต่ละกลุ่มรายวิชาที่นำมาจัดกิจกรรมแบบบูรณาการร่วมกัน				
38)	วิธีการสอนแบบโครงงาน(Project Method) และใช้ปัญหาเป็นฐาน(Problem-based Learning) มีขั้นตอนใดที่แตกต่างกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ก. การรวบรวมข้อมูล ข. ระบุปัญหา/กำหนดปัญหา ค. การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ง. การนำเสนอและประเมินผลงาน				
39)	กิจกรรม การพัฒนาเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ ข้อมูลที่ได้ 1. แผลงวันเกิดจากการตากอาหารประเภท เนื้อสัตว์ เช่น ปลา เนื้อวัว เนื้อหมู ไวกวางแจ้ง				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	<p>2. เนื่องจากในชุมชนมีหลายครัวเรือนที่ผลิตพลาสติกแห้ง หมูและเนื้อแดดเดียวขาย</p> <p>3. การตากอาหารแห้ง ก่อให้เกิดแมลงวันจำนวนมากในชุมชน</p> <p>จากข้อความดังกล่าวเป็นการสอนด้วยกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมซึ่งอยู่ในขั้นตอนใด</p> <p>ก. การรวบรวมข้อมูล</p> <p>ข. ระบุปัญหา/กำหนดปัญหา</p> <p>ค. การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>ง. การนำเสนอและประเมินผลงาน</p>				
40)	<p>34. ครูสนทนาโดยใช้ประเด็นจากข่าวปัญหาขยะที่ล้นเมือง และอุปสรรคในการกำจัด การเล้า เหตุการณ์ การเปิดวิดีโอ ฯลฯ เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นภาพและสภาพจริงในชีวิตประจำวัน ทำให้ ผู้เรียนเกิดความคิดประเด็นใดเป็นอันดับแรก</p> <p>ก. นักเรียนมองเห็นสภาพปัญหา</p> <p>ข. นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา</p> <p>ค. นักเรียนตั้งชื่อเรื่องจากสถานการณ์ของปัญหา</p> <p>ง. วิเคราะห์และทำความเข้าใจสภาพแวดล้อมหรือบริบท</p>				
41)	<p>สิ่งสำคัญในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในขั้นตอน การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา คือข้อใด</p>				
	<p>ก. เพื่อให้มองเห็นข้อบกพร่อง แล้วนำมาปรับปรุงพัฒนาให้ดีขึ้น</p> <p>ข. เพื่อให้ได้ผลงานที่ดีที่สุด สามารถเอาชนะผลงานอื่น ๆ ในห้องตลาดได้</p> <p>ค. เพื่อให้ได้การออกแบบผลงานที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน</p> <p>ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา</p>				
42)	<p>การจัดการเรียนรู้ใดที่ไม่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา</p> <p>ก. การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT</p> <p>ข. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน</p>				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	ค. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ง. การจัดการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนสาธิต				
4.2 ความรู้ในการเลือกใช้วิธีการสอนต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับธรรมชาติวิชา และผู้เรียนตามแนวทางการสอนสะเต็มศึกษา					
43)	วิธีการสอนที่เหมาะสมและนิยมนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาให้สอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มฯ ๖ ข้อใด ก. การสอนแบบโครงงาน (Project Method) ข. การเรียนรู้ระดมความคิด (Brainstorming) ค. การสืบเสาะหาความรู้ Inquiry-Based Learning ง. การใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning)				
44)	จัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานตามหัวข้อที่ผู้เรียนสนใจ ซึ่งผู้เรียนจะต้องฝึกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมควรใช้วิธีใด ก. การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ข. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ค. การจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถาม ง. การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน				
45)	ในการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาครูเลือกวิธีการสอนใดที่จะสามารถพัฒนาให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดี ๖ ข้อใด ก. Blended Learning ข. Project based Learning ค. Design-based Learning ง. Problem-based Learning				
46)	การจัดการเรียนรู้ควรพิจารณาเลือกวิธีการสอนให้สอดคล้องกับเป้าหมายสะเต็มศึกษา ๖ ข้อใด ก. วิธีการสอนต้องเหมาะสมกับความรู้ในเนื้อหาวิชา และความสนใจของครู ข. วิธีการสอนต้องสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ค. วิธีการสอนต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่คาดหวัง				

ข้อคำถาม		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	ง. วิธีการสอนต้องเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เหมาะกับวัยวุฒิภาวะของนักเรียน				
47)	การสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านต่างๆอย่าง ครบถ้วน และสอดคล้องกับการพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ยกเว้นการสอนใด ก. Passive Learning ข. Discovery Learning ค. Inquiry-Based Learning ง. Activity-Based Learning				
48)	ข้อใดกล่าวถึงกระบวนการวางแผนปฏิบัติงานในการจัด กิจกรรมเพิ่มเติมเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายมากที่สุด ก. ออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยภาพ 3 มิติ ข. วิเคราะห์รูปแบบที่เหมาะสมต่อวิธีการนำเสนอ ค. กำหนดประเด็นที่ต้องการทดสอบ และประเมินชิ้นงาน ง. แจกแจงกิจกรรมทั้งหมดที่ต้องทำและระยะเวลาที่ต้องใช้ ในแต่ละกิจกรรม				
5. ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้					
หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับการประเมินตามสภาพจริง ที่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะและคุณลักษณะของ ผู้เรียน ให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 จากการบูรณาการ ความรู้ 4 ศาสตร์ สอดคล้องกับเป้าหมายของการสอนเพิ่มเติม					
5.1 ความรู้ในวิธีการประเมินที่หลากหลาย ทั้งด้านความรู้ ทักษะและคุณลักษณะของผู้เรียน สอดคล้องกับ สะเต็มศึกษา					
49)	การวัดและประเมินผลแบบใดที่เหมาะสมและสอดคล้องกับ การจัดการเรียน สะเต็มศึกษากับมากที่สุดก. การวัดเพื่อ บอกผลสรุป (Summative assessment) ข. การประเมินเพื่อเรียนรู้ (Assessment for Learning) ค. การประเมินขณะเรียนรู้ (Assessment as Learning) ง. การประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment of Learning)				
50)	ข้อใดเป็นลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริงตาม แนวทางสะเต็มศึกษา ก. การประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมายและ เพิ่มความเชื่อมั่น ข. การประเมินที่มุ่งเน้นการประเมินศักยภาพ โดยรวมของ				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	<p>ผู้เรียนและความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น</p> <p>ค. ข้อมูลที่ได้จากการประเมินสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอนและการวางแผนการสอนของผู้สอน</p> <p>ง. การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอนและต้องประเมินเป็นระยะโดยใช้วิธีประเมินที่หลากหลาย</p>				
51)	<p>ข้อใดไม่ใช่ลักษณะสำคัญในการประเมินการวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา</p> <p>ก. กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงานผลสำเร็จของงาน</p> <p>ข. ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงาน</p> <p>ค. ใช้แบบทดสอบปรนัยวัดความสามารถทางด้านความรู้ ความเข้าใจในหลักการต่าง ๆ ได้</p> <p>ง. ให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงานกระบวนการคิดคุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน</p>				
52)	<p>การวัดและการประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment) ของผู้เรียน ข้อใดไม่ใช่วิธีการได้มาของข้อมูลสำหรับการประเมินผู้เรียน</p> <p>ก. การกำหนดชิ้นงาน หรือสิ่งประดิษฐ์</p> <p>ข. การกำหนดวิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน</p> <p>ค. การกำหนดตัวอย่างงานและให้ผู้เรียนศึกษางาน</p> <p>ง. การทดสอบวัดความสามารถโดยใช้แบบทดสอบแบบปรนัย</p>				
53)	<p>ข้อใดคือลักษณะสำคัญของการประเมินในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา</p> <p>ก. การประเมินจากชิ้นงานที่ผู้เรียนปฏิบัติ</p> <p>ข. การประเมินที่เน้นการสอบและการปฏิบัติจริง</p> <p>ค. การประเมินจากภาระงานและกระบวนการทำงาน</p> <p>ง. การประเมินจากทักษะในการปฏิบัติงานในสถานการณ์</p>				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
5.2 ความรู้ในการออกแบบการประเมินและเลือกเครื่องมือประเมินผลตรงตามสภาพจริง สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา					
54)	<p>การสร้างเครื่องมือประเมินผลตามสภาพจริงมีเพียงคำบอกระดับคุณภาพ แต่<u>ไม่มี</u>การอธิบายเกณฑ์การให้คะแนนจะมีผลอย่างไร</p> <p>ก. การตรวจผลงานทำได้ซ้ำ ไม่สะดวก</p> <p>ข. ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำ ถูกต้อง</p> <p>ค. ยากต่อการจัดประเภทของผลงานได้ตามคุณภาพจริง</p> <p>ง. ผู้ตรวจสามารถให้คะแนนได้อย่างยืดหยุ่นตามสภาพจริง</p>				
55)	<p>องค์ประกอบของแบบประเมินตามสภาพจริง ต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญคือข้อใด</p> <p>ก. คะแนนและน้ำหนักคะแนนของแต่ละเกณฑ์</p> <p>ข. เกณฑ์การประเมิน และคะแนนแต่ละเกณฑ์</p> <p>ค. เกณฑ์การประเมิน และคำอธิบายระดับคุณภาพของแต่ละเกณฑ์</p> <p>ง. คำอธิบายระดับคุณภาพของเกณฑ์การประเมิน และน้ำหนักคะแนนของเกณฑ์การประเมิน</p>				
56)	<p>ออกแบบประเมินกระบวนการทำงานกลุ่มควรกำหนดรายการประเมินใดบ้าง</p> <p>ก. การวางแผน การปฏิบัติตามแผน</p> <p>ข. การปฏิบัติตามแผน การเสนอผลงานกลุ่ม</p> <p>ค. การปฏิบัติตามแผน ลักษณะนิสัยในการทำงาน</p> <p>ง. การวางแผน การปฏิบัติ การนำเสนองาน ลักษณะนิสัย</p>				
57)	<p>การเตรียมสร้างเครื่องมือประเมินผล การสร้างเกณฑ์สำหรับให้คะแนนปฏิบัติงานควรประกอบด้วยอะไรบ้าง</p> <p>ก. เกณฑ์สำหรับให้คะแนน และคุณภาพ</p> <p>ข. เกณฑ์สำหรับให้คะแนน และระดับคุณภาพ</p> <p>ค. รายการประเมิน และคำอธิบายคุณภาพ</p> <p>ง. เกณฑ์การพิจารณา ระดับคุณภาพและคำอธิบายคุณภาพ</p>				
58)	<p>เพื่อให้การประเมินบรรลุวัตถุประสงค์หรือผลลัพธ์การเรียนรู้เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งแสดงถึงมาตรฐานทางวิชาการในเชิงสมรรถนะและคุณลักษณะที่พึง</p>				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	<p>ประสงค์ รวมทั้งใช้ในการปรับปรุงหลักสูตรและการเรียนการสอนควรประเมินแบบใด</p> <p>ก. การประเมินเพื่อเรียนรู้(Assessment for Learning)</p> <p>ข. การประเมินขณะเรียนรู้(Assessment as Learning)</p> <p>ค. การประเมินผลการเรียนรู้(Assessment of Learning)</p> <p>ง. การวัดเพื่อบอกผลสรุป(Summative assessment)</p>				
59)	<p>ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อวัดความเข้าใจ การถาม-ตอบในห้องเรียน เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนเข้าใจมากน้อยแค่ไหน และมีส่วนไหนยังไม่เข้าใจบ้างด้วยการสังเกตพฤติกรรม ครูประเมินแบบใด</p> <p>ก. การประเมินเพื่อเรียนรู้(Assessment for Learning)</p> <p>ข. การประเมินขณะเรียนรู้(Assessment as Learning)</p> <p>ค. การประเมินผลการเรียนรู้(Assessment of Learning)</p> <p>ง. การวัดเพื่อบอกผลสรุป(Summative assessment)</p>				
60)	<p>ข้อใดไม่ถูกต้องในการออกแบบการประเมินด้านทักษะ/ภาระงาน /เครื่องมือประเมิน ตามลำดับ</p> <p>ก. การแก้ปัญหา/การให้เหตุผล/แบบสัมภาษณ์</p> <p>ข. การทำงานร่วมกัน/ความร่วมมือ/แบบสังเกต</p> <p>ค. กระบวนการในการเรียนรู้/การขับรถยนต์/แบบทดสอบ</p> <p>ง. กระบวนการในการเรียนรู้/การใช้คอมพิวเตอร์/แบบประเมินการปฏิบัติ</p>				

ภาคผนวก ข แบบประเมินตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง(Index of Item Objective Congruence: IOC) แบบสอบถามสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ (Skill) และ คุณลักษณะ (Traits)

แบบประเมินตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง(Index of Item Objective Congruence: IOC)
แบบสอบถามสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ

คำชี้แจง: ขอความกรุณาท่านพิจารณาว่าข้อความของคำถามต่อไปนี้ ว่าสามารถวัดได้ตรงตามนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรหรือไม่

โดยทำเครื่องหมาย ลงในช่องที่ตรงกับกรพิจารณาของท่าน โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

- 1 หมายถึง **แน่ใจว่า** ข้อความนั้น **วัดไม่ตรง** ตามนิยามของตัวแปรที่ต้องการวัด
- 0 หมายถึง **ไม่แน่ใจ** ว่าข้อความนั้น **วัดตรง** ตามนิยามของตัวแปรที่ต้องการวัด
- 1 หมายถึง **แน่ใจ** ว่าข้อความนั้น **วัดได้ตรง** ตามนิยามของตัวแปรที่ต้องการวัด

องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาด้านทักษะ

ประกอบไปด้วย จำนวน 8 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1. ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา 2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง 3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น 4. ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน 5. ทักษะการอำนวยความสะดวก 6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน 7. ทักษะการสื่อสาร 8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน

ข้อความ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	-1	0	1	
1. ทักษะการบูรณาการศาสตร์ความรู้ 4 สาขา หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์แนวคิด กระบวนการ เจตคติ วิธีคิดและความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ร่วมกัน ในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ ความคิด ทักษะ และประสบการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ แบบองค์รวม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้				
1.1 ออกแบบกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และเห็นความสัมพันธ์ในการบูรณาการ ความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม				

ข้อคำถาม		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
1)	สามารถยกตัวอย่างกิจกรรมในเนื้อหาวิชา ด้วยวิธีการสอนที่ทันสมัยเข้าใจง่าย เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถบูรณาการความรู้ ศาสตร์ 4 สาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้				
2)	สามารถเลือก และกำหนดหัวข้อเรื่องในการบูรณาการ ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจ และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ได้หลายวิชา				
3)	สามารถนำเนื้อหาบูรณาการร่วมกัน ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา ให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการบูรณาการศาสตร์ความรู้ 4 สาขา เกิดความสนุกสนานและเกิดความสนใจในเนื้อหา				
4)	ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงฝึกทักษะด้านต่าง ๆ ให้ได้ค้นคิดเชื่อมโยงความสัมพันธ์อย่างหลากหลายเกิดความสนุกสนาน				
5)	ให้ผู้เรียนออกแบบแผนผังความคิดในสิ่งประดิษฐ์ที่ตนเองสนใจ ในการนำเสนอความคิดรวบยอด และ ความเชื่อมโยงความรู้ต่างๆในศาสตร์				
1.2 สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อแก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม					
6)	สามารถนำวิชาต่าง ๆ มาจัดสอนรวมกันกับครูท่านอื่น ๆ สามารถบูรณาการ ให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และ คณิตศาสตร์ โดยตั้งหัวข้อเรื่องขึ้นมาใหม่ (Theme) เช่น สอนเรื่องการอนุรักษ์ พลังงานและสิ่งแวดล้อม				
7)	จัดกิจกรรมโดยแบ่งกลุ่มกำหนดสถานการณ์และอุปกรณ์ให้ผู้เรียนนำเอาแนวคิดความรู้ศาสตร์ 4 สาขา มาคิดสร้างสรรค์และมุมมองต่าง ๆ มาสร้างไอเดีย หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาตอบ โจทย์กับสถานการณ์นั้น ๆ				

ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	-1	0	1	
8) จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้อภิปรายเชื่อมโยงเนื้อหา 4 สาขา ความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้แบบองค์รวม				
2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง หมายถึง ความสามารถในการจัดการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหาวิชา โดยมีความคิดรวบยอดอย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น และนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับชีวิตจริง				
2.1 สามารถเชื่อมโยงความรู้เนื้อหาสาระกับสถานการณ์ในบริบทต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และเกิดขึ้นในชีวิตจริง				
9) สนทนาโดยใช้ประเด็นจากข่าว การเล่าเหตุการณ์ วิดีทัศน์ ฯลฯ เชื่อมโยงกับเนื้อหา เพื่อเกิดการกระตุ้นให้นักเรียนเห็นสภาพจริงในชีวิตประจำวัน				
10) สามารถนำเอาเรื่องราวในโลกโซเชียลที่มีความสำคัญต่อชีวิตและสอดคล้องกับบทเรียน วิเคราะห์ตั้งคำถามร่วมกันเพื่อฝึกทักษะการคิดสร้างสรรค์หรือมีนวัตกรรมใหม่ ๆ				
11) ให้นักเรียนนำเสนอแนวคิด นวัตกรรมหรือคำตอบ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงที่กำหนด เช่น ต้องการลดจำนวนผู้ป่วยติดเชื้อโควิด-19				
12) สามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของความรู้ที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น เรื่องแสง ฯลฯ นำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้				
2.2 สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัตินำความรู้ในเนื้อหานั้น มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง				
13) ให้นักเรียนค้นคว้าหรือหาคำอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงของนักเรียนเชื่อมโยงกับเนื้อหา โดยนำความรู้ที่นำมาแก้ไขอย่างไร ทำอย่างไร และได้ผลอย่างไร				
14) ให้นักเรียนศึกษาสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมที่เกิดขึ้น ร่วมกันอธิบายความรู้ที่นำไปพัฒนาได้				

ข้อคำถาม		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
15)	ให้นักเรียนนำความรู้ 4 สาขา คิดออกแบบประดิษฐ์ สิ่งของที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน ด้วยกระบวนการเชิงวิศวกรรม เช่น การประดิษฐ์เก้าอี้จาก ขวดพลาสติกที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีความแข็งแรง ทนทาน				
16)	กำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และหา วิธีแก้ไขปัญหานั้น ร่วมกัน ตามกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม เช่น ต้องการเก็บมะนาวไว้นอกตู้เย็นให้ ได้นานๆ				
<p>3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น หมายถึง ความสามารถในการทำงาน และสร้างความร่วมมือกันทั้งภายใน และภายนอกระหว่างบุคคลและชุมชน มีส่วนร่วมในการวางแผน เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกัน ในการ จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แก้ปัญหาร่วมกัน ในการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ เรียนรู้สอดคล้องกับบริบทและสภาพแวดล้อมที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง</p>					
<p>3.1 สามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสื่อสารเพื่อสร้างความเข้าใจ สร้างความร่วมมือในการแก้ปัญหาร่วมกันทั้ง ภายในและภายนอกระหว่างบุคคลและชุมชน</p>					
17)	ติดต่อประสานงานมีการสื่อสารที่ชัดเจน กับคณะครู และชุมชน ให้เกิดความเข้าใจนำไปสู่สัมพันธภาพที่ดี ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมสะเต็มร่วมกัน				
18)	เคารพในการทำงานของบุคคลอื่น ๆ มีการเปิด มุมมองและความคิดเห็นที่แตกต่าง และมีการสร้าง แนวคิดใหม่ ๆ ร่วมกัน เพื่อนำมาพัฒนาผู้เรียนและจัด กิจกรรมให้ผู้เรียน				
19)	สื่อสารแลกเปลี่ยนความคิด ระหว่างครูผู้สอน ยอมรับ ฟังและเสนอความคิดเห็นมุมมองใหม่อย่างมีเหตุผล เพื่อทราบวิธีการและเทคนิคต่าง ๆ นำไปปรับใช้ เกิด ความสำเร็จในการทำงาน				
20)	นำแหล่งเรียนรู้ในชุมชนมาบูรณาการการเรียนรู้ ถ่ายทอดแลกเปลี่ยนและจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ เฝยัญสถานการณ์จริง โดยคำนึงถึงบริบทแวดล้อมที่ สัมพันธ์กับชีวิตจริง				
21)	ประสานงานติดต่อร่วมกับชุมชนในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ร่วมกับชุมชนหรือหน่วยงานในท้องถิ่นด้วย				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	วาจาสุภาพ ไพเราะ ด้วยความเคารพและให้เกียรติซึ่งกันและกัน				
3.2 ทำงานร่วมกัน และมีส่วนร่วมในการวางแผนในการปฏิบัติงานร่วมกัน ในการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกัน					
22)	ทำงานวางแผนร่วมกันกับชุมชนหน่วยงานภายนอก ในการใช้แหล่งเรียนรู้และทรัพยากรในแง่ต่างๆ ในชุมชนให้ผู้เรียนได้เผชิญกับสถานการณ์จริง				
23)	สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นโดยยอมรับฟังและเสนอความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล เปิดใจแลกเปลี่ยน ทักทายยอมรับความคิดเห็นมุมมองใหม่				
24)	มีการวางแผนอย่างชัดเจนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ เป้าหมาย และวิธีการปฏิบัติงาน ในการจัดกิจกรรม การบูรณาการเรียนรู้สะเต็มร่วมกัน				
25)	มีการช่วยเหลือและสร้างความสัมพันธ์ที่ดีในการทำงาน เกื้อหนุนซึ่งกันและกัน หากมีจุดไหนที่แตกต่างกันมาก พร้อมจะเข้าใจเพื่อให้ผลของการทำงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น				
26)	มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการร่วมกันระหว่างครูสอนในกลุ่มสาระต่าง ๆ ทำงานเป็นทีม และแลกเปลี่ยนความรู้ ทักษะที่สำคัญ				
4. ทักษะการออกแบบการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการนำหลักการเรียนรู้และหลักการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา นำมาออกแบบวางแผนด้านกระบวนการ สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ และกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอน พัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่คาดหวัง					
4.1 สามารถออกแบบและจัดทำแผนการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอนให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะที่ต้องการตามแนวทางสะเต็มศึกษา					
27)	นำหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณิตศาสตร์ นำมาวิเคราะห์หลักสูตรตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการบูรณาการเนื้อหาในแต่ละระดับชั้น				
28)	ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ให้ท้าทายความรู้				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	ความสามารถ ใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน สื่อ วัสดุอุปกรณ์สามารถพัฒนากระบวนการคิดการแก้ปัญหา หรือสร้างผลงานของผู้เรียนได้				
29)	จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เทคนิคการสอนได้หลากหลายวิธีและการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนด				
30)	จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนประยุกต์ใช้สื่อการสอนเทคโนโลยีใหม่ ๆ โดยประหยัดค่าใช้จ่ายเวลาเหมาะสมกับสถาน การณ์ โดยคำนึงถึงบริบทผู้เรียนเป็นสำคัญ				
31)	จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้มีจุดประสงค์พัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 มีเนื้อหา/สาระการเรียนรู้แบบบูรณาการ กิจกรรมการเรียนรู้แบบ Active learning การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง สื่อและแหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับบริบทผู้เรียน				
4.2 สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้ทักษะกระบวนการและสื่อเพื่อพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21					
32)	จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคล สื่อ และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ และผู้เรียนมีโอกาสนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น				
33)	จัดเตรียมสถานการณ์และกิจกรรมต่าง ๆ นำทางไปสู่การเรียนรู้ โดยไม่ใช้วิธีบอกความรู้โดยตรง ให้สามารถเชื่อมโยงเหตุผลในเรื่องต่าง ๆ และแก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้				
34)	จัดให้ผู้เรียนทำงานร่วมกัน โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ สมาชิกทุกคนมีบทบาทหน้าที่ร่วมกันในการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย				

ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ	
	-1	0	1		
35)	ใช้วิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้ เช่น การสอนโดยใช้โครงงาน ทุกคนได้ร่วมกันวางแผน และ ร่วมกันสรุปผลงาน ได้เลือกและแสดงความสามารถที่ตนเองถนัด				
36)	สอนแบบโครงงานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ให้ผู้เรียนเกิดการค้นหาหรือสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ ๆ ในเรื่องที่ตนเองสนใจ				
37)	สอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ให้เรียนด้วยกันเป็นกลุ่ม ๆ มีการอภิปรายและค้นคว้าหาความรู้ด้วยกัน มีการเรียนรู้ด้วยตนเองเนื้อหาเป็นเนื้อหาที่เกิดจากการบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน				
38)	ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ใช้เทคนิควิธีการสอนและเนื้อหาเหมาะสม กับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ทำความเข้าใจปัญหา และนำไปสร้างนวัตกรรมที่ใช้แก้ปัญหาได้จริง				
<p>5. ทักษะการอำนวยความสะดวก หมายถึง ความสามารถของครูผู้สอนในการอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ แนะนำทางการเรียนรู้ และเป็นผู้จัดบรรยากาศการเรียนรู้ เป็นผู้เสริมแรง และให้ข้อมูลป้อนกลับ (feedback) เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด สามารถค้นคว้าหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง</p>					
<p>5.1 ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ ทำหน้าที่คอยจัดเตรียมสถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรม เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เรียนรู้ได้เต็มศักยภาพ</p>					
39)	กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนรับทราบ รวมไปถึงชี้แนะแนวทางมีวิธีการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตรงตามวัตถุประสงค์				
40)	สามารถวางแผนจัดกิจกรรม จัดสภาพแวดล้อม สร้างบรรยากาศที่ผ่อนคลาย จัดสถานการณ์สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน ทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนดำเนินไปด้วยความสะดวกต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง				
41)	จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยการสังเกต การสำรวจ การทดลอง และสนับสนุนแหล่งการเรียนรู้ สื่อ อุปกรณ์ประกอบให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง				

ข้อคำถาม		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
42)	นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ การรับรู้ ข่าวสาร และการค้นหาข้อมูลข่าวสาร เช่น ระบบ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มีระบบมัลติมีเดีย วีดีโอ และอินเทอร์เน็ต เป็นต้น				
43)	จัดเตรียมกิจกรรมสร้างความสนใจและสร้างบรรยากาศ ของการมีส่วนร่วม และการเจรจาโต้ตอบ ที่ส่งเสริม ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ระหว่างผู้สอนและเพื่อนใน ชั้นเรียน				
44)	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ท้าทาย ศึกษาความรู้ เรื่องใหม่ ๆ และให้โอกาสผู้เรียนได้รับวิธีการสอนที่ หลากหลาย ให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มผู้เรียน				
5.2 แนะนำแนวทางการเรียนรู้และให้ข้อมูลป้อนกลับ (feedback) ด้วยการเสริมแรงหรือสร้างแรงบันดาลใจ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการค้นคว้าหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองได้เต็มศักยภาพ					
45)	สามารถชี้แนะแนวทางให้ผู้เรียนสังเกตเห็นปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาอย่างถูกวิธี ด้วยกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม				
46)	สามารถนำเสนอสถานการณ์ หรือตัวอย่างที่เป็น ปัญหา และกระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้ปัญหา หรือ ช่วยให้ผู้เรียนมีความต้องการอยากเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ				
47)	สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน เพื่อช่วยเหลือ ส่งเสริม สนับสนุน และเสนอแนะการวางแผนการทำงานของ นักเรียนให้เรียนรู้ได้อย่างราบรื่น				
48)	สามารถแนะนำให้ผู้เรียนกำหนดจุดมุ่งหมายได้ชัดเจน ว่าเรียนเพื่ออะไร จะทำชิ้นงานนั้นเพื่อแก้ปัญหาอะไร ซึ่งทำให้ผู้เรียนกำหนดแนวทางในการดำเนินงานได้ ตรงตามจุดมุ่งหมาย				
49)	รับฟังอย่างตั้งใจในเรื่องที่นักเรียนสื่อสาร และ สามารถให้ข้อมูลป้อนกลับเชิงบวก และให้ความรู้ เพิ่มเติมหรือแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของ ผู้เรียนเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของ นักเรียน				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
50)	สามารถแนะนำให้นักเรียนรู้จักประเมินผลก่อนดำเนินการ ระหว่างดำเนินการและหลังดำเนินการ และนักเรียนสามารถนำความรู้ขึ้นไปพัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้น				
<p>6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน หมายถึง ความสามารถในการประเมินผู้เรียนระหว่างและหลังการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายและให้ข้อมูลย้อนกลับ ในด้านกระบวนการทำงานของผู้เรียนรวมถึงผลงานที่เกิดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการพัฒนาตนเองอย่างเหมาะสม</p>					
<p>6.1 สามารถประเมินกระบวนการปฏิบัติงานและผลงานที่ได้จากการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการประเมินตามสภาพจริง และสะท้อนผลการเรียนรู้ เพื่อการพัฒนาผู้เรียน</p>					
51)	มีการประเมินตลอดเวลา ทุกสภาพการณ์และทำไปพร้อม ๆ กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน				
52)	ประเมินโดยดูพฤติกรรมแสดงออกของผู้เรียนจริง ๆ และเน้นการพัฒนาจุดเด่นของผู้เรียน				
53)	ใช้ข้อมูลที่หลากหลายมาประกอบการตัดสินใจ เน้นคุณภาพผลงานของผู้เรียนที่เกิดจากการบูรณาการความรู้ความสามารถหลาย ๆ ด้าน				
54)	ประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงานที่ได้ผลผลิตมากกว่าความสามารถในการจดจำความรู้				
55)	สามารถประเมินพฤติกรรมระดับสูงของนักเรียนได้ เช่น การตรวจแบบฝึกหัด ผลงานภาคปฏิบัติ โครงการ/โครงการต่าง ๆ				
56)	ประเมินความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียนโดยให้นักเรียนแต่ละคนปฏิบัติงานในสถานการณ์ต่าง ๆ สร้างสรรค์ผลงานของผู้เรียน โดยทำในสถานการณ์ชีวิตจริงนอกห้องเรียนแทนการใช้ข้อสอบวัด				
57)	พูดอย่างสร้างสรรค์ในการให้ข้อมูลย้อนกลับในลักษณะส่งเสริมการใช้ความพยายาม และตรวจสอบตนเอง เช่น คิดว่ายังมีส่วนใดของงานที่สามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้อีก ส่วนไหนที่คิดว่าดีที่สุด				
58)	ครูแนะนำให้ผู้เรียนแก้ไขปรับปรุงงาน พร้อมกระตุ้น				

ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	-1	0	1	
ให้ผู้เรียนประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเอง และร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น				
6.2 สามารถเลือกใช้วิธีการและเครื่องมือในการผลการปฏิบัติงานหรือประเมินผลงานได้อย่างเหมาะสม				
59) เก็บรวบรวมข้อมูลด้านทักษะ ความรู้และคุณลักษณะ โดยใช้เทคนิควิธีการสังเกต ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนและสังเกตหลาย ๆ ครั้งในหลายๆ สถานการณ์				
60) ประเมินแฟ้มสะสมงานผู้เรียน โดยการรวบรวมผลงานที่แสดงพัฒนาการด้านต่างๆ งานที่แสดงลักษณะเฉพาะของผู้เรียนและเก็บหลักฐานที่เป็นตัวอย่างที่แสดงความสามารถในด้านกระบวนการและผลผลิต				
61) สัมภาษณ์ สอบถามประเมินผลจากชิ้นงานที่มอบหมายโดยให้วิเคราะห์ สะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงานและแนวทางการนำความรู้ไปพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ				
62) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมประเมินผลงานของตัวเองและของเพื่อนร่วมห้อง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นตนเองสามารถพัฒนาตนเองได้				
63) ประเมินผลการปฏิบัติงาน เพื่อสะท้อนถึงการเรียนรู้ของผู้เรียนด้านความรู้ ความเข้าใจ วิถีคิด วิธีการทำงาน โดยวิธีเขียนบรรยาย หรือตอบสั้น ๆ				
64) เลือกตรวจชิ้นงานที่ผู้เรียนทำได้ดี และบอกความสามารถของผู้เรียน โดยเน้น “จุดแข็ง” ของผู้เรียน และเสริมแรง สร้างแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนพยายามผลิตงานที่ดี ๆ ออกมามากขึ้น				
65) ออกแบบการประเมินโดยรวมองค์ประกอบที่สำคัญของกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องในการประเมินภาคปฏิบัติ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics) ในการประเมินระดับผลงานและกระบวนการปฏิบัติ				
7. ทักษะการสื่อสาร หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดข่าวสาร ข้อมูล ความรู้ ประสบการณ์ ความ				

ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ	
	-1	0	1		
<p>คิดเห็น ความรู้สึก หรือความต้องการจากครูผู้สอน โดยผ่านสื่อต่าง ๆ ไปยังผู้เรียนด้วยวิธีการหลากหลาย รูปแบบและเหมาะสมเข้ากับสถานการณ์เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายต่างๆ ในการสอนสะเต็มศึกษา</p>					
<p>7.1 สามารถเลือกใช้วิธีการและสื่อต่าง ๆ ในการสื่อสาร อย่างเหมาะสมเข้ากับสถานการณ์ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์</p>					
66)	สื่อสารทั้งการบรรยาย การยกตัวอย่าง ใช้สื่อ การนำเสนอ ให้เอื้อต่อการเรียนรู้ เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม				
67)	ใช้วิธีการสื่อสารผ่านการเคลื่อนไหว ท่าทาง เสียง ภาษา ภาพ สัญลักษณ์ และผลงานแบบง่าย ๆ พร้อมทั้งคำนึงถึงประโยชน์และโทษของการสื่อสารที่มีผลกระทบต่อตนเองและผู้เรียน				
68)	ใช้การสื่อสารแบบมีส่วนร่วม โดยรับฟัง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น เพื่อร่วมหาแนวทางแก้ไขปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน				
69)	ใช้วิธีการสื่อสารได้อย่างมีสติและวิจารณญาณ เพื่อสร้างความเข้าใจ ลดความขัดแย้งของผู้เรียนในขณะเกิดปัญหาในการทำงานและจัดกิจกรรมการเรียนการสอน				
70)	กลวิธีการสื่อสารที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจ แนวคิดอย่างสร้างสรรค์ เพื่อตอบโจทย์การแก้ปัญหาสังคมหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น				
71)	สามารถสื่อสารผ่านสื่อต่าง ๆ ได้หลากหลายประเภทเหมาะสมกับผู้เรียน และคำนึงถึงการใช้คำพูดการละเมิดสิทธิส่วนบุคคล				
<p>7.2 สามารถถ่ายทอด ความรู้ ความเข้าใจ ความคิด ความรู้สึก เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และปฏิบัติ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม</p>					
72)	ถ่ายทอด ความรู้ ความเข้าใจ ความคิด ความรู้สึก ใช้เสียง น้ำเสียง ในการสื่อสารอย่างชัดเจน น่าฟังและน่าสนใจ ใช้ภาษาสุภาพ ถูกต้องและเหมาะสมกับนักเรียน				
73)	สื่อสารให้นักเรียนเรียนรู้ และปฏิบัติได้อย่างรวดเร็ว มีความชัดเจนทั้งด้านกติกา ข้อตกลง และคำสั่ง ให้				

ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	-1	0	1	
	นักเรียนปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม			
74)	สามารถรับสารจากผู้เรียนและจับประเด็นสำคัญ หรือ วัตถุประสงค์ของผู้เรียน และโต้ตอบให้ข้อมูลย้อนกลับได้			
75)	ใช้คำพูดสุภาพ กะทัดรัด เข้าใจง่าย ตรงประเด็น ในการพูดเชื่อมโยงสถานการณ์ปัจจุบันเข้ากับเนื้อหาในการเรียนการสอนได้			
76)	พูดให้ข้อเสนอแนะข้อคิดเห็น และผู้เรียนเกิดความเข้าใจตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ สามารถนำไปปฏิบัติได้จนประสบผลสำเร็จ			
8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน หมายถึง ความสามารถในการนำเครื่องมือ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีอยู่ในปัจจุบัน มาใช้ในการสื่อสาร การปฏิบัติงาน และสามารถใช้วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ เป็นสื่อกลาง ให้ผู้สอนสามารถถ่ายทอดความรู้ไปยังผู้เรียน เพื่อพัฒนาศักยภาพ และการรู้เรื่องเทคโนโลยี (Technology Literacy) ให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ				
8.1 สามารถใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน ถ่ายทอดความรู้ไปยังผู้เรียนได้อย่างหลากหลายเพื่อพัฒนา ศักยภาพและการรู้เรื่องเทคโนโลยี (Technology Literacy)				
77)	เข้าใจหลักการและสามารถเข้าถึงสื่อ สารสนเทศและเทคโนโลยีดิจิทัลได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย และสามารถชี้ให้นักเรียนเห็นถึงข้อดีข้อเสีย และการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม			
78)	สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ในการจัดกิจกรรม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยี ซอฟต์แวร์ หรือแอปพลิเคชันต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน			
79)	สามารถถ่ายทอดความรู้ในเนื้อหาวิชา โดยใช้สื่อและเทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อให้นักเรียนสามารถนำมา ประยุกต์ใช้ในการเชื่อมโยง บูรณาการความรู้ในเรื่อง ต่างๆ หรือแก้ปัญหาและการออกแบบเชิงวิศวกรรม			
80)	สามารถแสดงหรือบอกวิธีในการค้นหาข้อมูลและ เลือกเนื้อหาความรู้ที่ทันสมัยด้วยเทคโนโลยีและเป็น ประโยชน์ต่อการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)			
81)	สามารถเลือกใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน ได้เหมาะสม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ			

ข้อคำถาม		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	และบูรณาการความรู้เนื้อหาอื่น ๆ เช่น การใช้โปรแกรมหรือแอปพลิเคชัน การคำนวณทางคณิตศาสตร์				
82)	สามารถใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือเพื่อใช้สร้างปฏิสัมพันธ์ ติดต่อสื่อสารระหว่างกัน ด้วยระบบ Social Network เช่น ไลน์ เฟสบุ๊ค อีเมลล์ ทวิตเตอร์				
83)	นำเสนอข้อมูลเนื้อหาความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ข้อความ (Text) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) วิดีทัศน์ (Video) โดยใช้โปรแกรมต่างๆ เช่น โปรแกรม Microsoft Office ,CAI ,E-book เป็นต้น				
8.2 สามารถใช้สื่อและเทคโนโลยีมาประเมินเพื่อการพัฒนาผู้เรียน แลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับ					
84)	สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยี หรือแอปพลิเคชันต่าง ๆ ในการประเมินผู้เรียน และให้ข้อมูลย้อนกลับและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน				
85)	สามารถนำเทคโนโลยีต่างๆ ในรูปแบบของเครื่องมือ สื่อ วิธีการ ระบบ นำมาวัดและประเมินผล ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น โปรแกรมจับเวลา ใช้กำหนด/ควบคุมเวลาในการตอบคำถามของนักเรียน				
86)	ครูสามารถนำเทคโนโลยีมาจัดระบบจัดการข้อมูลบันทึกข้อมูลผู้เรียน การเข้าใช้งาน และนำวิเคราะห์นำเสนอเป็นข้อมูลย้อนกลับให้นักเรียนทราบ				
87)	สามารถตรวจสอบข้อมูลและประเมินสารสนเทศที่ได้มาว่ามีประโยชน์ และความถูกต้องของข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียนได้				

แบบประเมินตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง(Index of Item Objective Congruence: IOC)

แบบสอบถามสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านคุณลักษณะ

คำชี้แจง: ขอความกรุณาท่านพิจารณาว่าข้อความของคำถามต่อไปนี้ ว่าสามารถวัดได้ตรงตามนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรหรือไม่

โดยทำเครื่องหมาย ลงในช่องที่ตรงกับการพิจารณาของท่าน โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

- 1 หมายถึง **แน่ใจว่า** ข้อความนั้น **วัดไม่ตรง** ตามนิยามของตัวแปรที่ต้องการวัด
- 0 หมายถึง **ไม่แน่ใจ** ว่าข้อความนั้น **วัดตรง** ตามนิยามของตัวแปรที่ต้องการวัด
- 1 หมายถึง **แน่ใจ** ว่าข้อความนั้น **วัดได้ตรง** ตามนิยามของตัวแปรที่ต้องการวัด

องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาด้านคุณลักษณะ

ประกอบไปด้วย จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1. การคิดอย่างเป็นระบบ 2. ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM 3. ความคิดสร้างสรรค์

ข้อความ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	-1	0	1	
1. การคิดอย่างเป็นระบบ หมายถึง ลักษณะบุคคลที่แสดงออกถึงการคิดอย่างมีระบบระเบียบ การมองภาพรวมของงาน และเห็นความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของส่วนประกอบย่อย ๆ ประเมินสถานการณ์ วิเคราะห์ปัญหา ตัดสินใจ คิดเชื่อมโยงอย่างเป็นเหตุเป็นผล ที่เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา				
1.1 การคิดอย่างองค์รวมในบริบทที่เกี่ยวข้อง ไม่แยกเป็นส่วน ๆ และเชื่อมโยงระหว่างส่วนต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กันครบทั้งระบบ				
1)	มองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาใน 4 สาขาเชื่อมโยงกับปัญหาในชีวิตประจำวัน และนำมากำหนดประเด็นปัญหาในการจัดกิจกรรมให้กับผู้เรียน			
2)	พิจารณาแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างลึกซึ้งเชื่อมโยงถึงสาเหตุที่แท้จริงหรือต้นตอของปัญหาโดยผ่านการพูดหรือแผนภาพ แผนผัง อย่างมีเหตุผล			
3)	วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ตั้งแต่ อดีต จนถึงปัจจุบันมาวิเคราะห์ให้ถี่ถ้วน นำข้อมูลเหล่านั้นมาจับประเด็นเชื่อมโยงนำไปสู่การคิดสร้างสรรค์งานใหม่ ๆ			

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
4)	กำหนดกรอบความคิดเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ริเริ่ม ทดลองสิ่งใหม่ ๆ ไปในทิศทางและจุดหมายเดียวกัน				
5)	มองเห็นกระบวนการเปลี่ยนแปลง และปัจจัยต่าง ๆ ที่เอื้อต่อระบบการจัดการเรียนรู้				
1.2 ประเมินสถานการณ์ วิเคราะห์ปัญหา ภาพรวมของงานทั้งหมดเชื่อมโยงเป็นเหตุเป็นผลไม่คลุมเครือทำให้เข้าใจเรื่องนั้น ๆ อย่างชัดเจน					
6)	ประเมินสถานการณ์ วิเคราะห์ ปัญหา วิเคราะห์การตัดสินใจและวิธีการจัดการปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในขณะจัดกิจกรรม				
7)	มีการประเมินสถานการณ์แนวโน้มปัญหาที่จะเกิด เมื่อเกิดปัญหาหรือข้อโต้แย้งจะใช้เหตุผลในการอธิบายตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล				
8)	คิดวางแผนการทำงานในทุกขั้นตอน อย่างเป็นขั้นเป็นตอนชัดเจน				
9)	กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน และกระบวนการทำงานให้ชัดเจนและครบถ้วน กำกับติดตามงานของผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอตรวจสอบได้				
10)	มีกระบวนการคิดจากปัจจัยนำเข้า ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ๆ จนเกิดความเข้าใจเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการเรียนรู้				
11)	ปรับวิธีคิด ใช้วิธีคิดหลาย ๆ แบบในเวลาเดียวกันและมีแนวทางการแก้ไขปัญหาหลายแนวทางโดยใช้ข้อมูลหลากหลายให้สัมพันธ์กัน				
2. ทักษคติเชิงบวกในการสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้สึก ความคิดหรือความเชื่อ ทำให้บุคคลแสดงออกพฤติกรรมของความรู้สึก อารมณ์จากสภาพจิตใจ มีการโต้ตอบ ตลอดจนการแสดงออกในด้านดี ต่อบุคคลหรือเรื่องราวใด ๆ เรื่องราวหนึ่ง ในการดำเนินงานเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา					
2.1 เห็นคุณค่าและเชื่อในการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21					
12)	เชื่อถือและภาคภูมิใจในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และเห็นว่าสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาผู้เรียนและนำ				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	ความรู้มาประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน				
13)	สะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมให้ความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างเป็นระบบได้เรียนรู้การคิดนอกกรอบ ประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างสร้างสรรค์				
14)	การสอนสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการศาสตร์ความรู้ 4 สาขา จะช่วยพัฒนาความสามารถของครู ในการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21				
15)	การจัดการเรียนการสอนสะเต็มทำให้นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์ หรือวิธีการที่นำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของตนเองได้				
16)	การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาส่งเสริมทำให้นักเรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวัน				
17)	การจัดการเรียนการสอนสะเต็มสามารถทำให้นักเรียนได้แสดงออกถึงทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียนได้เต็มสามารถและพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ				
2.2 แสดงออกพฤติกรรมของความรู้สึก อารมณ์ ในด้านดีต่อการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา					
18)	รู้สึกมีความสุขที่ได้จัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้กับนักเรียน				
19)	ยินดีและเต็มใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พร้อมทั้งร่วมกันวางแผนเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา				
20)	พร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำปรึกษาเมื่อผู้เรียนประสบปัญหาในการปฏิบัติงานหรือขณะจัดการเรียนการสอน				
21)	พูดถึงข้อดีและประโยชน์ของการเรียนสะเต็มศึกษาอยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้รักที่ต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและเห็นคุณค่าของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
22)	สนใจและพยายามหาสื่อ วัสดุอุปกรณ์ เทคนิควิธีการใหม่ ๆ และสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบันมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเสมอ				
3. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ลักษณะกระบวนการทางความคิดหลาย ๆ อย่างมารวมกันเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือแก้ปัญหาให้ดีขึ้น โดยมีลักษณะการคิดริเริ่ม การคิดยืดหยุ่น การคิดละเอียดละออ และการคิดคล่อง และนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนในการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา					
3.1 คิดริเริ่มหรือคิดดัดแปลงจากเดิมที่มีอยู่ให้มีความแตกต่างและมีความแปลกใหม่น่าสนใจ					
23)	ดัดแปลงสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคมอื่น ๆ นำมาออกแบบและนำมาให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาที่มีความหลากหลายได้				
24)	นำเหตุการณ์ข่าวสารบูรณาการผสมผสานความรู้และประสบการณ์ที่ตนเองมี สร้างสื่อการจัดการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ ๆ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน				
25)	สอนวิธีการฝึกฝนผู้เรียนให้กลายเป็นคน กล้าคิด กล้าแสดงออก และกล้าตอบคำถามในชั้นเรียน				
26)	เชื่อมโยงบูรณาการความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากการสืบค้นมาปรับใช้ให้แปลกใหม่ เหมาะสมกับผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนของตนเองได้				
27)	ผสมผสานความรู้และประสบการณ์ที่ตนเองมาคิดค้นแนวทาง การ แก้ปัญหาการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนที่มีปัญหาแตกต่างกันได้				
3.2 คิดได้หลายทางอย่างอิสระสามารถดัดแปลงความรู้ หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลายๆ ด้าน					
28)	ให้ข้อมูลย้อนกลับ สะท้อนปัญหาหลากหลายแง่มุม และให้ข้อสรุปที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียน				
29)	เตรียมเทคนิควิธีการเรียนรู้ ไว้มากกว่า 1 วิธี เพื่อช่วยให้มีความคล่องตัวมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาในการเรียน				

ข้อความ		ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
	การสอน				
30)	จำลองสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ในสถานที่ต่าง ๆ และนำมาใช้ในการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดการคิดแก้ปัญหา				
31)	ออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนที่นักเรียนมีความหลากหลายได้				
32)	ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนต่าง ๆ มาใช้ออกแบบหรือคิดค้นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับรูปแบบการสอนของตนเอง				
3.3 คิดเป็นขั้นตอน ขยายความคิด และรายละเอียด ในการอธิบายเชื่อมโยงให้เห็นภาพชัดเจน					
33)	คิดไตร่ตรองรายละเอียดในเรื่องที่สอน หรือขั้นตอนในการจัดกิจกรรมนั้น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตรงวัตถุประสงค์				
34)	อธิบายกระบวนการที่ละขั้นตอนโดยนำภาพมาประกอบหรือยกตัวอย่างให้หลากหลาย และชัดเจนเพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ				
35)	อธิบายขยายความรู้และรายละเอียด เชื่อมโยงปัญหา/วิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในกิจกรรมสู่สถานการณ์จริง				
3.4 คิดอย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และสามารถที่จะคิดค้นสิ่งที่ต้องการ ภายในเวลาที่กำหนด					
36)	มีการโต้ตอบข้อซักถามหรือข้อสงสัยให้กับนักเรียน ได้อย่างรวดเร็ว				
37)	ใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว และคำพูดหรือประโยคในการสื่อสารให้ผู้เรียนได้เข้าใจง่าย				
38)	คิดได้อย่างรวดเร็วและได้จำนวนมากในเวลาจำกัด ในการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน				

ภาคผนวก ข แบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge) ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาใน
ศตวรรษที่ 21

แบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge) ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อสอบถามเกี่ยวกับสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. แบบสอบถามฉบับนี้แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 4 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge) เป็นแบบปรนัย

4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ

3. ข้อมูลที่รวบรวมได้ ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์และสรุปในภาพรวมเท่านั้น และการตอบข้อมูลฉบับนี้จะถูกเก็บเป็นความลับและใช้ในการศึกษาเท่านั้น

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ลงในช่อง หรือเติมข้อความลงในช่องว่างให้ตรงกับความเป็นจริง

1. เพศ 1) ชาย 2) หญิง

2. โรงเรียน.....จังหวัด.....

3. รายวิชาหลักที่ท่านสอน (เลือกรายวิชาที่ท่านสอนได้มากกว่า 1 วิชา)

- 1) คณิตศาสตร์ 2) วิทยาศาสตร์ทั่วไป 3) ฟิสิกส์
 4) เคมี 5) ชีววิทยา
 6) เทคโนโลยี/คอมพิวเตอร์ 7) อื่น ๆ (โปรดระบุ)

4. ระดับการศึกษาที่ท่านสอน

- 1) ประถมศึกษา 2) มัธยมศึกษาตอนต้น
 3) มัธยมศึกษาตอนปลาย 4) ประถมศึกษาและมัธยมศึกษา

ตอนต้น

- 5) ประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนปลาย 6) มัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย

ตอนที่ 2 แบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge) เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

จำนวน 50 ข้อ

คำชี้แจง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย ในช่องกระดาษคำตอบ

ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา

1. “ผู้ทดสอบคนหนึ่งได้กล่าวอ้างดังต่อไปนี้ โดยเฉลี่ย จำนวนเครื่องเล่นเกมที่ส่งซ่อมต่อวันมีมากกว่า จำนวนเครื่องเล่นเพลงที่ส่งซ่อมต่อวัน ให้นักเรียนตัดสินใจว่า คำกล่าวอ้างของผู้ทดสอบถูกต้องหรือไม่ จงใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน”

ชนิดของ เครื่องเล่น	จำนวนเครื่อง เล่นที่ผลิตโดย เฉลี่ยต่อวัน	ร้อยละของเครื่อง เล่นที่ชำรุดโดย เฉลี่ยต่อวัน
เครื่องเล่นเกม	2,000	5%
เครื่องเล่นเพลง	6,000	3%

จากข้อความดังกล่าวส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ด้านใดมากที่สุด

- ก. กระบวนการ:คิด/แปลงปัญหา-การรู้เรื่องเชิงปริมาณ
ข. กระบวนการ:ตีความและประเมินผลลัพธ์-การคิดคำนวณ
ค. กระบวนการ: คิด/แปลงปัญหา-การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์
ง. กระบวนการ:ตีความและประเมินผลลัพธ์-ความไม่แน่นอนและข้อมูล
2. “ปัจจุบันในร้านอาหารอีสานหรือเหนื้อมักใช้กระทิบข้าว เป็นภาชนะใส่ข้าวเหนียว โดยใส่ข้าวเหนียวในถุงพลาสติกก่อน บรรจุลงในกระทิบข้าวเพื่อไม่ให้ข้าวเหนียวติดค้างที่กระทิบซึ่งทำความสะอาดยาก แต่ต้องการลดปริมาณถุงพลาสติกลง เพราะปัญหาขยะ จากปัญหานี้ต้องการออกแบบหาวิธีทำให้ข้าวเหนียวไม่ติดกระทิบข้าว เพื่อลดการใช้ ถุงพลาสติกดังกล่าว” ประเด็นในข้อใดส่งเสริมผู้เรียนในด้านการรู้เทคโนโลยี
- ก. ทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บ ความร้อนของกระทิบข้าว
ข. นำข้อมูลจากการทดลองไปสร้างกราฟและตีความผลการทดลอง
ค. ทดลองออกแบบและสร้างลายสานที่เก็บความร้อนได้นาน
ง. ออกแบบรูปทรงของกระทิบที่เก็บความร้อนได้นาน

3. ข้อใดไม่ได้แสดงถึงการรู้เทคโนโลยี (Technology Literacy) ในการสอนสะเต็มศึกษา
- ความเข้าใจ/จัดการ และเข้าถึงเทคโนโลยีและการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล
 - สามารถบอกข้อดีข้อเสีย การคัดกรอง ข้อมูลข่าวสารในการใช้สื่อและเทคโนโลยีต่างๆ
 - ความสามารถในการใช้งานคอมพิวเตอร์/กระบวนการต่างๆ มาประดิษฐ์หรือสร้างเพื่อตอบสนองความต้องการ
 - ความสามารถใช้เทคโนโลยี มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการแสดงออก เกี่ยวกับตัวตนของตนเองผ่านเว็บไซต์ต่างๆ
4. “นักเรียนกลุ่มหนึ่งสังเกตเห็นความแตกต่างที่ชัดเจนของพีชที่ขึ้นบนพื้นที่ลาดชันสองด้านของภูเขาแห่งหนึ่ง โดยบนพื้นที่ลาดชัน A พีชจะมีสีเขียวกว่า และมีจำนวนมากกว่าในพื้นที่ลาดชัน B ความแตกต่างนี้ ให้นักเรียนได้ตรวจสอบว่าเพราะเหตุใดพีชที่อยู่บนพื้นที่ลาดชันหนึ่งจึงมีความแตกต่างกับอีกพื้นที่หนึ่ง” จากการทดสอบดังกล่าวต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ในด้านใด
- การรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy)
 - การรู้วิศวกรรม (Engineering Literacy)
 - การรู้เทคโนโลยี (Technology Literacy)
 - การรู้คณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy)
5. “ครูจัดกิจกรรมโครงการ โดยกลุ่มนางสาวบีปรับสูตรขนมเค้กสมุนไพรรเพื่อสุขภาพที่คิดค้นขึ้นเอง ตามผลการสำรวจจากผู้ทดสอบ โดยนำความรู้ ความเข้าใจ และด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น” จากข้อความดังกล่าวครูผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ในด้านใด
- การรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy)
 - การรู้วิศวกรรม (Engineering Literacy)
 - การรู้เทคโนโลยี (Technology Literacy)
 - การรู้คณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy)

6. แนวทางการบูรณาการ (Integration) ตามแนวทางการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสามารถทำได้หลายรูปแบบยกเว้นข้อใด

- ก. การบูรณาการด้านความร่วมมือจัดกิจกรรมกันระหว่างหน่วยงาน
- ข. การบูรณาการด้านเป้าหมายของการเรียนรู้โดยยึดเป้าหมายผู้เรียนเป็นหลัก
- ค. การบูรณาการด้านเนื้อหาเนื้อหาสาระต่าง ๆ มาเชื่อมโยงเป็นเรื่องเดียวกัน
- ง. การบูรณาการด้านกระบวนการเรียนรู้ นำรูปแบบและวิธีการเรียนรู้มาผสมผสานกัน

7. ครูจัดกิจกรรมเชื่อมโยงความรู้และทักษะจากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศาสตร์และคณิตศาสตร์ กับชีวิตจริง โดยให้ประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน สอดคล้องกับการบูรณาการแบบใด

- ก. การบูรณาการภายในวิชา (disciplinary)
- ข. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (multidisciplinary integration)
- ค. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (interdisciplinary integration)
- ง. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (transdisciplinary integration)

8. สิ่งที่สำคัญที่สุดในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่ควรคำนึงถึงเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้เรียน คือข้อใด

- ก. จัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมทำงานกลุ่ม
- ข. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่ม
- ค. จัดบรรยากาศในชั้นเรียนส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าแสดงออก
- ง. จัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้

9. ครูมีการจัดกิจกรรมเข้าค่ายวิทยาศาสตร์ สอนเป็นทีม สอดแทรกเนื้อหาของแต่ละวิชาเข้าไป ผู้เรียนนำความรู้และทักษะจากวิชาต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือทำโครงการ เป็น การบูรณาการแบบใด

- ก. การบูรณาการภายในวิชา (disciplinary)
- ข. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (multidisciplinary integration)
- ค. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (interdisciplinary integration)
- ง. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (transdisciplinary integration)

10. เป้าหมายสำคัญที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนในการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ คือข้อใด
- นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4
 - พัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูล
 - เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ไปสร้างประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ไม่ซ้ำใคร
 - นำความรู้ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน

ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรเพิ่มเติมศึกษา

11. ข้อใดไม่ใช่สาระสำคัญของการปรับปรุงหลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับแนวทางสะเต็มศึกษา
- กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดสำหรับผู้เรียนทุกคน ที่เป็นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
 - มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดมีความชัดเจนสอดคล้องกับพัฒนาการตามช่วงวัย มีองค์ความรู้ที่เป็นสากล
 - เพื่อเอื้อต่อการจัดการเรียนรู้บูรณาการสาระทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี กับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
 - นำทักษะกระบวนการไปบูรณาการกับตัวชี้วัด เน้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาและมีทักษะในศตวรรษที่ 21
12. การปรับเปลี่ยนหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปสู่หลักสูตรวิทยาการคำนวณ ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาทักษะของผู้เรียนให้ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 จุดมุ่งหมายของหลักสูตรต้องการให้ผู้เรียนมีลักษณะอย่างไร
- มองปัญหาหรือสิ่งต่างๆ ออกเป็นส่วนๆ
 - ออกแบบและการเขียนโปรแกรมอย่างง่าย
 - การคิดเชิงนามธรรม สามารถมองและระบุปัญหาหลัก
 - การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ

13. “ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม” จากข้อความดังกล่าวอยู่ในมาตรฐานสาระใดของหลักสูตร
- ก. สาระเทคโนโลยี
 - ข. สาระวิทยาศาสตร์
 - ค. สาระคณิตศาสตร์
 - ง. สาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
14. การนำกิจกรรมสะเต็มไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน ตามหลักสูตรสถานศึกษาสามารถดำเนินการได้ 3 แนวทาง ยกเว้นข้อใด
- ก. จัดกิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียน
 - ข. จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่าง ๆ
 - ค. จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่าง ๆ เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย
 - ง. จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน
15. ครูวิชาวิทยาศาสตร์สอนเรื่องธรรมชาติ ครูวิชาภาษาไทยสอนเรื่องคำศัพท์ธรรมชาติ ครูวิชาคอมพิวเตอร์นำคลิปวิดีโอวิธีการรักษาธรรมชาติมาให้ให้นักเรียนดู ครูทั้งสามท่านนี้สามารถจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการในแบบใด
- ก. บูรณาการแบบเดี่ยว
 - ข. บูรณาการแบบคู่ขนาน
 - ค. บูรณาการแบบสอดแทรก
 - ง. บูรณาการแบบสหวิทยาการ

16. ถ้าครูผู้สอนแต่ละวิชากำหนดร่วมกันว่าจะใช้กระต๊อบข้าวเป็นหัวข้อหลักในการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนเทคโนโลยีสามารถเริ่มแนะนำกระต๊อบข้าวได้ว่า กระต๊อบข้าวจัดเป็นเทคโนโลยีอย่างง่ายที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกที่จะเก็บความร้อนของข้าว ในขณะที่ครูวิทยาศาสตร์ยกตัวอย่างเรื่องการถ่ายโอนความร้อน ครูคณิตศาสตร์สามารถใช้กระต๊อบข้าวสอนเรื่องรูปทรง และให้นักเรียนหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของกระต๊อบข้าวได้ เป็นการบูรณาการแบบใด
- การบูรณาการภายในวิชา (disciplinary)
 - การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (multidisciplinary integration)
 - การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (interdisciplinary integration)
 - การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (transdisciplinary integration)
17. การเรียนรู้นักเรียนคนใดสามารถเลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสมและคุ้มค่าเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการออกแบบผลงานหรือชิ้นงานของตนเอง
- เขมเลือกใช้เทคโนโลยีระดับสูงที่มีความยุ่งยากซับซ้อนแบบมืออาชีพ
 - สัมเลือกใช้เทคโนโลยีที่ราคาแพง และสามารถปรับเปลี่ยนได้ในราคาสูง
 - รินเลือกใช้เทคโนโลยีที่สะดวกสบาย และตอบสนองความต้องการของตนเอง
 - ออยเลือกใช้เทคโนโลยีที่สามารถนำทรัพยากรในท้องถิ่นมาบริหารจัดการแบบครบวงจร
18. กิจกรรม ชีตศบอทง “ลมเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ เมื่อลมมีการเปลี่ยนแปลง อัตราเร็ว หรือเปลี่ยน แปรลงทิศทง จะทำให้สภพลมฟ้าอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไป นักอุตุนิยมวิทยาจึงจำเป็นต้องมีการวัดอัตราเร็วและทิศทงของลม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพยากรณ์อากาศ เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดอัตราเร็วลม เรียกว่า มาตรวัดลม (Anemometer) เครื่องมือตรวจทิศทงของลมเรียกว่า ศรลม (wind vane)” จากกิจกรรมดังกล่าวการเลือกวิชา และตัวชี้วัดใดเหมาะสมนำมาบูรณาการสอดคล้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
- วิทยาศาสตร์-ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรสำคัญในการสำรวจตรวจสอบ
 - คณิตศาสตร์-ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ
 - เทคโนโลยี-ประมวลผลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศ
 - ตัวชี้วัดทุกข้อเหมาะสมสอดคล้องกับกิจกรรม

19. กิจกรรม “ศรลมชวนคิด ชี้ทิศบอกทาง”

- S: วิทยาศาสตร์ - ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ
 - เครื่องมือพื้นฐานในการตรวจทิศทางลม
- T: เทคโนโลยี - การเลือกใช้วัสดุ
- M: คณิตศาสตร์ - การหาพื้นที่รูปเรขาคณิตสองมิติ
- E: วิศวกรรมศาสตร์ - กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
 (การสร้างศรลมที่บอกทิศทางได้แม่นยำ)

เนื้อหาความรู้ที่เป็นวิชาหลักนำมาอธิบายในกิจกรรมนี้ คือข้อใด

- ก. S: วิทยาศาสตร์
- ข. T: เทคโนโลยี
- ค. M: คณิตศาสตร์
- ง. E: วิศวกรรมศาสตร์

20. จัดกิจกรรมโดยการแก้ปัญหา เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ด้วยการระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูล การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข และการนำเสนอผล คือกระบวนการใด

- ก. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- ข. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
- ค. กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
- ง. กระบวนการนำการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน

21. วิธีใดไม่สามารถตรวจสอบความรู้พื้นฐาน และความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเนื้อหาของผู้เรียนได้

- ก. การสอบถามและการสังเกต
- ข. การอ่านบันทึกผลการเรียนในอดีต
- ค. การทดสอบและให้นักเรียนประเมินตนเอง
- ง. การใช้คำถามและการระดมสมองในชั้นเรียน

22. วิธีการรวบรวมข้อมูลนักเรียนข้อใดไม่สอดคล้องกับเครื่องมือที่ใช้
- การพูดคุยซักถาม – แบบสอบถาม
 - การเยี่ยมบ้าน -- แบบบันทึกการเยี่ยมบ้าน
 - การสัมภาษณ์นักเรียน -- แบบบันทึกการสัมภาษณ์
 - การสังเกตนักเรียนในชั้นเรียน – แบบบันทึกพฤติกรรม
23. วิธีการใดไม่สามารถแก้ไขความรู้อึด ๆ และสร้างความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้
- ทดสอบความรู้และให้นักเรียนประเมินตนเอง
 - ครูและเพื่อนช่วยชี้ให้เห็นและเปลี่ยนความเชื่อ
 - ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นอธิบายเหตุผลของตนที่ขัดแย้งกันเอง
 - วิธีการสอนโดยให้เห็นด้วยตาของตนเองหรือพิสูจน์ด้วยการทดลองจริงๆ
24. ข้อใดไม่สามารถดึงความรู้เดิมของนักเรียนให้ปรากฏออกมา และนำความรู้นั้นมาใช้ในระหว่างการจัดการเรียนการสอน
- ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น
 - ครูเล่าสถานการณ์ ใช้ภาพ สื่อมีเดีย ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้
 - ครูนำคำตอบของนักเรียนจากการทดสอบความรู้มาอภิปรายร่วมกัน
 - ครูให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้ลงมือปฏิบัติ/ทำการทดลองระดมสมองสรุปร่วมกัน
25. ข้อใดไม่ใช้วิธีการแก้ไข นักเรียนที่เกิดการสับสน ทำให้ความรู้คลาดเคลื่อนบิดเบี้ยว และนำเอาความรู้ทางวิชาการที่ผิด ๆ มาใช้ในชีวิตประจำวัน
- อธิบายการนำความรู้ไปใช้บริบทต่าง ๆ อย่างชัดเจน
 - ให้ลงมือปฏิบัติมากกว่าสอนทฤษฎี หรือหลักการที่เป็นรูปธรรม
 - การใช้แบบฝึกหัด การเชื่อมโยงวิชาใหม่กับความรู้ในวิชาที่เรียนมาแล้ว
 - สังเกต การพูดคุย สอบถามประเด็นที่สนใจเพื่อเปรียบเทียบเชื่อมโยงเข้ากับชีวิตประจำวัน
26. ข้อใดไม่ใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ชวนนักเรียนสำรวจความสนใจของตัวเอง
 - คละให้นักเรียนที่มีความแตกต่างได้มีทำงานร่วมกัน
 - แบ่งกลุ่มตามคุณลักษณะหรือความสามารถคล้ายกัน
 - นักเรียนทำชิ้นงานและวัดผลจากชิ้นงานที่ทำชิ้นเท่านั้น

27. การจัดการเรียนรู้ในข้อใดไม่ได้ให้ความสำคัญกับผู้เรียนและคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- วัดผลประเมินผลผู้เรียนจากการทดสอบความรู้เท่านั้น
 - จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมกับสิ่งที่เรียนรู้(Learn by doing)
 - จัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คนพบและแสดงออกถึงศักยภาพของตนเอง
 - รวบรวมข้อมูลของผู้เรียนเป็นรายบุคคลสำหรับใช้ในการวางแผนการจัดกิจกรรม
28. ข้อใดไม่ใช่วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน
- ครูบรรยายสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในข่าวและสรุปใจความสำคัญ เนื้อหา
 - ผู้เรียนเลือกตามความสนใจ เชื่อมโยงกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน
 - เชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้
 - ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลโดยการสำรวจ ทดลอง และประดิษฐ์คิดค้น สิ่งที่อยู่รอบตัว
29. ข้อใดไม่ใช่วิธีการของการจัดการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นและให้ผู้เรียนตอบสนองในเรื่องที่สนใจหรือสิ่งที่ชอบของผู้เรียน
- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นในกลุ่ม
 - สะท้อนอารมณ์หรือความรู้สึกของผู้เรียนแต่ละคนเท่าที่สังเกตได้
 - จัดบทเรียนและอุปกรณ์ลักษณะต่างๆ ให้ผู้เรียนได้เลือกด้วยตนเอง
 - การจัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกล้าในการแสดงออก
30. “วันนี้ทุกคนเป็นอย่างไรบ้าง”, “เด็กทุกคนมีความสุขไหม พร้อมทั้งจะเรียนไหม คนไหนยังไม่พร้อมบอกครูได้” ข้อความดังกล่าวมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ยกเว้นข้อใด
- สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างผู้เรียน
 - การสะท้อนอารมณ์และความรู้สึกของผู้เรียน
 - สะท้อนอารมณ์หรือความรู้สึกของผู้เรียนแต่ละคน
 - แสดงจุดอ่อนหรือจุดที่ต้องการความเห็นอกเห็นใจ

ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา

31. แนวทางในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาควรกำหนดประเด็นในการศึกษาเป็นประเด็นแรก และลำดับต่อไปครูควรพิจารณาประเด็นใดเพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้
- ครูให้นักเรียนเริ่มศึกษาค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง
 - ครูพิจารณาประเด็นเนื้อหารายวิชาที่ต้องบูรณาการ
 - ครูให้นักเรียนเลือกสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน
 - ครูเลือกตัวชี้วัดของแต่ละกลุ่มรายวิชาที่นำมาจัดกิจกรรมแบบบูรณาการร่วมกัน
32. วิธีการสอนแบบโครงการ(Project Method) และใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) มีขั้นตอนใดที่แตกต่างกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
- การรวบรวมข้อมูล
 - ระบุปัญหา/กำหนดปัญหา
 - การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
 - การนำเสนอและประเมินผลงาน
33. กิจกรรม การพัฒนาเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ข้อมูลที่ได้
- แมลงวันเกิดจากการตากอาหารประเภท เนื้อสัตว์ เช่นปลา เนื้อวัว เนื้อหมู ไวก้างแฉัง
 - เนื่องจากในชุมชนมีหลายครัวเรือนที่ผลิตพลาสติกแห้ง หมูและเนื้อแดดเดียวขาย
 - การตากอาหารแห้ง ก่อให้เกิดแมลงวันจำนวนมากในชุมชน
- จากข้อความดังกล่าวเป็นการสอนด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมซึ่งอยู่ในขั้นตอนใด
- การรวบรวมข้อมูล
 - ระบุปัญหา/กำหนดปัญหา
 - การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
 - การนำเสนอและประเมินผลงาน

34. ครูสนทนาโดยใช้ประเด็นจากข่าวปัญหาขยะที่ล้นเมือง และอุปสรรคในการกำจัด การเล่าเหตุการณ์ การเปิดวิดีโอ ฯลฯ เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพและสภาพจริงในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดประเด็นใดเป็นอันดับแรก
- นักเรียนมองเห็นสภาพปัญหา
 - นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา
 - นักเรียนตั้งชื่อเรื่องจากสถานการณ์ของปัญหา
 - วิเคราะห์และทำความเข้าใจสภาพแวดล้อมหรือบริบท
35. สิ่งสำคัญในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในขั้นตอนการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา คือข้อใด
- เพื่อนำผลงานมาเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ
 - เพื่อให้ได้การออกแบบผลงานที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน
 - เพื่อให้มองเห็นข้อบกพร่อง แล้วนำมาปรับปรุง พัฒนาให้ดีขึ้น
 - เพื่อให้ได้ผลงานที่ดีที่สุด สามารถเอาชนะผลงานอื่น ๆ ในท้องตลาดได้
36. วิธีการสอนที่เหมาะสมและนิยมนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาให้สอดคล้องกับเป้าหมายการสอนสะเต็มยกเว้นข้อใด
- การสอนแบบโครงงาน (Project Method)
 - การเรียนรู้ระดมความคิด (Brainstorming)
 - การสืบเสาะหาความรู้ Inquiry-Based Learning
 - การใช้ปัญหาเป็นฐาน(Problem-based Learning)
37. จัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานตามหัวข้อที่ผู้เรียนสนใจ ซึ่งผู้เรียนจะต้องฝึกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมควรวีธีใด
- การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ
 - การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
 - การจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถาม
 - การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

38. การจัดการเรียนรู้ควรพิจารณาเลือกวิธีการสอนให้สอดคล้องกับเป้าหมายสะเต็มศึกษา ยกเว้นข้อใด
- วิธีการสอนต้องเหมาะสมกับความรู้ในเนื้อหาวิชา และความสนใจของครู
 - วิธีการสอนต้องสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ
 - วิธีการสอนต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่คาดหวัง
 - วิธีการสอนต้องเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เหมาะกับวัยวุฒิภาวะของนักเรียน
39. การสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านต่างๆอย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับการพัฒนา ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ยกเว้นการสอนใด
- Passive Learning
 - Discovery Learning
 - Inquiry-Based Learning
 - Activity-Based Learning
40. ข้อใดกล่าวถึงกระบวนการวางแผนปฏิบัติงานในการจัดกิจกรรมสะเต็มเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุ เป้าหมายมากที่สุด
- วิเคราะห์รูปแบบที่เหมาะสมต่อวิธีการนำเสนอ
 - ออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยภาพ 3 มิติ
 - กำหนดประเด็นที่ต้องการทดสอบ และประเมินชิ้นงาน
 - แจกแจงกิจกรรมทั้งหมดที่ต้องทำและระยะเวลาที่ต้องใช้ในแต่ละกิจกรรม

ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้

41. การวัดและประเมินผลแบบใดที่เหมาะสมและสอดคล้องกับการจัดการเรียน สะเต็มศึกษา มากที่สุด
- การวัดเพื่อบอกผลสรุป (Summative assessment)
 - การประเมินเพื่อเรียนรู้ (Assessment for Learning)
 - การประเมินขณะเรียนรู้ (Assessment as Learning)
 - การประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment of Learning)

42. ข้อใดเป็นลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริงตามแนวทางสะเต็มศึกษา
- การประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมายและเพิ่มความเชื่อมั่น
 - การประเมินที่มุ่งเน้นการประเมินศักยภาพ โดยรวมของผู้เรียนและความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
 - ข้อมูลที่ได้จากการประเมินสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอนและการวางแผนการสอนของผู้สอน
 - การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอนและต้องประเมินเป็นระยะโดยใช้วิธีประเมินที่หลากหลาย
43. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะสำคัญในการประเมินการวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
- กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงานผลสำเร็จของงาน
 - ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงาน
 - ใช้แบบทดสอบปรนัยวัดความสามารถทางด้านความรู้ความเข้าใจในหลักการต่าง ๆ ได้
 - ให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงานการคิดคุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน
44. การวัดและการประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment) ของผู้เรียน ข้อใดไม่ใช่วิธีการได้มาของข้อมูลสำหรับการประเมินผู้เรียน
- การกำหนดชิ้นงาน หรือสิ่งประดิษฐ์
 - การกำหนดวิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน
 - การกำหนดตัวอย่างงานและให้ผู้เรียนศึกษางาน
 - การทดสอบวัดความสามารถโดยใช้แบบทดสอบแบบปรนัย
45. การสร้างเครื่องมือประเมินผลตามสภาพจริงมีเพียงคำบอกระดับคุณภาพ แต่ไม่มีการอธิบายเกณฑ์การให้คะแนนจะมีผลอย่างไร
- การตรวจผลงานทำได้ช้า ไม่สะดวก
 - ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำ ถูกต้อง
 - ยากต่อการจัดประเภทของผลงานได้ตามคุณภาพจริง
 - ผู้ตรวจสามารถให้คะแนนได้อย่างยืดหยุ่นตามสภาพจริง

46. องค์ประกอบของแบบประเมินตามสภาพจริง ต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญคือข้อใด
- คะแนนและน้ำหนักคะแนนของแต่ละเกณฑ์
 - เกณฑ์การประเมิน และคะแนนแต่ละเกณฑ์
 - เกณฑ์การประเมิน และคำอธิบายระดับคุณภาพของแต่ละเกณฑ์
 - คำอธิบายระดับคุณภาพของเกณฑ์การประเมิน และน้ำหนักคะแนนของเกณฑ์การประเมิน
47. ออกแบบประเมินกระบวนการทำงานกลุ่มควรกำหนดรายการประเมินใดบ้าง
- การวางแผน การปฏิบัติตามแผน
 - การปฏิบัติตามแผน การเสนอผลงานกลุ่ม
 - การปฏิบัติตามแผน ลักษณะนิสัยในการทำงาน
 - การวางแผน การปฏิบัติ การนำเสนองาน ลักษณะนิสัย
48. การเตรียมสร้างเครื่องมือประเมินผล การสร้างเกณฑ์สำหรับให้คะแนนปฏิบัติงาน ควรประกอบด้วยอะไรบ้าง
- เกณฑ์สำหรับให้คะแนน และคุณภาพ
 - รายการประเมิน และคำอธิบายคุณภาพ
 - เกณฑ์สำหรับให้คะแนน และระดับคุณภาพ
 - เกณฑ์การพิจารณา ระดับคุณภาพและคำอธิบายคุณภาพ
49. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อวัดความเข้าใจ การถาม-ตอบในห้องเรียน เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียน เข้าใจมากน้อยแค่ไหน และมีส่วนไหนยังไม่เข้าใจบ้างด้วยการสังเกตพฤติกรรม ครูประเมินแบบใด
- การประเมินเพื่อเรียนรู้(Assessment for Learning)
 - การประเมินขณะเรียนรู้(Assessment as Learning)
 - การวัดเพื่อบอกผลสรุป(Summative assessment)
 - การประเมินผลการเรียนรู้(Assessment of Learning)
50. ข้อใดไม่ถูกต้องในการออกแบบการประเมินด้านทักษะ/ภาระงาน /เครื่องมือประเมิน ตามลำดับ
- การแก้ปัญหา/การให้เหตุผล/แบบสัมภาษณ์
 - การทำงานร่วมกัน/ความร่วมมือ/แบบสังเกต
 - กระบวนการในการเรียนรู้/การขับรถยนต์/แบบทดสอบ
 - กระบวนการในการเรียนรู้/การใช้คอมพิวเตอร์/แบบประเมินการปฏิบัติ

เฉลย

1. ง. 2. ค. 3. ง. 4. ก. 5. ข. 6. ก. 7. ง. 8. ง. 9. ง. 10. ง.

11. ข. 12. ง. 13. ก. 14. ก. 15. ง. 16. ค. 17. ง. 18. ง. 19. ก. 20. ค.

21. ข. 22. ก. 23. ก. 24. ข. 25. ค. 26. ง. 27. ก. 28. ก. 29. ข. 30. ง.

31. ง. 32. ค. 33. ข. 34. ก. 35. ค. 36. ข. 37. ข. 38. ก. 39. ก. 40. ง.

41. ข. 42. ง. 43. ค. 44. ง. 45. ค. 46. ค. 47. ง. 48. ง. 49. ก. 50. ง.



**ภาคผนวก ฅ แบบสอบถามสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ และ
ด้านคุณลักษณะ**

แบบสอบถามสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ ด้านคุณลักษณะ

คำชี้แจง 1. แบบสอบถามฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อสอบถามเกี่ยวกับสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. แบบสอบถามฉบับนี้แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 4 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบสอบถามสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษา ด้านทักษะ เป็นแบบวัดมาตรา

ส่วน

ประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งมีความหมายความถี่จากน้อยที่สุด-มากที่สุด จำนวน 85 ข้อ

ประกอบด้วย 1. ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา	จำนวน	8 ข้อ
2. ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง	จำนวน	8 ข้อ
3. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น	จำนวน	10 ข้อ
4. ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน	จำนวน	10 ข้อ
5. ทักษะการอำนวยความสะดวก	จำนวน	12 ข้อ
6. ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน	จำนวน	15 ข้อ
7. ทักษะการสื่อสาร	จำนวน	11 ข้อ
8. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน	จำนวน	11 ข้อ

ตอนที่ 3 แบบสอบถามสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษา ด้านคุณลักษณะ เป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งมีความหมายความถี่จากน้อยที่สุด-มากที่สุด จำนวน 35 ข้อ

3. ข้อมูลที่รวบรวมได้ ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์และสรุปในภาพรวมเท่านั้น และการตอบข้อมูลฉบับนี้จะถูกเก็บเป็นความลับและใช้ในการศึกษาเท่านั้น

ประกอบด้วย 1. การคิดอย่างเป็นระบบ	จำนวน	10 ข้อ
2. ทศนคติเชิงบวกในการสอน STEM	จำนวน	10 ข้อ
3. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	จำนวน	15 ข้อ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง หรือเติมข้อความลงในช่องว่างให้ตรงกับความเป็นจริง

1. เพศ 1) ชาย 2) หญิง
2. โรงเรียน.....จังหวัด.....
3. รายวิชาหลักที่ท่านสอน (เลือกรายวิชาที่ท่านสอนได้มากกว่า 1 วิชา)

<input type="checkbox"/> 1) คณิตศาสตร์	<input type="checkbox"/> 2) วิทยาศาสตร์ทั่วไป	<input type="checkbox"/> 3) ฟิสิกส์
<input type="checkbox"/> 4) เคมี	<input type="checkbox"/> 5) ชีววิทยา	
<input type="checkbox"/> 6) เทคโนโลยี/คอมพิวเตอร์	<input type="checkbox"/> 7) อื่น ๆ (โปรดระบุ)	
4. ระดับการศึกษาที่ท่านสอน

<input type="checkbox"/> 1) ประถมศึกษา	<input type="checkbox"/> 2) มัธยมศึกษาตอนต้น
<input type="checkbox"/> 3) มัธยมศึกษาตอนปลาย	<input type="checkbox"/> 4) ประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น

ตอนต้น

5) ประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนปลาย 6) มัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย

ตอนที่ 2 แบบสอบถามสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาด้านทักษะ เป็นแบบวัดมาตราส่วน

ประมาณค่า จำนวน 85 ข้อ

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาข้อความข้างล่างนี้ ว่าตรงกับการปฏิบัติของท่านอยู่ในระดับใด ทำ

เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง

คะแนน 5	หมายถึง	มากที่สุด (ตรงกับการปฏิบัติของท่านประมาณ 81-100 %)
คะแนน 4	หมายถึง	มาก (ตรงกับการปฏิบัติของท่านประมาณ 61-80 %)
คะแนน 3	หมายถึง	ปานกลาง (ตรงกับการปฏิบัติของท่านประมาณ 41-60 %)
คะแนน 2	หมายถึง	น้อย (ตรงกับการปฏิบัติของท่านประมาณ 21-40 %)
คะแนน 1	หมายถึง	น้อยที่สุด (ตรงกับการปฏิบัติของท่านประมาณ 0-20 %)

ข้อ	ข้อความ	ระดับการปฏิบัติ				
		5	4	3	2	1
ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา						
1.	สามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ทันสมัยเข้าใจง่าย เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถบูรณาการศาสตร์ความรู้ สาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้					
2.	สามารถเลือกหรือกำหนดประเด็นที่ศึกษาในการบูรณาการ และเป็นเรื่องที่น่าสนใจ สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ได้หลายวิชา					
3.	สามารถนำเนื้อหาบูรณาการร่วมกัน ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา ให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการบูรณาการศาสตร์ความรู้ 4 สาขา เกิดความสนุกสนานและเกิดความสนใจในเนื้อหา					
4.	ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงฝึกทักษะด้านต่าง ๆ ให้ได้ค้นคิดเชื่อมโยงความสัมพันธ์อย่างหลากหลายเกิดความความสนุกสนาน					
5.	ให้ผู้เรียนออกแบบแผนผังความคิดในการนำเสนอความคิดรวบยอดและความเชื่อมโยงความรู้ศาสตร์ต่าง ๆ ในการประดิษฐ์สิ่งที่ตนเองสนใจ					
6.	สามารถนำวิชาต่าง ๆ มาบูรณาการจัดสอนร่วมกับครูท่านอื่น ๆ ให้ผู้เรียนสามารถ เชื่อมโยงความรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยตั้งหัวข้อขึ้นมาใหม่และนำเสนอใจ					
7.	จัดกิจกรรมโดยแบ่งกลุ่มกำหนดสถานการณ์และอุปกรณ์ให้ผู้เรียนนำเสนอแนวคิดความรู้ศาสตร์ 4 สาขา มาคิดสร้างสรรค์และมุมมองต่าง ๆ มาสร้างไอเดีย หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาตอบโจทย์กับสถานการณ์นั้น ๆ					
8.	จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้อภิปรายเชื่อมโยงเนื้อหา 4 สาขา ความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้แบบองค์รวม					
ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง						
9.	สนทนาโดยใช้ประเด็นจากข่าว การเล่าเหตุการณ์ วิดีทัศน์ ฯลฯ เชื่อมโยงกับเนื้อหา เพื่อเกิดการกระตุ้นให้นักเรียนเห็นสภาพจริงในชีวิตประจำวัน					
10.	สามารถนำเอาเรื่องราวในโลกโซเชียลที่มีความสำคัญต่อชีวิตและสอดคล้องกับบทเรียน วิเคราะห์ตั้งคำถามร่วมกันเพื่อฝึกทักษะการคิดสร้างสรรค์หรือมีนวัตกรรมใหม่ ๆ					

ข้อ	ข้อความ	ระดับการปฏิบัติ				
		5	4	3	2	1
11.	ให้นักเรียนนำเสนอแนวคิด นวัตกรรมหรือคำตอบเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงที่กำหนด เช่น ต้องการลดจำนวนผู้ป่วยติดเชื้อโควิด-19					
12.	สามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของความรู้ที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น เรื่องแสง ฯลฯ นำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					
13.	ให้นักเรียนค้นคว้าหรือหาคำอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงของนักเรียนเชื่อมโยงกับเนื้อหา โดยนำความรู้ที่นำมาแก้ไขอย่างไร ทำอย่างไร และได้ผลอย่างไร					
14.	ให้นักเรียนศึกษาสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมที่เกิดขึ้น ร่วมกันอธิบายความรู้ที่นำไปพัฒนาได้					
15.	ให้นักเรียนนำความรู้ 4 สาขา คิดประดิษฐ์สิ่งของที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม					
16.	กำหนดประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และส่งเสริมให้ผู้เรียนหาวิธีแก้ไขปัญหาเชื่อมโยงความรู้ที่ร่วมกัน เช่น วิธีการเก็บมะนาวให้ได้นาน ฯลฯ					
ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น						
17.	ติดต่อประสานงานมีการสื่อสารที่ชัดเจน กับคณะครูและชุมชน ให้เกิดความเข้าใจนำไปสู่สัมพันธภาพที่ดี ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมเพิ่มเติมร่วมกัน					
18.	เคารพในการทำงานของบุคคลอื่น ๆ มีการเปิดมุมมองและความคิดเห็นที่แตกต่าง และมีการสร้างแนวคิดใหม่ ๆ ร่วมกัน เพื่อนำมาพัฒนาผู้เรียนและจัดกิจกรรมให้ผู้เรียน					
19.	สื่อสารแลกเปลี่ยนความคิด ระหว่างครูผู้สอน ยอมรับฟังและเสนอความคิดเห็นมุมมองใหม่อย่างมีเหตุผล เพื่อทราบวิธีการและเทคนิคต่าง ๆ นำไปปรับใช้ เกิดความสำเร็จในการทำงาน					
20.	นำแหล่งเรียนรู้ในชุมชนมาบูรณาการการเรียนรู้ ถ่ายทอดแลกเปลี่ยนและจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เผชิญสถานการณ์จริง โดยคำนึงถึงบริบทแวดล้อมที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง					
21.	ประสานงานติดต่อร่วมกับชุมชนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับชุมชนหรือหน่วยงานในท้องถิ่นด้วยวาจาสุภาพ ไพเราะ ด้วยความเคารพ และให้เกียรติซึ่งกันและกัน					
22.	ทำงานวางแผนร่วมกันกับชุมชนหน่วยงานภายนอก ในการใช้แหล่งเรียนรู้และทรัพยากรในแง่ต่างๆในชุมชนให้ผู้เรียนได้เผชิญกับ					

ข้อ	ข้อความ	ระดับการปฏิบัติ				
		5	4	3	2	1
	สถานการณ์จริง					
23.	สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นโดยยอมรับฟังและเสนอความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลเปิดใจแลกเปลี่ยนทัศนะยอมรับความคิดเห็นใหม่					
24.	มีการวางแผนอย่างชัดเจนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์เป้าหมายและวิธีการปฏิบัติงาน ในการจัดกิจกรรมการบูรณาการเรียนรู้เพิ่มเติมร่วมกัน					
25.	มีการช่วยเหลือและสร้างความสัมพันธ์ที่ดีในการทำงาน เกื้อหนุนซึ่งกันและกัน ยอมรับความคิดเห็น พร้อมจะเข้าใจเพื่อให้ผลของการทำงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น					
26.	มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการร่วมกันระหว่างครูสอนในกลุ่มสาระต่าง ๆ ทำงานเป็นทีม และแลกเปลี่ยนความรู้ ทักษะที่สำคัญ					
ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน						
27.	นำหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี คณิตศาสตร์ นำมาวิเคราะห์หลักสูตรตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการบูรณาการเนื้อหาในแต่ละระดับชั้น					
28.	ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ให้ท้าทายความรู้ ความสามารถ ใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน สื่อ วัสดุอุปกรณ์สามารถพัฒนากระบวนการคิดการแก้ปัญหา หรือสร้างผลงานของผู้เรียนได้					
29.	จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เทคนิคการสอนได้หลากหลายวิธีและการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนด					
30.	จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้พัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Active learning เนื้อหา/สาระการเรียนรู้แบบบูรณาการ การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง สื่อและแหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับบริบทผู้เรียน					
31.	จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคล สื่อ และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ และผู้เรียนมีโอกาสนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น					
32.	จัดเตรียมสถานการณ์และกิจกรรมต่าง ๆ นำทางไปสู่การเรียนรู้ โดยไม่ใช้วิธีบอกความรู้โดยตรง ให้สามารถเชื่อมโยงเหตุผลในเรื่องต่าง ๆ และแก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้					
33.	จัดให้ผู้เรียนทำงานร่วมกัน โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ สมาชิกทุกคนมีบทบาทหน้าที่ร่วมกันในการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย					
34.	สอนแบบโครงงานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ให้ผู้เรียนเกิด					

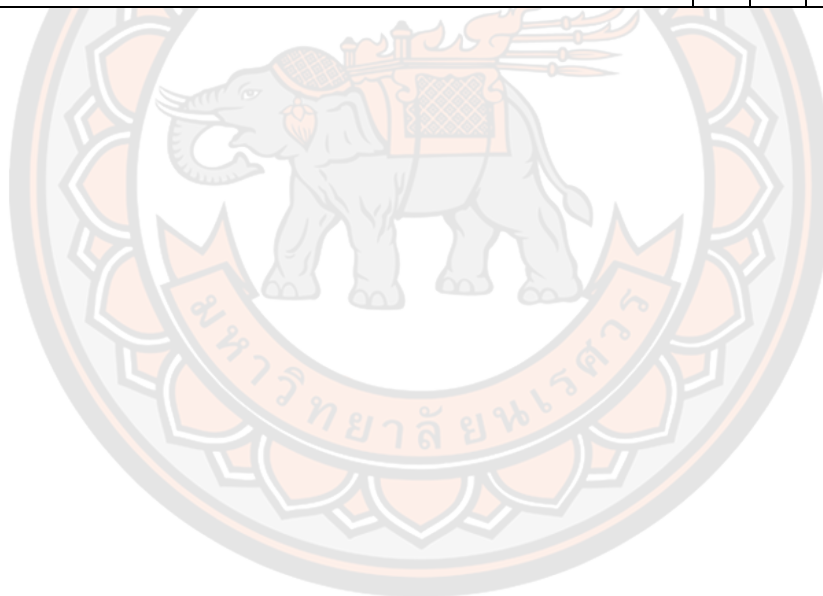
ข้อ	ข้อความ	ระดับการปฏิบัติ				
		5	4	3	2	1
	การค้นหาหรือสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ ๆ ในเรื่องที่ตนเองสนใจ					
35.	สอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ให้เรียนด้วยกันเป็นกลุ่ม ๆ มีการอภิปรายและค้นคว้าหาความรู้ด้วยกัน มีการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นเนื้อหาที่เกิดจากการบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน					
36.	ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ใช้เทคนิควิธีการสอนและเนื้อหาเหมาะสมกับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ทำความเข้าใจปัญหา และนำไปสร้างนวัตกรรมที่ใช้แก้ปัญหาได้จริง					
ทักษะการอำนวยความสะดวก						
37.	กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนรับทราบ รวมไปถึงชี้แนะแนวทางมีวิธีการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตรงตามวัตถุประสงค์					
38.	สามารถวางแผนจัดกิจกรรม จัดสภาพแวดล้อม สร้างบรรยากาศที่ผ่อนคลาย จัดสถานการณ์สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน ทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนดำเนินไปด้วยความสะดวกต่อการเรียนรู้ด้วยเอง					
39.	จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยการสังเกต การสำรวจ การทดลอง และสนับสนุนแหล่งการเรียนรู้ สื่อ อุปกรณ์ประกอบให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง					
40.	นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ การรับรู้ข่าวสาร และการค้นหาข้อมูลข่าวสาร เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ระบบมัลติมีเดีย วีดีโอ และอินเทอร์เน็ต					
41.	จัดเตรียมกิจกรรมสร้างความสนใจและสร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วม และการเจรจาโต้ตอบ ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ระหว่างผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน					
42.	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ท้าทาย ศึกษาความรู้เรื่องใหม่ ๆ และให้โอกาสผู้เรียนได้รับวิธีการสอนที่หลากหลาย ให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มผู้เรียน					
43.	สามารถชี้แนะแนวทางให้ผู้เรียนสังเกตเห็นปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาอย่างถูกวิธี ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม					
44.	สามารถนำเสนอสถานการณ์ หรือตัวอย่างที่เป็นปัญหา และกระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้ปัญหา หรือช่วยผู้เรียนมีความต้องการอยากเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ					
45.	สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนเพื่อช่วยเหลือ ส่งเสริม สนับสนุนและเสนอแนะการวางแผนการทำงานของนักเรียนให้เรียนรู้้อย่างราบรื่น					
46.	สามารถแนะนำให้ผู้เรียนกำหนดจุดมุ่งหมายได้ชัดเจนว่าเรียนเพื่ออะไร					

ข้อ	ข้อความ	ระดับการปฏิบัติ				
		5	4	3	2	1
	จะทำงานนั้นเพื่อแก้ปัญหาอะไร ซึ่งทำให้ผู้เรียนกำหนดแนวทางในการดำเนินงานได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย					
47.	รับฟังอย่างตั้งใจในเรื่องที่นักเรียนสื่อสาร และสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับเชิงบวก และให้ความรู้เพิ่มเติมหรือแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน					
48.	สามารถแนะนำให้นักเรียนรู้จักประเมินผลก่อนดำเนินการ ระหว่างดำเนินการและหลังดำเนินการ และนักเรียนสามารถนำความรู้นั้นไปพัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้น					
ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน						
49.	มีการประเมินระหว่างและหลังการปฏิบัติทุกสภาพการณ์และทำไปพร้อม ๆ กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน					
50.	ประเมินโดยดูพฤติกรรมแสดงออกของผู้เรียนจริง ๆ และเน้นการพัฒนาจุดเด่นของผู้เรียน					
51.	ใช้ข้อมูลที่หลากหลายมาประกอบการตัดสินใจ เน้นคุณภาพผลงานของผู้เรียนที่เกิดจากการบูรณาการความรู้ความสามารถหลาย ๆ ด้าน					
52.	ประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงานที่ได้ผลผลิตมากกว่าความสามารถในการจดจำความรู้					
53.	สามารถประเมินพฤติกรรมระดับสูงของนักเรียนได้ เช่น การตรวจแบบฝึกหัด ผลงานภาคปฏิบัติ โครงการ/โครงการต่าง ๆ					
54.	ประเมินความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียนโดยให้นักเรียนแต่ละคนปฏิบัติงานในสถานการณ์ต่าง ๆ สร้างสรรค์ผลงานของผู้เรียน โดยทำในสถานการณ์ชีวิตจริงนอกห้องเรียนแทนการใช้ข้อสอบวัด					
55.	พูดอย่างสร้างสรรค์ในการให้ข้อมูลย้อนกลับในลักษณะส่งเสริมการใช้ความพยายาม และตรวจสอบตนเอง เช่น คิดว่ายังมีส่วนใดของงานที่สามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้อีก ส่วนไหนที่คิดว่าดีที่สุด					
56.	ครูแนะนำให้ผู้เรียนแก้ไขปรับปรุงงาน พร้อมกระตุ้นให้ผู้เรียนประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเอง และร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น					
57.	เก็บรวบรวมข้อมูลด้านทักษะ ความรู้และคุณลักษณะ โดยใช้เทคนิควิธีการสังเกต ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนและสังเกตหลาย ๆ ครั้งในหลายๆ สถานการณ์					
58.	มีการประเมินความสามารถของผู้เรียนจากการปฏิบัติงาน จากแฟ้ม					

ข้อ	ข้อความ	ระดับการปฏิบัติ				
		5	4	3	2	1
	ผลงาน และจากการทดสอบ					
59.	สัมภาษณ์ สอบถามประเมินผลจากชิ้นงานที่มอบหมายโดยให้วิเคราะห์สะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงานและแนวทางการนำความรู้ไปพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ					
60.	เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมประเมินผลงานของทั้งตนเองและของเพื่อนร่วมห้อง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นตนเองสามารถพัฒนาตนเองได้					
61.	ประเมินผลการปฏิบัติงาน เพื่อสะท้อนถึงการเรียนรู้ของผู้เรียนด้าน ความรู้ ความเข้าใจ วิธีคิด วิธีการทำงาน โดยวิธีเขียนบรรยาย หรือตอบสั้น ๆ					
62.	เลือกตรวจชิ้นงานที่ผู้เรียนทำได้ดี และบอกความสามารถของผู้เรียน โดยเน้น “จุดแข็ง” ของผู้เรียน และเสริมแรง สร้างแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนพยายามผลิตงานที่ดี ๆ ออกมามากขึ้น					
63.	ออกแบบการประเมินโดยรวมองค์ประกอบที่สำคัญของกระบวนการคิด ที่เกี่ยวข้องในการประเมินภาคปฏิบัติ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics) ในการประเมินระดับผลงานและกระบวนการปฏิบัติ					
ทักษะการสื่อสาร						
64.	สื่อสารทั้งการบรรยาย การยกตัวอย่าง ใช้สื่อ การนำเสนอ ให้เอื้อต่อการเรียนรู้ เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม					
65.	ใช้วิธีการสื่อสารผ่านการเคลื่อนไหว ท่าทาง เสียง ภาษา ภาพ สัญลักษณ์ และผลงานแบบง่าย ๆ พร้อมทั้งคำนึงถึงประโยชน์และโทษของการสื่อสารที่มีผลกระทบต่อตนเองและผู้เรียน					
66.	ใช้การสื่อสารแบบมีส่วนร่วม โดยรับฟัง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น เพื่อร่วมหาแนวทางแก้ไขปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน					
67.	ใช้วิธีการสื่อสารได้อย่างมีสติและวิจารณญาณ เพื่อสร้างความเข้าใจ ลดความขัดแย้งของผู้เรียนในขณะเกิดปัญหาในการทำงานและจัดกิจกรรมการเรียนการสอน					
68.	มีกลวิธีการสื่อสารที่หลากหลาย และน่าสนใจ ให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจ เพื่อตอบโจทย์การแก้ปัญหาสังคมหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น					
69.	สามารถสื่อสารผ่านสื่อต่าง ๆ ได้หลากหลายประเภท เหมาะสมกับผู้เรียน และคำนึงถึงการใช้คำพูดการละเมิดสิทธิส่วนบุคคล					
70.	ถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด ความรู้สึก ใช้เสียง น้ำเสียง โน					

ข้อ	ข้อความ	ระดับการปฏิบัติ				
		5	4	3	2	1
	การสื่อสารอย่างชัดเจน น่าฟังและน่าสนใจ ใช้ภาษาสุภาพ ถูกต้องและเหมาะสมกับนักเรียน					
71.	สื่อสารให้ผู้เรียนได้รู้ และปฏิบัติได้อย่างรวดเร็ว มีความชัดเจนทั้งด้านกติกาก ข้อตกลง และคำสั่ง ให้นักเรียนปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม					
72.	สามารถรับสารจากผู้เรียนและจับประเด็นสำคัญ ตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้เรียน และได้ตอบให้ข้อมูลย้อนกลับได้					
73.	ใช้คำพูดสุภาพ กระชับ เข้าใจง่าย ตรงประเด็น ในการพูดเชื่อมโยงสถานการณ์ปัจจุบันเข้ากับเนื้อหาการเรียนการสอนได้					
74.	พูดให้ข้อเสนอแนะข้อคิดเห็น และผู้เรียนเกิดความเข้าใจตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ สามารถนำไปปฏิบัติได้จนประสบผลสำเร็จ					
ทักษะการใช้เทคโนโลยีและการสอน						
75.	เข้าใจหลักการและสามารถเข้าถึงสื่อ สารสนเทศและเทคโนโลยีดิจิทัลได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย และสามารถชี้ให้นักเรียนเห็นถึงข้อดีข้อเสีย และการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม					
76.	สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ในการจัดกิจกรรม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยี ซอฟต์แวร์ หรือแอปพลิเคชันต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน					
77.	สามารถถ่ายทอดความรู้ในเนื้อหาวิชา โดยใช้สื่อและเทคโนโลยีที่ทันสมัย เพื่อให้นักเรียนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเชื่อมโยง บูรณาการความรู้ในเรื่องต่างๆ หรือแก้ปัญหาและการออกแบบเชิงวิศวกรรม					
78.	สามารถแสดงหรือบอกวิธีในการค้นหาข้อมูลและเลือกเนื้อหาความรู้ที่ทันสมัยด้วยเทคโนโลยีและเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)					
79.	สามารถเลือกใช้เทคโนโลยีและการสอนที่เหมาะสม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและบูรณาการความรู้เนื้อหา นั้น ๆ เช่น การใช้โปรแกรมหรือแอปพลิเคชัน การคำนวณทางคณิตศาสตร์					
80.	สามารถใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือเพื่อใช้สร้างปฏิสัมพันธ์ ติดต่อกับสื่อสารระหว่างกัน ด้วยระบบ Social Network เช่น ไลน์ เฟสบุค อีเมลล์ ทวิตเตอร์					
81.	นำเสนอข้อมูลเนื้อหาความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ข้อความ (Text) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) วิดิทัศน์ (Video) โดยใช้โปรแกรมต่างๆ					

ข้อ	ข้อความ	ระดับการปฏิบัติ				
		5	4	3	2	1
	เช่น โปรแกรม Microsoft Office ,CAI ,E-book เป็นต้น					
82.	สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยี หรือแอปพลิเคชันต่าง ๆ ในการประเมินผู้เรียน และให้ข้อมูลย้อนกลับและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน					
83.	สามารถนำเทคโนโลยีต่างๆ ในรูปแบบของเครื่องมือ สื่อ วิธีการ ระบบ นำมาวัดและประเมินผล ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น โปรแกรมจับเวลา ใช้กำหนด/ควบคุมเวลาในการทำตอบคำถามของนักเรียน					
84.	ครูสามารถนำเทคโนโลยีมาจัดระบบจัดการข้อมูล บันทึกข้อมูลผู้เรียน การเข้าใช้งาน และนำวิเคราะห์นำเสนอเป็นข้อมูลย้อนกลับให้นักเรียนทราบ					
85.	สามารถตรวจสอบข้อมูลและประเมินสารสนเทศที่ได้มาว่ามีประโยชน์และความถูกต้องของข้อมูล สำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียนได้					



ตอนที่ 2 แบบสอบถามสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาด้านคุณลักษณะ เป็นแบบวัดมาตราส่วน
ประมาณค่า จำนวน 35 ข้อ

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาข้อความข้างล่างนี้ ว่าตรงกับการปฏิบัติของท่านอยู่ในระดับใด ทำ
เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง □

- คะแนน 5 หมายถึง มากที่สุด (ตรงกับการปฏิบัติของท่านประมาณ 81-100 %)
 คะแนน 4 หมายถึง มาก (ตรงกับการปฏิบัติของท่านประมาณ 61-80 %)
 คะแนน 3 หมายถึง ปานกลาง (ตรงกับการปฏิบัติของท่านประมาณ 41-60 %)
 คะแนน 2 หมายถึง น้อย (ตรงกับการปฏิบัติของท่านประมาณ 21-40 %)
 คะแนน 1 หมายถึง น้อยที่สุด (ตรงกับการปฏิบัติของท่านประมาณ 0-20 %)

ข้อ	ข้อความ	ระดับการปฏิบัติ				
		5	4	3	2	1
	การคิดอย่างเป็นระบบ					
1.	มองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาใน 4 สาขา นำมาเชื่อมโยงกับ ปัญหาในชีวิตประจำวัน และกำหนดประเด็นปัญหาในการจัด กิจกรรมให้กับผู้เรียน					
2.	พิจารณาแก้ไขปัญหาด่าง ๆ อย่างลึกซึ้งเชื่อมโยงถึงสาเหตุที่แท้จริง หรือต้นตอของปัญหาโดยผ่านการพูด หรือแผนภาพ แผนผัง อย่างมี เหตุผล					
3.	วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ ตั้งแต่อดีต จนถึงปัจจุบัน มาวิเคราะห์ให้ถี่ ถ้วน และนำข้อมูลเหล่านั้นมาจับประเด็น เชื่อมโยงนำไปสู่การคิด สร้างสรรค์งานใหม่ ๆ					
4.	กำหนดกรอบความคิดเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ ริเริ่ม ทดลองสิ่งใหม่ ๆ ไปในทิศทางและจุดหมาย เดียวกัน					
5.	มองเห็นกระบวนการเปลี่ยนแปลง และปัจจัยต่าง ๆ ที่เอื้อต่อระบบ การจัดการเรียนรู้					
6.	ประเมินสถานการณ์ วิเคราะห์ปัญหา การตัดสินใจและวิธี ในการ จัดการกับปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในขณะที่จัดกิจกรรม					
7.	มีการประเมินสถานการณ์แนวโน้มปัญหาที่จะเกิด เมื่อเกิดปัญหา หรือข้อโต้แย้ง จะใช้เหตุผลในการอธิบาย ตัดสินปัญหาอย่าง สมเหตุสมผล					

ข้อ	ข้อความ	ระดับการปฏิบัติ				
		5	4	3	2	1
8.	คิควางแผนการทำงานในทุกขั้นตอน อย่างเป็นขั้นเป็นตอนชัดเจน					
9.	กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน และกระบวนการทำงานให้ชัดเจนและครบถ้วน กำกับติดตามงานของผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอตรวจสอบได้					
10.	มีกระบวนการคิดจากปัจจัยนำเข้า ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ๆ จนเกิดความเข้าใจเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการเรียนรู้					
ทัศนคติเชิงบวกในการสอน STEM						
11.	เชื่อถือและภาคภูมิใจในการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษาและเห็นว่าสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาผู้เรียนและนำความรู้มาประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน					
12.	สะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมให้มีความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างเป็นระบบ การคิดนอกกรอบ ประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างสร้างสรรค์					
13.	การสอนสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการศาสตร์ความรู้ 4 สาขา จะช่วยพัฒนาความสามารถของครู ในการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21					
14.	การจัดการเรียนการสอนสะเต็มทำให้นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์ หรือวิธีการที่นำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของตนเองได้					
15.	การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาส่งเสริมทำให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี					
	วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวัน					
16.	การจัดการเรียนการสอนสะเต็มสามารถทำให้นักเรียนได้แสดงออกถึงทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียนได้เต็มสามารถและพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ					
17.	รู้สึกมีความสุขที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้กับนักเรียน					
18.	พร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำปรึกษา เมื่อผู้เรียนประสบปัญหาในการปฏิบัติงานหรือขณะจัดการเรียนการสอน					
19.	พูดถึงข้อดีและประโยชน์ของการเรียนสะเต็มศึกษาอยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม					

ข้อ	ข้อความ	ระดับการปฏิบัติ				
		5	4	3	2	1
20.	สนใจและพยายามหาสื่อ วัสดุอุปกรณ์ เทคนิควิธีการใหม่ ๆ และ สถานการณ์ที่เป็นปัจจุบันมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเสมอ					
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์						
21.	ดัดแปลงสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในสิ่งอื่น ๆ นำมาออกแบบและ นำมาให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาที่มีความหลากหลายได้					
22.	นำเหตุการณ์ข่าวสารบูรณาการผสมผสานความรู้และประสบการณ์ที่ ตนเองมีมาสร้างสื่อการจัดการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ๆ ที่ส่งเสริม การเรียนรู้ของผู้เรียน					
23.	สอนวิธีการฝึกฝนผู้เรียนให้กลายเป็นคน กล้าคิด กล้าแสดงออก และ กล้าตอบคำถามในชั้นเรียน					
24.	เชื่อมโยงบูรณาการความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากการสืบค้นมาปรับใช้ให้ แปลกใหม่ เหมาะสมกับผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนของ ตนเองได้					
25.	ผสมผสานความรู้และประสบการณ์ที่ตนเองมาคิดค้นแนวทาง การ แก้ปัญหการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนที่มีปัญหาแตกต่างกันได้					
26.	ให้ข้อมูลย้อนกลับ สะท้อนปัญหาหลากหลายแง่มุม และให้ข้อสรุป ที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียน					
27.	เตรียมเทคนิควิธีการเรียนรู้ ไว้มากกว่า 1 วิธี เพื่อช่วยให้มีความ คล่องตัวมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาในการเรียนการสอน					
28.	ออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนที่นักเรียนมี ความหลากหลายได้					
29.	ประยุกต์ใช้ความรู้ในการออกแบบหรือคิดค้นวิธีการจัดการเรียนการ สอนที่เหมาะสมกับรูปแบบการสอนของตนเอง					
30.	คิดไตร่ตรองรายละเอียดในเรื่องที่สอน หรือขั้นตอนในการจัด กิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์					
31.	อธิบายกระบวนการที่ละขั้นตอนโดยนำภาพมาประกอบหรือ ยกตัวอย่างให้หลากหลาย และชัดเจนเพื่อให้นักเรียนได้สร้างสรรค์ สิ่งใหม่ๆ					
32.	อธิบายขยายความรู้และรายละเอียด เชื่อมโยงปัญหา/วิธีการ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในกิจกรรมสู่สถานการณ์จริง					
33.	มีการโต้ตอบข้อซักถามหรือข้อสงสัยให้กับนักเรียน ได้อย่างรวดเร็ว					
34.	คิดคำพูด/ประโยค อย่างคล่องแคล่ว ในการสื่อสารให้ผู้เรียนเข้าใจ ได้ง่าย					

ข้อ	ข้อความ	ระดับการปฏิบัติ				
		5	4	3	2	1
35.	คิดคำตอบได้อย่างรวดเร็วและได้จำนวนมากในเวลาจำกัด ในการ แก้ปัญหาให้กับผู้เรียน					



ภาคผนวก ญ แบบประเมินคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

แบบประเมินคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

คำชี้แจง 1. แบบสอบถามฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อสอบถามเกี่ยวกับสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

2. แบบสอบถามฉบับนี้แบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลสภาพทั่วไปของผู้ประเมินซึ่งเป็นแบบตรวจสอบรายการ(Checklist) เกี่ยวกับเพศ อายุ วุฒิการศึกษา ตำแหน่งงาน และประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน

ตอนที่ 2 แบบประเมินคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในภาพรวม โดยพิจารณาตรวจสอบทั้งหมด 4 ด้าน คือ ด้านความเชื่อถือได้ (credibility) ด้านความเหมาะสม (appropriateness) ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ด้านความเป็นประโยชน์ (utility)

ตอนที่ 3 แบบประเมินคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ตามรายตัวบ่งชี้ โดยพิจารณาตรวจสอบทั้งหมด 4 ด้าน คือ ด้านความเชื่อถือได้ (credibility) ด้านความเหมาะสม (appropriateness) ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ด้านความเป็นประโยชน์ (utility) แบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Five Rating Scales) โดยความหมายของคะแนนมี ดังนี้ 5 หมายถึง มีความเชื่อถือได้ /มีความเหมาะสม/มีความเป็นไปได้/เป็นประโยชน์มากที่สุด

4 หมายถึง มีความเชื่อถือได้ /มีความเหมาะสม/มีความเป็นไปได้/เป็นประโยชน์มาก

3 หมายถึง มีความเชื่อถือได้/มีความเหมาะสม/มีความเป็นไปได้/และเป็นประโยชน์ปาน

กลาง

2 หมายถึง มีความเชื่อถือได้ /มีความเหมาะสม/มีความเป็นไปได้/และเป็นประโยชน์น้อย

1 หมายถึง มีความเชื่อถือได้ /มีความเหมาะสม/มีความเป็นไปได้/และเป็นประโยชน์น้อย

ที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ลงในช่อง หรือเติมข้อความลงใน

ช่องว่างให้ตรงกับความเป็นจริง

1. เพศ ชาย หญิง
2. อายุ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 ปี 31 – 40 ปี 41 – 50 ปี 51 – 60 ปี
3. ประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน
 ต่ำกว่า 10 ปี 10-20 ปี 21-30 ปี 31-40 ปี
4. ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง
 ผู้บริหารสถานศึกษา นักวิชาการ ครูผู้สอน

ตอนที่ 2 แบบประเมินคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในภาพรวม โดยพิจารณาตรวจสอบทั้งหมด 4 ด้าน คือ ด้านความเชื่อถือได้ (credibility) ด้านความเหมาะสม (appropriateness) ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ด้านความเป็นประโยชน์ (utility)

รายการประเมิน	ความคิดเห็น																			
	ด้านความเชื่อถือได้					ความเหมาะสม					ความเป็นไปได้					ความเป็นประโยชน์				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1	องค์ประกอบของสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะสามารถนำไปประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสำหรับการสอนสะเต็มศึกษาของครูได้จริง																			
2.	การกำหนดตัวบ่งชี้ของสมรรถนะประกอบด้วยด้านความรู้ด้านทักษะ																			

รายการประเมิน		ความคิดเห็น																			
		ด้านความเชื่อถือได้					ความเหมาะสม					ความเป็นไปได้					ความเป็นประโยชน์				
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
	และด้าน คุณลักษณะ																				
3.	การกำหนดชื่อ องค์ประกอบ ตัวบ่งชี้และคำ นิยาม เกณฑ์ การประเมิน ของสมรรถนะ ครูผู้สอนสะ เต็มศึกษา ตรง กับสภาพจริง สามารถวัดได้																				
4.	สามารถ นำไปใช้ในการ รวบรวมข้อมูล หรือเป็น สารสนเทศกับ สมรรถนะของ ครูผู้สอนสะ เต็มศึกษาเพื่อ เป็นกรอบใน การพัฒนา ครูผู้สอนสะ เต็มศึกษา																				
5.	ครูสามารถนำ ข้อมูล สารสนเทศหรือ ข้อมูล สมรรถนะด้าน ต่างๆ เพื่อ นำไปพัฒนา ปรับปรุงการ																				

รายการประเมิน		ความคิดเห็น																			
		ด้านความเชื่อถือได้					ความเหมาะสม					ความเป็นไปได้					ความเป็นประโยชน์				
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
	สอนสะเต็มศึกษา																				
6.	ข้อมูลสารสนเทศที่ได้สามารถให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้แก่ เช่น ผู้บริหาร สถานศึกษา ศึกษานิเทศก์ ได้นำข้อมูลตามตัวบ่งชี้สมรรถนะไปวางแผนเพื่อพัฒนาปรับปรุงสำหรับครูผู้สอน																				
7.	ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือประกอบการประเมินคุณภาพการจัดการเรียนการสอนของครูในด้านการสอนสะเต็มศึกษา																				

ตัวบ่งชี้	ความคิดเห็น									
	ความเชื่อถือได้					ความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
3. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์										
3.1 คิดดัดแปลงหรือมีความคิดที่แตกต่างไม่ซ้ำกันกับผู้อื่น และสามารถคิดริเริ่มที่จะดัดแปลงจากเดิมที่มีอยู่ให้มีความแตกต่างและมีความแปลกใหม่น่าสนใจ										

