



การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21



โดย

นางสาวฐิตาภรณ์ ชาวช่วยหมาก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต

ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2563

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต

ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2563

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

DEVELOPMENT OF THE STEM EDUCATION CHARACTERISTIC INDICATOR'S
TEACHER IN THE 21ST CENTURY



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Education (EDUCATIONAL RESEARCH METHODOLOGY)

Department of Education Foundations

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2020

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

59264306 : วิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต

คำสำคัญ : การพัฒนาตัวบ่งชี้, คุณลักษณะครูผู้สอน, สะเต็มศึกษา

นางสาว จูฑิตาภรณ์ ชาวห้วยหมาก: การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อาจารย์ ดร. พิทักษ์ สุพรรณโณภาพ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 2. เพื่อทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดลการวัดคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 คน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง และกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ ครูสอนสะเต็มศึกษาที่เข้าอบรมครูด้วยระบบทางไกล โครงการบูรณาการสะเต็มศึกษา (สสวท.) ปี 2561 จำนวน 1,600 คน ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) แบบสัมภาษณ์เชิงลึกแบบกึ่งโครงสร้าง (In Depth Interview Semi Structured) 2) แบบสอบถามการวิจัยเรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) การใช้สถิติบรรยาย (Descriptive Statistic) การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis) และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีจำนวนตัวบ่งชี้ที่ชัดเจน 40 ตัวบ่งชี้ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เชิงบูรณาการ 2) ทักษะชีวิต 3) ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี และ 4) ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต

2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์มีค่า Chi-square= 521.23, df= 471.00, P= 0.06, GFI= 0.97, AGFI= 0.95, SRMR= 0.03 และ RMSEA= 0.01

59264306 : Major (EDUCATIONAL RESEARCH METHODOLOGY)

Keyword : development of indicators, teachers' characteristics, stem education

MISS THITAPHORN CHAOHUAYMAK : DEVELOPMENT OF THE STEM EDUCATION CHARACTERISTIC INDICATOR'S TEACHER IN THE 21ST CENTURY THESIS ADVISOR : PITAK SUPANNOPAPH, Ph.D.

This study aimed to 1) develop teachers' characteristic indicators in STEM education in the 21st century, and 2) examine the consistency with empirical data of the model determining characteristics of STEM education teachers in the 21st century. The major informants consisting of 6 experts were selected using purposive sampling. With regards to the sample group of this study, 1600 teachers, who joined distance integrated STEM education training program provided by the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), were also selected as participants using Multi- Stage Random Sampling

The research instruments were a 5 rating scale questionnaire titled 'Development of STEM Education Teachers' Characteristic Indicators in the 21st century' and a in depth interview semi structured. The data analysis methods which are content analysis, descriptive statistic, exploratory factor analysis (EFA) and confirmatory factor analysis (CFA).

The findings of this study are as follows.

1. The results of the development of indicators of teacher characteristics in STEM education in the 21st century clearly demonstrated 40 variables with 4 factor consisting of the following: 1) organization of integrated learning activities, 2) life skills, 3) innovation and technology learning and using skills and 4) lifelong learning skills.

2. According to the results of confirmatory factor analysis concerning the characteristic model of STEM education teachers in the 21st century, it was found that this model was seamlessly consistent with the empirical data with the following results which are Chi-square= 521.23, df= 471.00, P= 0.06, GFI= 0.97, AGFI= 0.95, SRMR= 0.03 and RMSEA= 0.01.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจากอาจารย์ ดร.พิทักษ์ สุพรรณโณภาพ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวรี ญาณปรีชาเศรษฐ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัย รวมทั้งรองศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มิ่งขวัญ ภาคสัญไชย กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย ส่งผลให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของท่านเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. วรณวีร์ บุญคุ้ม อาจารย์ ดร. มนัสนันท์ น้ำสมบูรณ์ และอาจารย์ ดร. มนต์อมร ปรีชารัตน์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือในการวิจัย และดร. กุศลสิน มุสิกกุล อาจารย์ ดร. มนต์อมร ปรีชารัตน์ และ อาจารย์ ดร.อาทร นกแก้ว นางภษพอน ประภา นางสาวชีวรัตน์ สาลีประเสริฐ และนางสาวกัญญาณัฐ เต็กจินดา ที่กรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและจัดลำดับความสำคัญของงานวิจัย สำหรับการทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาวิชาการวิจัยทางการศึกษาทุกท่านที่ให้ความรู้ให้คำแนะนำและประสบการณ์อันมีค่าแก่ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณเจ้าของหนังสือ วารสาร เอกสาร และวิทยานิพนธ์ทุกเล่ม ที่ช่วยทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ชาววิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษาทุกคนที่ให้คำแนะนำและกำลังใจตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณาจารย์ และจากสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น สังกัดกรุงเทพมหานคร สังกัดการศึกษาจากระบบการศึกษาตามอัธยาศัย และสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บข้อมูลการวิจัย ส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าหรือประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอน้อมบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ที่อบรมสั่งสอน แนะนำ ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจอย่างดียิ่งเสมอมา

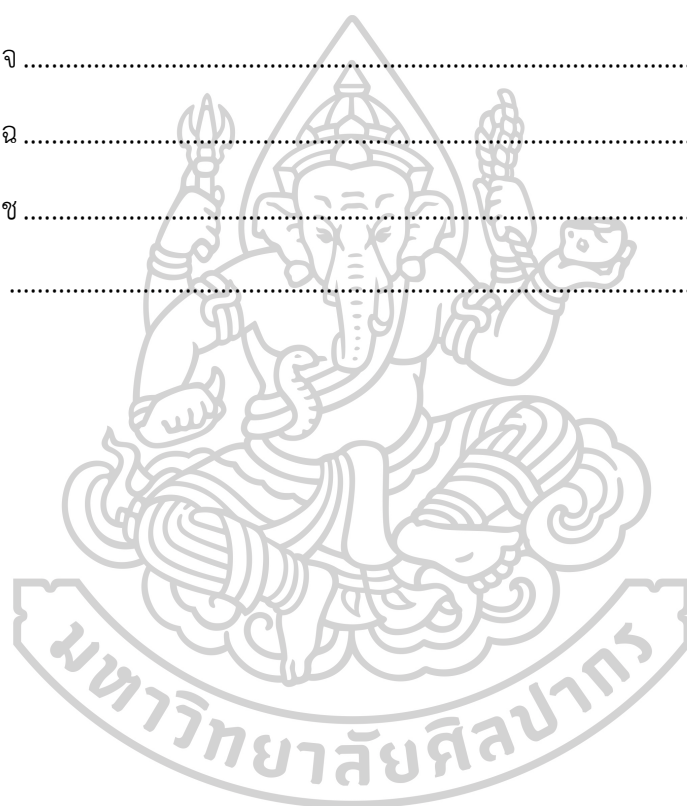
ฐิตาภรณ์ ชาวห้วยหมาก

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
คำถามวิจัย	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	9
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	10
ตอนที่ 1 กระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา.....	11
ตอนที่ 2 ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	37
ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการการพัฒนาตัวบ่งชี้.....	41
ตอนที่ 4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์องค์ประกอบ.....	48
ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ STEM Education	57

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	63
ขั้นตอนการวิจัย	64
ระยะที่ 1 การวิจัยเชิงคุณภาพ	65
ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสาร.....	65
ขั้นตอนที่ 2 การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ	65
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	66
ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์.....	66
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	66
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
ระยะที่ 2 การวิจัยเชิงปริมาณ.....	67
ประชากร	67
กลุ่มตัวอย่าง.....	68
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	70
ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม.....	71
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	73
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
ระยะที่ 1 ผลการสังเคราะห์คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21	76
ระยะที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยคุณลักษณะของครูสอน สะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ประกอบการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจและการวิเคราะห์ องค์ประกอบเชิงยืนยัน	105
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	167
สรุปผลการวิจัย.....	168
อภิปรายผลการวิจัย.....	170

ข้อเสนอแนะ	173
รายการอ้างอิง	175
ภาคผนวก ก	184
ภาคผนวก ข	189
ภาคผนวก ค	204
ภาคผนวก ง	211
ภาคผนวก จ	213
ภาคผนวก ฉ	215
ภาคผนวก ช	226
ประวัติผู้เขียน	231



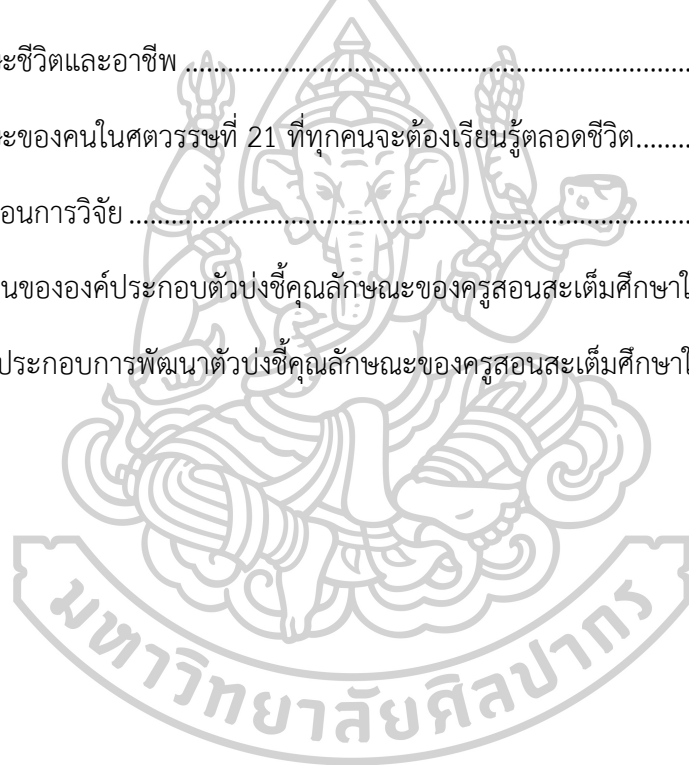
สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24
ตารางที่ 2 แสดงการจำแนกมุมมองของการจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา	35
ตารางที่ 3 ดัชนีที่ใช้ในการพิจารณาความสอดคล้องของโมเดลตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ 55	
ตารางที่ 4 จำนวนประชากรของครูสอนสะเต็มศึกษา ปีการศึกษา 2561.....	68
ตารางที่ 5 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างของครูสอนสะเต็มศึกษาที่เข้ารับการอบรมจากโครงการบูรณา สะเต็มศึกษา(สสวท.) ปี 2561 ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) และการวิเคราะห์ องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA).....	70
ตารางที่ 6 โครงสร้างของแบบสอบถาม	72
ตารางที่ 7 ดัชนีความกลมกลืนตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้ โปรแกรมลิสเรล (LISREL)	74
ตารางที่ 8 สรุปคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จากการสังเคราะห์เอกสาร แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	76
ตารางที่ 9 สรุปคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จากการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูล ..95	
ตารางที่ 10 สรุปประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์เอกสาร	96
ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม	105
ตารางที่ 12 สถิติพื้นฐานขององค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21	107
ตารางที่ 13 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ข้อคำถามในการวิเคราะห์องค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครู สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21	117
ตารางที่ 14 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของเมทริกส์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถาม โดยการ วิเคราะห์ KMO (The Kaiser-Meyer-Olkin) และสหสัมพันธ์ Bartlett's Test of Sphericity	123

ตารางที่ 15 จำแนกองค์ประกอบค่าร้อยละ ค่าไอเกน ค่าร้อยละความแปรปรวน และค่าร้อยละของความแปรปรวนสะสมในแต่ละองค์ประกอบของแบบวัดก่อนและหลังการหมุนแกน	124
ตารางที่ 16 องค์ประกอบที่ 1	126
ตารางที่ 17 องค์ประกอบที่ 2	129
ตารางที่ 18 องค์ประกอบที่ 3	132
ตารางที่ 19 องค์ประกอบที่ 4	134
ตารางที่ 20 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบความสัมพันธ์ตัวแปรสังเกตได้ของโมเดลคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21.....	140
ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถามของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA).....	142
ตารางที่ 22 สถิติพื้นฐานองค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21	146
ตารางที่ 23 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ข้อความคำถามในการวิเคราะห์องค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21.....	155
ตารางที่ 24 การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน	159
ตารางที่ 25 ค่าดัชนีก่อนปรับและหลังปรับโมเดลการลากเส้นความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนขององค์ประกอบข้อมูลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์.....	160
ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักองค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21	161
ตารางที่ 27 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา	190
ตารางที่ 28 ความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ของแบบสอบถามจำแนกตามคุณลักษณะที่มุ่งวัด	203

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	7
ภาพที่ 2 กระบวนการของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	31
ภาพที่ 3 แสดงทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม	38
ภาพที่ 4 ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี	39
ภาพที่ 5 ทักษะชีวิตและอาชีพ	39
ภาพที่ 6 ทักษะของคนในศตวรรษที่ 21 ที่ทุกคนจะต้องเรียนรู้ตลอดชีวิต.....	40
ภาพที่ 7 ขั้นตอนการวิจัย	64
ภาพที่ 8 ไอแกนขององค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21	125
ภาพที่ 9 องค์ประกอบการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21	139



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในศตวรรษที่ 21 การจัดการกระบวนการเรียนรู้ จึงพยายามเปลี่ยนบทบาทครูจากผู้บรรยาย มาเป็นคณะครูร่วมกันออกแบบกิจกรรมในการจัดการกระบวนการเรียนรู้ให้นักเรียนใช้เป็นเครื่องมือไป เรียนรู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก และเสนอแนะเครื่องมือการเข้าถึง องค์ความรู้ผ่านวิธีการต่างๆ โดยเฉพาะผ่านเทคโนโลยีให้เข้าถึงความรู้ได้อย่างรวดเร็วและกว้างขวาง นำความรู้ที่ได้มาแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในห้องเรียน เรียกกระบวนการเรียนรู้แบบนี้ว่า Active Learning ที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางกระบวนการเรียนรู้ในยุคการผลิตแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นยุค แห่งการพัฒนาต่อยอดคิดค้นผลิตภัณฑ์ขึ้นใช้อำนวยความสะดวกในการพัฒนาคุณภาพในการ ดำรงชีวิต หากเหลือก็คิดกลยุทธ์การโฆษณาและจัดจำหน่ายกับกลุ่มที่มีบริบทเหมือนหรือใกล้เคียงกัน มิฉะนั้นคนหรือกลุ่มบุคคล ประชาชนในชาติจะกลายเป็นผู้ซื้อและผู้บริโภคเสียดุลทางเศรษฐกิจและที่ สำคัญคือถูกจองทางความคิดทางสติปัญญาเพราะคิดไม่เป็น ดังนั้นการจัดการกระบวนการเรียนรู้ จึงต้อง เปลี่ยนจาก Passive Learning มาเป็น Active Learning วิจารย์ พานิช (2555) ได้กล่าวว่า ทักษะ ศตวรรษที่ 21 พบในสาระวิชามีความสำคัญ แต่ไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้เพื่อมีชีวิตในโลกยุค ศตวรรษที่ 21 ปัจจุบันการเรียนรู้สาระวิชา ควรเป็นการเรียนจากการค้นคว้าของนักเรียนเอง โดยครู ช่วยแนะนำและช่วยออกแบบกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าของ การเรียนรู้ของตนเองได้ สาระวิชาหลัก ประกอบด้วย ภาษาแม่ และภาษาสำคัญของโลก ศิลปะ คณิตศาสตร์ การปกครองและหน้าที่พลเมือง เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภูมิศาสตร์ และ ประวัติศาสตร์โดยวิชาแกนหลักนี้จะนำมาสู่การกำหนดเป็นกรอบแนวคิดและยุทธศาสตร์สำคัญต่อการ จัดการเรียนรู้ในเนื้อหาเชิงสหวิทยาการหรือหัวข้อสำหรับศตวรรษที่ 21 โดยการส่งเสริมความเข้าใจใน เนื้อหา วิชาแกนหลักและสอดแทรกทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้าไปในทุกวิชาแกนหลัก ดังนี้

1. ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม จะเป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่ โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน ได้แก่ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรมการ คิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา รวมทั้งการสื่อสารและการร่วมมือ

2. ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี เนื่องด้วยในปัจจุบันมีการเผยแพร่ข้อมูล ข่าวสารผ่านทางสื่อและเทคโนโลยีมากมาย นักเรียนจึงต้องมีความสามารถในการแสดงทักษะการคิด อย่างมีวิจารณญาณและปฏิบัติงานได้หลากหลายโดยอาศัยความรู้ในหลายด้าน ได้แก่ ความรู้ด้าน สารสนเทศความรู้เกี่ยวกับสื่อและความรู้ด้านเทคโนโลยี

3. ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ ในการดำรงชีวิตและทำงานในยุคปัจจุบันให้ประสบความสำเร็จ นักเรียนจะต้องพัฒนาทักษะชีวิตที่สำคัญ ได้แก่ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว การริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง ทักษะสังคมและสังคมข้ามวัฒนธรรม การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต ความรับผิดชอบเชื่อถือได้ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้กล่าวว่าการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นี้จะเน้นไปที่กระบวนการเรียนรู้ หรือทักษะที่เกิดจากการเรียนรู้ ดังเช่น สภาการวิจัยแห่งชาติอังกฤษ (National Research Council, 2011) ได้ให้นิยามการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการดำรงชีวิตในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งประกอบด้วยทักษะ 3 ด้านได้แก่ 1. ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม 2. ทักษะด้านข้อมูล สื่อและเทคโนโลยี และ 3. ทักษะชีวิตในอาชีพ ซึ่งเป็นไปตามกรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการศาสตร์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านรูปแบบกระบวนการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมเพื่อเน้นทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหา โดยการเชื่อมโยงความรู้ที่มีทั้งหมดสู่การประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้จริงทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานในอนาคตของนักเรียน ซึ่งการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานับว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นการศึกษาเรียนรู้ที่เปิดกว้างทั้งทางด้านความคิด มุมมองและการกระทำ โดยนัยหนึ่งหมายรวมถึงการศึกษาที่นำไปสู่การเรียนรู้ทุกหนแห่ง ดังนั้นแล้วโลกของเทคโนโลยีเครือข่ายการเรียนรู้ในยุคใหม่จึงต้องเป็นการเรียนรู้ที่ตื่นตัวตลอดเวลา เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต และการศึกษาจะต้องควบคู่ไปกับการทำงานเพื่อที่จะนำความรู้นั้นมาใช้ในการสร้างนวัตกรรมสำหรับขับเคลื่อนการพัฒนาสังคมต่อไป ดังนั้นแล้วสะเต็มศึกษากับกระบวนการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จึงต้องเป็นการเรียนรู้ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนผ่านของกระบวนการหรือขั้นตอนในการเรียนรู้ จากแบบดั้งเดิมไปสู่การเรียนรู้ที่เน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 นั้นหมายถึงว่า นักเรียนจะเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการแก้ปัญหาจนนำไปสู่การพิสูจน์ข้อเท็จจริงและกระบวนการในหาคำตอบเพื่อนำมาสู่การรู้แจ้งเห็นจริงได้ด้วยการอธิบายถึงความเป็นเหตุเป็นผลของข้อมูลและหลักฐานที่ปรากฏได้ ซึ่งครูจะทำหน้าที่เป็นเพียงผู้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ฝึกฝนให้ตนเองเป็นเสมือนผู้ฝึกสอนและพี่เลี้ยงในการเรียนรู้ อีกทั้งยังเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะเสริมสร้างนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ ซึ่งการเรียนรู้ในประเด็นทางสังคมหรือสถานการณ์จริงจะช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยแท้จริง ด้วยเหตุนี้เองการศึกษาแบบสะเต็มหรือสะเต็มศึกษาจึงตอบโจทย์เป้าหมายของการจัดการศึกษาในยุคนี้ เพราะมุ่งเน้นทักษะของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตนั่นเอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่เน้นความสำคัญของการปฏิบัติงานวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ในการที่จะเป็นกลุ่มบุคลากรหลักในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของประเทศ ได้ขับเคลื่อนการจัดการเรียนการสอนเชิงบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และได้ริเริ่มดำเนินโครงการเชิดชูเกียรติครูสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี โดยให้รางวัลครูดีเด่น STEM Education ประเทศไทย เพื่อเป็นแบบอย่างที่ดีแก่ครูสอนทั่วประเทศ ได้ใช้เป็นแนวทางในการสร้างสรรค์งานด้านการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ส่งเสริมและกระตุ้นให้ครูได้พัฒนาการเรียนการสอนและพัฒนาวิชาชีพครูอย่างต่อเนื่อง และเผยแพร่ผลงานด้านการพัฒนาวิชาชีพครูที่เป็นแบบอย่างที่ดีให้กับเพื่อนครูทั่วไปของ สสวท. ปี 2561 มีการจัดเข้าร่วมประชุมปฏิบัติการ STEM workshop ได้มีการให้ผู้เข้ารับการอบรมร่วมกันระดมความคิด ในประเด็นปัญหาการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในปัจจุบัน และเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น (นุศวดี พจนานุกิจ และคณะ, 2559) ดังนี้

1. ความสับสนในความหมายของสะเต็มศึกษา แนวทางการแก้ปัญหา จัดให้มีการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการโดยผู้เชี่ยวชาญในด้านสะเต็มศึกษา เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนในกระบวนการเรียนรู้ที่แท้จริงและมีตัวอย่างของอาชีพที่ใช้การบูรณาการความรู้ในทุกด้านมาให้ความรู้ ไม่ว่าจะเป็น แพทย์ วิศวกร นักออกแบบผลิตภัณฑ์ ดีไซน์เนอร์ นักธุรกิจ
2. ความต้องการความช่วยเหลือและการสนับสนุนเพื่อเรียนรู้การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา แนวทางการแก้ปัญหา สร้างแบบสำรวจ สังเกตการณ์การจัดการเรียนการสอนและให้ผลสะท้อนกลับไปยังกลุ่มที่ต้องการความช่วยเหลือหรือการสนับสนุนที่คล้ายกัน
3. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเรียนการสอนว่า แบบสะเต็มคือการบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเท่านั้น โดยไม่ได้คำนึงถึงการบูรณาการความรู้ด้านอื่นๆ เช่น การบริหารจัดการทรัพยากร ศิลปะ ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งในกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ดี ควรมีการบูรณาการความรู้สาขาอื่นๆ ร่วมด้วย เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ความคิดสร้างสรรค์และสามารถแก้ไขปัญหาได้จริง
4. ผู้ที่ผ่านการอบรมการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาไม่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดในการเรียนการสอนในห้องเรียน และเผยแพร่ให้กับครูผู้อื่นได้ แนวทางการแก้ปัญหา ส่งเสริมครูผู้ที่เป็นตัวอย่าง และเป็นพี่ปรึกษาให้กับเพื่อนครูที่อยู่ในโรงเรียนเครือข่ายเดียวกัน

จากปัญหาดังกล่าวจะพบว่า ครูสอนสะเต็มศึกษามีความสับสนในความหมายของสะเต็มศึกษา ต้องการความช่วยเหลือและการสนับสนุนเพื่อเรียนรู้การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเรียนการสอนว่า แบบสะเต็มคือการบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเท่านั้น โดยไม่ได้คำนึงถึงการบูรณาการความรู้ด้านอื่นๆ ไม่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดในการเรียนการสอนใน

ห้องเรียน และเผยแพร่ให้กับครูผู้อื่นได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูสอน
 สละเต็มศึกษา เพราะเล็งเห็นถึงความสำคัญในการพัฒนาเครื่องมือที่มีคุณภาพที่จะมาพัฒนาแก้ไข
 ปัญหาการเรียนการสอนสละเต็มศึกษาในปัจจุบัน จากที่ได้ได้กล่าวไว้ข้างต้น เมื่องานวิจัยนี้เสร็จ
 สมบูรณ์จะส่งผลต่อการพัฒนากระบวนการสอนสละเต็มศึกษาที่จะนำเครื่องมือไปใช้ในการวัด
 คุณลักษณะของครูสอนสละเต็มศึกษาพัฒนาการจัดการเรียนการสอนสละเต็มศึกษาต่อไป

คำถามวิจัย

1. องค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสละเต็มศึกษามีองค์ประกอบ และแต่ละ
 องค์ประกอบมีตัวบ่งชี้ใดบ้าง
2. โมเดลการวัดคุณลักษณะของครูสอนสละเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความสอดคล้อง
 กับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสละเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21
2. เพื่อทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดลการวัดคุณลักษณะของ
 ครูสอนสละเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

สมมติฐานของการวิจัย

1. โมเดลการวัดคุณลักษณะของครูสอนสละเต็มศึกษามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิง
 ประจักษ์

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาคุณลักษณะของครูสอนสละเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิด
 เรื่องคุณลักษณะของครูสอนสละเต็มศึกษา ของนักวิชาการ นักวิจัยในประเทศและต่างประเทศ
 ประกอบด้วย สสวท (2561), มานะ อินทรวงศ์ (2556), กมลฉัตร กล่อมอิม (2559), จำรัส อินทลา
 พร และคณะ (2018), ชลาธิป สมาธิโต (2557), นงนุช เอกตระกูล (2557), สติยา ลังการ์พินธุ์
 (2556), สิริินภา กิจเกื้อกุล (2558), อภิสสิทธิ์ ธงไชย (2556), พรทิพย์ ศิริภัทรราชัย (2556), ปารีชาติ
 ประเสริฐสังข์ (2560), ชุตติมา วิชัยดิษฐ และชาติรี ฝ่ายคำตา (2560), ราวรรณ์ ทิลาพันธ์ (2558),

Vasque et al (2013), Bybee (2010), Capraro & Morgan (2013), Bybee (2013), Elaine J. Hom (2014), Erdogan & Ciftci (2017) ร่วมกับการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1. การศึกษาเชิงคุณภาพ

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้สำหรับการวิจัยในขั้นตอนนี้ เป็นกลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่เป็นผู้รอบรู้และรู้จักในประเด็นเกี่ยวกับคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา ซึ่งในที่นี้หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ ความเข้าใจเรื่องการเรียนรู้การสอนแบบสะเต็มศึกษาหรือมีผลงานเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา โดยพิจารณาจากผลงานวิชาการ ได้แก่ ประสบการณ์การสอน การเขียนตำรา การวิจัย การเขียนบทความและการเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ทั้งนี้เพื่อหาประเด็นคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในการเลือกกลุ่มเป้าหมายผู้วิจัยในการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 6 คน

ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการ ครูดีเด่น ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญทางด้านสะเต็มศึกษา จำนวน 6 คน โดยมีคุณสมบัติดังนี้

นักวิชาการ

1. มีประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับด้านสะเต็มศึกษา 5 ปีขึ้นไป
2. มีคุณวุฒิการศึกษาในระดับปริญญาโทขึ้นไป
3. มีผลงานวิจัยเผยแพร่และตีพิมพ์เกี่ยวกับเกี่ยวกับด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา
4. ผู้ทรงคุณวุฒิ วิทยากร อบรม บรรยาย เกี่ยวกับด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

ครูดีเด่น

1. ครูสอนที่ได้รับรางวัล ครูดีเด่นสะเต็มศึกษาตั้งแต่ระดับประถมศึกษาตอนต้น - ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือเทียบเท่า
2. มีการพัฒนาตนเองเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยการเข้าร่วม ประชุม อบรม ศึกษาดูงาน 3 ปีขึ้นไป
3. มีความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยมีจำนวนชั่วโมงการสอน ไม่น้อยกว่า 20 ชั่วโมง โดยในจำนวนนี้ เป็นกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง และผลงานหรือชิ้นงานตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียน ที่เกิดจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

4. มีพัฒนาตนเองในงานวิชาชีพด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตั้งแต่ 2 ปีการศึกษาขึ้นไป

5. มีการพัฒนาคุณภาพนักเรียน ระยะเวลาตั้งแต่ 2 ปีการศึกษา ในรูปแบบชิ้นงาน ผลงานเด่น หรือโครงการของนักเรียน หลักฐานหรือร่องรอยที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่อยู่ในความดูแลของครูสอนได้เข้าร่วมนำเสนอผลงาน หรือร่วมกิจกรรมทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

2. การศึกษาเชิงปริมาณ

2.1 ประชากร คือ ครูสอนสะเต็มศึกษาที่รับการอบรมด้วยระบบทางไกลจาก สสวท. โครงการบูรณาการสะเต็มศึกษา ปี 2561 จำนวน 81,070 คน (สสวท., 2561)

2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูสอนสะเต็มศึกษาที่รับการอบรมด้วยระบบทางไกลจาก สสวท. โครงการบูรณาการสะเต็มศึกษา ปี 2561 จำนวน 1,600 คน (สสวท., 2561) ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ใช้ในการวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงสำรวจ และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ดังนี้

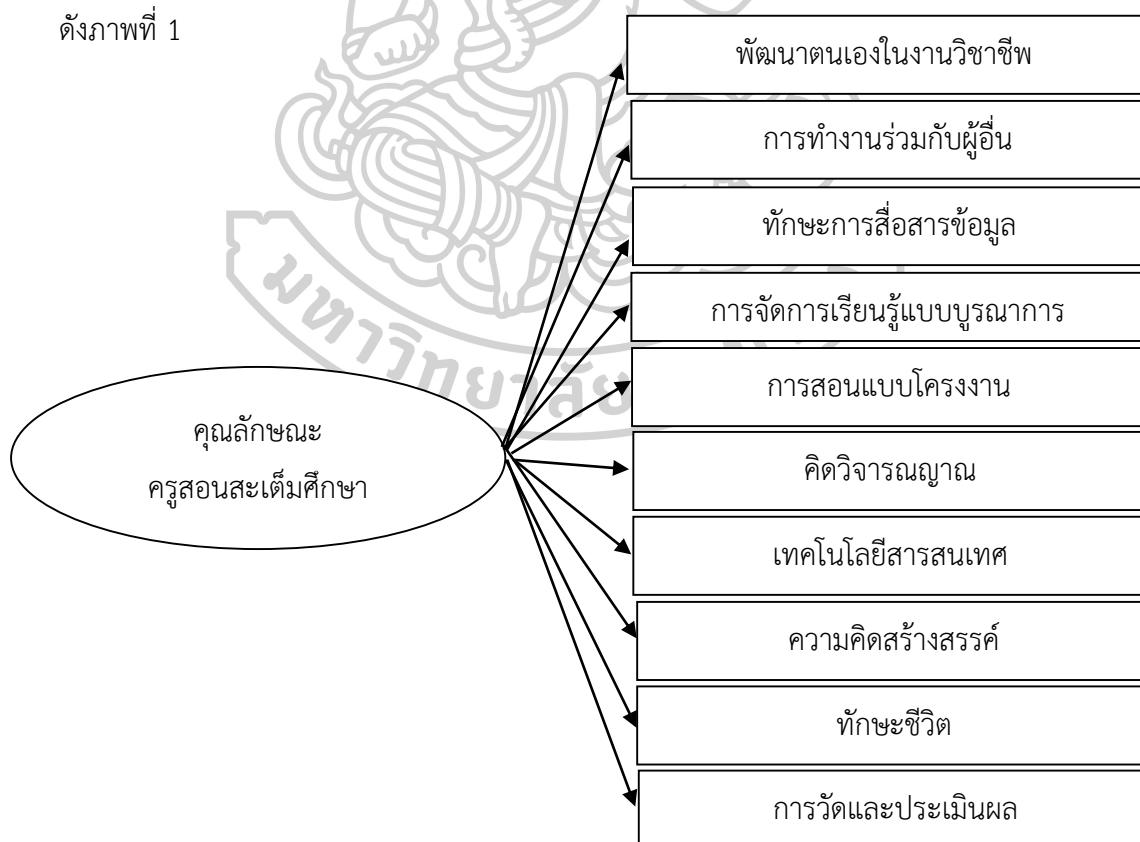
2.2.1 กลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์จะต้องมีจำนวนอย่างน้อย 5 เท่าหรือมากกว่าจำนวนตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์และถ้าต้องการเป็นที่ยอมรับควรใช้จำนวนอย่างน้อย 10 เท่าหรือมากกว่าตัวแปรทั้งหมด (สมบุรณ์ สุริยวงศ์, 2550) ดังนั้น ข้อคำถามจำนวน 51 ข้อคำถาม ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมจำนวน 255-510 คน ผู้วิจัยได้เก็บเพื่อชดเชยความสมบูรณ์แบบสอบถามจำนวน 800 คน

2.2.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์องค์ประกอบยืนยัน การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างตาม Stevens (1986) ให้ข้อเสนอแนะว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาประมาณ 15 คนต่อ 1 พารามิเตอร์ แต่ถ้าเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบ จำนวนกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อยที่สุดควรจะประมาณ 5 คน ต่อหนึ่งพารามิเตอร์ แต่ไม่ควรต่ำกว่า 100 คน ในการวิเคราะห์แต่ละครั้ง ดังนั้น งานวิจัยการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มี 4 องค์ประกอบ ซึ่งมี 85 พารามิเตอร์ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 425-1275 คน ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 800 คน

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 10 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 พัฒนาค้นเองในงานวิชาชีพ องค์ประกอบที่ 2 การทำงานร่วมกับผู้อื่น องค์ประกอบที่ 3 ทักษะการสื่อสารข้อมูล องค์ประกอบที่ 4 การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ องค์ประกอบที่ 5 การสอนแบบโครงงาน องค์ประกอบที่ 6 คิดวิจารณ์ญาณ องค์ประกอบที่ 7 เทคโนโลยีสารสนเทศ องค์ประกอบที่ 8 ความคิดสร้างสรรค์ องค์ประกอบที่ 9 ทักษะชีวิต และองค์ประกอบที่ 10 การวัดและประเมินผล (สสวท, 2561; มานะ อินทรสว่าง, 2556; กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559; จำรัส อินทลาพร และคณะ, 2018; ชลาธิป สมานิติ, 2557; นงนุช เอกตระกูล, 2557; สติยา ลังการพิณรุ้, 2556; สิริณภากิจเกื้อกุล, 2558; อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556; พรทิพย์ ศิริภัทรราชัย, 2556; ปารีชาติ ประเสริฐสังข์, 2560; ชุตติมา วิชัยดิษฐ์ และชาติรี ฝ่ายคำตา, 2560; รววรรณ ทิลาพันธ์, 2558; Vasque et al, 2013; Bybee, 2010; Capraro & Morgan, 2013; Bybee, 2013; Elaine J. Hom. 2014; Erdogan & Ciftci, 2017)

จากที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์กำหนดเป็นกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สะเต็มศึกษา หมายถึง การผนวกแนวความคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนทำกิจกรรม พัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี นักเรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1.ระบุปัญหา 2.รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3.ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4.วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5.ทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 6.นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ซึ่งในกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ดี ควรมีการบูรณาการความรู้สาขาอื่นๆ ร่วมด้วย เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ความคิดสร้างสรรค์และสามารถแก้ไขปัญหาได้จริง

2. ครูสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง ครูสอนสะเต็มศึกษาที่รับการอบรมด้วยระบบทางไกล จาก สสวท. โครงการบูรณาการสะเต็มศึกษา ปี 2561 จาก 5 สังกัด ได้แก่ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น สังกัดกรุงเทพมหานคร สังกัดการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย และสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน

3. คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา หมายถึง องค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

3.1. ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต หมายถึง ครูมีการแสวงหาความรู้ให้ทันต่อยุคปัจจุบัน สรรหาแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายตลอดชีวิต พัฒนาและปรับปรุงตนเองให้ทันต่อยุคปัจจุบันอย่างต่อเนื่อง และสามารถถ่ายทอดประสบการณ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นผ่านช่องทางที่หลากหลายอย่างสม่ำเสมอ

3.2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ หมายถึง ครูที่มีการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยการนำจุดเด่นของวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสาน เน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง พัฒนาทักษะกระบวนการที่ได้ผลผลิต นวัตกรรม และชิ้นงานในรูปแบบใหม่หรือพัฒนาขึ้นจากสิ่งเดิมที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน

3.3. ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี หมายถึง ครูสอนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการสร้างนวัตกรรม คิดอย่างมีวิจารณญาณในการแก้ปัญหา สื่อสารได้อย่างชัดเจน ใช้สื่อเทคโนโลยี สารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลทั้งในฐานะที่เป็นผู้ผลิตความรู้ ผู้กระจายความรู้ และผู้ใช้ความรู้

3.4. ทักษะชีวิต หมายถึง ครูที่นำความรู้ที่มีไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคม ด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม การรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

4. ตัวบ่งชี้ หมายถึง ตัวประกอบ ตัวแปร หรือค่าที่สังเกตได้ ซึ่งบ่งบอกสถานภาพหรือสะท้อนลักษณะการดำเนินงานหรือผลการดำเนินงานที่สามารถวัดและสังเกตได้ เพื่อบอกสภาพทั้งทางเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ค่าที่สังเกตได้เป็นตัวเลข ข้อความ องค์กรประกอบ ตัวแปร หรือสะท้อนปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งโดยนำตัวแปรหรือข้อเท็จจริงที่สัมพันธ์กัน ซึ่งสามารถที่จะชี้ให้เห็นถึงสภาพการณ์ดำเนินงานที่ต้องศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์และมาตรฐานที่ตั้งไว้ และเพื่อให้เกิดคุณค่าที่สามารถชี้ให้เห็นคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา

5. การวิเคราะห์องค์ประกอบ หมายถึง วิธีการทางสถิติเพื่อจัดกลุ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเข้าด้วยกันถ้าเป็นตัวแปรที่มีลักษณะที่ใกล้เคียงกันจะมีความสัมพันธ์กันมาก ทำให้เกิดการรวมกันเป็นองค์ประกอบเดียวกัน แต่ถ้าตัวแปรที่มีลักษณะแตกต่างกันจะมีความสัมพันธ์กันน้อยหรือไม่มีความสัมพันธ์กันเลย ซึ่งการวิเคราะห์องค์ประกอบมี 2 วิธี ดังนี้

5.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ หมายถึง การสำรวจองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรที่สังเกตได้ เพื่อจัดกลุ่มขององค์ประกอบ

5.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน หมายถึง การตรวจสอบและยืนยันผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจว่าองค์ประกอบมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21
2. โมเดลการวัดคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ สามารถนำไปทำสารสนเทศการประเมินเพื่อพัฒนากระบวนการสอนครูสอนสะเต็มศึกษา

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ข้อความ

ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

1. ความหมายของสะเต็มศึกษา
2. ความสำคัญของสะเต็มศึกษา
3. คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา
4. แนวทางการพัฒนาสะเต็มศึกษา
5. แนวทางการวัดและประเมินผลสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 2 ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาตัวบ่งชี้

1. ความหมายของตัวบ่งชี้
2. ลักษณะของตัวบ่งชี้
3. ประเภทของตัวบ่งชี้
4. การสร้างและการพัฒนาตัวบ่งชี้
5. หลักการสร้างตัวบ่งชี้ทางการศึกษา
6. การตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้

ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบ

1. ความหมายและการวิเคราะห์องค์ประกอบ
2. จุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์องค์ประกอบ
3. ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์องค์ประกอบ
4. ประเภทของการวิเคราะห์องค์ประกอบ
5. ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ
6. ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน
7. ประโยชน์การวิเคราะห์องค์ประกอบ

ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 1 กระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

1. ความหมายของสะเต็มศึกษา

สสวท. (2561) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางจัดการศึกษาที่บูรณาการใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ ต่อการดำรงชีวิตและการทำงาน

ขจรเดช บุตรพรม (2556) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการนำศาสตร์ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้

ธานี จันทร์นาง (2556) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การบูรณาการเนื้อหาของ 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน

พรทิพย์ ศิริภัทรชัย (2556) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ระหว่างสาขาวิชาต่าง ๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสผสมผสานกัน อย่างลงตัว เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบันซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูสอนหลายสาขาร่วมมือกันเพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้ในหลายด้านในการทำงานทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วนๆ

มนตรี จุฬาวัดทน (2556) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางใหม่ในการจัดการศึกษาสายวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นการบูรณาการ การเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐานจนถึงอุดมศึกษา อาชีวศึกษา และการศึกษาตลอดชีวิตเพื่อให้คนไทยมีความรู้และทักษะสำหรับสร้างสรรค์สิ่งใหม่ สามารถประกอบวิชาชีพ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และมีคุณภาพชีวิตที่ดีในยุคประชาคมอาเซียน

รักษพล ธนาบุญวงศ์ (2556) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การเรียนรู้เนื้อหาและทักษะด้านวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งล้วนแต่เป็นวิชาที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกาภิวัตน์ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความรู้ และเต็มไปด้วยเทคโนโลยี อีกทั้งวิชาทั้ง 4 มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ และการพัฒนาคุณภาพชีวิต

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่เน้นการส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีทักษะในการออกแบบและคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์

สุธีระ ประเสริฐสรรพ (2558) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง ความสัมพันธ์ของวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีที่ทำงานร่วมกัน เพื่อเอาวิทยาศาสตร์ ในรูปของคณิตศาสตร์มาจัดเป็นนวัตกรรมใหม่ขึ้นมา โดยนักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้เอง ไม่ใช่เอาเครื่องมือสำเร็จรูปมาประกอบใช้งาน สังเกตการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมความคิดและจินตนาการ จัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเกิดจินตนาการของสมองซีกขวา แต่อยู่ในโลกความเป็นจริงของสมองซีกซ้าย

สุพรรณิ ขาญประเสริฐ (2557) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์และขณะเดียวกันต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับการเรียนรู้เนื้อหาด้วยพฤติกรรมเหล่านี้ รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจ ตรวจสอบ

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการศึกษาที่เน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน

อุปกาล จีระพันธุ์ (2556) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการที่เชื่อมโยงกับการดำรงชีวิตหรือประกอบอาชีพ การจัดการเรียนการสอนจะบูรณาการหลายด้านเข้าด้วยกัน โดยไม่จำเป็นต้องบูรณาการวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์เสมอไป แต่ต้องเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตหรือการประกอบอาชีพ

Breiner และคณะ (2012) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน อันได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ ให้รวมเป็นหนึ่งเดียว

Gonzalez และ Kuenzi (2012) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การเรียนการสอนหรือการเรียนรู้ในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ รวมถึงการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งที่เป็นทางการ เช่น ในห้องเรียน และไม่เป็นทางการ เช่น โปรแกรมแบบฝึกหัด

Lantz (2009) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การบูรณาการ ความรู้ของทั้ง 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ให้เป็นหนึ่งเดียว เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากโรงเรียนสู่โลกแห่งความเป็นจริง

O'Neil et al. (2012) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของแต่ละวิชาที่บูรณาการและสามารถนำไปใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง

Roberts (2013) อ้างถึงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล (2557) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง วิธีการหลอมรวม 4 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เป็นหนึ่งเดียว การหลอมรวมสามารถทำได้โดยการจัดการเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนฐานของการปฏิบัติการออกแบบ การแก้ปัญหา การค้นพบ และการใช้ยุทธวิธีการสำรวจ ดังนั้นโรเบิร์ตจึงมองว่า สะเต็มศึกษา อาจแบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่ การบูรณาการเนื้อหา วิชาทางวิศวกรรม ศาสตร์ให้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร และการบูรณาการทักษะทางวิศวกรรมศาสตร์ลงสู่วิธีการเรียนรู้และหรือการจัดการเรียนรู้ อาทิ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษาความหมายของสะเต็มศึกษาทั้งในส่วนของนักวิชาการไทยและนักวิชาการต่างประเทศ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการศึกษาแบบบูรณาการ ความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ มาผสมผสานกันอย่างลงตัว มีการกระตุ้นด้านความสนใจใน สืบเสาะหาความรู้ สำรวจ ตรวจสอบ และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยการออกแบบพัฒนาผลงานชิ้นงานใหม่ ปรับปรุงจากของเดิม ผลลัพธ์ใหม่ นวัตกรรมใหม่ที่ส่งเสริม ด้านการคิด การแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต การประกอบอาชีพ และการทำงานในยุคปัจจุบันและโลกอนาคต ยุคประชาคมอาเซียนที่มีคุณภาพชีวิตที่ดี

2. ความสำคัญของสะเต็มศึกษา

Mehalik, Doppelt & Schunn (2005), Rece Herboldsheimer, Paige Gordon (2013) สสวท (2558) อ้างถึงในกมลฉัตร กลุ่มอมิม (2559) สะเต็มศึกษามีความสำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยจะพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ผ่านประสบการณ์ใน กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน หรือ กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่ เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 สะเต็มศึกษายังช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะด้าน ความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และความรับผิดชอบ ทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ฉะนั้น การฝึกประสบการณ์ให้กับนักศึกษาวิชาชีพครู เพื่อให้สามารถจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาใน

โรงเรียนได้ จึงเป็นความต้องการของสังคมในปัจจุบัน และสะเต็มศึกษามีความสำคัญในด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งช่วยให้นักเรียนมีทักษะและกระบวนการ ดังนี้

1. มีทักษะการคิดวิเคราะห์
2. มีทักษะการแก้ปัญหา
3. มีทักษะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. มีทักษะการคิดวิจารณ์
5. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. มีทักษะการสร้างนวัตกรรม
7. มีกระบวนการออกแบบ
8. เข้าใจและสนใจการประกอบอาชีพด้านสะเต็มมากขึ้น
9. เข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น

3. คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา

จากการศึกษาแนวคิดของนักวิชาการไทยและนักวิชาการต่างประเทศเกี่ยวกับองค์ประกอบของคุณลักษณะของครูสอนมีสะเต็มศึกษา รายละเอียดดังนี้

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการศาสตร์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีผ่านรูปแบบกระบวนการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมเพื่อเน้นทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหา โดยการเชื่อมโยงความรู้ที่มีทั้งหมดสู่การประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้จริงทั้งในชีวิตประจำวัน และการทำงานในอนาคตของนักเรียน ซึ่งการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานับว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นการศึกษาเรียนรู้ที่เปิดกว้างทั้งทางด้านความคิด มุมมองและการกระทำ โดยนัยหนึ่งหมายรวมถึงการศึกษาที่นำไปสู่การเรียนรู้ทุกหนแห่ง ดังนั้นแล้วโลกของเทคโนโลยีเครือข่ายการเรียนรู้ในยุคใหม่จึงต้องเป็นการเรียนรู้ที่ตื่นตัวตลอดเวลา เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต และการศึกษาจะต้องควบคู่ไปกับการทำงานเพื่อที่จะนำความรู้ที่นำมาใช้ในการสร้างนวัตกรรมสำหรับขับเคลื่อนการพัฒนาสังคมต่อไป ดังนั้น สะเต็มศึกษากับกระบวนการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จึงต้องเป็นการเรียนรู้ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนผ่านของกระบวนการหรือขั้นตอนในการเรียนรู้ จากแบบดั้งเดิมไปสู่การเรียนรู้ที่เน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 นั้นหมายถึงว่านักเรียนจะเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการแก้ปัญหาจนนำไปสู่การพิสูจน์ข้อเท็จจริงและกระบวนการในหาคำตอบเพื่อนำมาสู่การรู้แจ้งเห็นจริงได้ด้วยการอธิบายถึงความสัมพันธ์เป็นเหตุเป็นผลของข้อมูลและหลักฐานที่ปรากฏได้ ซึ่งครูจะทำหน้าที่เป็นเพียงผู้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ฝึกฝนให้ตนเองเป็นเสมือนผู้ฝึกสอนและพี่เลี้ยงในการเรียนรู้ อีกทั้งยังเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ การเรียนรู้แบบ

สะเต็มศึกษาจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะเสริมสร้างนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ ซึ่งการเรียนรู้ในประเด็นทางสังคมหรือสถานการณ์จริงจะช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการในแก้ปัญหา จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยแท้จริง ด้วยเหตุนี้เองการศึกษาแบบสะเต็มหรือสะเต็มศึกษาจึงตอบ โจทย์เป้าหมายของการจัดการศึกษาในยุคนี้ เพราะมุ่งเน้นทักษะของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และ ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตนั่นเองคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา จากแบบประเมินด้าน คุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพครูครุฑดีเด่นสะเต็มศึกษา ประเทศไทย ดังนี้

1. การมีความสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น ทำงานร่วมกับผู้อื่นโดยยอมรับ ฟังและเสนอความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล ยอมรับมติของกลุ่ม เป็นแบบอย่างที่ดีในการทำงานร่วมกับ ผู้อื่น

2. การมีความศรัทธาในวิชาชีพ มีการศึกษาค้นคว้าและพัฒนางานเพื่อ ความก้าวหน้าในวิชาชีพ มีส่วนร่วมในกิจกรรมที่แสดงถึงความภาคภูมิใจและการยกย่องเชิดชูวิชาชีพ เป็นแบบอย่างที่ดีในการเป็นผู้มีความศรัทธาในวิชาชีพ มีความรู้ ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษา

3. การพัฒนาตนเองในวิชาชีพ เข้ารับการอบรมหรือร่วมประชุมวิชาการที่ เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและ นำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ศึกษาปัญหา สืบค้น วิธีการเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาการจัดการเรียนรู้ นำผลการศึกษา/นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ ไปใช้พัฒนานักเรียน โดยมีหลักฐานเชิงประจักษ์ ถ่ายทอด เผยแพร่ผลการศึกษา/นวัตกรรม เป็น ตัวอย่างแก่เพื่อนครูในการทำงาน หรือสร้างนวัตกรรม มีแผนการทำงานร่วมกันในจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4. การมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเนื้อหาตามมาตรฐานหลักสูตรและตัวชี้วัด/ ผลการเรียนรู้ ของรายวิชา และระดับชั้นที่สอน เข้าใจการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และ เทคโนโลยี และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์และกระบวนการเทคโนโลยี จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงกับชีวิต จริง

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จัดกิจกรรม การเรียนรู้เชิงบูรณาการที่ทำทลายความคิดของนักเรียน เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ส่งเสริมให้นักเรียน คิดสร้างสรรค์ เชื่อมโยง เนื้อหามาสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริง ใช้กลวิธีการสอนที่เหมาะสมและส่งเสริม การพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหาแนวทาง สะเต็มศึกษา

6. การวัดประเมินผลและการวิจัยเพื่อปรับปรุงพัฒนาการเรียนรู้ มีการวัดประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ประเมินผลหลายมิติอย่างเหมาะสม วัดประเมินผล การเรียนรู้ด้วยเครื่องมือ วิธีการที่หลากหลายและเหมาะสม นำผลการประเมินมาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยมีหลักฐานเชิงประจักษ์

มานะ อินทรสว่าง (2556) อ้างถึงใน วรรณธนะ ปัดชา (2559) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไว้ ดังนี้ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษานั้นทำได้หลากหลายแนวทางบางอย่างเป็นการเปลี่ยนแปลงง่าย ๆ ที่ครูทุกคนสามารถทำไปใช้ใน ห้องเรียนได้ด้วยตัวเองบางส่วนอาจต้องใช้ “แนวร่วม” สนับสนุนที่กว้างขวางขึ้น เช่น การทำงานระหว่างครูต่างกลุ่มสาระการทำงานร่วมกันทั้ง โรงเรียนหรือแม้กระทั่งการดำเนินการร่วมกันกับชุมชนหรือสถาบันการศึกษาท้องถิ่น 10 แนวทางการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะนำเสนอเป็นส่วนหนึ่งของวิธีการที่หลากหลายที่จะปรับการเรียนเปลี่ยนการ สอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีใน ห้องเรียนของตัวเองให้มีความสอดคล้องกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนั้นคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา ดังต่อไปนี้

1. สามารถเชื่อมโยงเนื้อหา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี สู่โลกจริง การใช้กระบวนการทางวิศวกรรมวิเคราะห์ปัญหาและสร้างสรรค์ วิธีแก้ไขได้ อย่างหลากหลาย

2. มีทักษะสืบเสาะหาความรู้
3. สอนกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
4. สามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน
5. บูรณาการเทคโนโลยี
6. มีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21
7. ยอมรับและการมีส่วนร่วมจากชุมชน
8. สนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่น
9. เรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการ

กมลฉัตร กล่อมอิม (2559) แนวการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อให้เกิดคุณลักษณะของครูสอน ดังนี้

1. จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์
2. มุ่งให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง
3. พัฒนาการบูรณาการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์
4. ดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในศตวรรษที่ 21
5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

6. มีทักษะและสมรรถนะที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21

จรัส อินทลาพร และคณะ (2561) กล่าวถึงคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ
2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียน
3. จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน
4. จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน
5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียน ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
6. มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้อื่น
7. วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง

ชลาริป สมาหิโต (2557) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในกระบวนการของการจัดประสบการณ์แบบสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. สามารถผสมผสานสาระและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และนำมาจัดกิจกรรมบูรณาการนั้นจะให้นักเรียนได้พัฒนาด้านต่างๆ
2. มีทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21
3. นำความรู้ในสาระต่างๆ มาประยุกต์ใช้ได้จริง
4. พัฒนาทักษะการคิดอย่างหลากหลาย
5. ทำงานกลุ่ม
6. สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ
7. เป็นผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น
8. สามารถจัดกิจกรรมได้ตั้งแต่ในนักเรียนปฐมวัย ซึ่งโดยทั่วไป การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในระดับปฐมวัย

นางนุช เอกตระกูล (2557) ได้กล่าวถึง คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาใน
แนวจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. บูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา และพหุศาสตร์ที่มุ่งเน้นการบูรณาการ
2. พัฒนาปัญญาตนเองให้สอดคล้องกับศตวรรษที่ 21
3. มีทักษะการคิดวิเคราะห์
4. มีทักษะการคิดสร้างสรรค์
3. แก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเป็นระบบ

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 หรือเชิงทฤษฎี

8. สร้างสรรค์ชิ้นงานแนวคิดใหม่
9. บูรณาการเทคโนโลยี
10. มีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 อาทิเช่น คิดเชิงวิพากษ์ การสื่อสาร ทักษะ
ทำงานร่วมกัน คิดสร้างสรรค์)

11. มีส่วนร่วมจากชุมชน สนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่น สนับสนุน
แหล่งเรียนรู้วิถีชุมชน ในการพัฒนาอาชีพและพัฒนาคุณภาพชีวิตตามแนวทักษะศตวรรษที่ 21

12. เรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการ
13. สามารถเรียนรู้ตามอัธยาศัย

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558) คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในการบูรณาการ
สะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน

1. บูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขา
ต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของ
ธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชา

2. บูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึง
มัธยมศึกษาตอนปลาย

3. สอนที่ทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านต่างๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น ด้านปัญญา ด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ด้านคุณลักษณะนักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่มทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การเป็น ผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

Schacher (2012) ได้กล่าวถึง คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาสามารถจัดกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นกระบวนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ วางแผน การแก้ปัญหาการใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่างๆ มาสร้างสรรค์ผลงานภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่กำหนดโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ Engineering Design

พรทิพย์ ศิริภทราชัย (2556) อ้างถึงใน ภัสสร ติตมา และคณะ (2558) ได้กล่าวถึง คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา สามารถบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ระหว่าง 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติและตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่ทำให้ให้นักเรียนเกิดการพัฒนาในด้านต่าง ๆ และสอดคล้องกับการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา และพัฒนาทักษะการคิด เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

ปาริชาติ ประเสริฐสงข์ (2560) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1. จัดกระบวนการเรียนรู้บูรณาการใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อาทิเช่น บูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เป็นต้น

2. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

3. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ท้าทายความรู้ความสามารถ กระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน

4. จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ

5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานโดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

6. เป็นโค้ช
7. เป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ
8. สร้างคำถามเพื่อกระตุ้นการคิด
9. ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของนักเรียนโดยใช้วิธีการที่

หลากหลาย

ชุตินา วิชัยดิษฐ และชาติรี ฝ่ายคำตา (2560) ได้กล่าวถึงมุมมองของคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ความสำคัญในการสอนสะเต็มศึกษา การออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยความเข้าใจศาสตร์ทั้ง 4 ของสะเต็มศึกษา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์

2. บทบาทของครูด้านหลักการวิธีสอน สื่อ วัสดุและแหล่งการเรียนรู้

3. สามารถวัดและประเมินผล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กระบวนการทัศน์

การตีความ

4. จัดกิจกรรมการใช้โครงงานเป็นฐาน

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

1. มีความรู้ความเข้าใจในแนวความคิดหลัก หลักการพื้นฐานและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีจิตวิทยาศาสตร์ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตและสื่อสารสู่ผู้อื่นได้

2. สามารถในการใช้จัดการทำความเข้าใจและประเมินผลเทคโนโลยี ความเข้าใจและประมวลผลเทคโนโลยีซึ่งรวมถึงสิ่งประดิษฐ์โครงสร้างพื้นฐานทั้งหมดที่จำเป็นในการออกแบบการผลิตการดำเนินงานและการซ่อมแซมสิ่งประดิษฐ์เพื่อตอบสนองความต้องการของตนเอง

Vasque, et al (2013) ได้กล่าวถึง คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในแนวจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังนี้

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

Bybee (2010) อ้างถึงในพรสวรรค์ สองแคว (2559) ได้กล่าวถึง คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาสามารถบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา และพหุศาสตร์ที่มุ่งเน้นการบูรณาการที่เป็น การสอนและการเรียนรู้ในศาสตร์หลายแขนง คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ โดยใช้แนวความคิดการออกแบบทางวิศวกรรม และการสร้างสรรค์เทคโนโลยีที่เป็นผลผลิต จากการออกแบบเชิงวิศวกรรม แก้ปัญหา สร้างนวัตกรรม พัฒนาทักษะ ความสามารถในการทำงาน และทักษะศตวรรษที่ 21

Reeve (2013) อ้างถึงใน จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2561) ได้กล่าวถึง คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญคือเป็นผู้อำนวยความสะดวกและโค้ช นักเรียน โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่ท้าทายความคิดของนักเรียน และให้นักเรียนมีส่วนร่วม ในการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมี ประสิทธิภาพมากที่สุด ครูสอนจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะ เต็มศึกษาโดยจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียนและบริบทของชั้นเรียน นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจะประสบความสำเร็จได้หรือไม่นั้น ครูสอนควร วัดและประเมินผลนักเรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะ และเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ซึ่งในการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษาสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

1. ในกรณีที่ครูสอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในการ สอนวิทยาศาสตร์ ครูสอนสามารถประเมินนักเรียนดังนี้ คือ

- 1.1 การตั้งคำถามในแบบทดสอบ
- 1.2 การปฏิบัติทดลอง
- 1.3 การรายงานผลการทดลอง
- 1.4 การศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

2. ในกรณีที่ครูสอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม ครูสอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของนักเรียน ดังนี้ คือ

- 2.1 การระดมความคิด
- 2.2 การพัฒนาโมเดลต้นแบบ
- 2.3 การทำงานเป็นทีม

3. ในการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ครูสอนควรใช้การ ประเมินหลายครั้งคือประเมินก่อนเรียน ระหว่างเรียน และประเมินหลังเรียน การประเมินระหว่าง เรียน ครูสอนทำได้โดยการใช้คำถาม การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน การประเมินตนเองและการ ประเมินจากเพื่อน และการบันทึกข้อมูลงานที่ทำตามเป้าหมายที่กำหนด ส่วนการประเมินหลังเรียน ครูสอนสามารถประเมินโครงการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ

Capraro & Morgan (2013) อ้างใน ปารีชาติ ประเสริฐสังข์ (2560) คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาควณการกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ดังนี้

1. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ที่ท้าทายความรู้ความสามารถ กระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน

3. จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ

4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริง

6. เป็นโค้ช

7. เป็นพี่เลี้ยงทาง

8. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด

9. ประเมิน กระบวนการทำงานและผลงานของนักเรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย

Bybee (2013) จำแนกมุมมองของการจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้เกิดคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

1. แนวคิดสะเต็มศึกษาในมุมมองที่เป็นวิชาวิทยาศาสตร์ (หรือวิชาคณิตศาสตร์) เป็นการมองว่าแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง วิชาวิทยาศาสตร์ (หรือวิชาคณิตศาสตร์) เท่านั้น

2. แนวคิดสะเต็มศึกษาในมุมมองที่เป็นทั้งวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

3. วิชาวิทยาศาสตร์ที่ผนวกรวมเทคโนโลยี วิศวกรรม หรือ คณิตศาสตร์ การมองแนวคิดสะเต็มศึกษาในแบบนี้ เป็นขั้นเริ่มต้นสู่การบูรณาการวิชาอื่นๆ

4. แนวคิดสะเต็มศึกษาในมุมมองที่เป็นวิชาทั้งสี่ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์

5. วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับเทคโนโลยี คือ นักเรียนได้เรียนรู้โดยการทำงานลงมือปฏิบัติเป็นหลัก

6. การทำงานประสานกันของแต่ละวิชา แนวคิดสะเต็มศึกษาในมุมมองนี้ ต้องอาศัยความร่วมมือของแต่ละวิชา

7. การรวมสองวิชาหรือสามวิชาเป็นหนึ่งเดียวเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการบูรณาการโดยการรวม 2 วิชาเข้าเป็นหนึ่งวิชาหรือหลักสูตร เช่น วิทยาศาสตร์บูรณาการกับเทคโนโลยี วิศวกรรมร่วมบูรณาการกับคณิตศาสตร์ เป็นต้น หรือเพิ่มความซับซ้อนมากขึ้น โดยการบูรณาการ 3 วิชาเข้าด้วยกัน เช่น การบูรณาการวิทยาศาสตร์เข้ากับเทคโนโลยี และคณิตศาสตร์

8. แนวคิดสะเต็มศึกษาในมุมมองที่หมายถึงการบูรณาการคาบเกี่ยวในแต่ละวิชา แนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถจัดบูรณาการแต่ละวิชาเป็นลำดับต่อเนื่องกันได้ กล่าวคือ เมื่อจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เสร็จเรียบร้อยแล้วจากนั้นจึงจัดประสบการณ์ การเรียนรู้วิชาเทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ตามลำดับ ดังนั้นการบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษาจึงกลายเป็นหัวใจสำคัญของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้

9. การบูรณาการข้ามวิชาแนวคิดสะเต็มศึกษาในมุมมองนี้จะเกี่ยวข้องกับ การสอนข้ามรายวิชาแต่ละวิชาในแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อใช้แก้ปัญหาใหญ่ ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพทางภูมิอากาศ ปัญหาสุขภาพ เป็นต้น ตัวอย่างที่สามารถอธิบายมุมมองการบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษาในแบบนี้ คือ นักดนตรีที่สี่บรรเลงเพลงร่วมกัน

Elaine J. Hom (2014) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา สามารถให้ความรู้กับนักเรียนใน 4 วิชาได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการและผสมผสานการเรียนรู้สภาพแวดล้อมและการแสดงวิธีการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน มุ่งเน้นโลกแห่งความจริงในด้านการแก้ปัญหา และเป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ชั้นอนุบาลมัธยมศึกษาตอนปลาย

Erdogan & Ciftci (2017) ได้กล่าวถึง คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาดังนี้

1. สามารถจัดกระบวนการสอนของสหวิทยา
2. มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ แก้ปัญหา คิดที่สำคัญและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
3. มีการพัฒนาทัศนคติเชิงบวก
4. มีการพัฒนาทักษะด้านวิศวกรรม
6. สนับสนุนบุคคลที่มีนวัตกรรม นักประดิษฐ์

ลำดับที่	รายการ	สวท(2561)	มานะ อินทรสว่าง (2556)	กมลรัตน์ กล่อมอิม (2559)	จำรัส อินทลาพร และคณะ (2561)	พลาริป สมชาติ (2557)	นงนุช เอกตระกูล (2557)	ศศิญา ลังการพันธ์ (2556)	สิริมาภา กิจเกื้อกุล (2558)	อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556)	พรทิพย์ ศิริทราชัย (2556)	ปวีรชาติ ประเสริฐสูง (2560)	พัฒนา วิชัยดิษฐ และชาติวีร์ ฝ่ายคำตา (2560)	วารวรณ์ ทิลาพันธ์ (2558)	Vasque,et al (2013)	Bybee (2010)	Capraro & Morgan (2013)	Bybee (2013)	Elaine (2014)	Erdogan & Ciftci (2017)
4.	พัฒนาตนเองในงานวิชาชีพ	✓	✓																	
5.	ทักษะและเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6.	สอนนักเรียนสร้างผลงานชิ้นงานที่แสดงถึงความสามารถเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับชีวิตจริง นำเสนอข้อมูลเชิงประจักษ์	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓					✓			✓		✓

ลำดับที่	รายการ	ศสพ(2561)	มานะ อินทรสว่าง (2556)	กมลฉัตร กล่อมอัม (2559)	จำรัส อินทภาพร และคณะ (2561)	ชลาธิป สมชาติโต (2557)	นงนุช เอกตระกูล (2557)	ศติยา ลังการพิณธุ์ (2556)	สิริเมษา กิจเกื้อกุล (2558)	อภิสิทธิ์ ชงไชย (2556)	พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556)	ปาริชาติ ประเสริฐสงฆ์ (2560)	ชุติมา วิชัยดิษฐ์ และชาติตรี ฝ่ายคำตา (2560)	รารรณ์ ฑิลาพันธ์ (2558)	Vasqueet al (2013)	Bybee (2010)	Capriaro & Morgan (2013)	Bybee (2013)	Elaine (2014)	Erdogan & Ciftci (2017)
7.	จัดการสอน แบบ โครงงาน เป็นฐาน	✓	✓	✓	✓			✓				✓	✓							
8.	มีความคิด แบบวิจารณ์ ญาณ	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓				✓	✓				
9.	มีความรอบ รู้ด้าน เทคโนโลยี สารสนเทศ	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓										✓	
10.	สามารถใช้ ประโยชน์ เทคโนโลยี ในชั้นเรียน ตั้งแต่การ สืบค้นข้อมูล ลักษณะ ต่าง ๆ	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓									✓		

ลำดับที่	รายการ	สวาท(2561)	มานะ อินทรวง (2556)	กมลรัตน์ กล่อมอิม (2559)	จำรัส อินทพร และคณะ (2561)	ชลาริณ สมภักดิ์ (2557)	นงนุช เอกตระกูล (2557)	ศติยา ลังการพิณ (2556)	สิริมาภักดิ์ กิจก้องกุล (2558)	อภิสิทธิ์ จงใจขย (2556)	พรทิพย์ ศิริภักษ์ชัย (2556)	ปาริชาติ ประเสริฐสูงชัย (2560)	ชุติมา วิชัยดิษฐ์ และชชาติรี ฝ่ายคำตา (2560)	รารรณ ฑิตานันท์ (2558)	Vasquet al (2013)	Bybee (2010)	Capriano & Morgan (2013)	Bybee (2013)	Elaine (2014)	Erdogan & Ciftci (2017)
11.	บันทึก ข้อมูลใน การสำรวจ ตรวจสอบ การใช้ ซอฟต์แวร์ การจัดการ ทำวิเคราะห์ ข้อมูลด้วย เทคโนโลยี	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓									✓		
12.	มีความคิด สร้าง สรรค์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓								✓
13.	เปรียบเทียบ เชื่อมโยงการ เรียนรู้ให้เป็น สาระที่มี ความสำคัญ ต่อชีวิตและ ใช้ในชีวิต ประจำวันได้ อย่างสอดคล้อง กับ บทเรียน (ทักษะชีวิต)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ลำดับที่	รายการ	สสวท(2561)	มานะ อินทรสว่าง (2556)	กมลฉัตร กล่อมอิม (2559)	จำรัส อินทลาพร และคณะ (2561)	ชลาธิป สมานทิโต (2557)	นงนุช เอกตระกูล (2557)	ศติยา ลังการ์พินธุ์ (2556)	สิรินภา กิจเกื้อกุล (2558)	อภิสิทธิ์ ชงไชย (2556)	พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556)	ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ (2560)	ชุติมา วิชัยดิษฐ และชาตรี ฝ่ายคำตา (2560)	รารณณ์ ทิลาพันธ์ (2558)	Vasque, et al (2013)	Bybee (2010)	Capriano & Morgan (2013)	Bybee (2013)	Elaine (2014)	Erdogan & Ciftci (2017)
14	รู้รอบตัว และ สามารถถ่ายทอดข้อมูลสู่ นักเรียนได้ อย่าง เหมาะสม กับวัยการ เรียนรู้และ กาลเทศะ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓			✓	✓		✓
15	ทักษะด้าน การวัดและ ประเมินผล	✓																		

จากตารางที่ 1 แสดงแนวความคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอน
สะเต็มศึกษา พบว่าบางองค์ประกอบที่มีคุณลักษณะร่วมกันในขณะเดียวกันก็พบว่าในบาง
องค์ประกอบก็มีนักวิชาการจำนวนน้อยที่เสนอไว้ซึ่งพบว่าบางคุณลักษณะเฉพาะ ในการวิจัยครั้งนี้
ผู้วิจัยของสรูปองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา ก็พิจารณาจากตาราง
สังเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา ที่ผู้วิจัยได้รวบรวมจากกำหนด
องค์ประกอบของนักวิชาการทั้งในและต่างประเทศ โดยสามารถสรูปองค์ประกอบขั้นต้น ได้ 15
องค์ประกอบ ดังนี้

1. เปิดใจแลกเปลี่ยนทัศนะ ยอมรับความคิดเห็นมุมมองใหม่ และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
เป็นองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาตามแนวคิด (สสวท., 2561; มานะ อินทรสว่าง,
2556; กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559; จำรัส อินทลาพร และคณะ, 2561; ชลาธิป สมานทิโต, 2557; นงนุช
เอกตระกูล, 2557; ศติยา ลังการ์พินธุ์, 2556; สิรินภา กิจเกื้อกุล, 2558; อภิสิทธิ์ ชงไชย, 2556;
พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์, 2556;ปาริชาติ ประเสริฐสังข์, 2560; ชุติมา วิชัยดิษฐ และชาตรี ฝ่ายคำตา,

2560; ราวรธรรม์ ทิลาฉนนท์, 2558; Vasque, et al, 2013; Bybee, 2010; Capraro & Morgan, 2013; ; Bybee, 2013; Elaine, 2014 และ Erdogan & Ciftci, 2017)

2. ทักษะการสื่อสาร เป็นองค้ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศีกษาตามแนวคิด (สสวท., 2561; มานะ อินทรสว่าง, 2556; กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559; ชลาธิป สมหาหิโต, 2557; นงนุช เอกตระกุล, 2557; สติยา ลังการ้พินธุ์, 2556; สิริฉนา กิจเกื้อกุล, 2558; พรทัพย์ ศิริภัทธาชัย, 2556; Vasque, et al, 2013 และ Bybee, 2010)

3. ความรู้ความเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการจัดการเรียนรู้แนวทางสะเต็มศีกษาเป็นองค้ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศีกษาตามแนวคิด (สสวท., 2561; มานะ อินทรสว่าง, 2556; กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559; จำรัส อินทลาพร และคณะ, 2561; ชลาธิป สมหาหิโต, 2557; นงนุช เอกตระกุล, 2557; สติยา ลังการ้พินธุ์, 2556; สิริฉนา กิจเกื้อกุล, 2558; อภิสหิธี ชงไชย, 2556; พรทัพย์ ศิริภัทธาชัย, 2556; ปารีชาติ ประเสริฐสังข์, 2560; ชุติมา วิชัยดิษฐ และชาติรี ฝ้ายคำตา, 2560; ราวรธรรม์ ทิลาฉนนท์, 2558; Vasque, et al, 2013; Bybee, 2010; Capraro & Morgan, 2013; ; Bybee, 2013; Elaine, 2014 และ Erdogan & Ciftci, 2017)

4. พัฒนาคตนเองในงานวิชาชีฟ เป็นองค้ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศีกษาตามแนวคิด (สสวท, 2561; และมานะ อินทรสว่าง, 2556)

5. ทักษะและเจตคติที่ต้อการเรียนรู้ เป็นองค้ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศีกษาตามแนวคิด (สสวท., 2561; มานะ อินทรสว่าง, 2556; กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559; จำรัส อินทลาพร และคณะ, 2561; ชลาธิป สมหาหิโต, 2557; นงนุช เอกตระกุล, 2557; สติยา ลังการ้พินธุ์, 2556; สิริฉนา กิจเกื้อกุล, 2558; อภิสหิธี ชงไชย, 2556; พรทัพย์ ศิริภัทธาชัย, 2556; ปารีชาติ ประเสริฐสังข์, 2560; ชุติมา วิชัยดิษฐ และชาติรี ฝ้ายคำตา, 2560; ราวรธรรม์ ทิลาฉนนท์, 2558; Vasque, et al, 2013; Bybee, 2010; Capraro & Morgan, 2013; ; Bybee, 2013; Elaine, 2014 และ Erdogan & Ciftci, 2017)

6. สอนนักเรียนสร้างผลงานชิ้นงานที่แสดงถึงความสามารถเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับชีวิตจริงนำเสนอข้อมูลเชิงประจักษ์ เป็นองค้ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศีกษาตามแนวคิด (สสวท., 2561; มานะ อินทรสว่าง, 2556; กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559; จำรัส อินทลาพร และคณะ, 2561; ชลาธิป สมหาหิโต, 2557; นงนุช เอกตระกุล, 2557; สติยา ลังการ้พินธุ์, 2556; สิริฉนา กิจเกื้อกุล, 2558; พรทัพย์ ศิริภัทธาชัย, 2556; Vasque, et al, 2013; Capraro & Morgan, 2013; ; Bybee, 2013 และ Erdogan & Ciftci, 2017)

7. สอนแบบโครงการเป็นฐาน (Project – Based Learning) เป็นองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาตามแนวคิด (สสวท., 2561; มานะ อินทรสว่าง, 2556; กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559; จำรัส อินทลาพร และคณะ, 2561; สติยา ลังการ์พินธุ์, 2556; ปารีชาติ ประเสริฐสังข์, 2560; ชุติมา วิชัยดิษฐ และชาติรี ฝ้ายคำตา, 2560; Bybee, 2010 และ Capraro & Morgan, 2013)

8. คิดแบบวิจารณ์ญาณ เป็นองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาตามแนวคิด (สสวท., 2561; มานะ อินทรสว่าง, 2556; กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559; ชลาธิป สมานิติโต, 2557; นงนุช เอกตระกูล, 2557; สติยา ลังการ์พินธุ์, 2556; สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2558; พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556; Vasque, et al, 2013 และ Bybee, 2010)

9. มีความรอบรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาตามแนวคิด (สสวท., 2561; มานะ อินทรสว่าง, 2556; กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559; ชลาธิป สมานิติโต, 2557; นงนุช เอกตระกูล, 2557; สติยา ลังการ์พินธุ์, 2556; สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2558 และ Elaine, 2014)

10. สามารถใช้ประโยชน์เทคโนโลยีในชั้นเรียนปัจจุบัน ตั้งแต่การสืบค้นข้อมูลลักษณะต่างๆ เป็นองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาตามแนวคิด (สสวท., 2561; มานะ อินทรสว่าง, 2556; กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559; ชลาธิป สมานิติโต, 2557; นงนุช เอกตระกูล, 2557; สติยา ลังการ์พินธุ์, 2556; สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2558 และ Capraro & Morgan, 2013)

11. บันทึกข้อมูลในการสำรวจ ตรวจสอบการใช้ซอฟต์แวร์ การจัดทำวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคโนโลยี เป็นองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาตามแนวคิด (สสวท., 2561; มานะ อินทรสว่าง, 2556; กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559; ชลาธิป สมานิติโต, 2557; นงนุช เอกตระกูล, 2557; สติยา ลังการ์พินธุ์, 2556; สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2558 และ Capraro & Morgan, 2013)

12. คิดสร้างสรรค์ เป็นองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาตามแนวคิด (สสวท., 2561; มานะ อินทรสว่าง, 2556; กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559; ชลาธิป สมานิติโต, 2557; นงนุช เอกตระกูล, 2557; สติยา ลังการ์พินธุ์, 2556; สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2558; พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556; Vasque, et al, 2013; Bybee, 2010; Bybee, 2013 และ Erdogan & Ciftci, 2017)

13. เปรียบเทียบเชื่อมโยงการเรียนรู้ให้เป็นสาระที่มีความสำคัญต่อชีวิตและใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างสอดคล้องกับบทเรียน (ทักษะชีวิต) เป็นองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาตามแนวคิด (สสวท., 2561; มานะ อินทรสว่าง, 2556; กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559; ชลาธิป สมานิติโต, 2557; นงนุช เอกตระกูล, 2557; สติยา ลังการ์พินธุ์, 2556; สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2558; พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556; Vasque, et al, 2013; Capraro & Morgan, 2013; Bybee, 2013 และ Erdogan & Ciftci, 2017)

14. มีความรู้รอบตัวและสามารถถ่ายทอดข้อมูลสู่นักเรียนได้อย่างเหมาะสมกับวัยการเรียนรู้และกาลเทศะ เป็นองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาตามแนวคิด (สสวท., 2561; มานะ อินทร สว่าง, 2556; กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559; ชลาธิป สมานทิโต, 2557; นงนุช เอกตระกูล, 2557; สติยา ลังการ์พินธุ์, 2556; สิริรณา กิจเกื้อกุล, 2558; พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556; Vasque, et al, 2013; Capraro & Morgan, 2013; Bybee, 2013 และ Erdogan & Ciftci, 2017)

15. ทักษะด้านการวัดและประเมินผล เป็นองค์ประกอบของคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาตามแนวคิด (สสวท, 2561)

4. แนวทางการพัฒนาสะเต็มศึกษา

Scott (2012) ได้กล่าวถึงกระบวนการของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กระบวนการของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

จากภาพนี้แสดงให้เห็นถึงกระบวนการของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เกิดขึ้นจากการสังเกตสิ่งแวดล้อม สถานการณ์ หรือปรากฏการณ์รอบๆ ตัว เพื่อให้ได้มาซึ่งสิ่งที่สนใจและเป็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขหรือพัฒนาให้ดีขึ้น โดยปัญหาที่พบมีมากมายหลายประการควรเลือกเฉพาะปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและไม่กว้างจนเกินไป เพื่อให้สามารถนำมากำหนดเป็นจุดประสงค์ในการดำเนินงานที่ชัดเจน จากนั้นจึงอาศัยความคิดร่วมกับการศึกษาวิจัยและพัฒนา ซึ่งในขั้นนี้เป็นขั้นสำคัญที่จะต้องนำศาสตร์ทั้ง 4 ของสะเต็มศึกษา เข้ามาช่วยในการดำเนินงาน เพื่อให้ได้ต้นแบบ

ของชั้นงาน วิธีการหรือกระบวนการ ที่สร้างขึ้นมาจากจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพื่อตอบสนองต่อปัญหา ในตอนแรก แล้วจึงนำต้นแบบนั้นไปทดสอบด้วยการทดลองใช้ในบริบทจริง เพื่อศึกษาประสิทธิภาพ และประสิทธิผลที่เกิดขึ้นว่ามีสิ่งใดที่จะต้องปรับปรุง แก้ไข จนเมื่อเสร็จสมบูรณ์แล้วจึงทำการ ประเมินผลต่อไป กระบวนการทั้ง 5 ขั้นตอนนี้ เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นวัฏจักร ภายใต้การดำเนินงาน ที่สอดคล้องและตรงกับความต้องการของปัญหาที่กำหนดไว้ในตอนแรก กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์ (2557)

ชลาริป สมานิติ (2557) ได้กล่าวถึงกระบวนการของการจัดประสบการณ์แบบสะเต็ม ศึกษา ดังนี้ สะเต็มศึกษาเป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่บูรณาการสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกันโดยจะเน้นให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหาและการทำงานร่วมกันโดยในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้สะเต็มศึกษาในระดับ การศึกษาปฐมวัยสามารถจัดสอนโดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 4 ขั้นประกอบด้วย ขั้นการ ตั้งคำถาม ขั้นการสำรวจตรวจสอบ ขั้นตอบคำถามที่ตั้งขึ้น และขั้นนำเสนอและสามารถจัดในรูปแบบ หน่วยหรือโครงการ

Dejarnette (2012), Breiner, et.al. (2012) และอภิสิทธิ์ ธงไชย (2556) ได้อ้างถึงใน ชลาริป สมานิติ (2557) ได้เสนอว่าการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสามารถจัด ได้ในลักษณะดังต่อไปนี้

1. บูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยการนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจน วิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสวมผสาน

2. บูรณาการในรูปแบบของโครงการเป็นฐาน สอนโดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถจัด สอนได้ในทุกระดับการศึกษาตั้งแต่อนุบาลจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลายโดยประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการ กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละมลรัฐนำสะเต็มศึกษามาใช้ในการเรียนการสอนผลจาก การศึกษาการนำเอาสะเต็มศึกษาไปใช้พบว่าครูซึ่งใช้วิธีการสอนแบบโครงการเป็นฐานและการสอน โดยการใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ผลิตชิ้นงานได้ดีและถ้าครูสามารถใช้สะเต็ม ศึกษาในการสอนได้เร็วมากเท่าใดก็ยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพให้กับนักเรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ปัจจุบันมีการนำสะเต็มศึกษาไปใช้สอนในระดับการศึกษาปฐมวัยในบางมลรัฐในประเทศสหรัฐอเมริกา

ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ครูสอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่

- 1) จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและทำ ทายการคิดของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากครูสอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้ 2) จัดการเรียนรู้แบบ โครงการเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกทำโครงการที่ตนเองสนใจ โดย










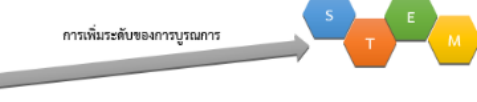
ร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนเองสนใจ มีการวางแผนในการทำโครงการร่วมกัน โดยศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่ แล้วเขียนรายงาน และนำเสนอต่อสาธารณชน และนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด 3) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน โดยครูสอนมีบทบาทสำคัญ Clemm (2012), Robert M. Capraro and Sunyoung Han. (2014), Tara O' Neill, Lisa Yamagata, Justin Yamagata, and Susan Togioka. (2012) อ้างถึงใน จำรัส อินทลาพร และคณะ (2561) ดังนี้

1. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง
2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ทำทลายความรู้ความสามารถกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน
3. จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ
4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม
5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานโดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง
6. เป็นผู้โค้ช
7. เป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ
8. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด
9. ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของนักเรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างและหลังจากปฏิบัติการทดลอง โดยใช้การสื่อสารเชิงบวก

สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการศึกษาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผสมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่เป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งมีแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิเศษ วชิรวัตถานนท์ (2559) อ้างถึงในวิทยานิพนธ์ ศึกษานิพนธ์ กิ่งแก้ว (2562) ดังนี้

1. สมาคมนักเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษานานาชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (ITEEA) กำหนดขั้นตอน ของกระบวนการทำงานหรือกระบวนการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ เทคโนโลยี
2. พิพิธภัณฑิวิทยาศาตร์บอสตันประเทศสหรัฐอเมริกา ดำเนินโครงการพัฒนานักเรียนให้รู้วิศวกรรมและเทคโนโลยี หรือเรียกว่า is Elementary (EiE) เพื่อวิจัยพัฒนาหลักสูตร ขั้บเคลื่อนมาตรฐานและนำหลักสูตรไปใช้ในชั้นเรียนโดยบูรณาการแนวความคิดด้านวิศวกรรมและ เทคโนโลยี และทักษะทางวิทยาศาสตร์
3. หน่วยงานการศึกษาและการฝึกอบรมของรัฐนิวเซาท์เวลล์ประเทศออสเตรเลีย มีแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เรียกว่า กระบวนการเทคโนโลยี
4. กระทรวงการศึกษาประเทศอังกฤษ กำหนดหลักสูตรการศึกษาแห่งชาติ ตลอดจนหลักสูตรของโรงเรียนนานาชาติที่ใช้ระบบอังกฤษ ใช้กระบวนการออกแบบ
5. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ขั้นตอน สสวท. (2557) ได้แก่
 - 5.1. การระบุปัญหา
 - 5.2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง
 - 5.3. การวางแผนและพัฒนา
 - 5.4. การทดสอบและประเมินผล
 - 5.5. การนำเสนอผลลัพธ์

Bybee (2013) ได้จำแนกมุมมองของการจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ ดังตารางที่ 2 ตารางที่ 2 แสดงการจำแนกมุมมองของการจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา

มุมมอง	รูปภาพ								
1. STEM ในมุมมองที่เป็นวิทยาศาสตร์									
2. STEM เทียบเคียงวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์									
3. STEM วิทยาศาสตร์ที่ผนวกรวมกับวิชาอื่น ๆ									
4. STEM แยกออกเป็นวิชาทั้ง 4									
5. STEM คือ วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงหรือวิศวกรรม									
6. STEM ในมุมมองที่หมายถึง การทำงานประสานกันของแต่ละวิชา									
7. STEM การ 2 หรือ 3 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน									
8. STEM เป็นการบูรณาการคาบเกี่ยวในแต่ละวิชา									
9. STEM เป็นการบูรณาการข้ามวิชา									
10. ระดับการบูรณาการ 4 ระดับสะเต็มศึกษา	 <table border="1" data-bbox="718 1792 1276 1971"> <thead> <tr> <th>การบูรณาการภายในวิชา</th> <th>การบูรณาการแบบทวิสาขา</th> <th>การบูรณาการแบบสหวิชา</th> <th>การบูรณาการข้ามสาขาวิชา</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของคณิตศาสตร์ของสังคมแยกกัน</td> <td>นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของคณิตศาสตร์ของสังคมแยกกันตามหัวข้อหลัก (Theme) ที่ครูทุกวิชาร่วมกันกำหนด และมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ</td> <td>นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะจาก 2 วิชาขึ้นไปร่วมกันโดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของวิชาเข้ากันได้กับนักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน</td> <td>นอกจากการเรียนรู้นี้อาและฝึกทักษะของทั้ง 4 วิชาแล้ว นักเรียนได้ประยุกต์ความรู้ที่ตนเองศึกษาไปใช้แก้ปัญหามโนทัศน์เชิงจริง และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตัวเองด้วย</td> </tr> </tbody> </table>	การบูรณาการภายในวิชา	การบูรณาการแบบทวิสาขา	การบูรณาการแบบสหวิชา	การบูรณาการข้ามสาขาวิชา	นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของคณิตศาสตร์ของสังคมแยกกัน	นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของคณิตศาสตร์ของสังคมแยกกันตามหัวข้อหลัก (Theme) ที่ครูทุกวิชาร่วมกันกำหนด และมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ	นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะจาก 2 วิชาขึ้นไปร่วมกันโดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของวิชาเข้ากันได้กับนักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน	นอกจากการเรียนรู้นี้อาและฝึกทักษะของทั้ง 4 วิชาแล้ว นักเรียนได้ประยุกต์ความรู้ที่ตนเองศึกษาไปใช้แก้ปัญหามโนทัศน์เชิงจริง และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตัวเองด้วย
การบูรณาการภายในวิชา	การบูรณาการแบบทวิสาขา	การบูรณาการแบบสหวิชา	การบูรณาการข้ามสาขาวิชา						
นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของคณิตศาสตร์ของสังคมแยกกัน	นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของคณิตศาสตร์ของสังคมแยกกันตามหัวข้อหลัก (Theme) ที่ครูทุกวิชาร่วมกันกำหนด และมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ	นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะจาก 2 วิชาขึ้นไปร่วมกันโดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของวิชาเข้ากันได้กับนักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน	นอกจากการเรียนรู้นี้อาและฝึกทักษะของทั้ง 4 วิชาแล้ว นักเรียนได้ประยุกต์ความรู้ที่ตนเองศึกษาไปใช้แก้ปัญหามโนทัศน์เชิงจริง และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตัวเองด้วย						

5. แนวทางการวัดและประเมินผลเพิ่มเติมศึกษา การวัดและประเมินผลในสภาพจริง นักเรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้การสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน ซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผล ดังนี้ สสวท. (2558) อ้างถึงในกมลฉัตร กล่อมอิม (2559)

1. การประเมินจากสภาพจริง หมายถึง การประเมินความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนจากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่นักเรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูงกระบวนการทำงานและความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลายๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธี ในสถานการณ์ต่างๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนได้

2. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ คือความสามารถของนักเรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่างๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติจริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้

ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงานผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของนักเรียนทำได้หลายแนวทางต่างๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของนักเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. การมอบหมายงานให้ทำงานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของนักเรียน นักเรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงานและการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

2. การกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้นักเรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

3. การประเมินผลด้านความสามารถประเมินได้ทั้งการแสดงออกกระบวนการทำงานและผลผลิตของงานจะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน

4. การมอบหมายชิ้นงานให้นักเรียนควรจะมีประชุมปรึกษาหารือและทำความเข้าใจร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนในการวางแผนการปฏิบัติงานเพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรมของนักเรียนและการติดตามความก้าวหน้าของครู

5. การกำหนดตัวอย่างงานให้และให้นักเรียนศึกษางานแล้วปฏิบัติตามขั้นตอนให้เหมือนหรือดีกว่า เช่น การทำสไลด์ถาวรศึกษาเนื้อเยื่อพืช การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นต้น

6. การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของนักเรียน เมื่อกำหนดสถานการณ์แล้วให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาหรือใช้ความคิดระดับสูงในการแก้ปัญหา

7. การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน การประเมินตามสภาพจริงจะลดความสำคัญของการทดสอบเนื่องจากจะมีการใช้แบบทดสอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามข้อสอบข้อเขียนก็ยังมีความจำเป็น เนื่องจากใช้ความสามารถทางด้านความรู้ความเข้าใจในหลักการต่างๆ ได้ ดังนั้นในการะบวนการประเมินจึงยังคงใช้แบบทดสอบข้อเขียนร่วมด้วยโดยจะลดบทบาทของแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรม ด้านความรู้ ความจำ แต่จะมุ่งเน้นประเมินด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการคิดระดับสูงแบบทดสอบในลักษณะนี้จะต้องสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนตอบและสถานการณ์ที่นำมาใช้ควรสัมพันธ์กับชีวิตจริงของนักเรียน

ตอนที่ 2 ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

วิจารณ์ พานิช (2555) กล่าวถึง ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ดังนี้ สาระวิชา ก็มีความสำคัญ แต่ไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้เพื่อมีชีวิตในโลกยุคศตวรรษที่ 21 ปัจจุบันการเรียนรู้ สาระวิชา ควรเป็นการเรียนจากการค้นคว้าเองของศิษย์ โดยครูช่วยแนะนำ และช่วยออกแบบ กิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าของการเรียนรู้ของตนเองได้

สาระวิชาหลัก ประกอบด้วย

1. ภาษาแม่ และภาษาสำคัญของโลก
2. ศิลปะ
3. คณิตศาสตร์
4. การปกครองและหน้าที่พลเมือง
5. เศรษฐศาสตร์
6. วิทยาศาสตร์
7. ภูมิศาสตร์
8. ประวัติศาสตร์

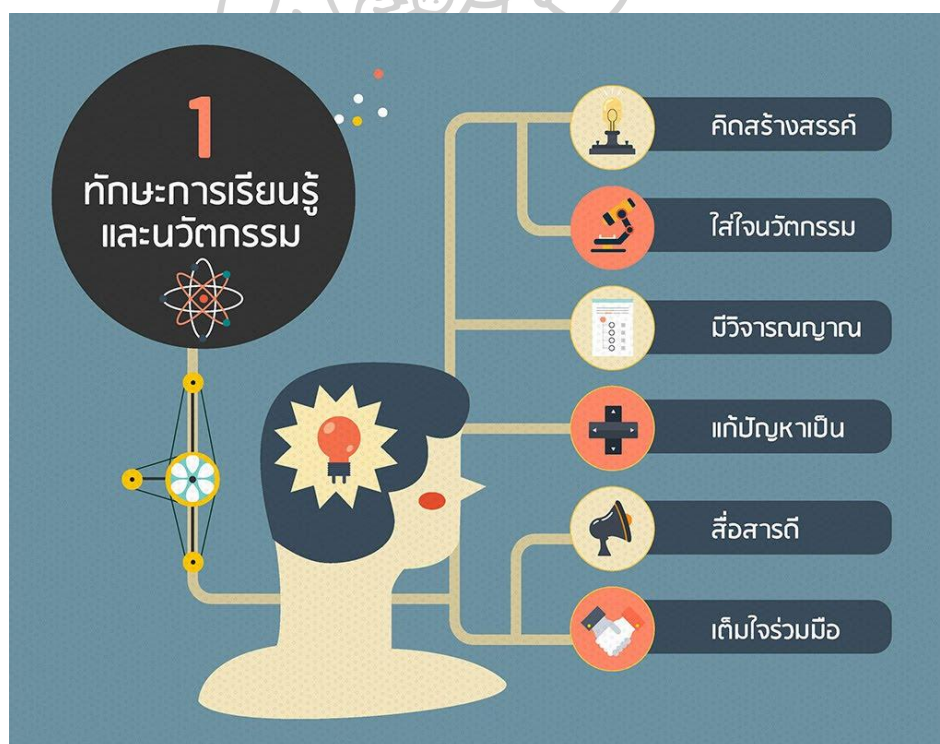
โดยวิชาแกนหลักนี้จะนำมาสู่การกำหนดเป็นกรอบแนวคิดและยุทธศาสตร์สำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาเชิงสหวิทยาการหรือหัวข้อสำหรับศตวรรษที่ 21 โดยการส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาวิชาแกนหลักและสอดแทรกทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้าไปในทุกวิชาแกนหลัก ดังนี้

ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

1. ความรู้เกี่ยวกับโลก
2. ความรู้เกี่ยวกับการเงิน เศรษฐศาสตร์ ธุรกิจ และการเป็นผู้ประกอบการ
3. ความรู้ด้านการเป็นพลเมืองที่ดี
4. ความรู้ด้านสุขภาพ
5. ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม จะเป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน ได้แก่

1. ความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม
2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
3. การสื่อสารและการร่วมมือ



ภาพที่ 3 แสดงทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม

ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี เนื่องด้วยในปัจจุบันมีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารผ่านทางสื่อและเทคโนโลยีมากมาย นักเรียนจึงต้องมีความสามารถในการแสดงทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและปฏิบัติงานได้หลากหลาย โดยอาศัยความรู้ในหลายด้าน ดังนี้

1. ความรู้ด้านสารสนเทศ
2. ความรู้เกี่ยวกับสื่อ
3. ความรู้ด้านเทคโนโลยี



ภาพที่ 4 ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี

ทักษะชีวิตและอาชีพ ในการดำรงชีวิตและทำงานในยุคปัจจุบันให้ประสบความสำเร็จ นักเรียนจะต้องพัฒนาทักษะชีวิตที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. ความยืดหยุ่นและปรับตัว
2. การริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง
3. ทักษะสังคมและสังคมข้ามวัฒนธรรม
4. การเป็นผู้สร้างหรือผลิตและความรับผิดชอบเชื่อถือได้
5. ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ



ภาพที่ 5 ทักษะชีวิตและอาชีพ

ทักษะของคนในศตวรรษที่ 21 ที่ทุกคนจะต้องเรียนรู้ตลอดชีวิต คือ การเรียนรู้ 3R x 7C 3R คือ Reading (อ่านออก), (W) write (เขียนได้), และ (A) Arithmetic's (คิดเลขเป็น) 7C ได้แก่

1. Critical Thinking and Problem Solving (ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา)
2. Creativity and Innovation (ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม)
3. Cross-cultural Understanding (ทักษะด้านความเข้าใจความต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์)
4. Collaboration, Teamwork and Leadership (ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ)
5. Communications, Information, and Media Literacy (ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ)
6. Computing and ICT Literacy (ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร)
7. Career and Learning Skills (ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้)



ภาพที่ 6 ทักษะของคนในศตวรรษที่ 21 ที่ทุกคนจะต้องเรียนรู้ตลอดชีวิต

ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการการพัฒนาตัวบ่งชี้

1. ความหมายของตัวบ่งชี้

มีผู้ให้ความหมายของคำว่า “ตัวบ่งชี้” ไว้ในลักษณะต่างๆ กันหลายความหมาย ดังนี้ Johnstone (1981) กล่าวว่า ตัวบ่งชี้ หมายถึง สารสนเทศที่บ่งบอกปริมาณเชิงสัมพันธ์หรือสถานะของสิ่งที่มุ่งวัดในเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยไม่จำเป็นต้องบ่งบอกสถานะที่จงใจหรือชัดเจน แต่บ่งบอกหรือสะท้อนภาพของสถานการณ์ที่เราสนใจเข้าไปตรวจสอบอย่างกว้างๆ หรือให้ภาพเชิงสรุปโดยทั่วไป ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต

พิมผกา ธรรมสิทธิ์ (2552) ได้ให้ความหมาย ตัวบ่งชี้ หมายถึง ค่าที่สังเกตได้ซึ่งชี้ให้เห็นคุณลักษณะสภาพการณ์ของสิ่งที่กำลังศึกษาเป็นองค์รวมอย่างกว้างๆ ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งซึ่งมีลักษณะเชิงคุณภาพหรือปริมาณที่มีความชัดเจนเพียงพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดนโยบายวัตถุประสงค์การวางแผนการดำเนินงานและการกำกับดูแลเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้

ศิริชัย กาญจนวาสิ (2550) ให้ความหมายของไว้ว่า หมายถึง ตัวประกอบ ตัวแปรหรือค่าที่สังเกตได้ ซึ่งใช้ชี้วัดบอกสถานภาพหรือสะท้อนลักษณะการดำเนินงานหรือผลการดำเนินงาน

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2551) ได้สรุปความหมายของตัวบ่งชี้ไว้ว่า ตัวบ่งชี้ หมายถึง ตัวแปรประกอบหรือองค์ประกอบที่มีค่าแสดงถึงลักษณะหรือปริมาณของสภาพที่ต้องการศึกษา ณ จุดเวลาหรือช่วงเวลาหนึ่ง ค่าของตัวบ่งชี้แสดง/ ระบุ/ บ่งบอกถึงสภาพที่ต้องการศึกษาเป็นองค์รวมอย่างกว้างๆ แต่มีความชัดเจนเพียงพอที่จะใช้ในการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้เพื่อประเมินสภาพที่ต้องการศึกษาได้และใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างจุดเวลา/ช่วงเวลา ที่ต่างกันเพื่อให้ทราบถึงความเปลี่ยนแปลงของสภาพที่ต้องการศึกษา

อธิฏฐาน จันทรุทธา (2560) ได้สรุปความหมาย ตัวบ่งชี้ หมายถึง สิ่งที่บอกสภาพ หรือสถานะในเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพ ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งเพื่อบ่งบอกถึงสิ่งที่เราต้องการวัด โดยการนำเอาข้อมูล ตัวแปรมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้

สรุปได้ว่า ตัวบ่งชี้ หมายถึง เครื่องมือในการวัดเชิงปริมาณ เพื่อแสดงความแตกต่างเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลา และผลระหว่างที่เกิดขึ้นกับเป้าหมายที่วางไว้ เป็นสารสนเทศที่บ่งบอกปริมาณเชิงสัมพันธ์หรือสถานะของสิ่งที่มุ่งวัดในเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยไม่จำเป็นต้องบ่งบอกสถานะที่จงใจหรือชัดเจน แต่บ่งบอกหรือสะท้อนภาพของสถานการณ์ที่เราสนใจเข้าไปตรวจสอบอย่างกว้างๆ หรือให้ภาพเชิงสรุปโดยทั่วไป ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต เป็นค่าที่สังเกตได้ซึ่งชี้ให้เห็นคุณลักษณะสภาพการณ์ของสิ่งที่กำลังศึกษาเป็นองค์รวมอย่างกว้างๆ บอกสถานภาพหรือสะท้อนลักษณะการดำเนินงานหรือผลการดำเนินงาน โดยการนำเอาข้อมูล ตัวแปรมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ลักษณะของตัวบ่งชี้

Johnstone (1981) อ้างถึงใน สุรพงษ์ เอื้อศิริพรฤทธิ (2547) ได้อธิบายถึง ลักษณะที่สำคัญของตัวบ่งชี้ที่ดี มีรายละเอียดดังนี้

1. ตัวบ่งชี้ที่นำมาใช้ในด้านสังคมศาสตร์ อาจไม่จำเป็นต้องบ่งชี้ได้อย่างแม่นยำร้อยเปอร์เซ็นต์ แต่สามารถช่วยชี้ให้เห็นสภาพ หรือสภาพการณ์ที่ต้องการตรวจสอบได้อย่างกว้างๆ
2. ตัวบ่งชี้มีความแตกต่างจากตัวแปร ในแง่ที่ว่าตัวบ่งชี้เป็นการรวมตัวแปรหลายๆ ตัวที่มีความสัมพันธ์เข้าด้วยกัน ทำให้ได้ภาพของระบบในแง่มุมใหม่ที่สามารถอธิบายได้ โดยที่ตัวบ่งชี้บ่งบอกถึงภาพสรุป หรือสิ่งที่มุ่งวัดในลักษณะกว้างๆ มากกว่าที่เฉพาะเจาะจงในรายละเอียดส่วนย่อย
3. ตัวบ่งชี้จะต้องกำหนดเป็นปริมาณหรือตีค่าเป็นตัวเลขได้ มิใช่เป็นการบรรยายข้อความในการตีความหมายของค่าตัวเลขของตัวบ่งชี้ ต้องนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงจะสามารถบอกได้ว่าตัวเลขที่ได้มีค่าสูงหรือต่ำ ดังนั้นในการสร้างเกณฑ์เพื่อแปลความหมายของตัวบ่งชี้ ต้องมีความชัดเจน
4. ตัวบ่งชี้ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ บางค่าอาจใช้ได้แค่ 1 เดือน หรือ 1 ปี บางค่าอาจใช้ได้ถึง - เดือน หรือ 5 ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่นำมาใช้ในการตรวจสอบหรือเป็นเกณฑ์ ดังนั้นค่าของตัวบ่งชี้จึงสามารถบอกถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่เปลี่ยนไป ซึ่งอาจเป็นบวกหรือลบก็ได้และยังสามารถเปรียบเทียบค่าตัวบ่งชี้ในแต่ละสถานการณ์ในช่วงเวลาเดียวกันได้ด้วย
5. ตัวบ่งชี้เป็นหน่วยพื้นฐานในการพัฒนาทฤษฎี โดยการรวมตัวแปรเพื่อสร้างเป็นตัวบ่งชี้แล้วนำไปอธิบายทฤษฎีในงานวิจัยต่างๆ ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำเสนอแนวคิดได้ดีกว่าการใช้ตัวแปรเดียว

สุรพงษ์ เอื้อศิริพรฤทธิ (2547) อธิบายว่าลักษณะที่สำคัญของตัวบ่งชี้ต้องประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

1. ต้องมีนัยเชิงปริมาณ โดยอาจจะไม่จำเป็นที่จะต้องระบุเป็นตัวเลขหรือสถิติข้อมูลใดๆ ก็ได้
2. ต้องเสนอข้อมูลที่ฟังประสงค์ทั้งหมดให้ปรากฏชัดเจน
3. ต้องให้ความกระจ่างและข้อเท็จจริงทั้งหมดแก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง
4. ต้องมีลักษณะเป็นเครื่องมือที่สามารถจำแนกแยกแยะ ประเมินผล หรือเสนอวิสัยทัศน์ตลอดจนความมุ่งหมายใหม่ๆ ได้

3. ประเภทของตัวบ่งชี้

Johnstone (1981) อ้างถึงใน นางลักษณ วิรัชชัย (2551) ได้จำแนกประเภทของตัวบ่งชี้ได้ 7 แบบ ดังนี้

1. การจัดแยกประเภทตามทฤษฎีระบบ แบ่งได้ 3 ประเภท คือ ตัวบ่งชี้ด้านปัจจัย (Input Indicators) ตัวบ่งชี้ด้านกระบวนการ และตัวบ่งชี้ด้านผลผลิต

2. การจัดแยกประเภทตามลักษณะนิยามของตัวบ่งชี้ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ตัวบ่งชี้แบบอัตนัย และตัวบ่งชี้แบบปรนัย

3. การจัดแยกประเภทตามวิธีการสร้าง แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ ตัวบ่งชี้ตัวแทน เป็นตัวบ่งชี้ที่สร้างขึ้นจากตัวแปรเพียงตัวเดียวให้เป็นตัวแทนตัวแปรอื่น ๆ ตัวบ่งชี้แยกเป็นตัวบ่งชี้ที่มีสถานะคล้ายกับตัวแปร หรือตัวบ่งชี้ย่อย โดยที่ตัวบ่งชี้ย่อยแต่ละตัวเป็นอิสระต่อกัน และบ่งชี้ลักษณะหรือปริมาณของสภาพที่ต้องการศึกษาเฉพาะด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียว การที่จะบ่งชี้สภาพองค์รวมจะต้องใช้ตัวบ่งชี้ย่อยทุกตัวรวมกันทั้งหมด ตัวบ่งชี้ประกอบเป็นตัวบ่งชี้ที่เกิดจากการรวมตัวแปรหลาย ๆ ตัวเข้าด้วยกัน โดยให้น้ำหนักความสำคัญของตัวแปรตามที่เป็นจริง

4. การจัดแยกประเภทตามลักษณะตัวแปรที่ใช้สร้างตัวบ่งชี้ การจัดวิธีนี้แยกประเภทที่สำคัญได้ 3 วิธี วิธีแรก คือ การจัดแยกประเภทตัวบ่งชี้การศึกษาตามระดับการวัดของตัวแปร วิธีนี้จัดแยกได้เป็น 4 ประเภท คือ ตัวบ่งชี้นามบัญญัติ ตัวบ่งชี้เรียงอันดับ ตัวบ่งชี้อัตราส่วน และตัวบ่งชี้อัตราส่วน วิธีที่สอง คือ การจัดแยกประเภทตัวบ่งชี้การศึกษาตามประเภทของตัวแปร วิธีนี้จัดแยกได้เป็น 2 ประเภท คือ ตัวบ่งชี้สต็อก และตัวบ่งชี้การเคลื่อนไหว วิธีที่สาม คือ การจัดแยกประเภทตามคุณสมบัติทางสถิติของตัวแปร วิธีนี้จัดแยกได้เป็น 2 ประเภท คือ ตัวบ่งชี้เกี่ยวกับการแจกแจง และตัวบ่งชี้ไม่เกี่ยวกับการแจกแจง

5. การจัดแยกประเภทตามลักษณะค่าของตัวบ่งชี้ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ตัวบ่งชี้สมบูรณ์ หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ค่าของตัวบ่งชี้บอกปริมาณที่แท้จริง และมีความหมายในตัวเอง คือ ตัวบ่งชี้สัมพัทธ์ หรือตัวบ่งชี้อัตราส่วน หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ค่าของตัวบ่งชี้เป็นปริมาณเทียบเคียงกับค่าอื่นๆ

6. การจัดแยกประเภทตามฐานการเปรียบเทียบในการแปลความหมาย แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ ตัวบ่งชี้อิงกลุ่ม ตัวบ่งชี้อิงเกณฑ์ และตัวบ่งชี้อิงตน

7. การจัดแยกประเภทตามลักษณะการใช้ตัวบ่งชี้ แบ่งตามการใช้ตัวบ่งชี้ในการวิจัยได้เป็น/ประเภท คือ ตัวบ่งชี้แสดงความหมาย และตัวบ่งชี้ทำนาย และแบ่งตามการใช้ตัวบ่งชี้ในการกำกับโคร่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ตัวบ่งชี้ผลการปฏิบัติ และตัวบ่งชี้ตามข้อกำหนด

จากการแบ่งประเภทดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปได้ว่า ประเภทของตัวบ่งชี้ สามารถแบ่งออกได้หลายประเภทและมีความใกล้เคียงกัน ซึ่งการนำไปใช้งานจะขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานว่าจะนำไปใช้ในวัตถุประสงค์ใด

4. การสร้างและการพัฒนาตัวบ่งชี้

กระบวนการพัฒนาตัวบ่งชี้มีขั้นตอนคล้ายกับขั้นตอนในกระบวนการวัดตัวแปร แต่มีขั้นตอนเพิ่มมากขึ้นในส่วนที่เกี่ยวกับการรวมตัวแปรเข้าเป็นตัวบ่งชี้ และการตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้น ขั้นตอนในกระบวนการพัฒนาตัวบ่งชี้ที่นักวิชาการกำหนดไว้มีลักษณะคล้ายคลึงกัน มีส่วนแตกต่างกันในบางขั้นตอน (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2551) สามารถสรุปรวมเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการพัฒนาตัวบ่งชี้รวม 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดวัตถุประสงค์

ขั้นตอนแรกของการพัฒนาตัวบ่งชี้ คือ การกำหนดวัตถุประสงค์ของการพัฒนาตัวบ่งชี้ นักประเมินต้องกำหนดล่วงหน้าว่าจะนำตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ประโยชน์ในเรื่องอะไร และอย่างไร วัตถุประสงค์สำคัญในการพัฒนาตัวบ่งชี้ คือ เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้นให้ได้ตัวบ่งชี้ที่จะนำไปใช้ประโยชน์

2. การนิยามตัวบ่งชี้

หลังจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาตัวบ่งชี้ งานสำคัญขั้นแรกในกระบวนการพัฒนาตัวบ่งชี้ คือ การกำหนดนิยามตัวบ่งชี้ เพราะนิยามตัวบ่งชี้ที่กำหนดขึ้นนั้นจะเป็นตัวชี้แนววิธีการที่จะต้องใช้ในขั้นตอนต่อไปของกระบวนการพัฒนาตัวบ่งชี้ เนื่องจากตัวบ่งชี้ หมายถึงองค์ประกอบที่ประกอบด้วยตัวแปรย่อยๆ รวมกันเพื่อแสดงสารสนเทศ หรือคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการบ่งชี้ ดังนั้นในขั้นตอนการนิยามตัวบ่งชี้ นอกจากจะเป็นการกำหนดนิยามในลักษณะเดียวกับการนิยามตัวแปรในการวิจัยทั่วไปแล้ว นักประเมินต้องกำหนดด้วยว่าตัวบ่งชี้ประกอบด้วยตัวแปรย่อยอะไร และรวมตัวแปรย่อยเป็นตัวบ่งชี้อย่างไร มีนักวิชาการได้แยกการนิยามตัวบ่งชี้เป็น 2 ส่วน ส่วนแรก คือ การกำหนดกรอบความคิด หรือการสร้างสังกะย เป็นการให้ความหมายคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการบ่งชี้โดยการกำหนด รูปแบบหรือโมเดลแนวคิดของสิ่งที่ต้องการบ่งชี้ก่อนว่ามีส่วนประกอบแยกย่อยเป็นกัมีติ และกำหนดว่าแต่ละมีติประกอบด้วยสังกะยอะไรบ้าง ส่วนที่สองยังแยกได้เป็นสองส่วนย่อย คือ การพัฒนาตัวแปรส่วนประกอบ หรือตัวแปรย่อย และการสร้างและกำหนดมาตรการนิยามในส่วนนี้ เป็นการกำหนดนิยามปฏิบัติการตัวแปรย่อยตามโมเดลแนวคิด และการกำหนดวิธีการรวมตัวแปรย่อยเข้าเป็นตัวบ่งชี้

ในขั้นตอนการนิยามตัวบ่งชี้นี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะเป็นขั้นที่เป็นเหมือนแผนการดำเนินการขั้นต่อไป (วิลาวัลย์ มาคัม, 2549)

วิธีที่ 1 การพัฒนาตัวบ่งชี้การศึกษาโดยการนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นวิธีการนิยามที่ใช้ในกรณีที่มีการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรย่อยที่เกี่ยวข้องกับตัวบ่งชี้ไว้พร้อมแล้ว มีฐานข้อมูลหรือมีการสร้างตัวแปรประกอบจากตัวแปรย่อยๆ หลายๆ ตัวไว้แล้ว ผู้พัฒนาเพียงพิจารณาคัดเลือกตัวแปรจากฐานข้อมูลที่มีอยู่ นำมาพัฒนาตัวบ่งชี้โดยกำหนดวิธีการรวมตัวแปรย่อยและกำหนดน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรย่อย วิธีการนิยามตัวบ่งชี้วิธีนี้อาศัยการตัดสินใจและประสบการณ์ของผู้พัฒนาตัวบ่งชี้เท่านั้น ซึ่งอาจทำให้ได้นิยามที่ลำเอียง เพราะไม่มีการอ้างอิงทฤษฎีหรือตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่อย่างใด จึงเป็นการนิยามที่มีจุดอ่อนมากที่สุดเมื่อเทียบกับแบบอื่น และไม่ค่อยมีผู้นิยมใช้ ถ้าจำเป็นต้องใช้ผู้พัฒนาควรพยายามปรับปรุงจุดอ่อน โดยใช้การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร หรือการใช้กรอบทฤษฎี ประกอบกับวิจารณ์ญาณในการเลือกตัวแปร

วิธีที่ 2 การพัฒนาตัวบ่งชี้โดยการนิยามตามทฤษฎี เป็นการที่ผู้พัฒนาใช้ทฤษฎีรองรับสนับสนุนการตัดสินใจ ใช้วิจารณ์ญาณน้อยกว่าการนิยามแบบอื่น เป็นวิธีที่ผู้พัฒนากำหนดตัวแปรและให้ค่าน้ำหนักของตัวแปรที่ใช้ในการพัฒนาตัวบ่งชี้จากทฤษฎี แล้วใช้วิธีการรวมตัวแปรที่เป็นตัวบ่งชี้ด้วยวิธีการรวมทางเลขคณิต ซึ่งการนิยามวิธีนี้อาจทำได้ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ใช้ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยเป็นพื้นฐานสนับสนุนทั้งหมด ตั้งแต่การกำหนดตัวแปรย่อย การกำหนดวิธีการรวมตัวแปร การกำหนดน้ำหนักตัวแปร ผู้พัฒนาใช้โมเดลหรือสูตรในการสร้างตัวบ่งชี้ตามที่ผู้พัฒนาไว้แล้วทั้งหมด และแบบที่ 2 ใช้ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยเป็นพื้นฐานสนับสนุนในการคัดเลือกตัวแปรย่อยและการกำหนดวิธีการรวมตัวแปรเท่านั้น ส่วนขั้นตอนในการกำหนดน้ำหนักตัวแปรแต่ละตัว ผู้พัฒนาใช้ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญประกอบการตัดสินใจ ซึ่งวิธีนี้ใช้ในกรณีที่ยังไม่มีผู้ใดกำหนดสูตรหรือตัวบ่งชี้ไว้ก่อน

วิธีที่ 3 การพัฒนาตัวบ่งชี้การศึกษาโดยการนิยามตามข้อมูลเชิงประจักษ์ เป็นลักษณะการนิยามที่ใกล้เคียงกับการนิยามตามทฤษฎี เพราะเป็นการนิยามที่ผู้พัฒนากำหนดว่าตัวบ่งชี้ประกอบด้วยตัวแปรย่อยอะไร และกำหนดรูปแบบวิธีการรวบรวมตัวแปรให้ได้ตัวบ่งชี้ โดยใช้ทฤษฎีและเอกสารทางวิชาการหรืองานวิจัยเป็นพื้นฐาน แต่การกำหนดน้ำหนักตัวแปรแต่ละตัวที่จะนำมารวมกันในการพัฒนาตัวบ่งชี้ นั้น อาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์เป็นวิธีการนิยามที่มีความเหมาะสมและเป็นที่ยอมรับใช้กัน

เมื่อพิจารณาถึงวิธีการนิยามตัวบ่งชี้ทั้ง 3 วิธีดังกล่าวข้างต้นเปรียบเทียบกับวิธีการนิยามตัวแปร 2 วิธีที่ใช้ในการวิจัยทั่วไป จะเห็นได้ว่า วิธีการนิยามตัวบ่งชี้ทั้ง 3 วิธีให้ความสำคัญกับการนิยามระดับนามธรรมตามทฤษฎีหรือการนิยามที่มีทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยเป็นพื้นฐานในการนิยาม โดยเฉพาะการนิยามตัวบ่งชี้โดยใช้นิยามเชิงทฤษฎีและเชิงประจักษ์ล้วนแต่ต้องมีทฤษฎีเป็นหลักทั้งสิ้น การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของตัวแปร สามารถทำได้โดยวิธีการ 4 วิธีคือ

วิธีที่ 1 การกำหนดน้ำหนักโดยใช้ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญซึ่งอาจเป็นผู้มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการศึกษาในฐานะนักวิจัย หรือนักวางแผนโดยให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านได้พิจารณาลงความเห็นให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรแต่ละตัวจากนั้นจึงนำผลมาวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ยหรืออาจมีการใช้ร้อยละของผู้เห็นด้วยกับน้ำหนักในระดับต่างๆ นอกจากนี้ ผู้วิจัยสามารถดำเนินการอย่างเป็นระบบมากขึ้น โดยใช้เทคนิคเดลฟาย เป็นต้น

วิธีที่ 2 การกำหนดน้ำหนักโดยการวัดความสำคัญของตัวแปร ในการวัดความสำคัญของตัวแปร อาจพิจารณาจาก 2 สิ่ง คือ 1) พิจารณาช่วงเวลา ในการทำกิจกรรมนั้นๆ และ 2) พิจารณาจากค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรมนั้นๆ หากกิจกรรมใดใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูงก็ควรให้น้ำหนักความสำคัญมากกว่าตัวอื่น

วิธีที่ 3 การกำหนดน้ำหนักโดยใช้เกณฑ์มาตรฐานที่ได้มีผู้ทำการศึกษาและได้มีการกำหนดไว้แล้วอย่างชัดเจน

วิธีที่ 4 การกำหนดน้ำหนักโดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์เป็นวิธีการกำหนดน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรโดยใช้วิธีการทางสถิติ เช่น ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบและการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม การที่ผู้วิจัยจะเลือกใช้การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของ ตัวแปรวิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับการศึกษาเหตุผลหลายประการ เพราะธรรมชาติของตัวแปรที่นำมาศึกษามีความแตกต่างกัน ดังนั้นคงไม่มีวิธีการหรือรูปแบบใดที่เหมาะสมที่สุดกับการพัฒนาตัวบ่งชี้

5. หลักการสร้างตัวบ่งชี้ทางการศึกษา

คองคักดี ชมชุม (2557) ได้อธิบายถึงวิธีการสร้างและการพัฒนาตัวบ่งชี้ทางการศึกษา มี 3 วิธี คือ

1. การสร้างตัวบ่งชี้โดยอาศัยแนวคิดในการสร้างและการนำไปใช้

การสร้างตัวบ่งชี้แบ่งเป็น 2 วิธี คือวิธีแรก การสร้างตัวบ่งชี้ในลักษณะที่มีตัวบ่งชี้แทน (representative) โดยการเลือกตัวแปรที่มีอยู่มาใช้ วิธีที่สอง คือการสร้างตัวบ่งชี้รวม โดยนำเอาตัวแปรจำนวนหนึ่งมารวมกัน หรือผสมกัน โดยข้อตกลงเบื้องต้นว่าตัวแปรเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กัน แต่อาจไม่มีการกำหนดน้ำหนักให้กับตัวบ่งชี้แต่ละตัวการรวมตัวแปรนี้มักกำหนดขึ้นเพื่อนำไปใช้งานเฉพาะอย่าง ซึ่งอาจมีความลำเอียงได้ขึ้นอยู่กับบุคคลที่เลือกหรือจัดกลุ่มตัวแปร

2. การสร้างตัวบ่งชี้โดยอาศัยทฤษฎี

การสร้างตัวบ่งชี้ประเภทนี้ เป็นการสร้างโดยอิงผู้เชี่ยวชาญ มีวิธีการคือ การรวมตัวแปรจำนวนหนึ่งเข้าด้วยกันโดยวิธีการทางเลขคณิต ซึ่งตัวแปรเหล่านั้นจะถูกเลือกมาตามลำดับความสำคัญ และมีความสัมพันธ์กัน โดยกำหนดค่าน้ำหนักให้กับตัวแปรแต่ละตัว โดยอาศัยฐานแนวความคิดหรือทฤษฎีที่มีอยู่และสังเคราะห์ขึ้นเป็นตัวบ่งชี้ วิธีการนี้มี ข้อดีคือ ประหยัด เวลา ค่าใช้จ่าย ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลน้อยแต่มีข้อเสียคือ เป็นความคิดของคนเพียงกลุ่มเดียว

3. การสร้างตัวบ่งชี้โดยอาศัยข้อมูลเชิงประจักษ์

วิธีนี้คล้ายกับวิธีที่สอง แต่มีส่วนที่ต่างกัน คือในการสร้างตัวบ่งชี้โดยอาศัยทฤษฎีการเลือกกำหนดน้ำหนักนั้น กำหนดจากลำดับความสำคัญ แต่การสร้างตัวบ่งชี้โดยอาศัยข้อมูลเชิงประจักษ์เป็นการกำหนดน้ำหนักจากการวิเคราะห์ข้อมูลชุดหนึ่ง และดูความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยวิธีการทางสถิติ เช่น factor analysis, cluster analysis, regression และ Guttman scale แล้วนำผลการวิเคราะห์มาจัดกลุ่มตัวแปร ซึ่งมีข้อดี คือ ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ แต่ใช้เวลามาก และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

6. การตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้

สิ่งหนึ่งที่จะต้องให้ความสำคัญในหลักการพัฒนาตัวบ่งชี้ก็คือการตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งในขั้นตอนประกอบด้วยหลักการสำคัญ 2 ประการคือ (คักดีชาย เพชรช่วย, 2541)

1. การตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ภายใต้กรอบแนวคิดทางทฤษฎี ซึ่งในขั้นตอนนี้ถือว่ามีความสำคัญมาก เพราะหากมีการพัฒนาตัวบ่งชี้เริ่มต้นจากกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีที่ขาดคุณภาพแล้ว ไม่ว่าจะใช้เทคนิควิธีการทางสถิติที่ดียังไง ผลที่ได้จากการพัฒนาก็ย่อมด้อยคุณภาพไปด้วย

2. การตรวจสอบวิธีการทางสถิติ ซึ่งในขั้นตอนนี้มีความสำคัญน้อยกว่า ขั้นตอนแรกนี้กล่าวมา เพราะเป็นเพียงการนำข้อมูลที่ได้อามาสนับสนุนคุณภาพของตัวบ่งชี้เท่านั้น

จากการตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้ คือ

ขั้นที่ 1 การตรวจสอบคุณภาพของตัวแปร จะต้องมีการรอบแนวคิดที่เชิงทฤษฎีที่ชัดเจน มีความครอบคลุมในการวัดตัวแปร และมีความเป็นตัวแทนของตัวแปร มีนิยามเชิงปฏิบัติการที่ถูกต้อง สอดคล้องกับเป้าหมายในการนำตัวบ่งชี้ไปใช้ประโยชน์ รวมถึงลักษณะ ประเภท ระดับการวัด และการสร้างโมเดล และการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งสิ่งที่กล่าวมาช่วยสารสนเทศที่ได้มีคุณภาพมากขึ้น

ขั้นที่ 2 ควรศึกษาและพิจารณาวิธีการเก็บรวบรวมหรือการสังเคราะห์ตัวแปรแต่ละวิธีแต่ละเงื่อนไข และความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน เพื่อให้ได้ตัวบ่งชี้ที่มีคุณภาพ สอดคล้องกับเป้าหมายในการนำไปใช้ประโยชน์

ขั้นที่ 3 การกำหนดน้ำหนักของตัวแปร ควรเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับธรรมชาติของตัวแปรและเป้าหมายในการนำไปใช้ให้มากขึ้น

ตอนที่ 4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์องค์ประกอบ

1. ความหมายของการวิเคราะห์องค์ประกอบ

Factor analysis มีชื่อเรียกในภาษาไทยหลายคำ เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบ การวิเคราะห์ตัวประกอบ เป็นต้น สำหรับการเขียนรายงานครั้งนี้จะใช้คำว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

เพชรน้อย สิงห์ช่างชัย (2549) ให้ความหมายคือ การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นเทคนิคทางสถิติสำหรับวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว ที่ออกแบบมาเพื่อช่วยให้นักวิจัยได้ใช้แสวงหาความรู้ความจริงดังกล่าว เช่น นักวิจัยสามารถใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) ในการพัฒนาทฤษฎี หรือนักวิจัยสามารถใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) ในการทดสอบหรือยืนยันทฤษฎี

กัลยา วาณิชบัญชา (2551) สรุปว่า เป็นการวิเคราะห์หลายตัวแปรเทคนิคหนึ่งเพื่อการสรุปรายละเอียดของตัวแปรหลายตัว หรือเรียกว่าเป็นเทคนิคที่ใช้ในการลดจำนวนตัวแปรเทคนิคหนึ่ง โดยการศึกษาถึงโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปร และสร้างตัวแปรใหม่เรียกว่า องค์ประกอบ โดยองค์ประกอบที่สร้างขึ้นจะเป็นการนำตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันหรือมีความร่วมกันสูงมารวมกันเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ส่วนตัวแปรที่อยู่คนละองค์ประกอบมีความร่วมกันน้อย หรือไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

Mary Ann Coughlin & William Knight (2007) ได้สรุปว่า เป็นการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลายๆ ตัว เพื่อค้นหาว่า ตัวแปรนี้สามารถรวมกลุ่มกันได้หรือไม่ ซึ่งจะกลายเป็นองค์ประกอบเดียวกัน

โดยสรุปการวิเคราะห์องค์ประกอบ หมายถึง การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นเทคนิคทางสถิติสำหรับวิเคราะห์ตัวแปรหลายๆ ตัว เพื่อการสรุปรายละเอียดของตัวแปรหลายๆ ตัว หรือเรียกว่าเป็นเทคนิคที่ใช้ในการลดจำนวนตัวแปรเทคนิคหนึ่งโดยการศึกษาถึงโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปร และสร้างตัวแปรใหม่เรียกว่า องค์ประกอบ ซึ่งความสัมพันธ์เป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ ตัวแปรภายในองค์ประกอบเดียวกัน จะมีความสัมพันธ์กันสูง ส่วนตัวแปรที่ต่างองค์ประกอบจะสัมพันธ์กันน้อยหรือไม่มี สามารถใช้ได้ทั้งการพัฒนาทฤษฎีใหม่ หรือการทดสอบหรือยืนยันทฤษฎีเดิม

2. จุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์องค์ประกอบ

นักวิชาการมีการอธิบายจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์องค์ประกอบ ดังนี้

กัลยา วานิชย์บัญชา (2551) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์องค์ประกอบมีดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาโครงสร้างความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวแปรที่มีจำนวนมาก ทำให้ทราบว่าตัวแปรใดบ้างมีความสัมพันธ์กันมากหรือน้อย รวมถึงตัวแปรที่ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย
2. เพื่อลดจำนวนตัวแปรด้วยการสร้างองค์ประกอบขึ้น เพื่อเป็นตัวแทนของตัวแปรหลายๆ ตัว โดยการศึกษาโครงสร้างของตัวแปร
3. เพื่อตรวจสอบหรือยืนยันความถูกต้องของโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรว่าเป็นไปตามที่ศึกษาไว้หรือไม่

สมบูรณ์ สุริยวงศ์ (2550) กล่าวว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและพัฒนาตัวแปรใหม่ที่มีความสัมพันธ์กัน ทำให้สามารถอธิบายข้อมูลเดิมได้ดีขึ้น ซึ่งมีจุดหมายดังต่อไปนี้

1. เพื่อค้นหาองค์ประกอบหรือคุณลักษณะใหม่ที่ซ่อนเร้นอยู่ในกลุ่มตัวแปร ๆ
2. เพื่อกำหนดจำนวนองค์ประกอบที่อยู่ในตัวแปรแฝงให้เหมาะสมกับข้อมูลเดิม
3. เพื่อตีความหมายขององค์ประกอบหรือคุณลักษณะใหม่ที่แฝงรวมถึงการตั้งชื่อในองค์ประกอบใหม่นั้น
4. เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการใช้องค์ประกอบหรือคุณลักษณะใหม่ที่ซ่อนเร้นอยู่ในรูปของความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง
5. เพื่อใช้องค์ประกอบหรือกลุ่มตัวแปรใหม่นี้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอื่น เช่น การวิเคราะห์ปัจจัยของกลุ่มตัวแปรหนึ่งซึ่งส่งผลต่อตัวแปรอีกตัวหนึ่ง เป็นต้น

6. เพื่อสเกลการวัด เพื่อพัฒนาแบบวัดโดยการตัดข้อความที่ไม่มีความสำคัญออก เพื่อนำแบบวัดมาปรับปรุงแก้ไขใหม่ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

7. เพื่อทดสอบสมมติฐานหรือยืนยันโครงสร้างองค์ประกอบ ว่าโครงสร้างนั้นมีองค์ประกอบเป็นไปตามแนวคิดของทฤษฎีหรือไม่

สุวิมล ตีรกาหนท์ (2553) กล่าวว่าจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์องค์ประกอบมี 2 ลักษณะ คือ

1. เพื่อการสรุปข้อมูล เป็นการสรุปความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวแปรให้อยู่ในรูปขององค์ประกอบหรือระบุโครงสร้างที่อยู่เบื้องหลังของกลุ่มตัวแปร รวมถึงการลดจำนวนตัวแปรด้วยการรวมเข้ากันเป็นองค์ประกอบ

2. เพื่อยืนยันโครงสร้าง เป็นการระบุโครงสร้างที่อยู่เบื้องหลังของกลุ่มตัวแปร (Underlying Structure) ซึ่งเป็นขั้นตอนในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ยุทธ ไกยวรรณ (2556) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายการวิเคราะห์องค์ประกอบมี 2 ประการ ดังนี้

1. เพื่อจัดกลุ่มตัวแปรว่าตัวแปรใดควรอยู่ในองค์ประกอบใด

2. เพื่อยืนยันความถูกต้องของน้ำหนักองค์ประกอบ

จากจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์องค์ประกอบข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อใช้ตรวจสอบ ความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือ ใช้ในการแก้ปัญหาที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันสูงสำหรับเทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเชิงพหุสูงมาก วิธีการอย่าง หนึ่งการรวมตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันไว้ด้วยกัน

3. ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์องค์ประกอบ

สมบุญ สิริวงค์ (2550) กล่าวว่า จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์จะต้องมีจำนวนอย่างน้อย 5 เท่าหรือมากกว่าจำนวนตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์และถ้าต้องการเป็นที่ยอมรับควรใช้จำนวนอย่างน้อย 10 เท่าหรือมากกว่าตัวแปรทั้งหมด

4. ประเภทของการวิเคราะห์องค์ประกอบ

ยุทธ ไกยวรรณ (2556) กล่าวว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบมี 2 ประเภท

3.4.1. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

3.4.2. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

5. ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจจะใช้ในกรณีที่ผู้ศึกษาไม่มีความรู้ หรือมีความรู้้น้อยมากเกี่ยวกับโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อศึกษาโครงสร้างของตัวแปร และลดจำนวนตัวแปรที่มีอยู่เดิมให้มีการรวมกันได้ (สมบูรณ์ สุริยวงศ์, 2550) กล่าวว่า ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจมี 7 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดปัญหาของการวิจัย การวิเคราะห์องค์ประกอบนี้ มีการกำหนดปัญหาการวิจัยออกเป็น 2 ลักษณะ ประกอบด้วย การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ เพื่อสร้างองค์ประกอบของตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กัน และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เพื่อทำการยืนยันโครงสร้างของแนวความคิดและทฤษฎีที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่อย่างไร

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนในการวิเคราะห์องค์ประกอบ มีการวางแผนที่สำคัญ 3 ประการ ดังนี้

2.1 การคำนวณค่าเมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพื่อค้นหาโครงสร้างหรือองค์ประกอบความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละตัวว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับมากหรือน้อยเท่าใด

2.2 การเลือกตัวแปรมาวิเคราะห์ ควรเป็นตัวแปรต่อเนื่อง ถ้าเป็นตัวแปรจัดประเภทผู้วิจัยก็สามารถนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบต่อไปได้ โดยการแทนค่า 0 – 1 เพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยตัวแปรแต่ละตัวควรเป็นตัวบ่งชี้ที่มีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบนั้นๆ โดยอิงแนวคิดทฤษฎีหรือนิยามศัพท์ของผู้วิจัย

2.3 ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบนั้น จะต้องมีความเหมาะสมอย่างน้อย 5 – 10 เท่าของจำนวนตัวบ่งชี้ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนแบบสุ่มที่มีผลต่อระดับความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ขั้นตอนที่ 3 การพิจารณาข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์องค์ประกอบ มีดังต่อไปนี้

3.1 การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยค่าเมตริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละคู่จะต้องมีความสัมพันธ์พอเพียงต่อการวิเคราะห์องค์ประกอบ ซึ่งควรมีค่ามากกว่า 0.30 ขึ้นไป

3.2 การวิเคราะห์เมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยภาพรวม เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ทดสอบเมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่ามีความเหมาะสมเพียงพอที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบต่อไปหรือไม่

3.3 การวิเคราะห์ความเหมาะสมเพียงพอของตัวแปร (MSA) ที่ใช้ตรวจสอบเมตริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีความเหมาะสมจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งถ้าค่าความเหมาะสมเพียงพอของตัวแปรเท่ากับ 0 แสดงว่า ตัวแปรแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อนกับตัวแปรตัวอื่นสูง แต่ในทาง

กลับกัน ถ้าค่าความเหมาะสมเพียงพอของตัวแปรมีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่า ตัวแปรแต่ละตัวไม่มีความคลาดเคลื่อนกับตัวแปรอื่น สามารถทำการวิเคราะห์องค์ประกอบต่อไปได้

ขั้นตอนที่ 4 การเลือกวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ

4.1 การเลือกวิธีการสกัดองค์ประกอบ โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก เป็นการหาภาพรวมของความแปรปรวนของข้อมูลเดิมโดยให้มียังองค์ประกอบน้อยที่สุด ตามจุดมุ่งหมายในการวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์ส่วนประกอบหลัก (PCA) วิธีนี้จะพิจารณาความแปรปรวนรวมก่อนสกัดองค์ประกอบโดยให้สัดส่วนที่เป็นความแปรปรวนเฉพาะให้มีค่าน้อยที่สุด ทำให้ค่าเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 1 อยู่ในเส้นทแยงมุมของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งบ่งบอกถึงตัวแปรรวม หลังจากนั้นตัวแปรรวมจะถูกสกัดเป็นองค์ประกอบและจัดส่วนที่เป็นความแปรปรวนเฉพาะให้มีค่าน้อยที่สุดออกไป จะเหลือเพียงส่วนที่เป็นองค์ประกอบรวมเรียกว่าเมทริกซ์องค์ประกอบ ซึ่งค่าของส่วนที่เป็น Communalities เป็นค่าประมาณของความแปรปรวนรวมกันอยู่ระหว่างตัวแปรกับองค์ประกอบจะอยู่ในเส้นทแยงมุมของเมทริกซ์องค์ประกอบ

4.2 การกำหนดจำนวนองค์ประกอบเมื่อตัวแปรถูกสกัดออกเป็นองค์ประกอบ วิธีการสกัดองค์ประกอบจะเริ่มจากการสกัดองค์ประกอบแรกที่มีค่าตัวแปรรวมมากที่สุด ส่วนองค์ประกอบที่สองจะมี ความแปรปรวนรวมรองไปจากองค์ประกอบแรก องค์ประกอบที่สามจะเป็นองค์ประกอบที่มีความแปรปรวนรวมรองจากองค์ประกอบที่สองจนถึงองค์ประกอบสุดท้าย โดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

4.2.1 เกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบความแปรปรวน เป็นเกณฑ์ที่พิจารณาองค์ประกอบที่มีค่าไอเกนที่มีค่ามากกว่า 1.0 ขึ้นไปเป็นองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญซึ่ง วิธีนี้มีความเหมาะสมกับตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์จำนวนอยู่ระหว่าง 20-50 ตัวแปร แต่ถ้ามีตัวแปรในการวิเคราะห์ น้อยกว่า 20 ตัวแปร วิธีนี้มีแนวโน้มที่จะได้จำนวนองค์ประกอบน้อย แต่ถ้ามีจำนวนตัวแปรในการวิเคราะห์มากกว่า 50 ตัวแปรก็จะมีจำนวนองค์ประกอบมาก

4.2.2 เกณฑ์ความรู้ของผู้วิจัยเป็นเกณฑ์ที่นักวิจัยมีความรู้ในเรื่องที่ศึกษามาเป็นอย่างดีว่างานวิจัยนี้มีจำนวนกี่องค์ประกอบ ส่วนใหญ่การใช้วิธีนี้เป็นการ ตรวจสอบสมมติฐานตามทฤษฎี แล้วนำไปทำซ้ำและตรวจสอบเพื่อให้ได้องค์ประกอบที่แน่นอน เพื่อยืนยันองค์ประกอบในการวิจัย

4.2.3 เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ของความแปรปรวนรวม เป็นเกณฑ์ของการใช้เปอร์เซ็นต์สะสมของความแปรปรวนรวมที่มีองค์ประกอบรวมกันอย่างมีนัยสำคัญซึ่งในการวิจัยทางสังคมศาสตร์นั้นจำนวนองค์ประกอบที่ตัดนั้นควรมีเปอร์เซ็นต์สะสมของความแปรปรวนรวมอย่างน้อย 60 เปอร์เซ็นต์ถึงจะอยู่ในระดับขั้นยอมรับได้

ขั้นตอนที่ 5 การตีความหมายองค์ประกอบ

การคัดเลือกองค์ประกอบที่สกัดได้ในครั้งแรกนั้นเป็นเมทริกซ์ขององค์ประกอบที่ยังไม่ผ่านการหมุนแกน ซึ่งจะแสดงจำนวนขององค์ประกอบเบื้องต้นที่ได้จากการสกัดองค์ประกอบเมทริกซ์ขององค์ประกอบจะประกอบด้วยน้ำหนักองค์ประกอบ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับองค์ประกอบของแต่ละตัวในองค์ประกอบแต่ละอันซึ่งองค์ประกอบที่ยังไม่มีการหมุนแกนนี้เป็นการลดจำนวนตัวแปรให้อยู่ในรูปของ องค์ประกอบเท่านั้นแต่ยังไม่สามารถตีความหมายตัวแปรเพื่อทำการตรวจสอบได้ ทั้งนี้เพราะน้ำหนักองค์ประกอบ แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรแต่ละตัวกับองค์ ประกอบแต่ละอันเท่านั้นผู้วิจัยต้องทำการหมุนแกนองค์ประกอบเพื่อให้ องค์ประกอบมีความหมายที่ชัดเจนมากขึ้น เช่น การสร้างองค์ประกอบเพิ่มเติมการลบตัวแปรบางตัวออกจากการวิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงวิธี การหมุนแกนแบบอื่น เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 6 ความเที่ยงตรงของผลการวิเคราะห์องค์ประกอบ

การตรวจสอบและการสรุปผลจากการวิเคราะห์จากกลุ่มตัวอย่างอ้างอิงไปยังประชากร นั้นคือผลการวิเคราะห์จากกลุ่มตัวอย่างนั้นสามารถใช้เป็นตัวแทนของผลประชากรได้หรือไม่โดยการ ยืนยันและประเมินผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทำซ้ำกับกลุ่มตัวอย่างอีกกลุ่มหนึ่งและนำผลการ วิเคราะห์ที่ทำซ้ำมายืนยันกับผลการวิเคราะห์ในครั้งก่อน เพื่อนำมาเปรียบเทียบรูปแบบของ องค์ประกอบที่ได้จากการวิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกันโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เพื่อศึกษาข้อมูลที่มี ความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ขั้นตอนที่ 7 การใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ

การใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์องค์ประกอบขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการนำไป ประยุกต์ใช้ ถ้าวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบต้องการลดจำนวนตัวแปรโดยการหา โครงสร้างของ ตัวแปรในรูปขององค์ประกอบและตีความหมายองค์ประกอบผลของการวิเคราะห์ องค์ประกอบนี้จะเป็ข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจเกี่ยวกับโครงสร้างของตัวแปรที่มีผลต่อการ ตีความหมายของการวิเคราะห์ในการใช้เทคนิคอื่นต่อไป ถ้าวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ องค์ประกอบเป็นการที่จะเลือกตัวแปรที่เหมาะสมต่อการที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป รูปแบบของการวิเคราะห์จะแตกต่างกันออกไป ดังนี้

7.1 ตัวแปรที่เป็นตัวแทนขององค์ประกอบสามารถใช้เป็นตัวแปรสำหรับการ วิเคราะห์ในขั้นต่อไปต้องมีการตรวจสอบเมทริกซ์ขององค์ประกอบและเลือกตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ สูงสุดเพียงตัวเดียวกับองค์ประกอบและเลือกตัวแปรที่มีความสัมพันธ์สูงสุดเพียงตัวเดียวกับ องค์ประกอบแต่ละตัวมาเป็นตัวแทนของตัวแปรชีวิตขององค์ประกอบนั้นๆ ส่วนตัวแปรอื่นที่มี ความสัมพันธ์ ค่าจะถูกตัดทิ้งซึ่งการเลือกใช้ตัวแปรเป็นตัวแทนขององค์ประกอบนั้นมีข้อเสียคือการไม่ สามารถประมาณความคลาดเคลื่อนได้ อาจส่งผลทำให้ตีความหมายองค์ประกอบนั้นผิด

7.2 ตัวแปรใช้ในการสร้างมาตราส่วนประเมินค่าตัวแปรทุกตัวที่มีความสัมพันธ์สูงกับองค์ประกอบหนึ่งจะนำมารวมกันเป็นมาตรวัดที่มีทิศทางเดียวหรือองค์ประกอบเดียวทำให้ความคลาดเคลื่อนในการวัดลดน้อยลงและมีความเชื่อมั่นสูงขึ้นเพราะตัวแปรแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันสูงจึงเหมาะที่จะใช้เป็นมาตรวัดประเมินค่า

7.3 การคำนวณหาคะแนนขององค์ประกอบ เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นการสร้างกลุ่มของตัวแปรที่มีจำนวนน้อยกว่าแทนกลุ่มของตัวแปรเดิมที่มีตัวแปรมากกว่าแล้วได้สูตรคำนวณหาคะแนนขององค์ประกอบซึ่งเป็นคะแนนรวมที่คำนวณมาจากองค์ประกอบแต่ละอันสำหรับผู้ตอบแต่ละคน คะแนนขององค์ประกอบนี้จะมีค่ามากในข้อคำถามที่สัมพันธ์กับองค์ประกอบสูงและมีค่าน้อยในข้อคำถามที่สัมพันธ์กับองค์ประกอบต่ำเพราะคะแนนขององค์ประกอบนี้จะต้องอยู่บนพื้นฐานของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับน้ำหนักองค์ประกอบ

6. ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันจะใช้กรณีที่ผู้ศึกษาทราบโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปร หรือคาดว่าโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรควรจะเป็นรูปแบบใดหรือคาดว่าตัวแปรใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กันมากและควรอยู่ในองค์ประกอบเดียวกันหรือคาดว่าไม่มีตัวแปรใดที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน ควรจะอยู่ต่างองค์ประกอบกัน หรือกล่าวได้ว่าผู้ศึกษาทราบโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรหรือคาดว่าโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไรและจะใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันมาตรวจสอบหรือยืนยันความสัมพันธ์ว่าเป็นอย่างที่คาดไว้หรือไม่โดยการวิเคราะห์หาความตรงเชิงโครงสร้างนั่นเอง (เสรี ชัดรัมย์, 2547) กล่าวว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล เป็นการกำหนดความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างระหว่างส่วนต่างๆ ในโมเดลองค์ประกอบที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่แทนสิ่งที่ผู้วิจัยได้คาดการณ์ไว้

2. การระบุความเป็นไปได้ค่าเดียวของโมเดล เป็นการระบุว่ามีโมเดลองค์ประกอบนั้นสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ค่าเดียวหรือไม่โดยผู้วิจัยต้องการทดสอบโมเดลที่ระบุเกินพอดี (Over Identified Model) ที่มีจำนวนพารามิเตอร์ที่ทราบค่า (ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของข้อคำถาม) ควรมีมากกว่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า (เช่น ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ความคลาดเคลื่อนในการวัด เป็นต้น) ส่วนกรณีจำนวนพารามิเตอร์น้อยกว่าจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าเรียกว่า โมเดลระบุไม่พอดี (Under Identified Model) แต่ถ้าจำนวนพารามิเตอร์ที่ทราบค่าเท่ากับจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าเรียกว่าโมเดลระบุพอดี (Just Identified Model) ซึ่งโปรแกรมลิสเรล (Lisrel) ไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลระบุไม่พอดีและประมาณค่าพารามิเตอร์

ในโมเดลระบุพหุได้ไม่ดีซึ่งการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงยืนยันสามารถทดสอบโมเดลองค์ประกอบได้เฉพาะโมเดลระบุเกินพอดีเท่านั้น

3. การประมาณค่าพารามิเตอร์ เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ ที่ได้จากการใช้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างมาประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากร เช่น ค่าน้ำหนักองค์ประกอบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบค่าเฉพาะเหลือ เป็นต้น โดยการประมาณค่าพารามิเตอร์ มีสิ่งที่ต้องคำนึง 2 เรื่อง มีดังนี้

3.1 เรื่องค่าที่ประมาณมีค่าเท่ากับพารามิเตอร์จริงหรือไม่ผู้วิจัยควรพิจารณาจากค่าสถิติทดสอบนัยสำคัญของค่าพารามิเตอร์ค่าสถิติทดสอบนัยสำคัญเหล่านี้ว่าค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้ มีความผิดพลาดเท่าใด

3.2 เรื่องประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ มีการใช้วิธีการประมาณค่าที่ความสอดคล้องกับข้อมูลมากที่สุดแล้วหรือยังมีโมเดลทางเลือกที่สอดคล้องกับข้อมูลมากกว่าหรือไม่ พิจารณาจากสถิติ การวัดความสอดคล้องของข้อมูล

4. การประเมินความสอดคล้องของโมเดลเป็นการพิจารณาความสอดคล้องของโมเดลองค์ประกอบ โดยการพิจารณาค่าสถิติต่างๆ ในผลการวิเคราะห์ข้อมูลว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ ถ้าโมเดลไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงว่าโมเดลองค์ประกอบมีการปฏิเสธสมมติฐาน ผู้วิจัยอาจต้องทำการตัดสินใจกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดลหรือทำการปรับโมเดลใหม่จนกว่าข้อมูลจะมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (พูลพงษ์ สุขสว่าง, 2556) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ดัชนีที่ใช้ในการพิจารณาความสอดคล้องของโมเดลตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้อง	เกณฑ์การพิจารณา
ค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ (Chi-Square)	ค่าไคสแควร์ที่น้อยกว่าไคสแควร์ตารางหรือพิจารณาจากค่า p-value ต้องมีค่ามากกว่า 0.05
ค่าไคสแควร์สัมพันธ์ (χ^2/df)	มีค่าน้อยกว่า 2.00
Goodness of Fit Index (GFI)	มีค่ามากกว่า 0.95
Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI)	มีค่ามากกว่า 0.95
Comparative Fit Index (CFI)	มีค่ามากกว่า 0.95
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	มีค่าน้อยกว่า 0.05 หรือ 0.08
Standard Root Mean Square Residual (SRMR)	มีค่ามากกว่า 0.05

5. การตัดตัวแปรโมเดล การที่ค่าสถิติที่วัดความสอดคล้องของโมเดลองค์ประกอบไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ทั้งนี้อาจเกิดจากการกำหนดความสัมพันธ์ในโมเดลไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงผู้วิจัยสามารถปรับพารามิเตอร์ในโมเดล สมมติฐานแล้วทดสอบผลการปรับโมเดลได้ โดยอ่านค่าดัชนีตัดตัวแปรในโมเดล (MI) เพื่อทำการวิเคราะห์ว่าควรเพิ่มหรือตัดพารามิเตอร์ ตัวใดให้โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลส่วนการตัดสินใจในการปรับโมเดลขึ้นอยู่กับพิจารณาของผู้วิจัยในการปรับพารามิเตอร์ ในเชิงเนื้อหาของการวิจัยนั้นๆ

7. ประโยชน์การวิเคราะห์องค์ประกอบ

1) ลดจำนวนตัวแปร โดยการรวมตัวแปรหลายๆ ตัวให้อยู่ในองค์ประกอบเดียวกัน องค์ประกอบที่ได้ถือเป็นตัวแปรใหม่ ที่สามารถหาค่าข้อมูลขององค์ประกอบที่สร้างขึ้นได้ เรียกว่า Factor Score จึงสามารถนำองค์ประกอบดังกล่าวไปเป็นตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป เช่น การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์ การวิเคราะห์ความแปรปรวน การทดสอบสมมติฐาน T - test และ Z - test และการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม เป็นต้น

2) ใช้ในการแก้ปัญหาอันเนื่องมาจากการที่ตัวแปรอิสระของเทคนิคการวิเคราะห์สมการความถดถอยมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งวิธีการอย่างหนึ่งในการแก้ปัญหานี้ คือ การรวมตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์ไว้ด้วยกัน โดยการสร้างเป็นตัวแปรใหม่หรือเรียกว่า องค์ประกอบ โดยใช้เทคนิค Factor Analysis แล้วนำองค์ประกอบดังกล่าวไปเป็นตัวแปรอิสระในการวิเคราะห์ความถดถอยต่อไป

3) ทำให้เห็นโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา เนื่องจากเทคนิค Factor Analysis จะหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรที่ละคู่ แล้วรวมตัวแปรที่สัมพันธ์กันมากไว้ในองค์ประกอบเดียวกัน จึงสามารถวิเคราะห์โครงสร้างที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่อยู่ในองค์ประกอบเดียวกันได้ ทำให้สามารถอธิบายความหมายของแต่ละองค์ประกอบได้ ตามความหมายของตัวแปรต่างๆ ที่อยู่ในองค์ประกอบนั้น

ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ STEM Education

5.1 งานวิจัยในประเทศไทย

กัญญวิทย์ กลิ่นบำรุง (2562) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาสำหรับการศึกษาด้านวิศวกรรมสายส่งความถี่สูง ซึ่งกระบวนการวิจัยเริ่มดำเนินการจากการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามกระบวนการสะเต็มศึกษาแบบ REPEA Model ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการทบทวนขั้นการให้เนื้อหา ขั้นการทำกิจกรรมกลุ่ม ขั้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และขั้นการวัดและประเมินผล จากนั้นพัฒนาชุดการสอนที่ประกอบด้วย แผนการสอน ใบเนื้อหา ใบงาน แบบทดสอบ โปรแกรมจำลอง สื่อเพาเวอร์พอยต์ และชุดเครื่องมือวัดเสมือนจริง ชุดการสอน จะนำไปใช้ในการสอนเรื่องวงจรสายส่งความถี่สูงและการประยุกต์ใช้งานที่ประกอบด้วย 4 หน่วยเรียน ได้แก่ พื้นฐานสายส่งความถี่สูง สมการของสายส่งและคลื่นนิ่ง สมิทซาร์ตและการใช้งาน และสายส่ง ไมโครสตริปและการประยุกต์ใช้งาน สดท้ายรูปแบบการเรียนการสอนที่ถูกประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 11 คน พบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก หลังจากการนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาปริญญาตรีจำนวน 30 คน ที่ลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษาที่ 2/2559 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต บัณฑิต คณะครุศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 1.01 ที่ สอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแกนส์ นอกจากนี้ นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากซึ่ง เป็นไปตามสมมติฐานของงานวิจัยที่กำหนดไว้

ชุตินา วิชัยดิษฐ์ และชาตรี ฝ่ายคำตา (2560) มุมมองของครูเกี่ยวกับการสอนสะเต็มศึกษาเป็นส่วนประกอบสำคัญที่สามารถแสดงและทำนายการปฏิบัติการสอนของครูในห้องเรียนได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจมุมมองเกี่ยวกับการสอนสะเต็มศึกษาของนิสิตครุวิทยาศาสตร์ จำนวน 24 คน ซึ่งกำลังศึกษาในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 4 สาขาวิทยาศาสตร์ งานวิจัยนี้จึงใช้แบบสอบถามแบบปลายเปิด ครอบคลุมประเด็นเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ความสำคัญในการสอนสะเต็มศึกษา การออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียน หลักการวิธีสอน สื่อ วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ ตลอดจนการวัดและประเมินผล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กระบวนการตีความ ผลการวิจัยพบว่านิสิตครุวิทยาศาสตร์เข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาบางส่วนเกือบทุกประเด็น อีกทั้งมีความเข้าใจศาสตร์ทั้ง 4 ของสะเต็มศึกษายังไม่ชัดเจน นิสิตครุวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีมุมมองในการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษาโดยการใช้กิจกรรมการใช้โครงงานเป็นฐาน

รักษ์ศิริ และคณะ (2560) ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎี การสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาและแบบ วัตการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ซึ่งผลการวิจัย พบว่า 1. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการรู้ วิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการส่งเสริมสมรรถนะของนักเรียน 2. รูปแบบการเรียนการสอนที่ พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก 3. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่ พัฒนาขึ้นมีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จาก งานวิจัยดังกล่าว สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมตามการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีกระบวนการ การเรียนการสอนอย่างเป็นลำดับและมีขั้นตอนที่เหมาะสม สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะ การเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ (2560) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ บูรณาการใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้สามารถนำแนวคิดสะเต็มศึกษามาปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ 9 แนวทาง ดังนี้ 1. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียน พัฒนาระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง 2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว สะเต็มศึกษาที่ท้าทายความรู้ความสามารถ กระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้ สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน 3. จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ 4. จัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการทำงานอาชีพและ เทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม 5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการ เป็นฐานโดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของ นักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้าง องค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง 6. เป็นโค้ช 7. เป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ 8. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียน คิด 9. ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของนักเรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย

กมลฉัตร กล่อมอิม (2559) สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิต จริง โดยจะพัฒนาระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบ อาชีพ ผ่านประสบการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ ปัญหาเป็นฐาน ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่ เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 สะเต็มศึกษาช่วยให้นักเรียน เกิดทักษะด้านความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ฉะนั้นการฝึกประสบการณ์ให้กับ

นักศึกษาวิชาชีพครู เพื่อให้สามารถจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาในโรงเรียนได้จึงเป็นความต้องการของสังคมในปัจจุบัน

วรรณธนะ ปัดชา (2559) การศึกษาวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังเรียน ระหว่างนักเรียนที่ได้รับจากการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแบบ สสวท 2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 72 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนวัดห้วยจรเข้มหาวิทยาลัย จังหวัดนครปฐม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะสะเต็มศึกษา และแบบประเมินความพึงพอใจการทบทวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทีผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หลังเรียน มีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

นันทชา อัมฤทธิ์ (2559) การศึกษาวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้ แนวทางจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องงานและพลังงาน มีลักษณะดังนี้ คือ ขึ้นยึดย่นปัญหาควรยกสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับเรื่องงานและพลังงานและสามารถบูรณาการความสะเต็มศึกษาได้ อีกทั้งมุ่งเน้นให้นักเรียนอภิปรายกลุ่ม และอภิปรายหน้าชั้นเรียน ชั้นชี้แจงปัญหาควรให้คำถามต่อเนื่องจากก่อนหน้าประกอบกับเปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบายสาเหตุผ่านการอภิปรายกลุ่มและอภิปรายหน้าชั้นเรียน นอกจากนี้นักเรียนต้องได้ทบทวนความรู้เรื่องที่เกี่ยวข้องเพื่อเสนอวิธีการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาขึ้นวางแผนและขึ้นวางแผนสำรอง ครูสอนควรแสดงอุปกรณ์ที่มีความหลากหลาย แต่ต้องจำกัดจำนวนอุปกรณ์ เพื่อลดปัญหาการลองผิดลองถูก อีกทั้งตรวจสอบการวางแผนของนักเรียนว่าใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ขึ้นปรับโครงสร้างนักเรียนต้องลงมือสร้างแบบจำลองตามที่วางแผนไว้ด้วยตนเอง ในการขึ้นประเมิน ครูสอนและนักเรียนควรร่วมมือกันประเมินแบบจำลองของแต่ละกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยนักเรียนทุกกลุ่มต้องได้นำเสนอผลงานของตนเอง เมื่อจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาเป็นฐานตามแนวความคิดสะเต็มศึกษา พบว่านักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทำวิทยาศาสตร์ได้อย่างต่อเนื่อง

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2561) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนในการวิจัย 2 ขั้นตอน คือ 1. ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาจากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัย 2. จัดประชุมสนทนากลุ่ม เพื่อสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผลการวิจัยพบว่าในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ครูสอนควรปฏิบัติดังนี้ คือ 1. ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ 2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียน 3. จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน 4. จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน 6. วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง

ชนกนันท์ พะสุโร (2558) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบ่อหิน จังหวัดยะลา ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบ่อหิน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษา ยะลา เขต 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 23 คน ผลการวิจัยพบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มี ประสิทธิภาพ 80.00/ 80.22 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ นักเรียนที่เรียนด้วยชุด กิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21

พลศักดิ์ แสงพรมศรี และคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมีสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Dillivan and Dillivan (2014) ได้ศึกษาผลจากการเข้าค่ายภาคฤดูร้อนต่อความสนใจในสาขาวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้เข้าร่วมกิจกรรมเป็นนักเรียนในโรงเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ แบบสอบถามนักเรียน แบบสอบถามพ่อแม่และผู้ปกครอง จากผลการวิจัยพบว่า การเข้าร่วมค่ายภาคฤดูร้อนมีผลต่อความสนใจทางด้านวิทยาศาสตร์ ผลการเรียนรู้ การเลือกวิชาเอก วิทยาลัยและการประกอบอาชีพ ในอนาคตของนักเรียน ผลการสอบถามแสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีทัศนคติในเชิงบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และยังพบว่าค่ายสะเต็มศึกษา สามารถเพิ่มเจตคติและกระตุ้นความสนใจในสาขาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

Kristen และคณะ (2016) วิทยานิพนธ์เรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยใช้ฐานของกระบวนการ แก้ปัญหาประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ระบุปัญหาหรือความต้องการ 2. ศึกษาวิจัยจัดลำดับเป้าหมายและข้อจำกัด 3. หาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ 4. เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดภายใต้ข้อจำกัด 5. สร้างโมเดลหรือรูปแบบของการแก้ปัญหา 6. ทดสอบหรือประเมินผลการใช้รูปแบบ 7. นำเสนอหรือสื่อสารผลการประเมิน และ 8. ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบของการแก้ปัญหา โดยเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ครูสอนประยุกต์ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากงานวิจัยดังกล่าวพบว่า การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาจำเป็นต้องมีขั้นตอนในการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม

Ceylan และ Ozdilek (2015) วิทยานิพนธ์ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยได้นำแนวคิดสะเต็มศึกษารวมกับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ในการศึกษาครั้งนี้เขาได้เลือกนักเรียนเกรด 8 จำนวน 12 คน โดยได้ทำการทดสอบก่อนเรียน จากนั้นทำการสอนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษารวมกับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน หลังจากนั้นนำแบบทดสอบหลังเรียนมาทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

Diana (2012) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยใช้ นักเรียนเกรด 3-8 เป็นกรณีศึกษา ให้ทำโครงงานในหัวข้อเรื่อง ดาวอังคารในจินตนาการ โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมเริ่มต้นด้วย การตรวจสอบความพื้นฐานให้จินตนาการ ศึกษาค้นคว้า สำรวจ ตรวจสอบ สร้างสรรค์ออกแบบโมเดลดาวอังคาร และแลกเปลี่ยนความคิดการออกแบบของตัวเองให้เพื่อน ๆ ได้รู้จากผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบสะเต็มศึกษา การให้นักเรียนได้ทำโครงงานส่งผลทำให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้และทักษะสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เผชิญหน้า และประยุกต์ใช้กับปัญหาใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นในกายภาคหน้าได้ เพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้เพิ่มขึ้นและมีผลทดสอบในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นด้วย

Tseng และคณะ (2011) ได้ศึกษาเจตคติต่อการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ ในการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ เพื่อศึกษาเจตคติ ก่อนและหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานที่บูรณาการการสอนแบบสะเต็มศึกษา เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้คือผู้ที่เริ่มทำงานใหม่ในสถาบันเทคโนโลยีในไต้หวัน จำนวน 5 แห่ง รวม 30 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยโครงงานเป็นฐาน มีเจตคติต่อวิศวกรรมเปลี่ยนไป อย่างมีนัยสำคัญจากการสัมภาษณ์ เกือบทั้งหมดแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของสะเต็มศึกษา คือ ความรู้ทักษะและประสบการณ์ทางด้านสะเต็มศึกษา จะเป็นประโยชน์ในการประกอบอาชีพในอนาคตสามารถนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงได้ สามารถสร้างโลกที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มมากขึ้น สามารถแสดงให้เห็นถึงความหมายของการเรียนรู้และอยากที่จะเรียนรู้เพิ่มขึ้น และส่งผลต่อเจตคติในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับ สะเต็มศึกษาในกายภาคหน้าเพิ่มขึ้นด้วย

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการสอนสะเต็มศึกษาช่วยในการพัฒนาในด้านประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน จัดการเรียนรู้ พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ตลอดจนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

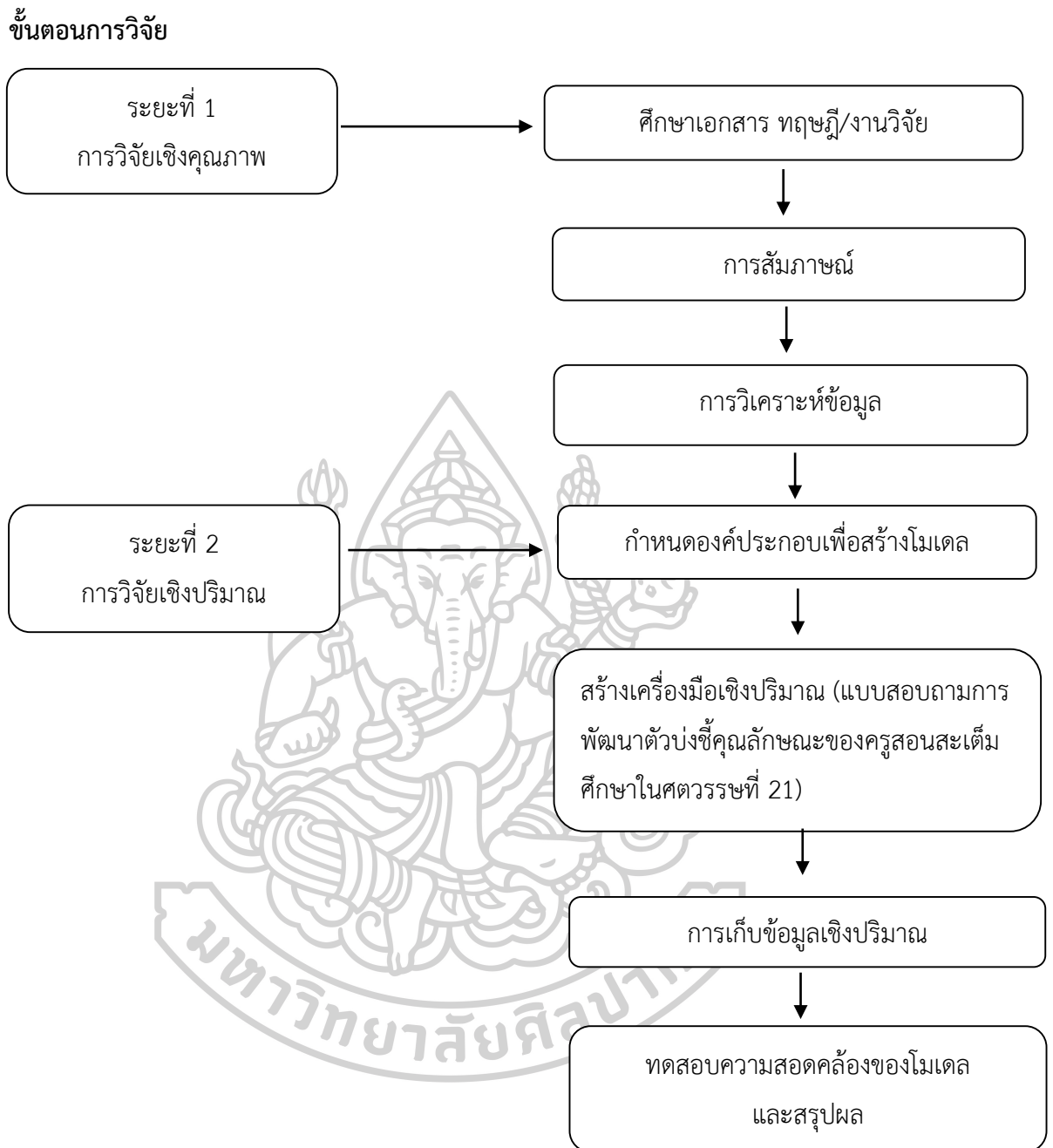
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 2) ทดสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ขั้นตอนการวิจัย สามารถแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยเริ่มจากการศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดแนวทางและขอบเขตของเรื่องที่ต้องการศึกษามาสร้างกรอบแนวคิดในการวิจัยขึ้น จากนั้นนำข้อมูลสารสนเทศที่ได้จากการศึกษาเอกสารต่างๆ มาสร้างแนวข้อคำถามสำหรับการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยใช้วิธีวิทยาการวิจัยเชิงคุณภาพในการเก็บข้อมูลในระยะนี้ ได้แก่ การสัมภาษณ์เชิงลึก

ระยะที่ 2 เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยอาศัยข้อมูลสารสนเทศจากการศึกษาในระยะที่ 1 มาพัฒนาเครื่องมือวิจัยเชิงปริมาณ ได้แก่ แบบสอบถามการวิจัยเรื่อง คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจกับการวิเคราะห์องค์ประกอบยืนยัน





ภาพที่ 7 ขั้นตอนการวิจัย

ระยะที่ 1 การวิจัยเชิงคุณภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยในขั้นตอนนี้ เพื่อศึกษาคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 รายละเอียดของการวิจัยเชิงคุณภาพมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสาร ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบบันทึกข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ

2. ผู้วิจัยนำข้อสรุปที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์ และสังเคราะห์เพื่อกำหนดเป็นองค์ประกอบสำหรับการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ขั้นตอนที่ 2 การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ที่ใช้สำหรับการวิจัยในขั้นตอนนี้ ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 6 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ผู้วิจัยเลือกแบบเจาะจง โดยมีคุณสมบัติดังนี้

กลุ่มที่ 1 นักวิชาการ จำนวน 3 คน

1. มีประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับด้านสะเต็มศึกษา 5 ปีขึ้นไป
2. มีคุณวุฒิการศึกษาในระดับปริญญาโทขึ้นไป
3. มีผลงานวิจัยเผยแพร่และตีพิมพ์เกี่ยวกับเกี่ยวกับด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา
4. ผู้ทรงคุณวุฒิ วิทยากร อบรม บรรยาย เกี่ยวกับด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

กลุ่มที่ 2 ครูดีเด่น จำนวน 3 คน

1. ครูสอนที่ได้รับรางวัล ครูดีเด่นสะเต็มศึกษา ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาตอนต้น - ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือเทียบเท่า

2. มีการพัฒนาตนเองเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์/และเทคโนโลยี โดยการเข้าร่วม ประชุม อบรม ศึกษาดูงาน 3 ปีขึ้นไป

3. มีความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยมีจำนวนชั่วโมงการสอน ไม่น้อยกว่า 20 ชั่วโมง โดยในจำนวนนี้ เป็นกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง และผลงานหรือชิ้นงานตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียน ที่เกิดจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

4. มีพัฒนาตนเองในงานวิชาชีพด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตั้งแต่ 2 ปีการศึกษาขึ้นไป

5. มีการพัฒนาคุณภาพนักเรียน ระยะเวลาตั้งแต่ 2 ปีการศึกษา ในรูปแบบชิ้นงาน ผลงานเด่น หรือโครงการของนักเรียน หลักฐานหรือร่องรอยที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่อยู่ในความดูแลของครูสอนได้เข้าร่วมนำเสนอผลงาน หรือร่วมกิจกรรมทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. แบบสัมภาษณ์เชิงลึกแบบกึ่งมีโครงสร้าง สำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 คน พิจารณาให้ความคิดเห็นในประเด็นต่างๆ เกี่ยวกับการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูล มีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์ปลายเปิด แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

ตอนที่ 2 คำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์มี 20 ข้อคำถาม เกี่ยวกับคุณลักษณะครูสอนของสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในแต่ละด้าน

ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการเกี่ยวกับการสัมภาษณ์คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 เพื่อนำมาเป็นกรอบแนวทางและประเด็นในการสร้างแบบสัมภาษณ์

2. สร้างแบบสัมภาษณ์ให้ครอบคลุม ตรงตามเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ตามขอบข่ายที่กำหนดไว้

3. ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีค่าเท่ากับ 1.00

4. ทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและนำแบบสัมภาษณ์ที่ได้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาและตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อให้แบบสัมภาษณ์มีความสมบูรณ์มากที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเตรียมตัวก่อนสัมภาษณ์ โดยการเตรียมแบบสัมภาษณ์ อุปกรณ์จัดบันทึกและอุปกรณ์บันทึกเสียง

2. การติดต่อขอสัมภาษณ์ ผู้วิจัยติดต่อกับผู้ให้ข้อมูลสำคัญที่ต้องการสัมภาษณ์โดยตรง พร้อมส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการสัมภาษณ์ และนัด วัน เวลา และสถานที่สัมภาษณ์

3. ลงภาคสนามเพื่อสัมภาษณ์เชิงลึกโดยผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ตามวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ที่กำหนดไว้

4. นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ผลเพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. นำผลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์เนื้อหาในทุกประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็น

2. นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 มาสังเคราะห์เพื่อกำหนดเป็นองค์ประกอบสำหรับการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ระยะที่ 2 การวิจัยเชิงปริมาณ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยในขั้นตอนนี้ เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ รายละเอียดของการวิจัยเชิงคุณภาพ ดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ ครูสอนสะเต็มศึกษาที่รับการอบรมด้วยระบบทางไกลจาก สสวท. โครงการบูรณาการสะเต็มศึกษา ปี 2561 จำนวน 81,070 คน จำแนกครูสอนสะเต็มศึกษา 5 สังกัด สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 42,300 คน สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น จำนวน 15,945 คน สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 3,189 คน สังกัดการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย จำนวน 3,796 คน และสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน 15,840 คน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนประชากรของครูสอนสะเต็มศึกษา ปีการศึกษา 2561

ชนิดของโรงเรียน	ช่วงชั้นที่				รวม(คน)
	1	2	3	4	
1) สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	10,980	10,980	15,660	4,680	42,300
2) สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น	4,513	4,596	4,270	2,566	15,945
3) สังกัดกรุงเทพมหานคร	1,089	1,452	540	108	3,189
4) สังกัดการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย	719	831	1,044	1,202	3,796
5) สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน	5,040	5,040	3,645	2,115	15,840
รวม	22,341	22,899	25,159	10,671	81,070

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูสอนสะเต็มศึกษาที่รับการอบรมด้วยระบบทางไกลจาก สสวท. โครงการบูรณาการสะเต็มศึกษา ปี 2561 จำนวน 1,600 จาก 5 สังกัด ได้แก่ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 835 คน สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น จำนวน 315 คน สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 63 คน สังกัดการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย จำนวน 75 คน และสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน 313 คน นำไปทำการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงสำรวจ และวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงยืนยัน ดังนี้

1) กลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงสำรวจ จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์จะต้องมีจำนวนอย่างน้อย 5 เท่าหรือมากกว่าจำนวน ตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์และ ถ้าต้องการเป็นที่ยอมรับควรใช้จำนวนอย่างน้อย 10 เท่าหรือมากกว่าตัวแปรทั้งหมด (สมบูรณ์ สุริยวงศ์, 2550) ดังนั้น ข้อคำถามจำนวน 51 ข้อคำถาม ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมจำนวน 255-510 คน ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 800 คน

2) กลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์องค์ประกอบยืนยัน การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างตาม Stevens (1986) ให้ข้อเสนอแนะว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาประมาณ 15 คนต่อ 1 พารามิเตอร์ แต่ถ้าเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบ จำนวนกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อยที่สุดควรจะมีประมาณ 5 คน ต่อหนึ่งพารามิเตอร์ แต่ไม่ควรต่ำกว่า 100 คน ในการวิเคราะห์แต่ละครั้ง ดังนั้น งานวิจัยการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มี 4 องค์ประกอบ ซึ่งมี 85 พารามิเตอร์ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 425-1275 คน ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 800 คน

วิธีการได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง

การได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยใช้การสุ่มแบบหลายขั้นตอน โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มศูนย์เข้ารับการอบรมสะเต็มศึกษา โดยการสุ่มอย่างง่าย คือ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น สังกัดกรุงเทพมหานคร สังกัดการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย และสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน

ขั้นที่ 2 ระดับการสอน โดยการสุ่มอย่างง่าย คือ ช่วงชั้นที่ 1 (ระดับประถมศึกษาปีที่ 1 - 3) ช่วงชั้นที่ 2 (ระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6) ช่วงชั้นที่ 3 (ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 3) และช่วงชั้นที่ 4 (ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6)

ขั้นที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้ โดยการสุ่มอย่างง่าย คือสังคมศึกษา คณิตศาสตร์ สุขศึกษา และพลศึกษา วิทยาศาสตร์ ศิลปะ การงานและเทคโนโลยี ภาษาไทย และภาษาต่างประเทศ

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างของครูสอนสะเต็มศึกษาที่เข้ารับการอบรมจากโครงการบูรณาการสะเต็มศึกษา(สสวท.) ปี 2561 ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA)

ชนิดของโรงเรียน	Exploratory Factor Analysis					Confirmatory Factor Analysis				
	ช่วงชั้นที่				รวม (คน)	ช่วงชั้นที่				รวม (คน)
	1	2	3	4		1	2	3	4	
1) สังกัด สพฐ.	162	83	98	75	418	103	95	95	124	417
2) สังกัด อปท.	45	50	46	8	149	35	29	46	47	157
3) สังกัด กทม.	18	4	4	6	32	14	7	8	3	32
4) สังกัด กศน.	2	4	10	30	46	4	2	13	20	39
5) สังกัด สช.	51	41	34	29	155	45	32	50	28	155
รวม	278	182	192	148	800	201	165	212	222	800

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นจากการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิมาจัดทำเป็นพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จำนวน 1 ฉบับ มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ

การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วย เพศ กลุ่มสาระการเรียนรู้ ระดับการสอน ศูนย์เข้ารับการอบรมสะเต็มศึกษาของ สสวท.

ตอนที่ 2 แบบสอบถามการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 51 ข้อ แต่ละระดับมีความหมายดังนี้

5 หมายถึง มีคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด ให้ 5 คะแนน

4 หมายถึง มีคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับมาก ให้ 4 คะแนน

3 หมายถึง มีคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับปานกลาง ให้ 3 คะแนน

2 หมายถึง มีคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับน้อย ให้ 2 คะแนน

1 หมายถึง มีคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน

นำค่าที่ได้มาแปลความหมาย โดยนำไปเทียบกับเกณฑ์แปลความหมาย ซึ่งมี 5 ช่วงคะแนน แต่ละช่วงคะแนนมีความหมาย ตามแนวคิดของ เบสท์ (John W. Best, 1997) ดังนี้

4.50-5.00 มีคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด

3.50-4.49 มีคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับมาก

2.50-3.49 มีคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับปานกลาง

1.50-2.49 มีคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับน้อย

1.00-1.49 มีคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับน้อยที่สุด

ลำดับต่อมาผู้วิจัยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นมาให้อาจารย์ที่ปรึกษาช่วยปรับแก้และพัฒนาให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และส่งให้กับผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม

เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนา ได้แก่ แบบสอบถามการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีวิธีการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในเพื่อนำมาเป็นกรอบแนวทางในการวิจัยและโครงสร้างของเนื้อหาที่ต้องการจะวัดในแบบสอบถาม

2. นำประเด็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสารและความคิดเห็นจากการสัมภาษณ์ของผู้เชี่ยวชาญ มาสร้างเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ โดยมีโครงสร้างของแบบสอบถาม ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 โครงสร้างของแบบสอบถาม

ตอนที่	เนื้อหาที่จะวัด	จำนวนข้อ	ข้อที่
1	ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม	5	1-5
2	ข้อมูลตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 แบ่งเป็น 10 ด้าน ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - ด้านพัฒนาตนเองในงานวิชาชีพ - ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น - ด้านทักษะการสื่อสาร - ด้านการสอนแบบบูรณาการ - ด้านสอนแบบโครงงานเป็นฐาน - ด้านคิดแบบวิจารณ์ญาณ - ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ - ด้านความคิดสร้างสรรค์ - ด้านทักษะชีวิต - ด้านการวัดและประเมินผล 	6 5 3 8 6 8 5 5 5 6	1-6 7-12 13-15 16-23 24-29 30-37 38-42 43-47 48-52 53-58

3. แบบสอบถามที่สร้างเสร็จ เสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเพื่อแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง

4. แบบสอบถามที่สร้างให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ประกอบด้วย

1. รองศาสตราจารย์ ดร. วรณวีร์ บุญคุ้ม อาจารย์มหาวิทยาลัยศิลปากร
2. อาจารย์ ดร.มนัสนันท์ น้ำสมบุญ อาจารย์มหาวิทยาลัยศิลปากร
3. อาจารย์ ดร. มนต์อมร ปรีชารัตน์ อาจารย์มหาวิทยาลัยมหิดล

พิจารณาความตรงของเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้ดัชนี IOC (Index of item Objective Congruence) ซึ่งการพิจารณา ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยาม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยาม

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับนิยาม

โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ตัดสินความตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งต้องได้ค่า IOC มากกว่า 0.50 ขึ้นไป จึงถือว่าคำถามนั้นมีความสอดคล้องกับเนื้อหา และผลการวิเคราะห์ค่า IOC จากข้อคำถามทั้งหมด 10 ด้าน จำนวน 58 ข้อ พบว่า มีข้อคำถามจำนวน 54 ข้อ ที่มีความตรงเชิงเนื้อหา มากกว่า .50 ขึ้นไป และมี 4 ข้อที่มีความตรงเชิงเนื้อหาไม่ถึง .50 ซึ่งผู้วิจัยได้ตัดข้อคำถาม 4 ข้อ เนื่องจากไม่

สอดคล้องกับนิยาม และปรับปรุง 4 ข้อคำถาม ข้อดังกล่าว โดยเหลือข้อคำถามในการวิจัยครั้งนี้จำนวน 51 ข้อ และได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ .67 - 1.00

5. นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ และปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้ (try out) กับครูสอนสะเต็มศึกษาที่เข้ารับการอบรมจากโครงการบูรณาสะเต็มศึกษาปี 2561 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยมีค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถาม เท่ากับ .76-.91 และตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) โดยใช้วิธีการประมาณค่าด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Alpha's Coefficient) ได้ค่าครอนบาคแอลฟา เท่ากับ .86

6. นำแบบสอบถาม จัดพิมพ์เตรียมความพร้อมในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยดำเนินการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยขอหนังสือจากงานบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร เพื่อขออนุญาตและขอความอนุเคราะห์เสนอต่อผู้อำนวยการ 5 สังกัดการศึกษา ได้แก่ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น สังกัดกรุงเทพมหานคร สังกัดการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย และสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน เพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูลจากครูสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา

2. ผู้วิจัยส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามพร้อมส่งแบบสอบถามไปยังกลุ่มตัวอย่างทางไปรษณีย์ กลุ่มตัวอย่างบางแห่งเก็บแบบสอบถามด้วยตนเอง และ Google Form

3. ตรวจสอบและคัดแยกแบบสอบถามที่สมบูรณ์เพื่อนำแบบสอบถามที่ได้รับไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ตรวจสอบจำนวนและความสมบูรณ์ของแบบสอบถามที่ได้รับคืนมาแต่ละฉบับ

2. นำแบบสอบถามที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

2.1 วิเคราะห์สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง เพื่อบรรยายคุณลักษณะตัวแปรพื้นฐาน

2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ โดยวิเคราะห์องค์ประกอบแบบส่วนประกอบสำคัญและหมุนแกนแบบมุมฉาก โดยวิธีแวนริแมกซ์ ดังนี้

2.2.1 สกัดองค์ประกอบโดยพิจารณาค่าไอเกิน มากกว่าหรือเท่ากับ 1.00

2.2.2 การหมุนแกนโดยหมุนแกนแบบหมุนฉาก โดยวิธีแวนริแมกซ์ และพิจารณาเลือกองค์ประกอบที่มีค่า Loading มากกว่าหรือเท่ากับ .50

2.2.3 ตั้งชื่อองค์ประกอบ

2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้โปรแกรมลิสเรล (LISREL) พิจารณาความตรงเชิงโครงสร้างจากค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืน ได้แก่ ค่าสถิติ ไคสแควร์ ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (SRMR) และดัชนีรากที่สองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA)

สถิติวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (SEM) โดยการตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (สุภมาศ อังศุโชติ, 2557) ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ดัชนีความกลมกลืนตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้โปรแกรมลิสเรล (LISREL)

ดัชนีความกลมกลืน	เกณฑ์
χ^2 - test	ไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)
χ^2 / df	< 2.00 สอดคล้องกลมกลืนดี
RMSEA และ Standardized RMR	< 0.05
NFI NNFI CFI IFI RFI GFI AGFI	> 0.95
PNFI PGFI	> 0.5
NCP	มีค่าเข้าใกล้ 0
ECVI	มีค่าน้อยกว่า ECVI for Saturate Model และ ECVI for Independence Model
Largest and smallest standardized residual	ไม่เกิน 12.001
Q - Plot	มีความชันมากกว่าเส้นในแนวทแยง
Model AIC	มีค่าน้อยกว่า Saturate AIC และ Independence AIC
Model CAIC	มีค่าน้อยกว่า Saturate CAIC และ Independence CAIC
Critical N (CN)	มากกว่า 200

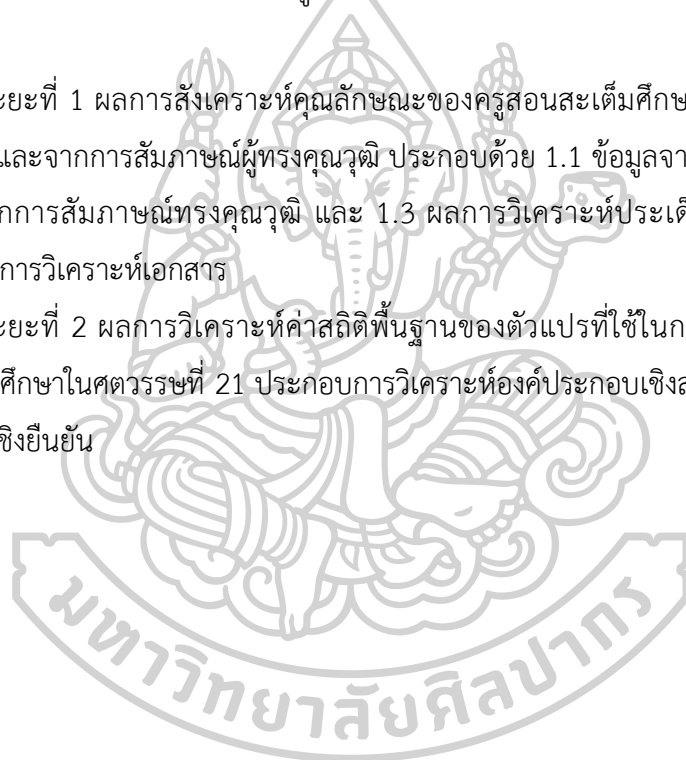
บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 และเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ รายละเอียดการนำเสนอข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 ผลการสังเคราะห์คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จากแหล่งเอกสารและจากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ ประกอบด้วย 1.1 ข้อมูลจากการสังเคราะห์เอกสาร 1.2 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ และ 1.3 ผลการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์เอกสาร

ระยะที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ประกอบการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน



ลำดับที่	รายการ	สราพ(2561)	มานะ มินทรสว่าง (2556)	กมลรัตน์ กล่อมอิม (2559)	จำรัส อินทพร และคณะ (2561)	ชลาริป์ สมภักดิ์ (2557)	นงนุช เอกตระกูล (2557)	ศุติยา ลังการพิบูลย์ (2556)	สุรินภา กิจถวิลกุล (2558)	อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556)	พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556)	ปริญชาติ ประเสริฐสูงษ์ (2560)	สุติมา วิชัยดิษฐ์ และชาติตรี ฝ่ายค้ำดา (2560)	ราวรรณ ทิลาพันธ์ (2558)	Vasquet al (2013)	Bybee (2010)	Capraro & Morgan (2013)	Bybee (2013)	Elaine (2014)	Erdogan & Ciftci (2017)
3.	มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการจัดการเรียนรู้แนวทางสะเต็มศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4.	พัฒนาตนเองในงานวิชาชีพ	✓	✓																	
5.	ทักษะและเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ลำดับที่	รายการ	สวท(2561)	นงนุช เอกตระกูล (2557)	ศศิญา ลังการพิณู (2556)	ศิริมาภากิ่งเอื้อกุล (2558)	อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556)	พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556)	ปวีรชาติ ประสมเสฐียรพงษ์ (2560)	พุดมา วิชัยดิษฐ และชชาติรี ฝ่ายคำตา (2560)	ราวรรณ ทิลาพันธ์ (2558)	Vasque,et al (2013)	Bybee (2010)	Capraro & Morgan (2013)	Bybee (2013)	Elaine (2014)	Erdogan & Ciftci (2017)
6.	สอน นักเรียน สร้างผลงาน ชิ้นงานที่ แสดงถึง ความ สามารถ เชื่อมโยง ระหว่างเนื้อ หากับชีวิต จริงนำเสนอ ข้อมูลเชิง ประจักษ์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓				✓		✓
7.	จัดการสอน แบบ โครงงาน เป็นฐาน	✓	✓	✓	✓		✓	✓					✓			

ลำดับที่	รายการ	ศสวท(2561)	นพนะ อินทรสว่าง (2556)	กมลรัตน์ กล่อมอิน (2559)	จำรัส อินทลาพร และคณะ (2561)	ชลธิศ สมภักดี (2557)	มนนุช เอกตระกูล (2557)	ศุติยา ลังการพันธ์ุ (2556)	สุริยมา กิ่งเอื้องกุล (2558)	อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556)	พรทิพย์ ศิริภราขัย (2556)	ปวีรชาติ ประเสริฐสงฆ์ (2560)	พุดมา วิชัยดิษฐ และชาติตรี ฝ่ายคำตา (2560)	ราวรรณ ทิลาพันธ์ (2558)	Vasque,et al (2013)	Bybee (2010)	Capraro & Morgan (2013)	Bybee (2013)	Elaine (2014)	Erdogan & Ciftci (2017)
8.	มีการคิด แบบวิจารณ์ ญาณ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9.	มีความรอบ รู้ด้าน เทคโนโลยี สารสนเทศ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10.	สามารถใช้ ประโยชน์ เทคโนโลยี ในชั้นเรียน ตั้งแต่การ สืบค้นข้อมูล ลักษณะ ต่าง ๆ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ลำดับที่	รายการ	สลาท (2561)	มานะ อินทรสว่าง (2556)	กมลฉัตร กล่อมเอี่ยม (2559)	จำรัส อินทลาพร และคณะ (2561)	ชลธิศป สมภักดิ์ (2557)	นงนุช เอกตระกูล (2557)	ศติยา ลังการพิบูลย์ (2556)	สิริมาภา กิจถักกุล (2558)	อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556)	พรทิพย์ ศิริภักทรายัย (2556)	ปาริชาติ ประเสริฐสูงฆ์ (2560)	ชุติมา วิชัยดิษฐ์ และภคตรี ฝ่ายคำตา (2560)	รารรณ์ ฑิตานันท์ (2558)	Vasquet et al (2013)	Bybee (2010)	Capriao & Morgan (2013)	Bybee (2013)	Elaine (2014)	Erdogan & Ciftci (2017)
11.	บันทึก ข้อมูลใน การสำรวจ ตรวจสอบ การใช้ ซอฟต์แวร์ การจัดการ ทำวิเคราะห์ ข้อมูลด้วย เทคโนโลยี	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓									✓		
12.	มีความคิด สร้างสรรค์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓							✓
13.	เปรียบเทียบ เชื่อมโยง การเรียนรู้ ให้เป็นสาระ ที่มีความ สำคัญต่อ ชีวิตและใช้ ในชีวิต ประจำวันได้ (ทักษะชีวิต)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓					✓

ลำดับที่	รายการ	ศสวท(2561)	มานะ อินทรสว่าง (2556)	กมลฉัตร กล่อมอิม (2559)	จำรัส อินทลาพร และคณะ (2561)	ชลธิศป สมานิติ (2557)	นงนุช เอกตระกูล (2557)	ศติยา ลังการ์พินธุ์ (2556)	สิรินภา กิจเกื้อกุล (2558)	อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556)	พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556)	ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ (2560)	ชุติมา วิชัยดิษฐ และชาติรี ฝ้ายคำตา (2560)	ราวรรณ ทิลาพันธ์ (2558)	Vasque,et al (2013)	Bybee (2010)	Capraro & Morgan (2013)	Bybee (2013)	Elaine (2014)	Erdogan & Ciftci (2017)
14	รู้รอบตัว และสามารถถ่ายทอดข้อมูลสู่นักเรียนได้อย่างเหมาะสมกับวัย การเรียนรู้ และ กาลเทศะ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓		✓	✓		✓
15	ทักษะด้านการวัดและประเมินผล	✓																		

จากตารางที่ 8 จากแนวความคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอน สะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 พบว่าบางองค์ประกอบที่มีคุณลักษณะร่วมกันในขณะเดียวกันก็พบว่า ในบางองค์ประกอบก็มีนักวิชาการจำนวนน้อยที่เสนอไว้ซึ่งพบว่าบางคุณลักษณะเฉพาะในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยของสรุปองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา กับการพิจารณาจากตาราง สังเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา ที่ผู้วิจัยได้รวบรวมจากกำหนด องค์ประกอบของนักวิชาการทั้งในและต่างประเทศ โดยสามารถสรุปองค์ประกอบขั้นต้น ได้ 15 องค์ประกอบ ศสวท. (2561), มานะ อินทรสว่าง (2556), กมลฉัตร กล่อมอิม (2559), จำรัส อินทลาพร และคณะ (2561), ชลธิศป สมานิติ (2557), นงนุช เอกตระกูล (2557), ศติยา ลังการ์พินธุ์ (2556), สิรินภา กิจเกื้อกุล (2558), อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556), พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556), ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ (2560), ชุติมา วิชัยดิษฐ และชาติรี ฝ้ายคำตา (2560), ราวรรณ ทิลาพันธ์ (2558), Vasque et al (2013), Bybee (2010), Capraro & Morgan (2013), Bybee (2013), Elaine (2014) และ Erdogan & Ciftci (2017) ได้กล่าวไว้ดังนี้

1. เปิดใจแลก เปลี่ยนทัศนยะ ยอมรับความ คิดเห็นมุมมองใหม่ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
2. มีทักษะการสื่อสาร
3. ความรู้ความเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการ การจัดการเรียนรู้แนวทงสะเต็มศึกษา
4. พัฒนาตนเองในงานวิชาชีพ
5. ทักษะและเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้
6. สอนนักเรียนสร้างผลงานชิ้นงานที่แสดงถึงความสามารถเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับ

ชีวิตจริงนำเสนอข้อมูลเชิงประจักษ์

7. จัดการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน
8. คิดแบบวิจารณ์ญาณ
9. มีความรอบรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ
10. สามารถใช้ประโยชน์เทคโนโลยีในชั้นเรียนปัจจุบัน ตั้งแต่การสืบค้นข้อมูลลักษณะ

ต่างๆ

11. บันทึกข้อมูลในการสำรวจ ตรวจสอบการใช้ซอฟต์แวร์ การจัดการทำวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยเทคโนโลยี
12. มีความคิดสร้างสรรค์
13. เปรียบเทียบเชื่อมโยงการเรียนรู้ให้เป็นสาระที่มีความสำคัญต่อชีวิตและใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างสอดคล้องกับบทเรียน (ทักษะชีวิต)
14. รู้รอบตัวและถ่ายทอดข้อมูลสู่นักเรียนได้อย่างเหมาะสมกับวัยการเรียนรู้และ กาลเทศะ
15. ทักษะด้านการวัดและประเมินผล

1.2 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ

จากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 6 ท่าน ได้ให้ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับ คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในด้านพัฒนาตนเองในงานวิชาชีพ ด้านทำงาน ร่วมกับผู้อื่น ด้านมีทักษะการสื่อสาร ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ด้านสอนแบบ โครงงานเป็นฐาน ด้านมีการคิดแบบวิจารณ์ญาณ ด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านความคิด สร้างสรรค์ ด้านทักษะชีวิต และด้านการวัดและประเมินผล มีรายละเอียดแต่ละด้านดังนี้

ด้านพัฒนาตนเองในงานวิชาชีพ

ครูสอนสะเต็มศึกษาควรมีการแสวงหาความรู้ให้ทันต่อยุคปัจจุบัน สรรหาแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายตลอดชีวิต พัฒนาและปรับปรุงตนเองทันต่อยุคปัจจุบันอย่างต่อเนื่อง และสามารถถ่ายทอดประสบการณ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นผ่านช่องทางที่หลากหลายอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

“ถ้าพูดถึงพัฒนาตนเองในงานวิชาชีพ ครูสอนสะเต็มศึกษาต้องมีการพัฒนาตนเองในงานวิชาชีพแบบไม่หยุดนิ่ง ทันต่ออะไรใหม่ๆ มีความเข้าใจในศาสตร์ มีการพัฒนาวิธีการถ่ายทอดของตนเองอย่างต่อเนื่อง เพราะรูปแบบการเรียนรู้มันเปลี่ยนไปไม่ใช่แค่ในห้อง ครูสอนสะเต็มต้องมีการพัฒนาตนเองก่อน ต้องเตรียมความพร้อมด้านการสอนโครงการที่บูรณาการแบบสะเต็มศึกษาอย่างไร ก่อนนำมาถ่ายทอดให้นักเรียนได้ลงมือทำโครงการ ตลอดจนครูสอนสะเต็มศึกษาต้องมีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดีและมีการเรียนรู้ควบคู่กันไป”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 1, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“การพัฒนาตนเองในงานวิชาชีพนั้น ครูสอนสะเต็มศึกษาต้องมีการพัฒนาตนเองในด้านกระบวนการสอนแบบสะเต็มศึกษาให้เพิ่มมากขึ้นเพื่อนำมาจัดกระบวนการเรียนการสอนให้กับนักเรียน”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 3, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“เราต้องมุ่งมั่น รู้จักสืบค้นข้อมูล ในเรื่องที่จะสอนอย่างเชี่ยวชาญ ชัดเจน ตามธรรมชาติการสอนในเรื่องนั้นๆ ครูสะเต็มศึกษาทุกวิชาไม่จำเป็นต้องเชี่ยวชาญทุกด้าน แต่ต้องพัฒนาและเชี่ยวชาญในวิชาของตนเองเป็นอย่างดี อาทิเช่น จะสอนการทำ สเลอบี้ ครูวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้และทักษะด้านสมบัติคอลลิเกทีฟ สภาวะเย็นยวดยิ่งและปรากฏการณ์นิวคลีเอชันในกระบวนการทำสเลอบี้เป็นอย่างดี ครูเทคโนโลยีต้องสามารถออกแบบและทำสเลอบี้ได้หลากหลายรูปแบบ ครูคณิตศาสตร์ต้องมีความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านคำนวณงบประมาณ การกำหนดราคาขาย คำนวณต้นทุน กำไร ของการขายสเลอบี้ ดังนั้นครูสอนสะเต็มศึกษาแต่ละวิชาก็ต้องมีการพัฒนาตนเองในแต่ละด้านให้เชี่ยวชาญอย่างต่อเนื่อง มีความหลากหลายในการถ่ายทอดพลิกแพลง และนำมาบูรณาการสอนให้กับนักเรียนเกิดคุณลักษณะด้านสะเต็มศึกษาโดยไม่ปิดกั้นนักเรียน

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 4, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

ด้านทำงานร่วมกับผู้อื่น

ครูสอนสะเต็มศึกษาควรมีการให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือ สนับสนุนเพื่อนร่วมงาน เสริมแรง ให้กำลังใจ ส่งเสริมและสนับสนุนเพื่อนร่วมงานในการปฏิบัติงาน ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี ยอมรับฟังของผู้อื่น ยอมรับมติของกลุ่ม และเสนอความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

“ผมคิดว่า ครูสอนสะเต็มศึกษาต้องสามารถการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ เปิดใจแลกเปลี่ยนทัศนะ ยอมรับความคิดเห็นมุมมองใหม่ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และมีทักษะการสื่อสารได้เป็นอย่างดีในระหว่างทำงานร่วมกัน เนื่องจากครูสอนสะเต็มศึกษาในแต่ละวิชาไม่ได้เชี่ยวชาญในทุกเรื่อง แต่สามารถหาตัวช่วยได้ เราจึงต้องมีการ connection หาตัวช่วยจากผู้เชี่ยวชาญด้านอื่น เราจึงต้องมีความสามารถด้านการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 1, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ในการประสานงานกับระหว่างสาขา เช่น คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ วิทยาศาสตร์เพื่อจับมือรวมกันและบูรณาการใน 1 เรื่องเดียวกันให้ได้ ตัวอย่างเช่น เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี ครูวิทยาศาสตร์ด้านการสอนทำเซลล์ไฟฟ้าเคมี ครูคณิตศาสตร์ด้านการคำนวณค่าสถิติและด้านการลงทุนค้าขายเซลล์ไฟฟ้าที่นักเรียนสร้างเองกับห้องตลาด ครูเทคโนโลยีสอนด้านการหาแบบต่างๆ ในการสร้างเซลล์ไฟฟ้ามาเป็นแนวทางให้นักเรียนได้ สร้างความคิดออกแบบเองนอกจากห้องตลาดได้ โดยผ่านกระบวนการออกแบบวิศวกรรม จะพบว่า ครูแต่ละสาขาต้องทำงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี เพื่อบรรลุด้านการสอนบูรณาการดังกล่าวกับนักเรียน”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 4, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ในการสอนปัจจุบันเราไม่ได้สอนวิชาเดียวก็จะเพียงพอสำหรับนักเรียนในยุคปัจจุบัน ครูเราต้องจัดการสอนที่ร่วมกันทำงานกับผู้อื่นมากขึ้น ต้องรู้จักฟังผู้อื่นแสดงความคิดเห็น มีการพูดคุยกันมากขึ้นในการจัดกิจกรรม หรือการแก้ปัญหาร่วมกันมากขึ้น หากทำคนเดียวก็จะไม่ประสบความสำเร็จอย่างที่ที่ตั้งเป้าหมายไว้ หรือหากทำได้ก็ไม่อาจจะออกมาได้ดีอย่างสมบูรณ์แบบ ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 6, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

ด้านทักษะการสื่อสาร

ครูสอนสะเต็มศึกษาต้องสื่อสารอย่างชัดเจน ตั้งแต่การเรียบเรียงความคิดและมุมมองที่เข้าใจง่ายในการถ่ายทอดสื่อสารของความหมาย ความรู้ การแสดงคุณค่าทัศนคติ และความตั้งใจของสื่อสารเพื่อการบรรลุเป้าหมายการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี สื่อสารด้วยหลากหลายภาษาตามสภาพแวดล้อมปัจจุบัน และผ่านสื่อเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

“ในการทำงานร่วมกัน ต้องอาศัยการสื่อสารที่ดีเป็นสำคัญ ดังนั้นจึงต้องมีการสื่อสารที่ชัดเจน เข้าใจง่าย เป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการทำงาน เนื่องจากกระบวนการสอนสะเต็มศึกษานั้นเน้นการสอนแบบบูรณาการร่วมกับวิชาหรือกลุ่มสาระอื่น เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง พัฒนากระบวนการผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงานในอนาคต ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 2, ข้อมูลการสัมภาษณ์)



ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

ครูสอนสะเต็มจะบูรณาการความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ มาผสมผสานกันอย่างลงตัวและสามารถบูรณาการความรู้สาขาอื่น ๆ มีการกระตุ้นด้านความสนใจนักเรียนในสืบเสาะหาความรู้ สำรวจ ตรวจสอบ และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง มีการออกแบบพัฒนาผลงานชิ้นงานใหม่ ปรับปรุงจากของเดิมเป็นผลผลิตใหม่ นวัตกรรมใหม่ ที่ส่งเสริมด้านการคิด การแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต การประกอบวิชาชีพ และการทำงานในยุคปัจจุบันและโลกอนาคตยุคประชาคมอาเซียนที่มีคุณภาพชีวิตที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

“การสอนสะเต็มศึกษาเป็นบูรณาการองค์ความรู้ทุกอย่าง ไม่ว่าจะเป็นวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม แบบบูรณาการ เชื่อมโยงองค์ความรู้ และต้องรู้จักนำเทคโนโลยีมาทำให้เอื้อต่อกระบวนการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบการออกทางวิศวกรรม เน้นเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน แทรกทักษะในศตวรรษที่ 21 เข้าไปใน กระบวนการเรียนรู้ ให้นักเรียนมีการออกแบบ ทดลองและสร้างชิ้นงาน มีการนำเสนอผล อภิปรายร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนการคิดออกมา และให้นักเรียนนำความคิดเห็นส่วนรวมไปปรับปรุงพัฒนาชิ้นงาน

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 2, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ดิฉันคิดว่าสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการสอนได้หลากหลายรูปแบบ เช่น 1.บูรณาการวิชาสาขาเราเอง 2.วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และการออกแบบ วิศวกรรม 3.บูรณาการกับวิชาดนตรี ศิลปะ สุขศึกษาและพลศึกษาได้ หากเป็นบูรณาการรวมโดยจะเป็นหัวข้อเดียวกัน และสามารถนำมาบูรณาการในทำหลักสูตรการสอนของเรา ดังนี้ 1.ในหลักสูตรพื้นฐานเราจะไปเปิดตัวชีวิตของหลักสูตรดูเนื้อหา และนำมาสร้าง STEM Education 2.หลักสูตรท้องถิ่น จะมองสิ่งที่น่าสนใจในท้องถิ่น ข้าว ต้นบัว ดอกบัว และนำมาทำ STEM Education โดยที่ไม่ต้องดูตัวชีวิต และค่อยมาดูว่าอยู่ชั้นใดอีกครั้ง เพื่อเข้าสู่หลักสูตร ดังนั้นครูต้องมีความสามารถในการจัดกระบวนการเรียนการสอนแบบ STEM Education เป็นอย่างดี และต้องสามารถพลิกแพลงให้การเรียนการสอนไปกับหลักสูตรให้ตรงกับความสามารถของนักเรียน และเข้าใจนักเรียนยุคใหม่ ใช้เทคนิคการสอนแบบใหม่ ๆ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 3, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ด้านกระบวนการสอนสะเต็มศึกษาปัจจุบันจะบูรณาการแค่ 2 วิชาได้ 3 วิชาได้ แต่อย่างน้อยต้องเกิดนวัตกรรม จากการออกแบบวิศวกรรม เช่น กระโปรงทรงกลม วิชาวิทยาศาสตร์จะเกี่ยวข้องแค่เนื้อผ้า ลวดลาย วิชาเทคโนโลยีเกี่ยวกับการหาข้อมูล รูปแบบของกระโปรง คณิตศาสตร์การหาค่ามี นอกจากนี้มีการบูรณาการกับวิชาศิลปะด้าน ความสวยงามสีเส้นการเลือกผ้าอีกด้วย อย่างไรก็ตามนักเรียนต้องผ่านการออกแบบวิศวกรรม ในบางครั้งครูสอนสะเต็มศึกษาถ้าไม่เชี่ยวชาญ แต่พัฒนาตนเองได้จากการเรียนรู้ไปพร้อมกับ นักเรียน และแทรกทักษะชีวิตให้กับนักเรียนไปด้วย”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 4, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ถ้าพูดถึงการเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับสะเต็มศึกษา 1. การสอน วิทยาศาสตร์ที่เน้นด้านความรู้ แต่ไม่สามารถเอาไปประยุกต์ใช้ได้ ถ้าสะเต็มศึกษาจะสามารถ สอนที่เน้นชีวิตจริงเราโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน 2. ปัญหาของสะเต็มศึกษาและปัญหาของวิทยาศาสตร์จะไม่เหมือนกัน ปัญหาของ วิทยาศาสตร์จะเน้นสู่การทำความเข้าใจในธรรมชาติ แต่ปัญหาของสะเต็มศึกษาจะเกี่ยวกับการ แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สะเต็มศึกษามีออกแบบจากกระบวนการวิศวกรรม ก็คือการใช้ องค์ความรู้เพื่อการพัฒนาต่อยอดหรือแก้ปัญหาตามที่มนุษย์ต้องการ หรือทำให้ชีวิตของ มนุษย์ดีขึ้น ซึ่งคำตอบของสะเต็มศึกษาจึงไม่ใช่คำตอบที่จบแค่องค์ความรู้แต่เป็นการใช้องค์ ความรู้นำมาแก้ไขปัญหาในชีวิตของมนุษย์ให้ดีขึ้น”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 6, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

ด้านสอนแบบโครงการเป็นฐาน

ครูสอนสะเต็มศึกษาต้องมีการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจที่จะทำโครงการ โดยจัดกิจกรรมต่างๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนสัมผัสกับปัญหาเพื่อที่นักเรียนจะได้มองเห็นปัญหา ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการวางแผนทำโครงการในเรื่องความเป็นไปได้ของโครงการ ชี้แนะแหล่งความรู้ต่างๆ ดิชมแผนงานในการทำโครงการของนักเรียน เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาโครงการของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

“มุมมองผม ผมคิดว่าครูสอนสะเต็มศึกษาไม่จำเป็นต้องสอนแบบโครงการเป็นฐาน เพราะมันเป็นปลายทางของการเรียนรู้ แต่เราสามารถนำแบบโครงการเป็นฐานมาจัดกระบวนการสอนแบบสะเต็มศึกษาได้ ผมว่าจะให้นักเรียนได้ประโยชน์จากโครงการจริงๆ ครูสอนสะเต็มศึกษาต้องมีการกระตุ้นตั้งแต่ต้นการเรียนรู้ที่กระตุ้นความอยากรู้ อาจจะอยู่ในรูปแบบการจดบันทึก สืบเสาะ ทดลอง เป็นอะไรก็ได้ที่ทำให้กระตุ้นความอยากรู้ของนักเรียน เชื่อมโยง มันทำให้เกิดการเรียนรู้ แบบเข้าใจจริงๆ ไม่ใช่แบบจำ และเป็นต้นน้ำก่อนนำไปสู่โครงการ ครูต้องมีการปลูกฝังวิธีการเรียนรู้ สืบเสาะ ทักษะการเรียนรู้ มาก่อน”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 1, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“สอนแบบโครงการเป็นฐานเป็นกระบวนการหนึ่งที่สามารถฝึกนักเรียนให้เกิดทักษะได้ เพราะสะเต็มศึกษาเป็นวิธีการสอน กระบวนการ ที่ใช้ระยะเวลาสั้น หรือยาว ซึ่งเป็นสิ่งที่คล้ายกันแต่ว่าร้อยเรียงไม่เหมือนกัน ในมุมมองของผู้ให้สัมภาษณ์ Project – Based Learning คือได้อะไรมาล้กอย่างใช้กระบวนการหนึ่ง Research มากกว่า ก็จะมีเวลา 3 เดือน 1 เดือน ซึ่งกระบวนการสอนสะเต็มศึกษาใช้เวลาแค่ 3 ชั่วโมง จะได้ชิ้นงานออกมา โดยเน้นแค่กระบวนการตามวิศวกรรม ไม่ต้องใช้การ Research หรือ Review ซึ่งเป็นเวลานาน ดังนั้น ครูสอนสะเต็มศึกษาต้องมีทักษะด้านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ได้แก่ 1) การระบุปัญหา (Identify a Challenge) 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ (Explore Ideas) 3) การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) 4) การทดสอบและการประเมินผล (Test and Evaluate) 5) การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) อย่างชัดเจน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการเรียนรู้ ได้ทดลอง สร้างชิ้นงาน เพื่อแสดงความคิดของนักเรียนที่ได้ออกแบบมาและนำผลการสะท้อนคิดของนักเรียนออกมาได้ดีตลอดจนกระบวนการแก้ปัญหา”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 2, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

ด้านคิดแบบวิจารณ์ญาณ

ครูสอนสะเต็มศึกษาเป็นผู้มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองเป็นหลัก มีใจเป็นกลาง จะทำให้ได้ข้อมูลมากพอต่อการใช้ในการตัดสินใจได้ดีมากขึ้น เข้าใจความรู้สึกของผู้อื่นที่อาจจะทำให้สามารถรับรู้สถานการณ์ ความคิด ความรู้สึกของผู้อื่นได้ดีกว่า เปลี่ยนความคิดเห็นที่ตนมีอยู่ได้ ถ้ามีข้อมูลที่มีเหตุผลมากกว่า กระตือรือร้นในการค้นหาข้อมูลและความรู้ เพราะการมีข้อมูลและความรู้มาก ทำให้การตัดสินใจย่อมถูกต้องและแม่นยำ เพื่อประกอบในการตัดสินใจ เป็นผู้ไม่เผลอไม่ใช้อคติหรืออารมณ์ในการตัดสินใจ ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

“ในตัวตนครูทุกคนจะมีองค์ความรู้ในทักษะในการแก้ไขปัญหา คิดวิเคราะห์เชิงวิจารณ์ญาณ และคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดแยกแยะอีก แตกต่างกันออกไปมาก บ้างน้อยบ้าง และจุดหมายปลายทางครูสามารถถ่ายทอดทักษะดังกล่าวให้กับนักเรียนในรูปแบบการตั้งโจทย์ปัญหาในกิจกรรมให้กับนักเรียนได้แก้ปัญหาจากการลงมือทำได้”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 2, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ในสถานการณ์ที่ครูได้นำให้นักเรียนได้เรียนรู้ ครูจะมีการคิดวิจารณ์ญาณไตร่ตรองที่จะเลือกกิจกรรมดังกล่าวให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน เช่น นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี วันนี้ไฟดับ ในบ้านเรามีผักและผลไม้อยู่ในห้องเก็บของหลอดไฟ สายไฟ จะทำให้มีไฟฟ้าได้อย่างไร ดังนั้นครูต้องสร้างสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันอย่างเด่นชัด เราใจ เป็นตลอดจนให้เงื่อนไข และอุปกรณ์ ที่นักเรียนสามารถนำสิ่งที่เรียนนั้นไปแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ในเรื่องที่กำลังกล่าวมา”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 4, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

ครูสอนสะเต็มศึกษาจะเป็นผู้ช่วยเหลือสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นผู้จัดการสารสนเทศเป็นอย่างดี รู้อย่างเท่าทันกับสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ มีความสามารถด้านไอทีที่จำเป็น มีการแสวงหาและพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ จัดหาแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายให้เหมาะสมกับนักเรียน เพื่อส่งเสริมนักเรียนให้มีความรู้ที่ทันสมัยตามความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

“ความเชี่ยวชาญของครูสอนสะเต็มศึกษาในแง่รอบรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นสิ่งสำคัญในยุคปัจจุบัน ครูต้องมีการสืบค้นข้อมูลหลากหลายช่องทาง บันทึกข้อมูลการตรวจสอบใช้ซอฟต์แวร์ และการจัดกระทำวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคโนโลยีต้องคล่องแคล่วรอบด้าน”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 1, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ด้านกระบวนการสอนสะเต็มศึกษาปัจจุบันจะบูรณาการแค่ 2 วิชาได้ 3 วิชาได้ แต่อย่างน้อยต้องเกิดนวัตกรรม จากการออกแบบวิศวกรรม เช่น กระจังทรงกลม วิชาวิทยาศาสตร์จะเกี่ยวข้องแค่เนื้อผ้า ลวดลาย วิชาเทคโนโลยีจะต้องหาข้อมูล รูปแบบว่าทำไงกระจังเราจะช่วยเป็นทรงกลมได้ จะต้องหารัศมีให้ถูกต้องแบบนี้คณิตศาสตร์จะมาเกี่ยวข้องแหละ จากข้อความดังกล่าวครูสอนสะเต็มต้องมีความรอบรู้ด้านสารสนเทศเป็นพื้นฐานในการค้นหาข้อมูล”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 4, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

ด้านความคิดสร้างสรรค์

ครูสอนสะเต็มศึกษา มีอารมณ์ที่แจ่มใส มีใจคิดสร้างสรรค์ ร่วมแก้ปัญหาและใช้เวลาในการค้นหาคำตอบของนักเรียน เป็นผู้ชี้แนะแนวทางการแก้ปัญหา ใช้เทคนิคในการกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว เชื่อมโยงความคิดอย่างเป็นระบบอย่างมีขั้นตอน ใช้สื่อ เทคนิค และวิธีการกิจกรรม รูปแบบ แนวทางที่หลากหลายในการกระตุ้นให้เกิดความคิดสามารถผลงานที่แปลกใหม่แตกต่าง ไม่เหมือนใคร และสามารถเชื่อมโยงความคิดสร้างสรรค์กับรูปแบบการเรียนรู้อื่นๆ ในการนำไปประยุกต์ใช้ ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

“ในความคิดของอาจารย์ด้านความคิดสร้างสรรค์ในตัวครูสอนสะเต็มศึกษา หากเราต้องการให้ทักษะความคิดสร้างสรรค์เกิดขึ้นกับนักเรียน เช่น การจะไปอนุสาวรีย์ นักเรียนบอกเส้นทางหลายเส้นทางที่จะไปอนุสาวรีย์ได้ ทั้งในกรอบ และนอกกรอบก็ตาม แบบนี้เรียกว่าคิดสร้างสรรค์ ครูจึงต้องมีทักษะความคิดสร้างสรรค์อยู่ในตนเองเช่น หากท่านใดมีน้อยนั้นสามารถเข้ารับการอบรมบ่อยๆ ทักษะดังกล่าวก็จะเกิดขึ้นกับครูเช่นกัน หรือฝึกคิดควบคู่ไปกับการเรียนรู้พร้อมๆ กับนักเรียนได้เช่นกัน”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 6, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

ด้านทักษะชีวิต

ครูสอนสะเต็มศึกษาสามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคม ด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม รู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

“การเชื่อมโยงว่ามี 2 แบบ แบบที่ 1 เชื่อมระหว่างศาสตร์ เชื่อมโยงระหว่างแนวคิด และเชื่อมโยงระหว่างความรู้ แบบที่ 2 เชื่อมโยงการเรียนรู้ให้เป็นสาระที่มีความสำคัญต่อชีวิต และใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างสอดคล้องกับบทเรียน (บูรณาการ) เพื่อที่นักเรียนจะได้เห็นประโยชน์และสามารถนำไปแก้ปัญหาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นครูสอนสะเต็มศึกษาต้องมีความรอบรู้ด้านอาชีพเพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกอาชีพของตนเองได้ตั้งแต่วัยที่สนใจตั้งแต่เข้ามหาวิทยาลัย”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 1, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ทักษะอาชีพจะเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้านสะเต็มศึกษา ก็คือทักษะศตวรรษที่ 21 ได้แก่ การทำงานร่วมกัน การสื่อสาร ความคิดสร้างสรรค์ และความคิดวิจารณ์ญาณ ครูจะต้องเชื่อมโยงทักษะอาชีพและทักษะศตวรรษที่ 21 เพื่อนำไปเลือกอาชีพในอนาคตได้ ดังนั้นครูต้องมีความรู้ องค์ความรู้ รอบรู้ รู้ลึก และรู้กว้างด้านทักษะอาชีพ “สหวิชา” และครูสามารถเปรียบเทียบเชื่อมโยงการเรียนรู้ให้เป็นสาระที่มีความสำคัญต่อชีวิตและใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างสอดคล้องกับบทเรียน (ทักษะชีวิต) เช่น บูรณาการสาขาวิชาเข้าด้วยกัน คาบเกี่ยวในแต่ละวิชา ข้ามวิชา เป็นต้น”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 2, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ครูต้องเสริมอาชีพที่ตอบโจทย์กับทักษะศตวรรษที่ 21 ให้กับนักเรียน เช่น การเกี่ยวข้าวในสมัยก่อนใช้คน และถ้าปัจจุบันก็จะใช้รถเกี่ยวข้าวแทน และคำนวณรายได้ในการลงทุน และกำไรที่ได้รับ ให้คุ้มกับการลงทุน ดังนั้นครูสอนสะเต็มศึกษาหากไม่เชี่ยวชาญด้านทักษะชีวิต แต่ต้องมีโดยการพัฒนาตนเองได้จากการเรียนรู้ไปพร้อมกับนักเรียน

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 3, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

ครูสอนสะเต็มศึกษาต้องพัฒนาทักษะชีวิตให้กับนักเรียนเข้าไปด้วย เช่น การแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่นักเรียนไม่เคยเจอมาก่อน เช่น โทรคัพท ตกงไปในช่วงแคบ ครูให้นักเรียนได้ออกแบบการคิด พัฒนาทักษะ แก้ปัญหาให้สามารถหยิบโทรคัพทออกมาได้ ดังนั้นครูควรพัฒนาร่วมกับนักเรียน”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 5, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

ด้านการวัดและประเมินผล

ครูสอนสะเต็มศึกษาสามารถวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีการประเมินผลได้อย่างเหมาะสม ด้วยเครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย สามารถนำผลการประเมิน มาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

“ทักษะด้านการวัดและประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งในตัวครูต้องมีควบคู่กันไป เพื่อประเมินนักเรียนให้บรรลุเป้าหมายตามที่กำหนด โดยสามารถให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างเกณฑ์การประเมินผลขึ้นงานได้”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 3, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ด้านการวัดและประเมินผล ตัวครูนั้นต้องไม่ให้คะแนนที่ขึ้นงานเป็นหลัก แต่ต้องวัด และประเมินผลที่กระบวนการตามหลักการออกแบบวิศวกรรม ซึ่งเป็นคุณลักษณะหนึ่งในตัวครูสอนสะเต็มศึกษา ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 6, ข้อมูลการสัมภาษณ์)



1.3 ผลการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์เอกสาร

จากข้อมูลการวิเคราะห์เอกสารและข้อมูลการสัมภาษณ์ทางให้ผู้วิจัยได้ประเด็นสำคัญในการสร้างเครื่องมือเพื่อสำรวจองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ประเด็นเกี่ยวกับด้านการพัฒนาตนเองในงานวิชาชีพ มีควรมีการแสวงหาความรู้ให้ทันต่อยุคปัจจุบัน สรรหาแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายตลอดชีวิต พัฒนาและปรับปรุงตนเองทันต่อยุคปัจจุบันอย่างต่อเนื่อง และสามารถถ่ายทอดประสบการณ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นผ่านช่องทางที่หลากหลายอย่างสม่ำเสมอ ด้านทำงานร่วมกับผู้อื่น มีการแสวงหาความรู้ให้ทันต่อยุคปัจจุบัน สรรหาแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายตลอดชีวิต พัฒนาและปรับปรุงตนเองทันต่อยุคปัจจุบันอย่างต่อเนื่อง และสามารถถ่ายทอดประสบการณ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นผ่านช่องทางที่หลากหลายอย่างสม่ำเสมอ ด้านทักษะการสื่อสาร มีการสื่อสารอย่างชัดเจน ตั้งแต่การเรียบเรียงความคิดและมุมมองที่เข้าใจง่ายในการถ่ายทอดสื่อสารของความหมาย ความรู้ การแสดงคุณค่าทัศนคติ และความตั้งใจ ของสื่อสารเพื่อการบรรลุเป้าหมายการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี สื่อสารด้วยหลากหลายภาษาตามสภาพแวดล้อมปัจจุบัน และผ่านสื่อเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา จัดการศึกษาแบบบูรณาการความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์มาผสมผสานกันอย่างลงตัว กระตุ้นด้านความสนใจในสืบเสาะหาความรู้ สำรวจ ตรวจสอบ และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง มีการออกแบบพัฒนาผลงานชิ้นงานใหม่ ปรับปรุงจากของเดิม ผลิตภัณฑ์นวัตกรรมใหม่ ที่ส่งเสริมด้านการคิดการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต การประกอบวิชาชีพ และการทำงานในยุคปัจจุบันและโลกอนาคตยุคประชาคมอาเซียนที่มีคุณภาพชีวิตที่ดี ด้านสอนแบบโครงงานเป็นฐาน กระตุ้นให้นักเรียนสนใจที่จะทำโครงงาน โดยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนสัมผัสกับปัญหา เพื่อที่นักเรียนจะได้มองเห็นปัญหา ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการวางแผนทำโครงงาน ให้ความคิดเห็นในเรื่องความเป็นไปได้ของโครงงาน ชี้แนะแหล่งความรู้ต่าง ๆ ดิชมแผนงานในการทำโครงงาน ทั้งหมดของนักเรียน ด้านคิดแบบวิจารณ์ญาณ ผู้มีใจกว้าง ยอมรับฟังและพิจารณาความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองเป็นหลัก มีใจเป็นกลาง กว้างขวาง จะทำให้ได้ข้อมูลมากพอต่อการใช้ในการตัดสินใจได้ดีมากขึ้น เข้าใจความรู้สึกของผู้อื่นที่ไวจะทำให้สามารถรับรู้สถานการณ์ ความคิด ความรู้สึกของผู้อื่นได้ดีกว่าเปลี่ยนความคิดเห็นที่ตนมีอยู่ได้ ถ้ามีข้อมูลที่มีเหตุผลมากกว่า กระตือรือร้นในการค้นหาข้อมูลและความรู้ การมีข้อมูลและความรู้มาก ทำให้การตัดสินใจย่อมถูกต้องและแม่นยำ เพื่อประกอบในการตัดสินใจ เป็นผู้มีเหตุผลไม่ใช้อคติหรืออารมณ์ในการตัดสินใจ ข้อมูลที่มีเหตุผลจะทำให้การตัดสินใจดีกว่า ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นผู้ช่วยเหลือสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นผู้จัดการสารสนเทศเป็นอย่างดี รู้อย่างเท่าทันกับสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ มีความสามารถด้านไอทีที่จำเป็น มีการแสวงหาและพัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้ จัดหาแหล่งเรียนรู้ที่

หลากหลายให้เหมาะสมกับนักเรียน เพื่อส่งเสริมนักเรียนให้มีความรู้ที่ทันสมัยตามความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความคิดสร้างสรรค์ มีอารมณ์ที่แจ่มใส มีใจคิดสร้างสรรค์ ร่วมแก้ปัญหาและให้เวลาในการค้นหาคำตอบของนักเรียน เป็นผู้ชี้แนะแนวทางการแก้ปัญหา ใช้เทคนิคในการกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว เชื่อมโยงความคิดอย่างเป็นระบบอย่างมีขั้นตอน ใช้สื่อ เทคนิค และวิธีการ กิจกรรม รูปแบบ แนวทางที่หลากหลายในการกระตุ้นให้เกิดความคิด สามารถผลงานที่แปลกใหม่ แตกต่าง ไม่เหมือนใคร และสามารถเชื่อมโยงความคิดสร้างสรรค์กับรูปแบบการเรียนรู้อื่นๆ ในการนำไปประยุกต์ใช้ ด้านทักษะชีวิต สามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคม ด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม รู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น ด้านการวัดและประเมินผล สามารถวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีการประเมินผลได้อย่างเหมาะสม ด้วยเครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย สามารถนำผลการประเมินมาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 9 สรุปคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จากการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูล

ลำดับที่	รายการ	ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1	ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2	ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3	ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 4	ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 5	ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 6
1	ด้านพัฒนาตนเองในงานวิชาชีพ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	ด้านการทำงานเป็นกลุ่ม	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	ด้านทักษะการสื่อสาร	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	ด้านการสอนแบบบูรณาการ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	ด้านสอนแบบโครงงานเป็นฐาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	ด้านคิดแบบวิจารณ์ญาณ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	ด้านความคิดสร้างสรรค์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	ด้านทักษะชีวิต	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10.	ด้านการวัดและประเมินผล			✓	✓		✓

ตารางที่ 10 สรุปประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์เอกสาร

ประเด็น	ข้อมูลจากการวิเคราะห์เอกสาร	ข้อมูลจากการสัมภาษณ์	ผลการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์
ด้านพัฒนาตนเองในงานวิชาชีพ	<p>มีการเข้ารับการอบรมหรือร่วมประชุมวิชาการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ อย่างต่อเนื่องและนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ นำผลการศึกษา/นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ไปใช้พัฒนานักเรียน ตลอดจนถ่ายทอด เผยแพร่ เป็นตัวอย่างแก่เพื่อนครูในการทำงาน หรือสร้างนวัตกรรม มีแผนการทำงานร่วมกันในจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา</p>	<p>แสดงหาความรู้ในการอบรมเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง นำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ การศึกษา ถ่ายทอด เผยแพร่ผลงาน เป็นแบบอย่างที่ดีในงานวิชาชีพ</p>	<p>ประเด็นเกี่ยวกับด้านพัฒนาตนเองในงานวิชาชีพ</p> <p>การแสวงหาความรู้ให้ทันต่อยุคปัจจุบัน สรรหาแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ตลอดชีวิต พัฒนาและปรับปรุงตนเองทันต่อยุคปัจจุบันอย่างต่อเนื่อง และสามารถถ่ายทอดประสบการณ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นผ่านช่องทางที่หลากหลายอย่างสม่ำเสมอ</p>
ด้านการทำงานเป็นร่วมกับผู้อื่น	<p>มีความสามารถทำงานเป็นกลุ่มร่วมกับผู้อื่น เปิดใจ แลกเปลี่ยนทัศนคติกับคนรอบข้าง ยอมฟังรับความคิดเห็น มุมมองใหม่ของผู้อื่น เสนอความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล เป็นแบบอย่างที่ดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น</p>	<p>ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือ เสริมแรง ให้กำลังใจ สนับสนุนเพื่อนร่วมงานในการปฏิบัติงาน ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี ยอมรับฟังของผู้อื่น ยอมรับมติของกลุ่ม และเสนอความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล</p>	<p>ประเด็นเกี่ยวกับด้านการทำงานเป็นกลุ่ม</p> <p>ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือสนับสนุน เสริมแรง ให้กำลังใจ เพื่อนร่วมงานในการปฏิบัติงาน ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี ยอมรับฟังของผู้อื่น อย่างมีเหตุผล</p>

ประเด็น	ข้อมูลจากการวิเคราะห์เอกสาร	ข้อมูลจากการสัมภาษณ์	ผลการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์
ด้านทักษะการสื่อสาร	<p>สื่อสารด้วยหลากหลายภาษาและสภาพแวดล้อมที่หลากหลายอย่างได้ผล สามารถจูงใจ โน้มน้าวให้ผู้อื่นเห็นด้วย ยอมรับ คล้อย เพื่อให้เกิดความเข้าใจของการจัดกระบวนการสอน</p>	<p>สื่อสารอย่างชัดเจน ตั้งแต่การเรียบเรียงความคิด และมุมมองที่เข้าใจง่ายในการถ่ายทอดสื่อสารของ ความหมาย ความรู้ การแสดงคุณค่าทัศนคติ และความตั้งใจของสื่อสาร เพื่อการบรรลุเป้าหมายการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี สื่อสารด้วยหลากหลายภาษาตามสภาพแวดล้อมปัจจุบัน และผ่านสื่อเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ</p>	<p>ประเด็นเกี่ยวกับด้านทักษะการสื่อสาร สื่อสารอย่างชัดเจน เข้าใจง่าย เพื่อการบรรลุเป้าหมายการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี สื่อสารด้วยหลากหลายภาษาตามสภาพแวดล้อมปัจจุบัน และผ่านสื่อเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ</p>

ประเด็น	ข้อมูลจากการวิเคราะห์เอกสาร	ข้อมูลจากการสัมภาษณ์	ผลการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์
ด้านการสอนเพิ่มเติมศึกษา	<p>มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเนื้อหาตามมาตรฐานหลักสูตรและตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ของรายวิชาและระดับชั้นที่สอนเข้าใจการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการเทคโนโลยี จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง</p>	<p>จัดการศึกษาแบบบูรณาการความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ มาผสมผสานกันอย่างลงตัว กระตุ้น ด้านความสนใจในสืบเสาะหาความรู้ สํารวจ ตรวจสอบ และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง มีการออกแบบพัฒนาผลงานชิ้นงานใหม่ ปรับปรุงจากของเดิม ผลิตใหม่ นวัตกรรมใหม่ที่ส่งเสริม ด้านการคิด การแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต การประกอบวิชาชีพ และการทำงานในยุคปัจจุบัน และโลกอนาคตยุคประชาคมอาเซียนที่มีคุณภาพชีวิตที่ดี</p>	<p>ประเด็นเกี่ยวกับด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา จัดการศึกษาแบบบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และกระบวนการทางวิศวกรรม มาผสมผสานกันอย่างลงตัว และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง มีการออกแบบพัฒนาผลงาน ชิ้นงานใหม่ ผลิตใหม่ นวัตกรรมใหม่ ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต การประกอบวิชาชีพ และการทำงานในยุคปัจจุบันและโลกอนาคตยุคประชาคมอาเซียนที่มีคุณภาพชีวิตที่ดี</p>

ประเด็น	ข้อมูลจากการวิเคราะห์เอกสาร	ข้อมูลจากการสัมภาษณ์	ผลการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์
<p>ด้านสอนแบบโครงการเป็นฐาน</p>	<p>สามารถจัดเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน สืบเสาะหาความรู้ แก้ปัญหาได้ชัดเจน มีความเชี่ยวชาญการทำโครงการในรูปแบบอื่นทั้งโครงการเชิงทดลองเชิงสำรวจหรือเชิงทฤษฎีสร้างสรรค์ชิ้นงานแนวคิดใหม่ และมีทักษะคิดเชิงวิพากษ์ การสื่อสารทักษะทำงานร่วมกันคิดสร้างสรรค์ในการสร้างสรรค์ทำโครงการ</p>	<p>กระตุ้นให้นักเรียนสนใจที่จะทำโครงการ โดยจัดกิจกรรมต่างๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนสัมผัสกับปัญหาเพื่อที่นักเรียนจะได้มองเห็นปัญหาให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการวางแผนทำโครงการให้ความคิดเห็นในเรื่องความเป็นไปได้ของโครงการ ชี้นำแหล่งความรู้ต่างๆ ดิชมแผนงานในการทำโครงการทั้งหมดของนักเรียน</p>	<p>ประเด็นเกี่ยวกับด้านสอนแบบโครงการเป็นฐานกระตุ้นให้นักเรียนสนใจที่จะทำโครงการ โดยจัดกิจกรรมต่างๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนสัมผัสกับปัญหาเพื่อที่นักเรียนจะได้มองเห็นปัญหาให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการวางแผนทำโครงการให้ความคิดเห็นในเรื่องความเป็นไปได้ของโครงการ ชี้นำแหล่งความรู้ต่างๆ ดิชมแผนงานในการทำโครงการทั้งหมดของนักเรียน</p>

ประเด็น	ข้อมูลจากการวิเคราะห์เอกสาร	ข้อมูลจากการสัมภาษณ์	ผลการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์
ด้านคิดแบบ วิจารณ์ ญาณ	สามารถสังเคราะห์และเชื่อมโยงระหว่างสาร สนเทศกับข้อโต้แย้ง สร้างคำถามเพื่อกระตุ้นการคิดแก้ปัญหา พิจารณาไตร่ตรองเพื่อเลือกสรรการจัดการเรียนรู้ด้านการคิดวิเคราะห์เปรียบเทียบและประเมินความเห็นประเด็นหลักๆ ได้	เป็นผู้มีใจกว้าง ยอมรับฟังและพิจารณาความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองเป็นหลัก มีใจเป็นกลาง กว้างขวาง จะทำให้ได้ข้อมูลมากพอต่อการใช้ในการตัดสินใจได้ดีมากขึ้น เข้าใจความรู้สึกของผู้อื่นที่ไวกจะทำให้สามารถรับรู้สถานการณ์ ความคิด ความรู้สึกของผู้อื่นได้ดีกว่า เปลี่ยนความคิดเห็นที่ตนมีอยู่ได้ ถ้ามีข้อมูลที่มีเหตุผลมากกว่า กระจื่อหรือร้อนในการค้นหาข้อมูลและความรู้ การมีข้อมูลและความรู้มาก ทำให้การตัดสินใจยอมถูกต้องและแม่นยำ ในการตัดสินใจ เป็นผู้ที่มีเหตุผลไม่ใช้อคติหรืออารมณ์ในการตัดสินใจ ข้อมูลที่มีเหตุผลจะทำให้การตัดสินใจดีกว่า	ประเด็นเกี่ยวกับด้านคิดแบบวิจารณ์ญาณ มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของ เข้าใจความรู้สึกของผู้อื่นที่ไวกจะทำให้สามารถรับรู้สถานการณ์ ความคิด ความรู้สึกของผู้อื่นได้ดีกว่า เปลี่ยนความคิดเห็นที่ตนมีอยู่ได้ ถ้ามีข้อมูลที่มีเหตุผลมากกว่า กระจื่อหรือร้อนในการค้นหาข้อมูลและความรู้ การมีข้อมูลและความรู้มาทำให้การตัดสินใจยอมถูกต้องและแม่นยำ เพื่อประกอบในการตัดสินใจเป็นผู้มีเหตุผลไม่ใช้อคติหรืออารมณ์ในการตัดสินใจข้อมูลที่มีเหตุผลจะทำให้การตัดสินใจดีกว่า

ประเด็น	ข้อมูลจากการวิเคราะห์เอกสาร	ข้อมูลจากการสัมภาษณ์	ผลการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์
ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ	<p>มีการบูรณาการกับเทคโนโลยี สามารถในการใช้จัดการทำความเข้าใจและประเมินผลเทคโนโลยีความเข้าใจและประมวผลเทคโนโลยีซึ่งรวมถึงสิ่งประดิษฐ์โครงสร้างพื้นฐานทั้งหมดที่จำเป็นในการออกแบบการผลิตการดำเนินงานและการซ่อมแซมสิ่งประดิษฐ์เพื่อตอบสนองความต้องการของตนเอง</p>	<p>เป็นผู้ช่วยเหลือสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นผู้จัดการสารสนเทศเป็นอย่างดี รู้อย่างเท่าทันกับสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ มีความสามารถด้านไอทีที่จำเป็น มีการแสวงหาและพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้จัด หาแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายให้เหมาะสมกับนักเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนให้มีความรู้ที่ทันสมัยตามความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</p>	<p>ประเด็นเกี่ยวกับด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ สนับสนุนการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นผู้จัดการสารสนเทศ เป็นอย่างดี รู้อย่างเท่าทันกับสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ มีความสามารถด้านไอทีที่จำเป็น มีการแสวงหาและพัฒนานวัตกรรม การเรียนรู้ จัดหาแหล่งเรียนรู้ ที่หลากหลายให้เหมาะสมกับนักเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนให้มีความรู้ที่ทันสมัยตามความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</p>

ประเด็น	ข้อมูลจากการวิเคราะห์เอกสาร	ข้อมูลจากการสัมภาษณ์	ผลการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์
ด้านความคิดสร้างสรรค์	<p>มีการพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 สร้างสรรค์ปัญญา สามารถคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์งานได้</p>	<p>มีอารมณ์ที่แจ่มใส มีใจคิดสร้างสรรค์ ร่วมแก้ปัญหาและใช้เวลาในการค้นหาคำตอบของนักเรียน เป็นผู้ชี้แนะแนวทางการแก้ปัญหา ใช้เทคนิคในการกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว เชื่อมโยงความคิดอย่างเป็นระบบอย่างมีขั้นตอน ใช้สื่อเทคนิค และวิธีการกิจกรรม รูปแบบแนวทางที่หลากหลาย ในการกระตุ้นให้เกิดความคิดสามารถผลงานที่แปลกใหม่ แตกต่างไม่เหมือนใคร และสามารถเชื่อมโยงความคิดสร้างสรรค์กับรูปแบบการเรียนรู้อื่นๆ ในการนำไปประยุกต์ใช้</p>	<p>ประเด็นเกี่ยวกับด้านความคิดสร้างสรรค์ อารมณ์แจ่มใส มีใจคิดสร้างสรรค์ ร่วมแก้ปัญหา และใช้เวลาในการค้นหาคำตอบของนักเรียน เป็นผู้ชี้แนะแนวทางการแก้ปัญหา ใช้เทคนิคในการกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว เชื่อมโยงความคิดอย่างเป็นระบบอย่างมีขั้นตอน ใช้สื่อ เทคนิค และวิธีการกิจกรรม รูปแบบแนวทางที่หลากหลาย ในการกระตุ้นให้เกิดความคิดสามารถผลงานที่แปลกใหม่และสามารถเชื่อมโยงความคิดสร้างสรรค์กับรูปแบบการเรียนรู้อื่นๆ ในการนำไปประยุกต์ใช้</p>

ประเด็น	ข้อมูลจากการวิเคราะห์เอกสาร	ข้อมูลจากการสัมภาษณ์	ผลการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์
ด้านทักษะชีวิต	<p>สามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง มีส่วนร่วมจากชุมชนสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญ ชาญในท้องถิ่น สนับสนุนแหล่งเรียนรู้วิถีชุมชน ในการพัฒนาอาชีพ และพัฒนาคุณภาพชีวิตตามแนวทักษะศตวรรษที่ 21</p>	<p>สามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคม ด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม รู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น</p>	<p>ประเด็นเกี่ยวกับด้านทักษะชีวิต สามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคม ด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม รู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น</p>

ประเด็น	ข้อมูลจากการวิเคราะห์เอกสาร	ข้อมูลจากการสัมภาษณ์	ผลการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์
ด้านการวัดและประเมินผล	<p>มีการวัดประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ประเมินผลหลายมิติอย่างเหมาะสม วัดประเมินผลการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือวิธีการที่หลากหลายและเหมาะสม สามารถวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง นำผลการประเมินมาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยมีหลักฐานเชิงประจักษ์</p>	<p>สามารถวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีการประเมินผลได้อย่างเหมาะสม ด้วยเครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย สามารถนำผลการประเมินมาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้</p>	<p>ประเด็นเกี่ยวกับด้านการวัดและประเมินผล สามารถวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีการประเมินผลได้อย่างเหมาะสม ด้วยเครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย สามารถนำผลการประเมินมาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้</p>



ระยะที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยคุณลักษณะของครูสอน
 สะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ประกอบการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจและการวิเคราะห์
 องค์ประกอบเชิงยืนยัน

2.1 วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้นำมาประกอบการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบ
 แบบสอบถาม โดยการนำเสนอค่าสถิติการแจกแจงความถี่และร้อยละ และค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ
 คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ
 ดังแสดงตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไป	รายการ	จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	195	24.38
	หญิง	605	75.63
	รวม	800	100
กลุ่มสาระการ เรียนรู้	สังคมศึกษา	56	7.00
	คณิตศาสตร์	208	26.00
	สุขศึกษาและพลศึกษา	22	2.75
	วิทยาศาสตร์	317	39.63
	ศิลปะ	21	2.63
	การงานและเทคโนโลยี	72	9.00
	ภาษาไทย	60	7.50
	ภาษาต่างประเทศ	44	5.50
	รวม	800	100
ระดับการ สอน	ช่วงชั้นที่ 1 (ป.1 – 3)	125	15.63
	ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4 – 6)	178	22.25
	ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 – 3)	192	24.00
	ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4 – 6)	148	18.50
	สอนมากกว่า 1 ช่วงชั้น	157	19.63
	รวม	800	100

ข้อมูลทั่วไป	รายการ	จำนวน	ร้อยละ
ศูนย์เข้ารับ การอบรม สะเต็มศึกษา	สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษา ขั้นพื้นฐาน	418	52.25
	สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น	148	18.50
	สังกัดกรุงเทพมหานคร	32	4.00
	สังกัดศึกษานอกระบบและ การศึกษาตามอัธยาศัย	47	5.88
	สังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การส่งเสริมการศึกษาเอกชน	155	19.38
	รวม	800	100.00
ระยะเวลาใน การรับอบรม สะเต็มศึกษา	1 ปี	564	70.50
	2 ปี	183	22.88
	3 ปี	34	4.25
	4 ปี	19	2.38
	รวม	800	100.00

จากตารางที่ 11 พบว่าผลการวิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างของข้อมูลในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ พบว่า กลุ่มตัวอย่างครูสอนสะเต็มศึกษาที่เข้ารับการอบรมระบบทางไกลจากโครงการบูรณาการสะเต็มศึกษา (สสวท.) ปีการศึกษา 2561 จำนวน 800 คน ประกอบด้วย เพศชาย ร้อยละ 24.43 และ เพศหญิง ร้อยละ 75.63 อยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ สังคมศึกษา ร้อยละ 7.00 คณิตศาสตร์ ร้อยละ 26.00 สุขศึกษาและพลศึกษา ร้อยละ 2.75 วิทยาศาสตร์ ร้อยละ 39.63 ศิลปะ ร้อยละ 2.63 การงานและเทคโนโลยี ร้อยละ 9.00 ภาษาไทย ร้อยละ 7.50 ภาษาต่างประเทศ ร้อยละ 5.50 การสอนในระดับ ช่วงชั้นที่ 1 (ป.1 – 3) ร้อยละ 15.63 ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4 – 6) ร้อยละ 22.25 ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 – 3) ร้อยละ 24.00 ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4 – 6) ร้อยละ 18.50 และสอนมากกว่า 1 ช่วงชั้น ร้อยละ 19.63 ได้เข้ารับการอบรมจากศูนย์เข้ารับการอบรมสะเต็มศึกษา (STEM Education) สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ร้อยละ 52.25 สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น ร้อยละ 18.50 สังกัดกรุงเทพมหานคร ร้อยละ 4.00 สังกัดศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย ร้อยละ 5.88 และสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ร้อยละ 19.38 ระยะเวลาในการรับอบรมสะเต็มศึกษา จำนวน 1 ปี ร้อยละ 70.50 จำนวน 2 ปี ร้อยละ 22.88 จำนวน 3 ปี ร้อยละ 4.25 จำนวน 4 ปี ร้อยละ 2.38

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวบ่งชี้ที่ใช้ในการศึกษา

ตารางที่ 12 สถิติพื้นฐานองค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ข้อ	ข้อความ	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
1.	ครูสอนมีการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองตลอดเวลา	4.17	0.69	-0.58	0.75	16.47	มาก
2.	ครูสอนรู้จักแสวงหาความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้เพื่อนำมาใช้ด้านการสอน	4.26	0.69	-0.95	2.17	16.10	มาก
3.	ครูสอนมีการพัฒนาและปรับปรุงตนเอง และแสวงหาการสนับสนุนจากบุคคลในอาชีพเดียวกัน ระบุว่า การเปลี่ยนแปลงเป็นสิ่งที่มีค่า ใช้เวลาที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์โดยการเรียนรู้ทักษะใหม่เพื่อจะวางแผนสู่นาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.15	0.69	-0.79	1.91	16.51	มาก
4.	ครูสอนเข้ารับการอบรม หรือร่วมประชุมวิชาการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน	4.11	0.79	-0.76	0.81	19.27	มาก
5.	ครูสอนศึกษาค้นคว้าริเริ่มสร้าง สรรค์กิจกรรมสื่อและกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนา นักเรียนและงานในวิชาชีพ	4.12	0.72	-0.67	1.02	17.55	มาก

ข้อ	ข้อความ	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
6.	ครูสอนทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยยอมรับฟังและเสนอ ความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล เปิดใจแลกเปลี่ยนทัศนคติ ยอมรับความคิดเห็นมุมมองใหม่	4.36	0.70	-1.20	2.70	16.03	มาก
7.	ครูสอนเป็นแบบอย่างที่ดีใน การทำงานร่วมกับผู้อื่น	4.27	0.70	-0.82	1.17	16.46	มาก
8.	ครูสอนเป็นผู้นำในการสร้าง ความสามัคคีและทำให้เกิด การทำงานร่วมกัน	4.31	0.71	-1.10	2.41	16.36	มาก
9.	ครูสอนส่งเสริมให้นักเรียนทำงาน กลุ่มและรายบุคคล	4.34	0.73	-1.20	2.32	16.80	มาก
10.	ครูสอนมีบทบาทใน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในลักษณะการเรียนรู้แบบร่วมมือ กันระหว่างนักเรียนกับครูสอน และนักเรียนกับนักเรียนด้วยกัน เพื่อฝึกทักษะการทำงานเป็นทีม การเรียนรู้ด้วยตนเอง และทักษะ ที่สำคัญอื่นๆ	4.24	0.71	-0.91	1.89	16.67	มาก
11.	ครูสอนต้องสื่อสารให้นักเรียน เรียนรู้และปฏิบัติ มีความชัดเจน ทั้งด้านกติกา ข้อตกลง และคำสั่ง ให้นักเรียนปฏิบัติตาม	4.30	0.73	-1.19	2.68	17.02	มาก

ข้อ	ข้อความ	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
12	ครูสอนมีทักษะการสื่อสาร การบรรยาย การยกตัวอย่าง การเลือกใช้สื่อ การนำเสนอสื่อ และรวมถึงการจัดสภาพแวดล้อม ให้เอื้อต่อการเรียนรู้ เพื่อถ่ายทอด ความรู้ให้กับนักเรียนได้อย่าง เหมาะสม	4.28	0.71	-0.93	1.68	16.47	มาก
13.	ครูสอนมีเทคนิคในการถ่ายทอด ข้อมูลนำเสนอเนื้อหาชัดเจน สมบูรณ์ให้กับนักเรียน	4.20	0.69	-0.70	1.25	16.36	มาก
14.	ครูสอนสามารถเรียบเรียง เชื่อมโยง สถานการณ์ปัจจุบัน เข้ากับการเรียนการสอนได้	4.22	0.69	-0.92	2.19	16.45	มาก
15.	ครูสอนใช้เสียง น้ำเสียง ในการสื่อสารอย่างชัดเจน น่าฟัง และน่าสนใจ ใช้ภาษาสุภาพ ถูกต้องและเหมาะสมกับนักเรียน	4.28	0.72	-0.82	0.92	16.73	มาก
16.	ครูสอนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมใหม่ที่ใช้ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการ ทางวิศวกรรมเป็นฐาน	4.06	0.78	-0.76	1.13	19.19	มาก
17.	ครูสอนมีการเชื่อมโยงเนื้อหา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี สู่โลกจริงการใช้ กระบวนการทางวิศวกรรมวิเคราะห์ ปัญหาและสร้างสรรค์ วิธีแก้ไขได้ อย่างหลากหลาย	4.06	0.77	-0.70	0.93	19.04	มาก

ข้อ	ข้อความ	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
18.	ครูสอนศึกษาหลักสูตรและบูรณาการเนื้อหาสาระ นำไปสู่การเรียนรู้ที่ทำให้เกิดทักษะการทำงานซึ่งจัดอย่างสอดคล้องกับสภาพและบริบทของนักเรียน	4.16	0.74	-0.80	1.48	17.67	มาก
19.	ครูสอนมีการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21	4.18	0.68	-0.49	0.25	16.29	มาก
20.	ครูสอนศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษและเทคโนโลยี โดยบูรณาการเข้าด้วยกัน เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ทำให้นักเรียนได้พัฒนาด้านต่างๆ	4.09	0.80	-0.74	0.69	19.49	มาก
21.	ครูสอนต้องมีการเสนอสถานการณ์หรือตัวอย่างที่เป็นปัญหาและกระตุ้นให้นักเรียน หาวิธีการแก้ปัญหาหรือช่วยให้นักเรียนมีความต้องการ ใคร่เรียน ใคร่รู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง	4.11	0.71	-0.48	0.35	17.23	มาก

ข้อ	ข้อความคำถาม	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
22.	ครูสอนสามารถพิจารณา ให้ คำแนะนำช่วยเหลือและ ข้อเสนอแนะการวางแผน โครงการงานของนักเรียน	4.09	0.74	-0.66	1.03	18.07	มาก
23	ครูสอนเป็นที่ปรึกษา ด้านเก็บ รวบรวมข้อมูล บันทึกผล ดำเนินการ	4.11	0.79	-0.83	1.07	19.17	มาก
24.	ครูสอนแนะนำให้นักเรียนรู้จัก ประเมินผล ก่อนดำเนินการ ระหว่างดำเนินการและหลัง ดำเนินการ และนักเรียนสามารถ นำความรู้นั้นไปพัฒนาปรับปรุง งานได้อย่างดียิ่งขึ้น เอาความรู้ นั้นไปใช้ในชีวิตได้	4.11	0.74	-0.75	1.29	17.88	มาก
25.	ครูสอนสามารถสอนให้นักเรียน สรุปและเขียนรายงานเพื่อนำเสนอ ผลงานในรูปแบบแผนภูมิ แผนภาพ กราฟ แบบจำลอง หรือของจริงประกอบการนำเสนอ ได้หลายรูปแบบ	4.05	0.75	-0.54	0.35	18.40	มาก

ข้อ	ข้อความคำถาม	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
26.	ครูสอนจัดกระบวนการสอน ฝึกทักษะ แทรกที่กิจกรรมเร้า ความสนใจทำให้นักเรียนปฏิบัติ ตามขั้นตอนได้และรับรู้ชั้น ตอนทั้งหมดจนสามารถนำไปใช้ ได้จริงในสถานการณ์ใหม่ๆ	4.13	0.74	-0.93	2.06	18.01	มาก
27	ครูสอนตั้งคำถามให้นักเรียนหา คำตอบที่มีได้หลายคำตอบ เพื่อเกิดการพัฒนาทักษะคิดอย่าง มีวิจารณญาณ	4.21	0.71	-0.74	1.12	16.94	มาก
28.	ครูสอนนำเอาข่าวหรือเรื่องราว ในหนังสือพิมพ์มาวิเคราะห์ ตั้งคำถามร่วมกันเพื่อฝึกฝนทักษะ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	4.08	0.79	-0.70	0.68	19.44	มาก
29.	ครูสอนต้องมีทักษะในการเป็นโค้ช หรือผู้อำนวยความสะดวกใน การเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด อย่างมีวิจารณญาณให้กับนักเรียน	4.13	0.72	-0.66	1.00	17.46	มาก
30.	ครูสอนมีเข้าใจความแตกต่างของ ความคิดแต่ละคนในการตีความ ข้อความ เรื่องราวและเหตุการณ์ ต่าง ๆ	4.19	0.72	-0.92	2.09	17.11	มาก
31.	ครูสอนมีความรู้ในการที่จะบูรณา การการคิดวิจาร์ณญาณลงใน หลักสูตรโดยเฉพาะการบูรณาการ สอดแทรกในรายวิชาที่สอน	4.14	0.72	-0.74	1.41	17.34	มาก

ข้อ	ข้อความ	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
32.	ครูสอนมีความรู้ ความสามารถใช้สื่อและเทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนการสอนได้อย่างหลากหลาย และสามารถชี้ให้นักเรียนเห็นถึงข้อดีข้อเสีย และการใช้เทคโนโลยีต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม	4.18	0.75	-1.03	2.12	17.92	มาก
33.	ครูสอนมีความสามารถในการถ่ายทอดหรือขยายความรู้ของตนสู่นักเรียนผ่านสื่อเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.12	0.72	-0.72	1.20	17.57	มาก
34.	ครูสอนมีความสามารถในการเสาะหาและคัดเลือกเนื้อหาความรู้หรือเนื้อหาที่ทันสมัย เหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนผ่านทางสื่อเทคโนโลยี ตลอดจนตามทันเทคโนโลยีและข่าวสาร	4.12	0.71	-0.62	0.85	17.31	มาก
35.	ครูสอนเป็นผู้ที่ใช้เทคโนโลยีอย่างคุ้มค่า และใช้ได้อย่างหลากหลาย และสามารถใช้เทคโนโลยีสร้างบทเรียนได้	4.04	0.76	-0.48	0.09	18.81	มาก
36.	ครูสอนสามารถใช้สื่อเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล ทั้งในฐานะที่เป็นผู้ผลิตความรู้ ผู้กระจายความรู้ และผู้ใช้ความรู้	4.08	0.76	-0.73	1.01	18.68	มาก

ข้อ	ข้อความคำถาม	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
37.	ครูสอนมีการถ่ายทอดความคิดริเริ่ม แปลกใหม่ แตกต่างจากธรรมดาและไม่ซ้ำกับที่มีอยู่เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง นักเรียนและสังคม	4.09	0.73	-0.51	0.27	17.90	มาก
38.	ครูสอนมีทักษะด้านการคิดในรูปแบบที่หลากหลาย	4.12	0.74	-0.76	1.21	18.01	มาก
39.	ครูสอนมีใจเปิดกว้าง เปิดใจปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้ดี เพื่อเรียนรู้แลกเปลี่ยนสิ่งใหม่	4.30	0.67	-0.86	1.72	15.56	มาก
40.	ครูสอนจัดกระบวนการสอนที่ทำให้ให้นักเรียนสร้างสรรค์สิ่งใหม่ใหม่ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อตนเอง นักเรียนและสังคม	4.19	0.72	-0.89	1.86	17.23	มาก
41.	ครูสอนมีการส่งเสริม กระตุ้นเปิดโอกาส เอาใจใส่ในความคิดที่แปลกใหม่ของนักเรียน ในการผลิตผลงาน การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อตนเองและสังคม	4.25	0.68	-0.74	1.10	16.07	มาก
42.	ครูสอนบูรณาการเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ให้เป็นสาระที่มีความสำคัญต่อชีวิตและใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างดีและสอดคล้องกับบทเรียน	4.19	0.72	-0.82	1.48	17.26	มาก

ข้อ	ข้อความคำถาม	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
43.	ครูสอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนให้นักเรียนเรียนรู้ จากประสบการณ์จริง ได้เผชิญ ปัญหาและแลกเปลี่ยน ประสบการณ์ ออกแบบกิจกรรม ให้เหมาะสมและให้มีกิจกรรม ที่หลากหลาย	4.18	0.69	-0.63	0.97	16.51	มาก
44.	ครูสอนสามารถสอนนักเรียนให้ ปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ ที่เกิด ขึ้นในชีวิตประจำได้	4.23	0.70	-0.94	2.14	16.60	มาก
45.	ครูสอนนำเอาธรรมชาติ วัฒนธรรม ผสมผสาน เพื่อการเรียนรู้ โดยเฉพาะ การพัฒนาทักษะชีวิต	4.16	0.70	-0.58	0.60	16.88	มาก
46.	ครูสอนสามารถพัฒนาศักยภาพ ทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมของ นักเรียน ให้เป็นคนดีของสังคม	4.23	0.71	-0.93	1.93	16.83	มาก
47.	ครูสอนมีความสามารถในการ ประเมินผลการสอนเป็น รายบุคคล และใช้วิธีการที่ สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.18	0.69	-0.58	0.65	16.51	มาก
48.	ครูสอนนำเทคโนโลยีมาใช้ใน การประเมินผลและเหมาะสมกับ รูปแบบการเรียนรู้ เพราะไม่ใช่ทุก เทคโนโลยีจะใช้ได้กับการเรียน ทุกรูปแบบ	4.13	0.73	-0.76	1.39	17.65	มาก
49.	ครูสอนประเมินกระบวนการ ทำงานและผลงานของนักเรียน โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย	4.21	0.72	-0.78	1.25	16.98	มาก

ข้อ	ข้อความคำถาม	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
50.	ครูสอนมีความหลากหลายในการสร้างเครื่องมือด้านการวัดผลและประเมินผลตรงตามสภาพจริงอย่างยุติธรรม	4.16	0.74	-0.95	2.14	17.76	มาก
51.	ครูสอนประยุกต์ใช้วิธีการและใช้เครื่องมือการวัดและในการประเมินผลได้อย่างเหมาะสม	4.17	0.69	-0.66	1.17	16.47	มาก
	เฉลี่ย	4.17	0.72	-0.78	1.33	17.34	มาก

จากตาราง 12 พบว่าคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.17 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.72 นอกจากนี้ยังพบว่า ในรายการข้อความทั้ง 51 ข้อ นั้น มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.07 ถึง 4.36 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง .67 ถึง .80 โดยครูที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับมาก

เมื่อศึกษาลักษณะการแจกแจงของข้อมูล โดยพิจารณาจากค่าความเบ้ พบว่า ตัวแปรส่วนใหญ่มีการแจกแจงของข้อมูลแบบเบ้ซ้าย (ค่าความเบ้เป็นลบ) ซึ่งมีความเบ้อยู่ระหว่าง -.48 ถึง -1.27 แสดงว่า กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 สูงกว่าค่าเฉลี่ยเมื่อศึกษาลักษณะการกระจายของข้อมูล โดยพิจารณาค่าความโด่ง พบว่า ตัวแปรมีลักษณะการกระจายของข้อมูลหลากหลาย ทั้งกระจายมาก (ค่าความ โด่งเป็นลบ) กระจายแบบโค้งปกติ (ค่าความโด่งเข้าใกล้ศูนย์) และการกระจายน้อย (ค่าความโด่งเป็นบวก) ซึ่งมีความโด่งอยู่ระหว่าง .09 ถึง 3.93 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายพบว่า ตัวแปรครูสอนศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยบูรณาการเข้าด้วยกัน เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมทำให้นักเรียนได้พัฒนาด้านต่างๆ มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายสูงที่สุด (ร้อยละ 19.49) และตัวแปรครูสอนมีใจเปิดกว้าง เปิดใจ มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้ดีเพื่อเรียนรู้แลกเปลี่ยนสิ่งใหม่ มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายต่ำที่สุด (ร้อยละ 15.56) แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นเกี่ยวกับตัวแปรใกล้เคียง

การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ข้อคำถามในการวิเคราะห์องค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามมาดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยการสกัดองค์ประกอบด้วย วิธีวิเคราะห์ส่วนประกอบสำคัญ (Principal Component Analysis) และวิเคราะห์หมุนแกนแบบมุมฉาก (Orthogonal Rotation) โดยวิธีแวนริแมกซ์ (Varimax Method) ทั้งนี้ผู้วิจัยนำเสนอผลโดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ข้อคำถามในการวิเคราะห์องค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ข้อที่	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
X1	1.00									
X2	0.61**	1.00								
X3	0.63**	0.55**	1.00							
X4	0.63**	0.47**	0.55**	1.00						
X5	0.62**	0.52**	0.63**	0.60**	1.00					
X6	0.46**	0.47**	0.50**	0.49**	0.52**	1.00				
X7	0.54**	0.48**	0.56**	0.50**	0.54**	0.55**	1.00			
X8	0.48**	0.49**	0.50**	0.47**	0.63**	0.62**	0.66**	1.00		
X9	0.48**	0.49**	0.63**	0.47**	0.50**	0.54**	0.60**	0.61**	1.00	
X10	0.54**	0.52**	0.58**	0.51**	0.58**	0.51**	0.57**	0.57**	0.57**	1.00
X11	0.49**	0.48**	0.52**	0.47**	0.63**	0.63**	0.56**	0.59**	0.61**	0.69**
X12	0.51**	0.47**	0.63**	0.49**	0.50**	0.49**	0.56**	0.55**	0.56**	0.65**
X13	0.50**	0.41**	0.50**	0.47**	0.55**	0.49**	0.57**	0.51**	0.50**	0.58**
X14	0.51**	0.47**	0.54**	0.49**	0.54**	0.54**	0.57**	0.57**	0.52**	0.62**
X15	0.50**	0.39**	0.49**	0.46**	0.50**	0.50**	0.57**	0.50**	0.63**	0.52**
X16	0.49**	0.41**	0.49**	0.50**	0.58**	0.41**	0.50**	0.48**	0.44**	0.55**
X17	0.47**	0.39**	0.44**	0.48**	0.54**	0.39**	0.48**	0.47**	0.40**	0.49**
X18	0.49**	0.46**	0.50**	0.49**	0.63**	0.44**	0.50**	0.48**	0.47**	0.56**
X19	0.44**	0.43**	0.48**	0.40**	0.51**	0.46**	0.46**	0.47**	0.41**	0.49**
X20	0.47**	0.39**	0.43**	0.47**	0.52**	0.39**	0.46**	0.46**	0.39**	0.49**
X21	0.49**	0.39**	0.47**	0.47**	0.52**	0.46**	0.49**	0.47**	0.47**	0.51**
X22	0.47**	0.47**	0.51**	0.49**	0.54**	0.44**	0.49**	0.51**	0.50**	0.52**
X23	0.51**	0.38**	0.47**	0.43**	0.46**	0.38**	0.47**	0.42**	0.44**	0.49**
X24	0.50**	0.43**	0.49**	0.48**	0.52**	0.47**	0.52**	0.52**	0.46**	0.55**

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
X24	0.50**	0.43**	0.49**	0.48**	0.52**	0.47**	0.52**	0.52**	0.46**	0.55**
X25	0.49**	0.41**	0.49**	0.47**	0.63**	0.44**	0.48**	0.47**	0.47**	0.50**
X26	0.52**	0.47**	0.51**	0.50**	0.54**	0.44**	0.52**	0.50**	0.52**	0.56**
X27	0.49**	0.43**	0.63**	0.43**	0.50**	0.49**	0.49**	0.47**	0.51**	0.63**
X28	0.48**	0.41**	0.51**	0.44**	0.47**	0.43**	0.47**	0.49**	0.42**	0.54**
X29	0.50**	0.40**	0.52**	0.43**	0.52**	0.46**	0.50**	0.46**	0.48**	0.55**
X30	0.52**	0.47**	0.48**	0.42**	0.48**	0.46**	0.63**	0.50**	0.52**	0.56**
X31	0.63**	0.41**	0.52**	0.41**	0.50**	0.37**	0.47**	0.43**	0.47**	0.47**
X32	0.50**	0.47**	0.55**	0.40**	0.50**	0.38**	0.47**	0.48**	0.47**	0.51**
X33	0.46**	0.42**	0.51**	0.38**	0.51**	0.37**	0.44**	0.42**	0.42**	0.48**
X34	0.51**	0.49**	0.63**	0.46**	0.63**	0.44**	0.52**	0.51**	0.48**	0.56**
X35	0.47**	0.42**	0.49**	0.41**	0.49**	0.38**	0.42**	0.43**	0.44**	0.47**
X36	0.46**	0.42**	0.48**	0.40**	0.49**	0.39**	0.48**	0.51**	0.44**	0.52**
X37	0.52**	0.42**	0.50**	0.43**	0.63**	0.38**	0.48**	0.47**	0.47**	0.63**
X38	0.52**	0.49**	0.52**	0.44**	0.55**	0.42**	0.51**	0.52**	0.47**	0.56**
X39	0.49**	0.43**	0.47**	0.41**	0.49**	0.50**	0.48**	0.49**	0.46**	0.63**
X40	0.48**	0.49**	0.63**	0.49**	0.52**	0.49**	0.63**	0.54**	0.50**	0.61**
X41	0.47**	0.39**	0.42**	0.41**	0.44**	0.47**	0.47**	0.48**	0.49**	0.52**
X42	0.46**	0.48**	0.50**	0.47**	0.51**	0.47**	0.49**	0.57**	0.50**	0.56**
X43	0.43**	0.40**	0.44**	0.40**	0.46**	0.43**	0.46**	0.49**	0.46**	0.50**
X44	0.44**	0.43**	0.46**	0.44**	0.47**	0.48**	0.48**	0.54**	0.51**	0.54**
X45	0.43**	0.36**	0.44**	0.37**	0.48**	0.43**	0.43**	0.50**	0.41**	0.50**
X46	0.43**	0.40**	0.47**	0.46**	0.46**	0.47**	0.49**	0.56**	0.49**	0.55**
X47	0.47**	0.41**	0.44**	0.42**	0.47**	0.43**	0.51**	0.48**	0.50**	0.52**
X48	0.48**	0.47**	0.47**	0.46**	0.52**	0.43**	0.50**	0.52**	0.49**	0.55**
X49	0.52**	0.42**	0.49**	0.43**	0.54**	0.48**	0.51**	0.47**	0.47**	0.54**
X50	0.52**	0.47**	0.51**	0.47**	0.52**	0.40**	0.48**	0.48**	0.49**	0.57**
X51	0.50**	0.42**	0.48**	0.42**	0.50**	0.44**	0.47**	0.48**	0.46**	0.63**
\bar{x}	4.17	4.26	4.15	4.11	4.12	4.36	4.27	4.31	4.34	4.24
S.D.	0.69	0.69	0.69	0.79	0.72	0.70	0.70	0.71	0.73	0.71

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20
X11	1.00									
X12	0.63**	1.00								
X13	0.55**	0.65**	1.00							
X14	0.59**	0.67**	0.70**	1.00						
X15	0.54**	0.57**	0.64**	0.61**	1.00					
X16	0.49**	0.56**	0.56**	0.57**	0.56**	1.00				
X17	0.46**	0.49**	0.55**	0.50**	0.63**	0.72**	1.00			
X18	0.51**	0.59**	0.63**	0.58**	0.51**	0.59**	0.63**	1.00		
X19	0.48**	0.47**	0.52**	0.49**	0.50**	0.56**	0.62**	0.60**	1.00	
X20	0.44**	0.50**	0.55**	0.54**	0.50**	0.65**	0.64**	0.62**	0.61**	1.00
X21	0.48**	0.51**	0.55**	0.51**	0.47**	0.52**	0.55**	0.63**	0.57**	0.54**
X22	0.51**	0.57**	0.52**	0.59**	0.48**	0.58**	0.54**	0.55**	0.63**	0.59**
X23	0.50**	0.50**	0.54**	0.51**	0.46**	0.50**	0.54**	0.63**	0.49**	0.50**
X24	0.51**	0.56**	0.59**	0.58**	0.49**	0.57**	0.63**	0.60**	0.54**	0.60**
X25	0.47**	0.50**	0.52**	0.48**	0.48**	0.55**	0.57**	0.51**	0.57**	0.51**
X26	0.50**	0.60**	0.55**	0.58**	0.52**	0.56**	0.50**	0.57**	0.51**	0.56**
X27	0.51**	0.57**	0.59**	0.63**	0.63**	0.51**	0.50**	0.54**	0.63**	0.52**
X28	0.47**	0.56**	0.50**	0.63**	0.43**	0.63**	0.47**	0.56**	0.47**	0.50**
X29	0.49**	0.63**	0.57**	0.63**	0.52**	0.56**	0.54**	0.63**	0.51**	0.51**
X30	0.55**	0.58**	0.54**	0.55**	0.63**	0.55**	0.51**	0.57**	0.50**	0.63**
X31	0.48**	0.47**	0.50**	0.50**	0.48**	0.49**	0.51**	0.52**	0.50**	0.46**
X32	0.47**	0.50**	0.49**	0.52**	0.41**	0.55**	0.46**	0.51**	0.51**	0.51**
X33	0.47**	0.48**	0.55**	0.49**	0.46**	0.54**	0.51**	0.51**	0.52**	0.51**
X34	0.51**	0.57**	0.55**	0.59**	0.47**	0.57**	0.63**	0.57**	0.50**	0.52**
X35	0.42**	0.44**	0.49**	0.47**	0.42**	0.50**	0.63**	0.51**	0.49**	0.50**
X36	0.47**	0.49**	0.50**	0.63**	0.43**	0.57**	0.51**	0.52**	0.47**	0.52**
X37	0.47**	0.52**	0.56**	0.52**	0.47**	0.57**	0.58**	0.52**	0.49**	0.51**
X38	0.52**	0.54**	0.54**	0.57**	0.46**	0.60	0.54**	0.55**	0.50**	0.63**
X39	0.52**	0.52**	0.57**	0.52**	0.54**	0.49**	0.48**	0.47**	0.50**	0.46**
X40	0.63**	0.55**	0.50**	0.60**	0.50**	0.56**	0.52**	0.55**	0.51**	0.51**
X41	0.51**	0.51**	0.63**	0.51**	0.49**	0.46**	0.49**	0.50**	0.49**	0.47**
X42	0.56**	0.58**	0.50**	0.57**	0.48**	0.51**	0.51**	0.57**	0.63**	0.51**
X43	0.63**	0.51**	0.63**	0.50**	0.48**	0.49**	0.54**	0.51**	0.54**	0.48**
X44	0.58**	0.51**	0.50**	0.55**	0.48**	0.51**	0.50**	0.54**	0.47**	0.50**
X45	0.48**	0.46**	0.55**	0.47**	0.49**	0.46**	0.46**	0.47**	0.49**	0.49**
X46	0.56**	0.58**	0.63**	0.56**	0.49**	0.49**	0.49**	0.55**	0.51**	0.51**
X47	0.52**	0.63**	0.51**	0.54**	0.54**	0.47**	0.49**	0.48**	0.46**	0.47**
X48	0.63**	0.54**	0.51**	0.56**	0.49**	0.54**	0.52**	0.63**	0.48**	0.55**
X49	0.56**	0.63**	0.63**	0.51**	0.49**	0.48**	0.63**	0.52**	0.48**	0.47**
X50	0.63**	0.57**	0.63**	0.57**	0.50**	0.54**	0.50**	0.59**	0.48**	0.49**
X51	0.52**	0.55**	0.59**	0.56**	0.56**	0.63**	0.55**	0.56**	0.49**	0.48**
x	4.30	4.28	4.20	4.22	4.28	4.06	4.06	4.16	4.18	4.09
S.D.	0.73	0.71	0.69	0.69	0.72	0.78	0.77	0.74	0.68	0.80

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X28	X29	X30
X21	1.00									
X22	0.58**	1.00								
X23	0.57**	0.65**	1.00							
X24	0.60**	0.67**	0.66**	1.00						
X25	0.58**	0.62**	0.62**	0.67**	1.00					
X26	0.58**	0.62**	0.57**	0.64**	0.64**	1.00				
X27	0.60**	0.58**	0.58**	0.58**	0.62**	0.70	1.00			
X28	0.55**	0.57**	0.63**	0.65**	0.58**	0.64**	0.63**	1.00		
X29	0.57**	0.58**	0.55**	0.57**	0.63**	0.59**	0.63**	0.63**	1.00	
X30	0.49**	0.62**	0.58**	0.63**	0.55**	0.61**	0.58**	0.65**	0.66**	1.00
X31	0.55**	0.56**	0.60**	0.59**	0.60**	0.58**	0.60**	0.56**	0.65**	0.64**
X32	0.63**	0.57**	0.63**	0.60**	0.60**	0.59**	0.57**	0.58**	0.57**	0.62**
X33	0.55**	0.54**	0.55**	0.55**	0.59**	0.63**	0.57**	0.51**	0.55**	0.55**
X34	0.55**	0.60**	0.54**	0.61**	0.60**	0.62**	0.60**	0.59**	0.56**	0.63**
X35	0.63**	0.63**	0.51**	0.51**	0.56**	0.54**	0.63**	0.51**	0.55**	0.51**
X36	0.51**	0.54**	0.50**	0.58**	0.55**	0.60	0.52**	0.59**	0.63**	0.60**
X37	0.56**	0.58**	0.57**	0.57**	0.59**	0.58**	0.58**	0.57**	0.62**	0.59**
X38	0.51**	0.56**	0.51**	0.60**	0.55**	0.56**	0.58**	0.56**	0.58**	0.62**
X39	0.52**	0.51**	0.50**	0.56**	0.54**	0.54**	0.61**	0.51**	0.54**	0.55**
X40	0.50**	0.55**	0.48**	0.58**	0.54**	0.60**	0.58**	0.59**	0.63**	0.59**
X41	0.55**	0.51**	0.52**	0.56**	0.63**	0.54**	0.62**	0.51**	0.55**	0.55**
X42	0.52**	0.59**	0.54**	0.60**	0.63**	0.59**	0.56**	0.57**	0.58**	0.63**
X43	0.55**	0.58**	0.58**	0.56**	0.56**	0.57**	0.58**	0.52**	0.59**	0.57**
X44	0.49**	0.54**	0.49**	0.60**	0.50**	0.55**	0.56**	0.54**	0.52**	0.60**
X45	0.52**	0.47**	0.47**	0.55**	0.54**	0.49**	0.57**	0.63**	0.55**	0.51**
X46	0.51**	0.57**	0.48**	0.58**	0.55**	0.61**	0.59**	0.55**	0.52**	0.59**
X47	0.50**	0.52**	0.54**	0.55**	0.56**	0.58**	0.59**	0.51**	0.55**	0.63**
X48	0.50**	0.56**	0.63**	0.62**	0.57**	0.62**	0.54**	0.56**	0.59**	0.61**
X49	0.55**	0.63**	0.54**	0.55**	0.63**	0.55**	0.61**	0.55**	0.61**	0.59**
X50	0.51**	0.58**	0.50**	0.56**	0.51**	0.62**	0.55**	0.57**	0.56**	0.62**
X51	0.51**	0.55**	0.54**	0.56**	0.57**	0.57**	0.58**	0.52**	0.58**	0.57**
x	4.11	4.09	4.11	4.11	4.05	4.13	4.20	4.08	4.13	4.19
S.D.	0.71	0.74	0.79	0.74	0.75	0.74	0.71	0.79	0.72	0.72

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	X31	X32	X33	X34	X35	X36	X37	X38	X39	X40
X31	1.00									
X32	0.62**	1.00								
X33	0.61**	0.66**	1.00							
X34	0.59**	0.68**	0.72**	1.00						
X35	0.58**	0.60**	0.67**	0.63**	1.00					
X36	0.55**	0.65**	0.64**	0.67**	0.73	1.00				
X37	0.64**	0.57**	0.64**	0.62**	0.65**	0.66**	1.00			
X38	0.56**	0.58**	0.61**	0.66**	0.57**	0.61**	0.65**	1.00		
X39	0.50**	0.63**	0.54**	0.56**	0.50**	0.52**	0.56**	0.62**	1.00	
X40	0.52**	0.56**	0.63**	0.62**	0.63**	0.60**	0.61**	0.66**	0.61**	1.00
X41	0.55**	0.51**	0.55**	0.58**	0.55**	0.55**	0.57**	0.57**	0.66**	0.65**
X42	0.56**	0.58**	0.55**	0.64**	0.55**	0.62**	0.55**	0.61**	0.60**	0.64**
X43	0.63**	0.54**	0.59**	0.59**	0.60**	0.59**	0.62**	0.57**	0.58**	0.60**
X44	0.54**	0.51**	0.51**	0.58**	0.48**	0.54**	0.54**	0.59**	0.60**	0.65**
X45	0.52**	0.51**	0.63**	0.52**	0.48**	0.55**	0.54**	0.56**	0.57**	0.55**
X46	0.52**	0.55**	0.55**	0.61**	0.51**	0.58**	0.63**	0.59**	0.60**	0.60**
X47	0.58**	0.47**	0.52**	0.56**	0.48**	0.52**	0.58**	0.56**	0.59**	0.59**
X48	0.57**	0.55**	0.56**	0.63**	0.56**	0.65**	0.60**	0.59**	0.54**	0.65**
X49	0.60**	0.55**	0.59**	0.63**	0.56**	0.56**	0.59**	0.60**	0.59**	0.57**
X50	0.57**	0.55**	0.58**	0.60	0.56**	0.58**	0.61**	0.64**	0.51**	0.62**
X51	0.60**	0.54**	0.61**	0.61**	0.56**	0.56**	0.62**	0.59**	0.58**	0.59**
x	4.14	4.18	4.12	4.12	4.04	4.08	4.09	4.12	4.30	4.19
S.D.	0.72	0.75	0.72	0.71	0.76	0.76	0.73	0.74	0.67	0.72

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	X41	X42	X43	X44	X45	X46	X47	X48	X49	X50	X51
X41	1.00										
X42	0.68	1.00									
X43	0.69**	0.72**	1.00								
X44	0.60**	0.66**	0.65**	1.00							
X45	0.56**	0.57**	0.62**	0.66**	1.00						
X46	0.61**	0.63**	0.60**	0.69**	0.65**	1.00					
X47	0.59**	0.59**	0.59**	0.59**	0.56**	0.65**	1.00				
X48	0.57**	0.62**	0.61**	0.62**	0.56**	0.63**	0.67**	1.00			
X49	0.59**	0.57**	0.62**	0.59**	0.56**	0.59**	0.66**	0.62**	1.00		
X50	0.56**	0.61**	0.60**	0.62**	0.63**	0.61**	0.62**	0.65**	0.66**	1.00	
X51	0.61**	0.57**	0.62**	0.56**	0.57**	0.56**	0.65**	0.63**	0.67**	0.74**	1.00
\bar{x}	4.25	4.19	4.18	4.23	4.16	4.23	4.18	4.13	4.20	4.16	4.17
S.D.	0.68	0.72	0.69	0.70	0.70	0.71	0.69	0.73	0.72	0.74	0.69

จากตาราง 13 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามในการวิเคราะห์องค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีค่าระหว่าง .36 ถึง .74



สกัดองค์ประกอบ

ในการสกัดองค์ประกอบด้วยวิธีวิเคราะห์ส่วนประกอบสำคัญ ได้จำนวนองค์ประกอบ ค่าไอเกน ค่าร้อยละของความแปรปรวน ค่าร้อยละของความแปรปรวนสะสมในแต่ละองค์ประกอบ และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ของแบบสอบถามเกี่ยวกับองค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอน สะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของเมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถาม โดยการวิเคราะห์ KMO (The Kaiser-Meyer-Olkin) และสหสัมพันธ์ Bartlett's Test of Sphericity

Kaiser Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy	Bartlett's Test of Sphericity		
	Chi-Square	Df	Sig.
0.98	33899.00	1275.00	0.00

จากตารางที่ 14 พบว่า ค่าสถิติ KMO มีค่าเท่ากับ 0.98 ซึ่งควรมีค่ามากกว่า .80 (Kin & Mueller, 1978) แสดงให้เห็นว่าข้อมูลทั้งหมดและตัวแปรต่าง ๆ นั้นมีความสัมพันธ์กันดีมาก สามารถนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบตามจุดมุ่งหมายของการวิจัยได้

ค่าสถิติของบาร์ทเล็ตท์ ค่าสถิติไค-สแควร์ (χ^2) ที่ใช้ในการทดสอบมีค่าเท่ากับ 33899.00 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่าเมตริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ มีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นเมตริกซ์สหสัมพันธ์จึงเหมาะสมที่จะใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบต่อไปได้

ในการสกัดองค์ประกอบหลังหมุนแกน ผู้วิจัยได้ทำการสกัดองค์ประกอบด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) ซึ่งผู้วิจัยทำการหมุนแกนองค์ประกอบแบบมุมฉาก ด้วยวิธีวาริแมกซ์ คัดเลือกองค์ประกอบหลักที่มีค่าไอเกนมากกว่าหรือเท่ากับ 1 และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ตั้งแต่ .30 ขึ้นไป เกณฑ์ในการพิจารณา เลือกคำถามเพื่อสร้างแบบวัด ดังนี้ 1) โดยการเลือกคำถาม จากพฤติกรรมย่อยที่ได้จากการสังเคราะห์และสัมภาษณ์ให้ครบทุกองค์ประกอบย่อยอย่างน้อย องค์ประกอบย่อยละ 2 ข้อ 2) คัดเลือกค่าอำนาจจำแนกแบบ Corrected Item-Total Correlation ที่มีค่าสูง และพิจารณาค่าอำนาจจำแนก แบบสัดส่วนกลุ่มสูง-กลุ่มต่ำ 3) พิจารณาข้อคำถามที่ไม่ซ้ำกัน หรือความหมายใกล้เคียงกัน 4) ทดสอบวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยวิธี Miximum Likelihood และหมุนแกนแบบ Varimax แล้วพิจารณาทุกองค์ประกอบ และ 5) พิจารณาคัดเลือกตัวเลือกตัวแปรว่าตัวแปรแต่ละตัวนั้น ควรอยู่ในองค์ประกอบไหน (เกณฑ์ 30/50: ค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดจะต้องมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า .50 ในองค์ประกอบหนึ่งและองค์ประกอบอื่นๆ จะต้องมิต่ำกว่า .50)

องค์ประกอบน้อยกว่าหรือเท่ากับ .30) (สมบุรณ์ สุริยวงศ์, 2550) เพื่อกำหนดองค์ประกอบของตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา ดังตารางที่ 15

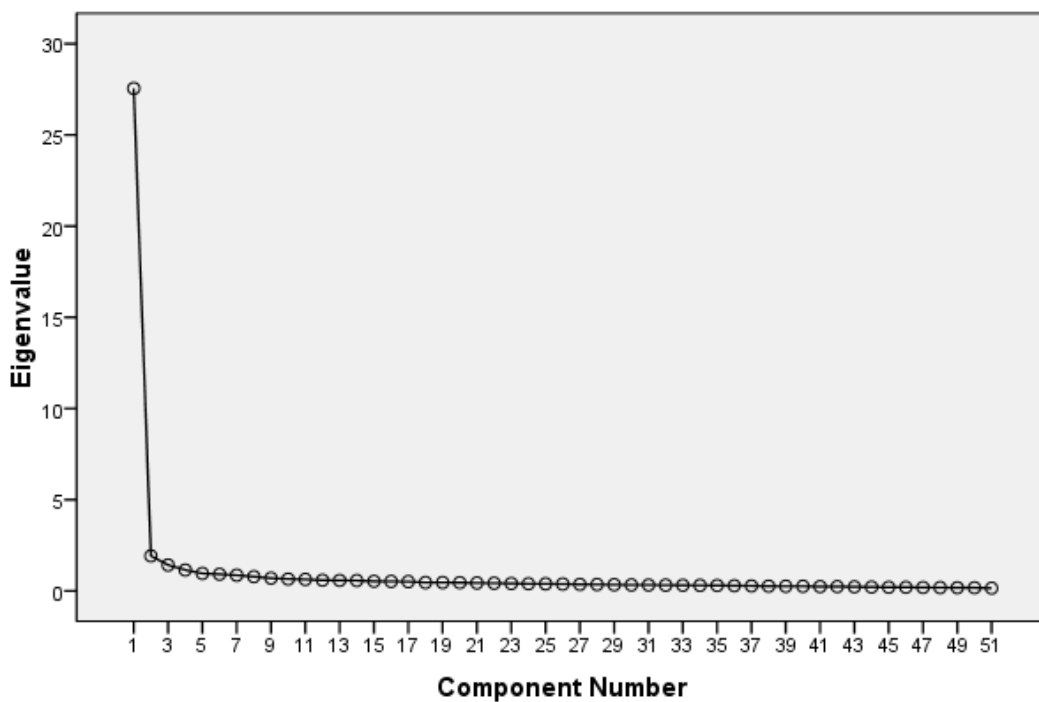
ตารางที่ 15 จำแนกองค์ประกอบค่าร้อยละ ค่าไอเกน ค่าร้อยละความแปรปรวน และค่าร้อยละของความแปรปรวนสะสมในแต่ละองค์ประกอบของแบบวัดก่อนและหลังการหมุนแกน

องค์ประกอบ	ก่อนหมุนแกน			หลังหมุนแกน		
	ค่าไอเกน	% ความแปรปรวน	% ความแปรปรวนสะสม	ค่าไอเกน	% ความแปรปรวน	% ความแปรปรวนสะสม
1.	27.55	54.02	54.02	9.02	17.69	17.69
2.	1.92	3.76	57.78	8.42	16.52	34.20
3.	1.42	2.78	60.56	7.87	15.42	49.63
4.	1.15	2.25	62.81	6.72	13.18	62.81

จากตารางที่ 15 พบว่า การสกัดองค์ประกอบด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักโดยทำการหมุนแกนแบบมุมฉาก ด้วยวิธีแวนิแม็กซ์ ได้องค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ซึ่งข้อคำถามในแต่ละองค์ประกอบนั้นเข้ากันพอดีกับองค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบ มีพิสัยของค่าไอเกนอยู่ระหว่าง 6.72 - 9.02 และมีค่าความแปรปรวนสะสม ร้อยละ 62.81

จากการพิจารณาแบบสอบถามเกี่ยวกับองค์ประกอบ จำนวน 51 ตัวแปร ปรากฏว่า มีจำนวน 4 องค์ประกอบที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากกว่า .30 แต่มีตัวแปรต่ำกว่า 3 ตัวแปร ดังนั้นจึงมีจำนวนองค์ประกอบที่ชัดเจนจำนวน 4 คือ องค์ประกอบที่ 1, 2, 3, และ 4 รวมจำนวน 51 ตัวแปร จากนั้นผู้วิจัยได้วิเคราะห์องค์ประกอบจากการพิจารณาโดยใช้ Scree Test ดังแผนภาพ 8

Scree Plot



ภาพที่ 8 ไอเกนขององค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ผลการวิเคราะห์จากแผนภาพ 8 พบว่า ค่าไอเกนขององค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 เมื่อพิจารณาโดยใช้ Scree-Test มีองค์ประกอบที่ชัดเจน 4 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1, 2, 3, และ 4 ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบภายหลังการหมุนแกนแบบมุมฉาก โดยวิธีแวนแมกซ์

การตั้งชื่อองค์ประกอบ

ผู้วิจัยตั้งชื่อองค์ประกอบตามที่วิเคราะห์ได้ชัดเจน 4 องค์ประกอบ โดยพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบและพิจารณาข้อความโดยรวมทั้งหมดที่อยู่ในองค์ประกอบนั้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 16 องค์ประกอบที่ 1

ตัวย่อ	ตัวบ่งชี้	องค์ประกอบ				ผลการพิจารณาอยู่ในองค์ประกอบ
		1	2	3	4	
X44	ครูสอนสามารถสอนนักเรียนให้ปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้	.69				องค์ประกอบ 1
X46	ครูสอนสามารถพัฒนาศักยภาพทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียน ให้เป็นคนดีของสังคม	.67				องค์ประกอบ 1
X41	ครูสอนมีการส่งเสริม กระตุ้น เปิดโอกาส ตั้งใจฟัง เอาใจใส่ในความคิดที่แปลกใหม่จากนักเรียน ในการผลิตผลงาน การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ ทั้งต่อตนเองและสังคม	.67				องค์ประกอบ 1
X47	ครูสอนมีความสามารถในการประเมินผลการสอนเป็นรายบุคคล และใช้วิธีการที่สอดคล้องกับจุดประสงค์	.64				ไม่เข้ากลุ่มองค์ประกอบ
X45	ครูสอนนำเอาธรรมชาติ วัฒนธรรม ผสมผสาน เพื่อการเรียนรู้ โดยเฉพาะการพัฒนาทักษะชีวิต	.64				องค์ประกอบ 1

ตัวย่อ	ตัวบ่งชี้	องค์ประกอบ				ผลการ พิจารณาอยู่ใน องค์ประกอบ
		1	2	3	4	
X43	ครูสอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนให้นักเรียนเรียนรู้จาก ประสบการณ์จริง ได้เผชิญปัญหา และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสม และให้มีกิจกรรมที่หลากหลาย	.63				องค์ประกอบ 1
X42	ครูสอนบูรณาการเชื่อมโยงสาระ การเรียนรู้ให้เป็นสาระที่มี ความสำคัญต่อชีวิตและใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างดีและ สอดคล้องกับบทเรียน	.59				องค์ประกอบ 1
X39	ครูสอนใจเปิดกว้าง เปิดใจ มีการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้ดี เพื่อเรียนรู้แลกเปลี่ยนสิ่งใหม่	.59				องค์ประกอบ 1
X51	ครูสอนประยุกต์ใช้วิธีการและ ใช้เครื่องมือการวัดและในการ ประเมินผลได้อย่างเหมาะสม	.55				ไม่เข้ากลุ่ม องค์ประกอบ
X49	ครูสอนประเมินกระบวนการ ทำงานและผลงานของนักเรียน โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย	.55				ไม่เข้ากลุ่ม องค์ประกอบ
X40	ครูสอนจัดกระบวนการสอนที่ทำให้ ให้นักเรียนสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ใหม่ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ทั้ง ต่อตนเอง นักเรียนและสังคม	.54				องค์ประกอบ 1

ตัว ย่อ	ตัวบ่งชี้	องค์ประกอบ				ผลการ พิจารณาอยู่ใน องค์ประกอบ
		1	2	3	4	
X48	ครูสอนนำเทคโนโลยีมาใช้ในการประเมินผลและเหมาะสมกับรูปแบบการเรียน เพราะไม่ใช่ทุกเทคโนโลยีจะใช้ได้กับการเรียนทุกรูปแบบ	.54				ไม่เข้ากลุ่ม องค์ประกอบ
X50	ครูสอนมีความหลากหลายในการสร้างเครื่องมือด้านการวัดผลและประเมินผลตรงตามสภาพจริงอย่างยุติธรรม	.51				ไม่เข้ากลุ่ม องค์ประกอบ
X27	ครูสอนตั้งคำถามให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่มีได้หลายคำตอบ เพื่อเกิดการพัฒนาทักษะคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณเพิ่มพูนขึ้น	.47				ไม่เข้ากลุ่ม องค์ประกอบ
ค่าไอเกน (Eigen Value)		9.02				
ค่าร้อยละของความแปรปรวน		17.69				

จากตาราง 16 พบว่า องค์ประกอบที่ 1 มีจำนวน 14 ตัวแปร เข้ากับองค์ประกอบ 8 ตัวแปร ไม่เข้ากับองค์ประกอบ 6 มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง .47 ถึง .69 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 9.02 ตั้งชื่อองค์ประกอบนี้ว่า “ทักษะชีวิต”

ตารางที่ 17 องค์ประกอบที่ 2

ตัว ย่อ	ตัวบ่งชี้	องค์ประกอบ				ผลการ พิจารณาอยู่ใน องค์ประกอบ
		1	2	3	4	
X35	ครูสอนเป็นผู้ที่ใช้เทคโนโลยีอย่าง คุ้มค่า และใช้ได้อย่างหลากหลาย และสามารถใช้เทคโนโลยีสร้าง บทเรียนได้		.68			องค์ประกอบ 2
X32	ครูสอนมีความรู้ ความสามารถใช้ สื่อและเทคโนโลยีเพื่อการจัดการ เรียนการสอนได้อย่างหลากหลาย และสามารถชี้ให้นักเรียนเห็นถึง ข้อดีข้อเสีย และการใช้เทคโนโลยี ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม		.67			องค์ประกอบ 2
X33	ครูสอนมีความสามารถในการ ถ่ายทอดหรือขยายความรู้ ของตนสู่นักเรียนผ่านสื่อ เทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ		.66			องค์ประกอบ 2
X36	ครูสอนสามารถใช้สื่อเทคโนโลยี อย่างมีประสิทธิภาพและ มีประสิทธิภาพ ทั้งในฐานะที่เป็น ผู้ผลิตความรู้ผู้กระจายความรู้ และผู้ใช้ความรู้		.64			องค์ประกอบ 2
X34	ครูสอนมีความสามารถในการ การเสาะหาและคัดเลือกเนื้อหา ความรู้หรือเนื้อหาที่ทันสมัย เหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อ นักเรียนผ่านทางสื่อเทคโนโลยี ตลอดจนตามทันเทคโนโลยีและ ข่าวสาร		.61			องค์ประกอบ 2

ตัว ย่อ	ตัวบ่งชี้	องค์ประกอบ				ผลการ พิจารณาอยู่ใน องค์ประกอบ
		1	2	3	4	
X37	ครูสอนมีการถ่ายทอดความคิดริเริ่ม แพลกใหม่ แตกต่างจากธรรมดาและไม่ซ้ำกับที่มีอยู่เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองนักเรียนและสังคม		.61			องค์ประกอบ 2
X31	ครูสอนมีความรู้ในการที่จะบูรณาการ การคิดวิจารณ์ญาณลงในหลักสูตรโดยเฉพาะการบูรณาการสอดแทรกในรายวิชาที่สอน		.59			องค์ประกอบ 2
X25	ครูสอนสามารถสอนให้นักเรียนสรุปและเขียนรายงานเพื่อนำเสนอผลงาน ในรูปแบบแผนภูมิ แผนภาพ กราฟ แบบจำลอง หรือของจริงประกอบการนำเสนอได้หลายรูปแบบ		.51			องค์ประกอบ 2
X38	ครูสอนมีทักษะด้านการคิดในรูปแบบที่หลากหลาย		.51			องค์ประกอบ 2
X28	ครูสอนนำเอาข่าวหรือเรื่องราวในหนังสือพิมพ์มาวิเคราะห์ตั้งคำถามร่วมกันเพื่อฝึกฝนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ		.49			องค์ประกอบ 2
X29	ครูสอนต้องมีทักษะในการเป็นโค้ชหรือผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้กับนักเรียน		.47			องค์ประกอบ 2

ตัว ย่อ	ตัวบ่งชี้	องค์ประกอบ				ผลการ พิจารณาอยู่ใน องค์ประกอบ
		1	2	3	4	
X30	ครูสอนมีเข้าใจความแตกต่างของ ความคิดแต่ละคนในการตีความ ข้อความเรื่องราวและเหตุการณ์ ต่างๆ		.46			องค์ประกอบ 2
X26	ครูสอนจัดกระบวนการสอน ฝึกทักษะ แทรกที่กิจกรรมเร้า ความสนใจทำให้นักเรียนปฏิบัติ ตามขั้นตอนได้และรับรู้ขั้นตอน ทั้งหมดจนสามารถนำไปใช้ได้จริง ในสถานการณ์ใหม่ๆ		.46			องค์ประกอบ 2
ค่าไอเกน(Eigen Value)					8.42	
ค่าร้อยละของความแปรปรวน					16.52	

จากตาราง 17 พบว่า องค์ประกอบที่ 2 มีจำนวน 13 ตัวแปร เข้ากับองค์ประกอบ 13
ตัวแปร ไม่เข้ากับองค์ประกอบ 0 มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง .46 ถึง .68 และมีค่าไอเกนเท่ากับ
8.42 ตั้งชื่อองค์ประกอบนี้ว่า “ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี”

ตารางที่ 18 องค์ประกอบที่ 3

ตัว ย่อ	ตัวบ่งชี้	องค์ประกอบ				ผลการ พิจารณาอยู่ใน องค์ประกอบ
		1	2	3	4	
X3	ครูสอนมีการพัฒนาและปรับปรุง ตนเอง และแสวงหาการสนับสนุน จากบุคคลในอาชีพเดียวกัน รับรู้ว่า การเปลี่ยนแปลงเป็นสิ่งที่มีความ ใช้เวลาที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์โดย การเรียนรู้ทักษะใหม่เพื่อจะวางแผน สู่นาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ			.65		องค์ประกอบ 3
X7	ครูสอนเป็นแบบอย่างที่ดีใน การทำงานร่วมกับผู้อื่น			.65		องค์ประกอบ 3
X2	ครูสอนรู้จักแสวงหาความรู้ด้าน การจัดการเรียนรู้เพื่อนำมาใช้ ด้านการสอน			.65		องค์ประกอบ 3
X9	ครูสอนส่งเสริมให้นักเรียนทำงาน กลุ่มและรายบุคคล			.64		องค์ประกอบ 3
X8	ครูสอนเป็นผู้นำในการสร้างความ สามัคคีและทำให้เกิดการทำงาน ร่วมกัน			.62		ไม่เข้ากลุ่ม องค์ประกอบ
X6	ครูสอนทำงานร่วมกับผู้อื่นโดย ยอมรับฟังและเสนอความคิดเห็น อย่างมีเหตุผล เปิดใจแลกเปลี่ยน ทัศนะ ยอมรับความคิดเห็น มุมมองใหม่			.62		ไม่เข้ากลุ่ม องค์ประกอบ
X1	ครูสอนมีการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเอง ตลอดเวลา			.61		องค์ประกอบ 3

ตัว ย่อ	ตัวบ่งชี้	องค์ประกอบ				ผลการ พิจารณาอยู่ใน องค์ประกอบ
		1	2	3	4	
X10	ครูสอนมีบทบาทในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะการเรียนรู้แบบร่วมมือกันระหว่างนักเรียนกับครูสอน และนักเรียนกับนักเรียนด้วยกัน เพื่อฝึกทักษะการทำงานเป็นทีม การเรียนรู้ด้วยตนเอง และทักษะที่สำคัญอื่นๆ			.59		ไม่เข้ากลุ่ม องค์ประกอบ
X4	ครูสอนเข้ารับการอบรมหรือร่วมประชุมวิชาการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน			.59		องค์ประกอบ 3
X11	ครูสอนต้องสื่อสารให้นักเรียนเรียนรู้และปฏิบัติ มีความชัดเจนทั้งด้านกติกา ข้อตกลง และคำสั่งให้นักเรียนปฏิบัติตาม			.59		ไม่เข้ากลุ่ม องค์ประกอบ
X5	ครูสอนศึกษาค้นคว้าริเริ่มสร้างสรรค์กิจกรรมสื่อและกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนและงานในวิชาชีพ			.59		องค์ประกอบ 3
X2	ครูสอนต้องมีทักษะการสื่อสาร การบรรยาย การยกตัวอย่าง การเลือกใช้สื่อ การนำเสนอสื่อ และรวมถึงการจัดสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม			.53		ไม่เข้ากลุ่ม องค์ประกอบ

ตัว ย่อ	ตัวบ่งชี้	องค์ประกอบ				ผลการ พิจารณาอยู่ใน องค์ประกอบ
		1	2	3	4	
X14	ครูสอนสามารถเรียบเรียงเชื่อมโยง สถานการณ์ปัจจุบันเข้ากับการเรียน การสอนได้			.52		องค์ประกอบ 3
ค่าไอเกน (Eigen Value)					7.87	
ค่าร้อยละของความแปรปรวน					15.42	

จากตารางที่ 18 พบว่า องค์ประกอบที่ 3 มีจำนวน 13 ตัวแปร เข้ากับองค์ประกอบ 8 ตัวแปร ไม่เข้ากับองค์ประกอบ 5 มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง .52 ถึง .65 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 7.87 ตั้งชื่อองค์ประกอบนี้ว่า “ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต”

ตารางที่ 19 องค์ประกอบที่ 4

ตัว ย่อ	ตัวบ่งชี้	องค์ประกอบ				ผลการ พิจารณาอยู่ใน องค์ประกอบ
		1	2	3	4	
X17	ครูสอนมีการเชื่อมโยงเนื้อหา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี สู่โลกจริงการใช้กระบวนการทางวิศวกรรม วิเคราะห์ ปัญหาและสร้างสรรค์วิธีแก้ไข ได้อย่างหลากหลาย				.70	องค์ประกอบ 4
X20	ครูสอนศึกษาสาระสำคัญของสาระ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพ และเทคโนโลยี โดยบูรณาการเข้าด้วยกัน เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ทำให้นักเรียนได้พัฒนาด้านต่างๆ				.70	องค์ประกอบ 4

ตัว ย่อ	ตัวบ่งชี้	องค์ประกอบ				ผลการ พิจารณาอยู่ใน องค์ประกอบ
		1	2	3	4	
X16	ครูสอนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และ สร้างนวัตกรรมใหม่ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการ ทางวิศวกรรมเป็นฐาน				.64	องค์ประกอบ 4
X19	ครูสอนมีการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะ และสมรรถนะที่สอดคล้องกับ ความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคม ปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21				.62	องค์ประกอบ 4
X18	ครูสอนศึกษาหลักสูตรและบูรณาการ เนื้อหาสาระ นำไปสู่การเรียนรู้ที่ทำให้ เกิดทักษะการทำงานซึ่งจัดอย่าง สอดคล้องกับสภาพและบริบท ของนักเรียน				.57	องค์ประกอบ 4
X13	ครูสอนมีเทคนิคในการถ่ายทอดข้อมูล นำเสนอเนื้อหาชัดเจน สมบูรณ์ให้กับ นักเรียน				.52	องค์ประกอบ 4
X21	ครูสอนต้องมีการเสนอสถานการณ์หรือ ตัวอย่างที่เป็นปัญหาและกระตุ้นให้ นักเรียนเรียน หาวิธีการแก้ปัญหาหรือ ช่วยเหลือให้นักเรียนมีความต้องการใคร่เรียน ใคร่รู้ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง				.50	องค์ประกอบ 4
X15	ครูสอนใช้เสียง น้ำเสียง ในการสื่อสาร อย่างชัดเจน น่าฟังและน่าสนใจ ใช้ภาษา สุภาพ ถูกต้องและเหมาะสมกับนักเรียน				.48	องค์ประกอบ 4

ตัว ย่อ	ตัวบ่งชี้	องค์ประกอบ				ผลการ พิจารณาอยู่ใน องค์ประกอบ
		1	2	3	4	
X24	ครูสอนแนะนำให้นักเรียนรู้จัก ประเมินผลก่อนดำเนินการระหว่าง ดำเนินการและหลังดำเนินการ และนักเรียนสามารถนำความรู้ พัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้น เอาความรู้ไปใช้ในชีวิตได้				.48	องค์ประกอบ 4
X22	ครูสอนสามารถพิจารณาให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและขอเสนอแนะการวางแผน โครงการของนักเรียนได้				.48	องค์ประกอบ 4
X23	ครูสอนเป็นที่ปรึกษา ด้านเก็บรวบรวม ข้อมูล บันทึกผลดำเนินการ				.47	องค์ประกอบ 4
ค่าไอเกน (Eigen Value)					6.72	
ค่าร้อยละของความแปรปรวน					13.18	

จากตาราง 19 พบว่า องค์ประกอบที่ 4 มีจำนวน 11 ตัวแปร เข้ากับองค์ประกอบ 11 ตัวแปร ไม่เข้ากับองค์ประกอบ 0 มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง .52 ถึง .65 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 6.72 ตั้งชื่อองค์ประกอบนี้ว่า “จัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ”

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษ 21 ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) ทำการหมุนแกนองค์ประกอบแบบมุมฉาก ด้วยวิธีวาริแมกซ์ คัดเลือกองค์ประกอบหลักที่มีค่าไอเกนมากกว่าหรือเท่ากับ 1 และค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ .30 ขึ้นไป พบว่า การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษ 21 นั้นมีตัวบ่งชี้ไม่เข้ากลุ่มองค์ประกอบจำนวน 11 ตัว ประกอบด้วย ตัวบ่งชี้ที่ 2, 6, 8, 10, 11, 27, 47, 48, 49, 50 และ 51 ทำให้ผู้วิจัยต้องตัดตัวบ่งชี้จำนวน 11 ตัวทิ้ง จึงเหลือตัวบ่งชี้จำนวน 40 ตัว โดยการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษ 21 มีจำนวน 4 องค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ทักษะชีวิต (FAC 1) มีตัวบ่งชี้จำนวน 8 ตัวบ่งชี้ มีน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง .53-.68 ประกอบด้วย ครูสอนมีใจเปิดกว้าง เปิดใจ มีการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้ดีเพื่อเรียนรู้ แลกเปลี่ยนสิ่งใหม่ (X39) ครูสอนจัดกระบวนการสอนที่ทำให้นักเรียนสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อตนเอง นักเรียนและสังคม (X40) ครูสอนมีการส่งเสริม กระตุ้น เปิดโอกาส ตั้งใจฟัง

เอาใจใส่ในความคิดที่แปลกใหม่จากนักเรียนในการผลิตผลงาน การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อตนเองและสังคม (X41) ครูสอนบูรณาการเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ให้เป็นสาระที่มีความสำคัญต่อชีวิตและใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างดีและสอดคล้องกับบทเรียน (X42) ครูสอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ได้เผชิญปัญหาและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสม และให้มีกิจกรรมที่หลากหลาย (X43) ครูสอนสามารถสอนนักเรียนให้ปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ (X44) ครูสอนนำเอาธรรมชาติวัฒนธรรม ผสมผสานเพื่อการเรียนรู้ โดยเฉพาะการพัฒนาทักษะชีวิต (X45) สอนสามารถพัฒนาศักยภาพทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียน ให้เป็นคนดีของสังคม (X46) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.82 มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบทักษะชีวิต ร้อยละ 74

องค์ประกอบที่ 2 ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี (FAC 2) มีตัวบ่งชี้จำนวน 13 ตัวบ่งชี้ มีน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง .46-68 ประกอบด้วย ครูสอนสามารถสอนให้นักเรียนสรุปและเขียนรายงานเพื่อนำเสนอผลงาน ในรูปแบบแผนภูมิ แผนภาพ กราฟ แบบจำลองหรือของจริงประกอบการนำเสนอได้หลายรูปแบบ (X20) ครูสอนจัดกระบวนการสอน ฝึกทักษะแทรกที่กิจกรรมเร้าความสนใจทำให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนได้และรับรู้ขั้นตอนทั้งหมดจนสามารถนำไปใช้ได้จริงในสถานการณ์ใหม่ๆ (X21) ครูสอนนำเอาข่าวหรือเรื่องราวในหนังสือพิมพ์มาวิเคราะห์ตั้งคำถามร่วมกันเพื่อฝึกฝนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (X22) ครูสอนต้องมีทักษะในการเป็นโค้ชหรือผู้อำนวยการความสะดวกในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้กับนักเรียน (X23) ครูสอนมีเข้าใจความแตกต่างของความคิดแต่ละคนในการตีความข้อความ เรื่องราวและเหตุการณ์ต่างๆ (X24) ครูสอนมีความรู้ในการที่จะบูรณาการการคิดวิจารณญาณลงในหลักสูตร โดยเฉพาะการบูรณาการสอดแทรกในรายวิชาที่สอน (X25) ครูสอนมีความรู้ ความสามารถใช้สื่อและเทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนการสอนได้อย่างหลากหลาย และสามารถชี้ให้นักเรียนเห็นถึงข้อดีข้อเสีย และการใช้เทคโนโลยีต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม (X26) ครูสอนมีความสามารถในการถ่ายทอดหรือขยายความรู้ของตนสู่นักเรียนผ่านสื่อเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ (X27) ครูสอนมีความสามารถในการเสาะหาและคัดเลือกเนื้อหาความรู้หรือเนื้อหาที่ทันสมัยเหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนผ่านทางสื่อเทคโนโลยี ตลอดจนตามทันเทคโนโลยีและข่าวสาร (X28) ครูสอนเป็นผู้ที่ใช้เทคโนโลยีอย่างคุ้มค่า และใช้ได้อย่างหลากหลายและสามารถใช้เทคโนโลยีสร้างบทเรียนได้ (X29) ครูสอนสามารถใช้สื่อเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล ทั้งในฐานะที่เป็นผู้ผลิตความรู้ ผู้กระจายความรู้และผู้ใช้ความรู้ (X30) ครูสอนมีการถ่ายทอดความคิดริเริ่ม แปลกใหม่แตกต่างจากธรรมดาและไม่ซ้ำกับที่มีอยู่เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง นักเรียนและสังคม (X31) ครูสอนมีทักษะด้านการคิดในรูปแบบที่หลากหลาย (X32) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน

มีค่าเท่ากับ 1.00 มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีร้อยละ 89

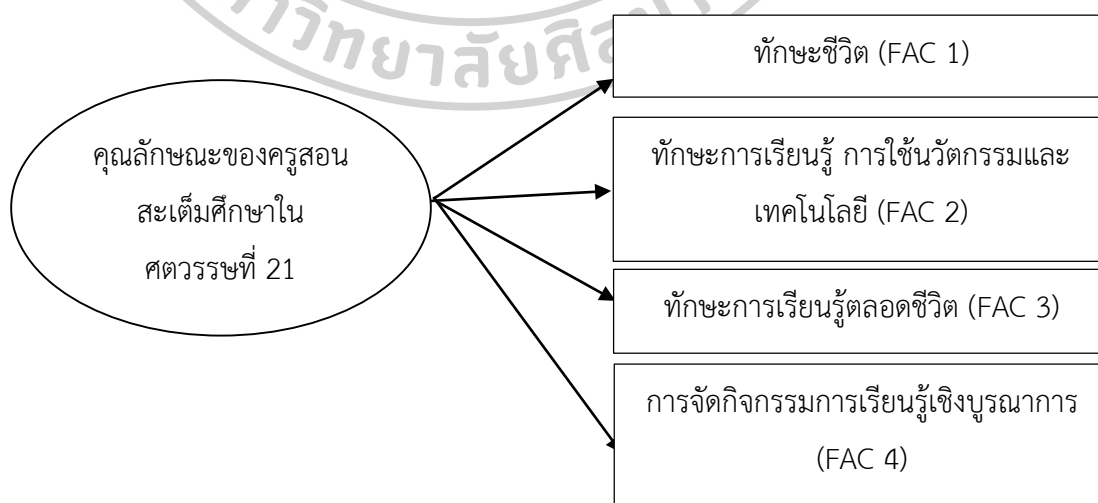
องค์ประกอบที่ 3 ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (FAC 3) มีตัวบ่งชี้จำนวน 8 ตัวบ่งชี้ มีน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง .58-.65 ประกอบด้วย ครูสอนมีการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองตลอดเวลา (X1) ครูสอนมีการพัฒนาและปรับปรุงตนเอง และแสวงหาการสนับสนุนจากบุคคลในอาชีพเดียวกัน ระบุว่า การเปลี่ยนแปลงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ ใช้เวลาที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์โดยการเรียนรู้ทักษะใหม่เพื่อจะวางแผน สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (X2) ครูสอนเข้ารับการอบรม หรือร่วมประชุมวิชาการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน (X3) ครูสอนศึกษาค้นคว้าริเริ่มสร้างสรรค์กิจกรรมสื่อและกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนา นักเรียนและงานในวิชาชีพ (X4) ครูสอนเป็นแบบอย่างที่ดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น (X5) ครูสอน ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานกลุ่มและรายบุคคล (X6) ครูสอนมีทักษะการสื่อสาร การบรรยาย การ ยกตัวอย่าง การเลือกใช้สื่อ และการนำเสนอสื่อ รวมถึงการจัดสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม (X7) ครูสอนสามารถเรียบเรียง เชื่อมโยง สถานการณ์ปัจจุบันเข้ากับการเรียนการสอนได้ (X9) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.71 มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต ร้อยละ 55

องค์ประกอบที่ 4 จัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (FAC 4) มีตัวบ่งชี้จำนวน 11 ตัวบ่งชี้ มีน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง .47-.70 ประกอบด้วย ครูสอนมีเทคนิคในการถ่ายทอดข้อมูล นำเสนอเนื้อหาชัดเจน สมบูรณ์ให้กับนักเรียน (X8) ครูสอนใช้เสียง น้ำเสียง ในการสื่อสารอย่างชัดเจน น่าฟังและน่าสนใจ ใช้ภาษาสุภาพ ถูกต้องและเหมาะสมกับนักเรียน (X10) ครูสอนมีทักษะการคิด วิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมใหม่ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทาง วิศวกรรมเป็นฐาน (X11) ครูสอนมีการเชื่อมโยงเนื้อหา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี สู่โลก จริตการใช้กระบวนการทางวิศวกรรมวิเคราะห์ปัญหาและสร้างสรรค์วิธีแก้ไขได้ อย่างหลากหลาย (X12) ครูสอนศึกษาหลักสูตรและบูรณาการเนื้อหาสาระ นำไปสู่การเรียนรู้ที่ทำให้เกิดทักษะการทำงานซึ่งจัด อย่างสอดคล้องกับสภาพและบริบทของนักเรียน (X13) ครูสอนมีการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะและ สมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าใน ศตวรรษที่ 21 (X14) ครูสอนศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและ เทคโนโลยี โดยบูรณาการเข้าด้วยกัน เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการ ออกแบบทางวิศวกรรมทำให้นักเรียนได้พัฒนาด้านต่างๆ (X15) ครูสอนต้องมีการเสนอสถานการณ์ หรือตัวอย่างที่เป็นปัญหาและกระตุ้นให้นักเรียนเรียน หาวิธีการแก้ปัญหาหรือช่วยให้นักเรียนมีความ ต้องการใคร่เรียนใคร่รู้ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง (X16) ครูสอนสามารถพิจารณา ให้คำแนะนำช่วยเหลือ และข้อเสนอแนะการวางแผนโครงการงานของนักเรียนได้ (X17) ครูสอนเป็นที่ปรึกษา ด้านเก็บรวบรวม

ข้อมูล บันทึกลงผลการดำเนินการ (X18) ครูสอนแนะนำให้นักเรียนรู้จักประเมินผล ก่อนดำเนินการ ระหว่างดำเนินการ และหลังดำเนินการ และนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ไปพัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้น เอาความรู้ที่ไปใช้ในชีวิตได้ (X19) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.91 มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ ร้อยละ 99

เมื่อพิจารณาน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 พบว่าองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.82-1.00 โดยองค์ประกอบที่ 1 ทักษะชีวิต (FAC 1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 0.82 มีความแปรผันร่วมกับทักษะชีวิต (FAC 1) อยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 74) องค์ประกอบที่ 2 ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี (FAC 2) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 1.00 มีความแปรผันร่วมกับทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี (FAC 2) อยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 89) องค์ประกอบที่ 3 ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (FAC 3) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 0.71 ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (FAC 4) อยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 55) และองค์ประกอบที่ 4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (FAC 4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 0.91 มีความแปรผันร่วมกับจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (FAC 4) อยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 99)

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจของการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีจำนวน 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ทักษะชีวิต (FAC 1) ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี (FAC 2) ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (FAC 3) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (FAC 4) สามารถสรุปได้ดังในภาพที่ 9 ดังนี้



ภาพที่ 9 องค์ประกอบการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ตารางที่ 20 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบ
ความสัมพันธ์ตัวแปรสังเกตได้ของโมเดลคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

องค์ประกอบ	FAC 1	FAC 2	FAC 3	FAC 4
(FAC 1)	1			
(FAC 2)	.84**	1		
(FAC 3)	.74**	.76**	1	
(FAC 4)	.80**	.86**	.82**	1
\bar{x}	4.25	4.14	4.27	4.67
S.D.	.54	.56	.49	.54

จากตารางที่ 20 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ มีค่าอยู่ระหว่าง .74 – .86 มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์สูงสุดคือ ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี (FAC 2) กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (FAC 4) เท่ากับ .86 รองลงมาคือ ทักษะชีวิต (FAC 1) กับทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี (FAC 2) เท่ากับ .84 ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (FAC 3) กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (FAC 4) เท่ากับ .82 ทักษะชีวิต (FAC 1) กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (FAC 4) เท่ากับ .80 ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี (FAC 2) กับทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (FAC 3) เท่ากับ .76 ตามลำดับ ส่วนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (FAC 3) กับทักษะชีวิต (FAC 1) เท่ากับ .74 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 4.14 - 4.67 โดยองค์ประกอบที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (FAC 4) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 รองลงมา ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (FAC 3) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 และทักษะชีวิต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 และส่วนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14

2.2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกัน ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดและแปลความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าสถิติและตัวแปรต่างๆ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

χ^2	หมายถึง	ค่าไค-สแควร์
df	หมายถึง	ค่าองศาแห่งความเป็นอิสระ
RMSEA	หมายถึง	ค่ารากกำลังสองของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ
CFI	หมายถึง	ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ
GFI	หมายถึง	ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน
AGFI	หมายถึง	ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว
p-value	หมายถึง	ค่าความน่าจะเป็นทางสถิติ
S.E.	หมายถึง	ค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระ
t	หมายถึง	ค่าสถิติใช้ทดสอบความแตกต่างหรือเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
R ²	หมายถึง	ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ
CR	หมายถึง	ความเชื่อมั่นโครงสร้าง
STEM	หมายถึง	สะเต็มศึกษา
SKILL	หมายถึง	ทักษะชีวิต
CENTURY	หมายถึง	ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี
PROFESSION	หมายถึง	ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต
INTEGRATION	หมายถึง	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้ประกอบด้วยผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยการนำเสนอค่าสถิติการแจกแจงความถี่และร้อยละ และค่าเฉลี่ยเลขคณิต คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถามของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA)

ข้อมูลทั่วไป	รายการ	จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	187	23.38
	หญิง	613	76.63
	รวม	800	100
กลุ่มสาระการเรียนรู้	สังคมศึกษา	46	5.75
	คณิตศาสตร์	238	29.75
	สุขศึกษาและพลศึกษา	21	2.63
	วิทยาศาสตร์	327	40.88
	ศิลปะ	20	2.50
	การงานและเทคโนโลยี	76	9.50
	ภาษาไทย	56	7.00
	ภาษาต่างประเทศ	16	2.00
	รวม	800	100
ระดับการสอน	ช่วงชั้นที่ 1 (ป.1 – 3)	124	15.50
	ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4 – 6)	165	20.63
	ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 – 3)	212	26.50
	ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4 – 6)	222	27.75
	สอนมากกว่า 1 ช่วงชั้น	77	9.63
	รวม	800	100

ข้อมูลทั่วไป	รายการ	จำนวน	ร้อยละ
ศูนย์เข้ารับ การอบรม สะเต็มศึกษา	สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษา ขั้นพื้นฐาน	417	52.13
	สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น	157	19.63
	สังกัดกรุงเทพมหานคร	32	4.00
	สังกัดการศึกษานอกระบบและ การศึกษาตามอัธยาศัย	39	4.88
	สังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การส่งเสริมการศึกษาเอกชน	155	19.38
	รวม	800	100.00
ระยะเวลาใน การรับอบรม สะเต็มศึกษา	1 ปี	596	74.50
	2 ปี	146	18.25
	3 ปี	40	5.00
	4 ปี	18	2.25
	รวม	800	100.00

จาดตารางที่ 21 กลุ่มตัวอย่างของข้อมูลในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) พบว่า กลุ่มตัวอย่างครูสอนสะเต็มศึกษาที่เข้ารับการอบรมระบบทางไกลจากโครงการบูรณาการสะเต็มศึกษา (สสวท.) ปีการศึกษา 2561 จำนวน 800 คน ประกอบด้วย เพศชาย ร้อยละ 23.38 และ เพศหญิง ร้อยละ 76.63 อยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ สังคมศึกษา ร้อยละ 5.75 คณิตศาสตร์ ร้อยละ 29.75 สุขศึกษาและพลศึกษา ร้อยละ 2.63 วิทยาศาสตร์ ร้อยละ 40.88 ศิลปะ ร้อยละ 2.50 การงานและเทคโนโลยี ร้อยละ 9.50 ภาษาไทย ร้อยละ 7.00 ภาษาต่างประเทศ ร้อยละ 2.00 การสอนในระดับ ช่วงชั้นที่ 1 (ป.1 – 3) ร้อยละ 15.50 ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4 – 6) ร้อยละ 20.63 ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 – 3) ร้อยละ 26.50 ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4 – 6) ร้อยละ 27.75 และสอนมากกว่า 1 ช่วงชั้น ร้อยละ 9.63 ได้เข้ารับการอบรมจากศูนย์เข้ารับการอบรมสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ร้อยละ 52.13 สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น ร้อยละ 19.63 สังกัดกรุงเทพมหานคร ร้อยละ 4.00 สังกัดการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย ร้อยละ 4.88 และสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ร้อยละ 19.38 ระยะเวลาในการรับอบรมสะเต็มศึกษา จำนวน 1 ปี ร้อยละ 74.50 จำนวน 2 ปี ร้อยละ 18.25 จำนวน 3 ปี ร้อยละ 5.00 จำนวน 4 ปี ร้อยละ 2.25

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ มีตัวบ่งชี้ทั้งหมด 51 ตัวบ่งชี้ เมื่อทำการหมุนแกน ด้วยวิธีวาริแมกซ์ (Varimax) พบว่า คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (PROFESSION) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (INTEGRATION) ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี (CENTURY) และทักษะชีวิต (SKILL) โดยมีตัวบ่งชี้ไม่เข้ากลุ่มองค์ประกอบจำนวน 11 ตัว ทำให้ผู้วิจัยเหลือตัวบ่งชี้จำนวน 40 ตัว

เมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 พบว่าองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (PROFESSION) มีตัวบ่งชี้จำนวน 8 ตัว ประกอบด้วย ครูสอนมีการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองตลอดเวลา (X1) ครูสอนมีการพัฒนาและปรับปรุงตนเอง และแสวงหาการสนับสนุนจากบุคคลในอาชีพเดียวกัน รับรู้ว่าการเปลี่ยนแปลงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ ใช้เวลาที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์โดยการเรียนรู้ทักษะใหม่เพื่อจะวางแผนสู่อนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (X2) ครูสอนเข้ารับการอบรม หรือร่วมประชุมวิชาการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน (X3) ครูสอนศึกษาค้นคว้าริเริ่มสร้างสรรค์กิจกรรมสื่อและกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักเรียนและงานในวิชาชีพ (X4) ครูสอนเป็นแบบอย่างที่ดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น (X5) ครูสอนส่งเสริมให้นักเรียนทำงานกลุ่มและรายบุคคล (X6) ครูสอนมีทักษะการสื่อสาร การบรรยาย การยกตัวอย่าง การเลือกใช้สื่อ และการนำเสนอสื่อ รวมถึงการจัดสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม (X7) ครูสอนสามารถเรียบเรียง เชื่อมโยง สถานการณ์ปัจจุบันเข้ากับการเรียนการสอนได้ (X9) องค์ประกอบที่ 2 จัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (INTEGRATION) มีตัวบ่งชี้จำนวน 11 ตัว ประกอบด้วย ครูสอนมีเทคนิคในการถ่ายทอดข้อมูล นำเสนอเนื้อหาชัดเจน สมบูรณ์ให้กับนักเรียน (X8) ครูสอนใช้เสียง น้ำเสียง ในการสื่อสารอย่างชัดเจน น่าฟังและน่าสนใจ ใช้ภาษาสุภาพ ถูกต้อง และเหมาะสมกับนักเรียน (X10) ครูสอนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมใหม่ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมเป็นฐาน (X11) ครูสอนมีการเชื่อมโยงเนื้อหา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี สู่โลกจริงการใช้กระบวนการทางวิศวกรรม วิเคราะห์ปัญหาและสร้างสรรค์วิธีแก้ไขได้อย่างหลากหลาย (X12) ครูสอนศึกษาหลักสูตรและบูรณาการเนื้อหาสาระ นำไปสู่การเรียนรู้ที่ทำให้เกิดทักษะการทำงานซึ่งจัดอย่างสอดคล้องกับสภาพและบริบทของนักเรียน (X13) ครูสอนมีการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 (X14) ครูสอนศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาควิชาชีพและเทคโนโลยี โดยบูรณาการเข้าด้วยกัน เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมทำให้

นักเรียนได้พัฒนาด้านต่างๆ (X15) ครูสอนต้องมีการเสนอสถานการณ์หรือตัวอย่างที่เป็นปัญหาและกระตุ้นให้นักเรียนเรียน หาวิธีการแก้ปัญหาหรือช่วยให้นักเรียนมีความต้องการใคร่เรียนใคร่รู้ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง (X16) ครูสอนสามารถพิจารณา ให้คำแนะนำช่วยเหลือและข้อเสนอแนะการวางแผนโครงการงานของนักเรียนได้ (X17) ครูสอนเป็นที่ปรึกษา ด้านเก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกผลดำเนินการ (X18) ครูสอนแนะนำให้นักเรียนรู้จักประเมินผลก่อนดำเนินการระหว่างดำเนินการและหลังดำเนินการ และนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ไปพัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้น เอาความรู้ที่ไปใช้ในชีวิตได้ (X19) องค์ประกอบที่ 3 ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี (CENTURY) มีตัวบ่งชี้จำนวน 13 ตัว ประกอบด้วย ครูสอนสามารถสอนให้นักเรียนสรุปและเขียนรายงานเพื่อนำเสนอผลงาน ในรูปแบบแผนภูมิ แผนภาพ กราฟ แบบจำลอง หรือของจริงประกอบการนำเสนอได้หลายรูปแบบ (X20) ครูสอนจัดกระบวนการสอน ฝึกทักษะ แทรกที่กิจกรรมเร้าความสนใจทำให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนได้และรับรู้ขั้นตอนทั้งหมดจนสามารถนำไปใช้ได้จริงในสถานการณ์ใหม่ ๆ (X21) ครูสอนนำเอาข่าวหรือเรื่องราวในหนังสือพิมพ์มาวิเคราะห์ตั้งคำถามร่วมกันเพื่อฝึกฝนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (X22) ครูสอนต้องมีทักษะในการเป็นโค้ชหรือผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้กับนักเรียน (X23) ครูสอนมีเข้าใจความแตกต่างของความคิดแต่ละคนในการตีความข้อความ เรื่องราวและเหตุการณ์ต่างๆ (X24) ครูสอนมีความรู้ในการที่จะบูรณาการการคิดวิจารณ์ลงในหลักสูตรโดยเฉพาะการบูรณาการสอดแทรกในรายวิชาที่สอน (X25) ครูสอนมีความรู้ ความสามารถใช้สื่อและเทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนการสอนได้อย่างหลากหลาย และสามารถชี้ให้นักเรียนเห็นถึงข้อดีข้อเสีย และการใช้เทคโนโลยีต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม (X26) ครูสอนมีความสามารถในการถ่ายทอดหรือขยายความรู้ของตนสู่นักเรียนผ่านสื่อเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ (X27) ครูสอนมีความสามารถในการเสาะหาและคัดเลือกเนื้อหาความรู้หรือเนื้อหาที่ทันสมัยเหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนผ่านทางสื่อเทคโนโลยี ตลอดจนติดตามทันเทคโนโลยีและข่าวสาร (X28) ครูสอนเป็นผู้ที่ใช้เทคโนโลยีอย่างคุ้มค่า และใช้ได้อย่างหลากหลายและสามารถใช้เทคโนโลยีสร้างบทเรียนได้ (X29) ครูสอนสามารถใช้สื่อเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล ทั้งในฐานะที่เป็นผู้ผลิตความรู้ ผู้กระจายความรู้ และผู้ใช้ความรู้ (X30) ครูสอนมีการถ่ายทอดความคิดริเริ่ม แปลกใหม่ แตกต่างจากธรรมดา และไม่ซ้ำกับที่มีอยู่เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง นักเรียนและสังคม (X31) ครูสอนมีทักษะด้านการคิดในรูปแบบที่หลากหลาย (X32) และองค์ประกอบที่ 4 ทักษะชีวิต(SKILL) มีตัวบ่งชี้จำนวน 8 ตัว ประกอบด้วย ครูสอนมีใจเปิดกว้าง เปิดใจ มีการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้ดีเพื่อเรียนรู้แลกเปลี่ยนสิ่งใหม่ (X33) ครูสอนจัดกระบวนการสอนที่ทำให้นักเรียนสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อตนเอง นักเรียนและสังคม (X34) ครูสอนมีการส่งเสริมกระตุ้น เปิดโอกาส ตั้งใจฟัง เอาใจใส่ในความคิดที่แปลกใหม่จากนักเรียนในการผลิตผลงาน การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อตนเองและสังคม (X35) ครูสอน

บูรณาการเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ให้เป็นสาระที่มีความสำคัญต่อชีวิตและใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างดีและสอดคล้องกับบทเรียน (X36) ครูสอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ได้เผชิญปัญหาและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสม และให้มีกิจกรรมที่หลากหลาย (X37) ครูสอนสามารถสอนนักเรียนให้ปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ (X38) ครูสอนนำเอาธรรมชาติ วัฒนธรรมผสมผสานเพื่อการเรียนรู้โดยเฉพาะการพัฒนาทักษะชีวิต (X39) ครูสอนสามารถพัฒนาศักยภาพทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียน ให้เป็นคนดีของสังคม (X40)

2.2.2.2 ค่าสถิติพื้นฐานคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

การวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นนี้ ผู้วิจัยได้นำองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จำนวน 4 องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้จำนวน 40 ตัว มาทำการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวบ่งชี้ที่ใช้ในการศึกษา โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ค่าความเบ้ (Sk) และค่าความโด่ง (Ku) เพื่อนำมาใช้เป็นสถิติพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 สถิติพื้นฐานองค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ข้อ	ข้อความ	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
1.	ครูสอนมีการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองตลอดเวลา	4.15	0.59	-0.34	1.25	14.24	มาก
2.	ครูสอนมีการพัฒนาและปรับปรุงตนเอง และแสวงหาการสนับสนุนจากบุคคลในอาชีพเดียวกัน รับรู้ว่าการเปลี่ยนแปลงเป็นสิ่งที่มีความใช้เวลาที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์ โดยการเรียนรู้ทักษะใหม่เพื่อจะวางแผนสู่ออนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.12	0.62	-0.59	1.97	15.05	มาก

ข้อ	ข้อความ	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
3.	ครูสอนเข้ารับการอบรม หรือร่วมประชุมวิชาการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน	4.07	0.69	-0.63	1.34	16.83	มาก
4.	ครูสอนศึกษาค้นคว้าริเริ่มสร้างสรรค์กิจกรรมสื่อและกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักเรียนและงานในวิชาชีพ	4.11	0.66	-0.65	1.53	16.08	มาก
5.	ครูสอนเป็นแบบอย่างที่ดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	4.18	0.67	-0.63	1.20	15.93	มาก
6.	ครูสอนส่งเสริมให้นักเรียนทำงานกลุ่มและรายบุคคล	4.22	0.72	-0.83	1.07	17.09	มาก
7.	ครูสอนมีทักษะการสื่อสาร การบรรยาย การยกตัวอย่าง การเลือกใช้สื่อ การนำเสนอสื่อ และรวมถึงการจัดสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม	4.17	0.67	-0.66	1.43	16.09	มาก
8.	ครูสอนมีเทคนิคในการถ่ายทอดข้อมูล นำเสนอเนื้อหาชัดเจน สมบูรณ์ให้กับนักเรียน	4.14	0.65	-0.50	1.07	15.70	มาก
9.	ครูสอนสามารถเรียบเรียงเชื่อมโยง สถานการณ์ปัจจุบัน เข้ากับการเรียนการสอนได้	4.14	0.68	-0.79	2.06	16.35	มาก

ข้อ	ข้อความคำถาม	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
10.	ครูสอนใช้เสียง น้ำเสียง ในการสื่อสารอย่างชัดเจน น่าฟังและน่าสนใจ ใช้ภาษาสุภาพ ถูกต้องและเหมาะสมกับนักเรียน	4.23	0.64	-0.57	1.12	15.15	มาก
11.	ครูสอนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมใหม่ที่ ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการ ทางวิศวกรรมเป็นฐาน	4.05	0.69	-0.62	1.21	16.94	มาก
12.	ครูสอนมีการเชื่อมโยงเนื้อหา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี สู่โลกจริงการใช้ กระบวนการทางวิศวกรรมวิเคราะห์ ปัญหาและสร้างสรรค์ วิธีแก้ไขได้ อย่างหลากหลาย	4.05	0.68	-0.71	1.73	16.72	มาก
13.	ครูสอนศึกษาหลักสูตรและ บูรณาการเนื้อหาสาระ นำไปสู่การเรียนรู้ที่ทำให้ เกิดทักษะการทำงานซึ่งจัดอย่าง สอดคล้องกับสภาพและบริบท ของนักเรียน	4.14	0.69	-0.81	2.02	16.71	มาก
14.	ครูสอนมีการส่งเสริมให้นักเรียนมี ทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้อง กับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไป ตามสังคมปัจจุบันและ ความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21	4.14	0.63	-0.36	0.42	15.27	มาก

ข้อ	ข้อความ	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
15.	ครูสอนศึกษาระสำคัญของสาระ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงาน อาชีพและเทคโนโลยี โดยบูรณาการเข้าด้วยกัน เน้นทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และกระบวนการ ออกแบบทางวิศวกรรมทำให้ นักเรียนได้พัฒนาด้านต่างๆ	4.03	0.70	-0.75	1.60	17.34	มาก
16.	ครูสอนต้องมีการเสนอสถานการณ์ หรือตัวอย่างที่เป็นปัญหาและ กระตุ้นให้นักเรียนเรียน ทาวิธีการ แก้ปัญหาหรือช่วยให้นักเรียนมี ความต้องการใคร่เรียนใคร่รู้ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง	4.11	0.63	-0.39	0.84	15.35	มาก
17.	ครูสอนสามารถพิจารณา ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและ ข้อเสนอแนะการวางแผนโครงการ ของนักเรียนได้	4.09	0.67	-0.71	1.96	16.38	มาก
18	ครูสอนเป็นที่ปรึกษา ด้านเก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกผลดำเนินการ	4.06	0.72	-0.78	1.69	17.68	มาก

ข้อ	ข้อความ	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
19.	ครูสอนแนะนำให้นักเรียนรู้จักประเมินผล ก่อนดำเนินการระหว่างดำเนินการ และหลังดำเนินการ และนักเรียนสามารถนำความรู้นั้นไปพัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้น เอาความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตได้	4.08	0.68	-0.61	1.40	16.54	มาก
20.	ครูสามารถสอนให้นักเรียนสรุปและเขียนรายงานเพื่อนำเสนอผลงานในรูปแบบแผนภูมิ แผนภาพ กราฟ แบบจำลอง หรือของจริงประกอบการนำเสนอได้หลายรูปแบบ	4.03	0.68	-0.55	0.98	16.75	มาก
21.	ครูจัดกระบวนการสอนฝึกทักษะแทรกที่กิจกรรมสร้างความสนใจทำให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนได้ และรับรู้ขั้นตอนทั้งหมดจนสามารถนำไปใช้ได้จริงในสถานการณ์ใหม่ๆ	4.09	0.67	-0.61	1.50	16.31	มาก
22.	ครูสอนนำเอาข่าวหรือเรื่องราวในหนังสือพิมพ์มาวิเคราะห์ตั้งคำถามร่วมกันเพื่อฝึกฝนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	4.05	0.70	-0.63	1.22	17.21	มาก
23.	ครูสอนต้องมีทักษะในการเป็นโค้ชหรือผู้อำนวยการความสะอาดในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้กับนักเรียน	4.10	0.64	-0.53	1.47	15.54	มาก

ข้อ	ข้อความ	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
24.	ครูสอนมีเข้าใจความแตกต่างของความคิดแต่ละคนในการตีความข้อความ เรื่องราวและเหตุการณ์ต่างๆ	4.11	0.65	-0.58	1.65	15.77	มาก
25.	ครูสอนมีความรู้ในการที่จะบูรณาการด้านการคิดวิจารณ์ญาณลงในหลักสูตรโดยเฉพาะการบูรณาการสอดแทรกในรายวิชาที่สอน	4.10	0.67	-0.60	1.48	16.22	มาก
26.	ครูสอนมีความรู้ ความสามารถใช้สื่อและเทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนการสอนได้อย่างหลากหลาย และสามารถชี้ให้นักเรียนเห็นถึงข้อดีข้อเสีย และการใช้เทคโนโลยีต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม	4.11	0.70	-0.92	2.28	17.13	มาก
27.	ครูสอนมีความสามารถในการถ่ายทอดหรือขยายความรู้ของตนสู่นักเรียนผ่านสื่อเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.08	0.66	-0.57	1.37	16.08	มาก
28.	ครูสอนมีความสามารถในการเสาะหาและคัดเลือกเนื้อหาความรู้หรือเนื้อหาที่ทันสมัยเหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนผ่านทางสื่อเทคโนโลยี ตลอดจนตามทันเทคโนโลยีและข่าวสาร	4.08	0.66	-0.54	1.28	16.05	มาก
29.	ครูสอนเป็นผู้ที่ใช้เทคโนโลยีอย่างคุ้มค่า และใช้ได้อย่างหลากหลาย และสามารถใช้เทคโนโลยีสร้างบทเรียนได้	4.05	0.67	-0.66	1.49	16.57	มาก

ข้อ	ข้อความคำถาม	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
30.	ครูสอนสามารถใช้สื่อเทคโนโลยี อย่างมีประสิทธิภาพและ มีประสิทธิภาพผล ทั้งในฐานะที่เป็น ผู้ผลิตความรู้ ผู้กระจายความรู้ และผู้ใช้ความรู้	4.05	0.70	-0.82	2.07	17.26	มาก
31.	ครูสอนมีการถ่ายทอดความคิด ริเริ่ม แปลกใหม่ แตกต่างจาก ธรรมดาและไม่ซ้ำกับที่มีอยู่เป็น ความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง นักเรียนและสังคม	4.04	0.66	-0.41	0.56	16.21	มาก
32.	ครูสอนมีทักษะด้านการคิดใน รูปแบบที่หลากหลาย	4.11	0.68	-0.66	1.43	16.62	มาก
33.	ครูสอนใจเปิดกว้าง เปิดใจ มีการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้ดี เพื่อเรียนรู้แลกเปลี่ยนสิ่งใหม่	4.22	0.66	-0.58	0.99	15.55	มาก
34.	ครูสอนจัดกระบวนการสอนที่ทำให้ ให้นักเรียนสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อตนเอง นักเรียนและสังคม	4.14	0.64	-0.54	1.51	15.51	มาก
35.	ครูสอนมีการส่งเสริม กระตุ้น เปิดโอกาส เอาใจใส่ในความคิดที่ แปลกใหม่ของนักเรียนในการผลิต ผลงาน การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อตนเอง และสังคม	4.17	0.65	-0.38	0.10	15.61	มาก

ข้อ	ข้อความ	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
36.	ครูสอนบูรณาการเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ให้เป็นสาระที่มีความสำคัญต่อชีวิตและใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างดีและสอดคล้องกับบทเรียน	4.15	0.65	-0.63	1.71	15.66	มาก
37.	ครูสอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียน เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ได้เผชิญปัญหาและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมและให้มีกิจกรรมที่หลากหลาย	4.12	0.64	-0.46	1.06	15.61	มาก
38.	ครูสอนสามารถสอนนักเรียนให้ปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำได้	4.17	0.68	-0.74	1.76	16.33	มาก
39.	ครูสอนนำเอาธรรมชาติวัฒนธรรม ผสมผสานเพื่อการเรียนรู้ โดยเฉพาะการพัฒนาทักษะชีวิต	4.13	0.66	-0.47	0.63	16.00	มาก
40.	ครูสอนสามารถพัฒนาศักยภาพทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียนให้เป็นคนดีของสังคม	4.16	0.65	-0.63	1.81	15.50	มาก
	เฉลี่ย	4.12	0.44	-0.36	1.94	10.63	มาก

จากตาราง 22 พบว่าคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .44 นอกจากนี้ยังพบว่า ในรายการข้อความทั้ง 40 ข้อ นั้น มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.03 ถึง 4.23 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง .44 ถึง .72 โดยครูที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับมาก

เมื่อศึกษาลักษณะการแจกแจงของข้อมูล โดยพิจารณาจากค่าความเบ้ พบว่า ตัวแปรส่วนใหญ่มีการแจกแจงของข้อมูลแบบเบ้ซ้าย (ค่าความเบ้เป็นลบ) ซึ่งมีค่าความเบ้อยู่ระหว่าง -0.92 ถึง -0.34 แสดงว่า กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนคุณลักษณะของครูสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 สูงกว่าค่าเฉลี่ยเมื่อศึกษาลักษณะการกระจายของข้อมูล โดยพิจารณาค่าความโด่ง พบว่า ตัวแปรมีลักษณะการกระจายของข้อมูลหลากหลาย ทั้งกระจายมาก (ค่าความ โด่งเป็นลบ) กระจายแบบโค้งปกติ (ค่าความโด่งเข้าใกล้ศูนย์) และการกระจายน้อย (ค่าความโด่งเป็นบวก) ซึ่งมีค่าความโด่งอยู่ระหว่าง 0.10 ถึง 2.31 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายพบว่า ตัวแปรครูสอนเป็นที่ปรึกษา ด้านเก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกผลดำเนินการ มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายสูงสุด (ร้อยละ 17.68) และครูสอนมีการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองตลอดเวลา มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายต่ำที่สุด (ร้อยละ 14.24) แสดงว่า กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นเกี่ยวกับตัวแปรใกล้เคียง



ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้นำตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษ 21 จำนวน 40 ตัว มาทำการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เพื่อนำมาใช้เป็นสถิติพื้นฐาน สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ดังตาราง 23

ตารางที่ 23 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ข้อคำถามในการวิเคราะห์องค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ข้อที่	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
X1	1.00									
X2	0.64**	1.00								
X3	0.57**	0.56**	1.00							
X4	0.62**	0.62**	0.62**	1.00						
X5	0.62**	0.53**	0.56**	0.60**	1.00					
X6	0.44**	0.43**	0.47**	0.49**	0.58**	1.00				
X7	0.42**	0.43**	0.41**	0.40**	0.48**	0.59**	1.00			
X8	0.44**	0.42**	0.43**	0.43**	0.48**	0.52**	0.63**	1.00		
X9	0.40**	0.41**	0.41**	0.47**	0.44**	0.53**	0.62**	0.65**	1.00	
X10	0.36**	0.31**	0.35**	0.39**	0.40**	0.37**	0.48**	0.53**	0.51**	1.00
X11	0.42**	0.40**	0.42**	0.47**	0.39**	0.38**	0.43**	0.47**	0.49**	0.55**
X12	0.42**	0.37**	0.37**	0.42**	0.38**	0.36**	0.39**	0.50**	0.45**	0.62**
X13	0.40**	0.41**	0.46**	0.41**	0.44**	0.39**	0.40**	0.52**	0.50**	0.49**
X14	0.38**	0.36**	0.33**	0.34**	0.35**	0.31**	0.36**	0.38**	0.35**	0.47**
X15	0.38**	0.38**	0.42**	0.39**	0.37**	0.32**	0.32**	0.36**	0.38**	0.41**
X16	0.38**	0.35**	0.32**	0.35**	0.34**	0.29**	0.33**	0.39**	0.34**	0.43**
X17	0.31**	0.32**	0.35**	0.37**	0.35**	0.44**	0.46**	0.37**	0.45**	0.37**
X18	0.34**	0.33**	0.34**	0.37**	0.33**	0.37**	0.37**	0.42**	0.38**	0.34**
X19	0.38**	0.35**	0.34**	0.41**	0.38**	0.33**	0.38**	0.37**	0.40**	0.40**
X20	0.36**	0.33**	0.35**	0.35**	0.32**	0.31**	0.36**	0.37**	0.35**	0.30**
X21	0.39**	0.36**	0.40**	0.39**	0.37**	0.35**	0.39**	0.39**	0.44**	0.38**
X22	0.36**	0.37**	0.36**	0.39**	0.37**	0.29**	0.32**	0.36**	0.38**	0.31**
X23	0.40**	0.37**	0.38**	0.42**	0.40**	0.36**	0.40**	0.42**	0.41**	0.40**

ตาราง 23 (ต่อ)

ข้อที่	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
X24	0.41**	0.34**	0.35**	0.33**	0.41**	0.37**	0.46**	0.48**	0.44**	0.39**
X25	0.38**	0.33**	0.32**	0.39**	0.43**	0.36**	0.36**	0.45**	0.35**	0.34**
X26	0.41**	0.39**	0.37**	0.42**	0.43**	0.40**	0.43**	0.41**	0.39**	0.37**
X27	0.38**	0.38**	0.34**	0.39**	0.38**	0.35**	0.35**	0.42**	0.35**	0.39**
X28	0.38**	0.40**	0.33**	0.39**	0.42**	0.40**	0.44**	0.42**	0.43**	0.38**
X29	0.35**	0.36**	0.32**	0.36**	0.32**	0.32**	0.30**	0.38**	0.32**	0.32**
X30	0.37**	0.39**	0.35**	0.34**	0.32**	0.30**	0.34**	0.36**	0.30**	0.28**
X31	0.37**	0.37**	0.32**	0.37**	0.31**	0.26**	0.31**	0.40**	0.31**	0.35**
X32	0.43**	0.42**	0.39**	0.46**	0.41**	0.38**	0.43**	0.42**	0.45**	0.39**
X33	0.32**	0.34**	0.32**	0.33**	0.38**	0.33**	0.27**	0.36**	0.34**	0.34**
X34	0.38**	0.41**	0.33**	0.43**	0.37**	0.36**	0.39**	0.37**	0.43**	0.32**
X35	0.38**	0.36**	0.38**	0.40**	0.37**	0.38**	0.31**	0.36**	0.35**	0.33**
X36	0.38**	0.37**	0.36**	0.41**	0.38**	0.40**	0.44**	0.37**	0.45**	0.35**
X37	0.39**	0.34**	0.34**	0.39**	0.40**	0.37**	0.41**	0.42**	0.40**	0.41**
X38	0.38**	0.40**	0.42**	0.41**	0.41**	0.38**	0.43**	0.40**	0.47**	0.39**
X39	0.31**	0.32**	0.34**	0.35**	0.30**	0.26**	0.29**	0.38**	0.39**	0.35**
X40	0.34**	0.34**	0.34**	0.35**	0.42**	0.35**	0.42**	0.41**	0.44**	0.37**
\bar{x}	4.15	4.12	4.07	4.11	4.18	4.23	4.17	4.14	4.14	4.23
S.D.	0.59	0.62	0.69	0.66	0.67	0.72	0.67	0.65	0.68	0.64

ตาราง 23 (ต่อ)

ข้อที่	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20
X11	1.00									
X12	0.67**	1.00								
X13	0.57**	0.63**	1.00							
X14	0.48**	0.57**	0.64**	1.00						
X15	0.56**	0.62**	0.60**	0.59**	1.00					
X16	0.45**	0.50**	0.47**	0.52**	0.57**	1.00				
X17	0.42**	0.39**	0.41**	0.41**	0.41**	0.57**	1.00			
X18	0.42**	0.42**	0.45**	0.44**	0.44**	0.52**	0.62**	1.00		
X19	0.46**	0.46**	0.46**	0.47**	0.48**	0.62**	0.62**	0.66**	1.00	
X20	0.44**	0.42**	0.40**	0.43**	0.44**	0.45**	0.57**	0.59**	0.70**	1.00
X21	0.46**	0.46**	0.46**	0.45**	0.49**	0.46**	0.57**	0.55**	0.67**	0.65**
X22	0.40**	0.41**	0.39**	0.34**	0.41**	0.46**	0.50**	0.50**	0.60**	0.59**
X23	0.44**	0.43**	0.44**	0.43**	0.41**	0.45**	0.48**	0.50**	0.53**	0.55**
X24	0.42**	0.43**	0.45**	0.41**	0.40**	0.43**	0.47**	0.46**	0.51**	0.48**
X25	0.42**	0.46**	0.41**	0.40**	0.35**	0.47**	0.42**	0.49**	0.62**	0.51**
X26	0.45**	0.43**	0.38**	0.37**	0.39**	0.42**	0.46**	0.46**	0.51**	0.47**
X27	0.43**	0.47**	0.40**	0.38**	0.37**	0.43**	0.36**	0.39**	0.43**	0.42**
X28	0.42**	0.44**	0.43**	0.40**	0.37**	0.38**	0.45**	0.36**	0.44**	0.40**
X29	0.37**	0.42**	0.39**	0.29**	0.34**	0.40**	0.36**	0.38**	0.41**	0.43**
X30	0.43**	0.39**	0.35**	0.30**	0.35**	0.39**	0.36**	0.35**	0.41**	0.39**
X31	0.39**	0.46**	0.36**	0.32**	0.34**	0.43**	0.33**	0.41**	0.40**	0.40**
X32	0.48**	0.46**	0.42**	0.34**	0.37**	0.40**	0.42**	0.35**	0.45**	0.40**
X33	0.32**	0.34**	0.34**	0.29**	0.28**	0.37**	0.37**	0.33**	0.39**	0.35**
X34	0.43**	0.39**	0.41**	0.35**	0.39**	0.41**	0.45**	0.36**	0.50**	0.42**
X35	0.35**	0.39**	0.35**	0.36**	0.31**	0.43**	0.38**	0.37**	0.41**	0.38**
X36	0.44**	0.40**	0.41**	0.35**	0.35**	0.38**	0.47**	0.37**	0.45**	0.40**
X37	0.44**	0.44**	0.38**	0.41**	0.34**	0.47**	0.42**	0.45**	0.46**	0.42**
X38	0.44**	0.44**	0.48**	0.37**	0.33**	0.39**	0.46**	0.38**	0.49**	0.42**
X39	0.39**	0.40**	0.38**	0.34**	0.32**	0.38**	0.33**	0.35**	0.40**	0.40**
X40	0.37**	0.41**	0.39**	0.34**	0.28**	0.38**	0.41**	0.35**	0.43**	0.38**
\bar{x}	4.05	4.04	4.14	4.14	4.03	4.11	4.09	4.06	4.08	4.03
S.D.	0.69	0.68	0.69	0.63	0.7	0.63	0.67	0.72	0.68	0.68

ตาราง 23 (ต่อ)

ข้อที่	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X28	X29	X30
X21	1.00									
X22	0.64**	1.00								
X23	0.55**	0.55**	1.00							
X24	0.52**	0.48**	0.64**	1.00						
X25	0.45**	0.46**	0.62**	0.66**	1.00					
X26	0.45**	0.45**	0.57**	0.63**	0.65**	1.00				
X27	0.38**	0.40**	0.52**	0.52**	0.59**	0.67**	1.00			
X28	0.44**	0.40**	0.51**	0.62**	0.62**	0.67**	0.69**	1.00		
X29	0.40**	0.33**	0.46**	0.43**	0.53**	0.57**	0.65**	0.61**	1.00	
X30	0.38**	0.35**	0.38**	0.42**	0.44**	0.57**	0.51**	0.53**	0.65**	1.00
X31	0.40**	0.40**	0.44**	0.43**	0.47**	0.50**	0.56**	0.49**	0.55**	0.63**
X32	0.43**	0.38**	0.43**	0.49**	0.46**	0.55**	0.51**	0.52**	0.47**	0.60**
X33	0.36**	0.32**	0.36**	0.39**	0.39**	0.39**	0.41**	0.38**	0.44**	0.47**
X34	0.46**	0.43**	0.43**	0.45**	0.40**	0.48**	0.43**	0.49**	0.44**	0.55**
X35	0.39**	0.35**	0.40**	0.39**	0.42**	0.42**	0.42**	0.41**	0.44**	0.47**
X36	0.46**	0.38**	0.45**	0.45**	0.40**	0.46**	0.40**	0.46**	0.40**	0.49**
X37	0.44**	0.43**	0.51**	0.45**	0.46**	0.45**	0.44**	0.42**	0.41**	0.39**
X38	0.47**	0.41**	0.48**	0.49**	0.44**	0.45**	0.42**	0.46**	0.40**	0.42**
X39	0.41**	0.40**	0.44**	0.39**	0.43**	0.34**	0.40**	0.34**	0.38**	0.36**
X40	0.47**	0.40**	0.44**	0.44**	0.43**	0.41**	0.41**	0.40**	0.38**	0.37**
x	4.09	4.05	4.1	4.11	4.1	4.11	4.08	4.08	4.05	4.05
S.D.	0.67	0.7	0.64	0.65	0.67	0.7	0.66	0.66	0.67	0.7

ตาราง 23 (ต่อ)

ข้อที่	X31	X32	X33	X34	X35	X36	X37	X38	X39	X40
X31	1.00									
X32	0.62**	1.00								
X33	0.47**	0.61**	1.00							
X34	0.62**	0.63**	0.67**	1.00						
X35	0.52**	0.55**	0.65**	0.65**	1.00					
X36	0.47**	0.55**	0.53**	0.68**	0.61**	1.00				
X37	0.46**	0.44**	0.41**	0.48**	0.53**	0.57**	1.00			
X38	0.39**	0.49**	0.44**	0.62**	0.49**	0.60**	0.66**	1.00		
X39	0.41**	0.40**	0.40**	0.45**	0.44**	0.48**	0.62**	0.65**	1.00	
X40	0.38**	0.45**	0.48**	0.47**	0.46**	0.51**	0.62**	0.66**	0.67**	1.00
\bar{x}	4.03	4.11	4.22	4.14	4.17	4.15	4.12	4.17	4.13	4.16
S.D.	0.66	0.68	0.66	0.64	0.65	0.65	0.64	0.68	0.66	0.65

จากตาราง 23 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามในการวิเคราะห์องค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีค่าระหว่าง .26 ถึง .70

ตารางที่ 24 การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

Kaiser Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy	Bartlett's Test of Sphericity		
	Chi-Square	Df	Sig.
0.96	22100.00	780.00	0.00

จากตารางที่ 24 การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นพบว่า เมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ไม่เป็นเมทริกซ์เอกลักษณะ นั่นคือมีความสัมพันธ์กันพอเพียงที่จะสามารถนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบต่อได้ Bartlett's Test of Sphericity Chi-Square = 22100.00 , Df=780.00, p = .00 ตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ทุกตัวที่นำมาศึกษา มีความสัมพันธ์กันเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันต่อไปได้

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันในขั้นนี้ ผู้วิจัยได้นำองค์ประกอบและตัวบ่งชี้มาทำการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบ พบว่าโมเดลการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษ 21 ไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผู้วิจัยจึงดำเนินการปรับโมเดลใหม่ ด้วยการลากเส้นความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนขององค์ประกอบข้อมูลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ค่าดัชนีก่อนปรับและหลังปรับโมเดลการลากเส้นความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนขององค์ประกอบข้อมูลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

รายการ	ก่อนปรับโมเดล	หลังปรับโมเดล
ไค-สแควร์ (χ^2)	6499.38	521.23
df	736.00	471.00
P-value > 0.05	0.00	0.06
$\chi^2/df < 2$	8.83	1.11
RMSEA < 0.05	0.09	0.01
SRMR < 0.05	0.06	0.03
CFI \geq 0.95	0.96	1.00
GFI \geq 0.95	0.71	0.97
AGFI \geq 0.95	0.68	0.95
Largest Fitted Residual 2.00	0.15	0.04

จากตารางที่ 25 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ในดัชนีกลุ่มสัมบูรณ์พบว่าค่าไค-สแควร์ (χ^2) เท่ากับ 521.23 ,df เท่ากับ 471.00 ค่า P-value เท่ากับ 0.06, ค่า GFI เท่ากับ 0.97, ค่า AGFI เท่ากับ 0.95, ค่า RMSEA เท่ากับ 0.01, ค่า SRMR เท่ากับ 0.03 ส่วนในกลุ่มดัชนีเปรียบเทียบ พบว่า CFI = 1.00 เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ความสอดคล้อง พบว่า ค่าไค-สแควร์ (χ^2) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และดัชนีอื่นๆ ยังชี้ให้เห็นว่าโมเดลตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งหมายความว่าโมเดลที่สร้างขึ้นสามารถนำมาอธิบายคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ได้ โดยคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มี 4 ประกอบ ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (PROFESSION) การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (INTEGRATION) ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี (CENTURY) ทักษะชีวิต (SKILL) โดยแสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ตามมีรายละเอียดตาราง 26 และภาพที่ 10

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักองค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการพัฒนาตัวบ่งชี้
คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ตัวบ่งชี้/องค์ประกอบ	น้ำหนักองค์ประกอบ				CR
	R ²	S.E.	t	SC	
ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (PROFESSION)					
X1	0.44	-	-	0.44	0.57
X2	0.45	0.02	22.41*	0.45	0.54
X3	0.50	0.02	21.04*	0.50	0.56
X4	0.53	0.02	22.75*	0.53	0.66
X5	0.48	0.02	20.51*	0.48	0.53
X6	0.43	0.03	16.87*	0.43	0.37
X7	0.45	0.03	16.62*	0.45	0.48
X9	0.48	0.03	15.45*	0.48	0.53
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (INTEGRATION)					
X8	0.41	-	-	0.41	0.38
X10	0.39	0.02	16.08*	0.39	0.36
X11	0.48	0.03	15.92*	0.48	0.47
X12	0.46	0.03	16.37*	0.46	0.45
X13	0.47	0.03	16.70*	0.47	0.44
X14	0.40	0.03	14.57*	0.40	0.39
X15	0.44	0.03	14.11*	0.44	0.38
X16	0.42	0.03	15.22*	0.42	0.42
X17	0.43	0.03	14.93*	0.43	0.40
X18	0.47	0.03	15.15*	0.47	0.42
X19	0.48	0.03	15.66*	0.48	0.50

ตัวบ่งชี้/องค์ประกอบ	น้ำหนักองค์ประกอบ				CR
	R ²	S.E.	t	SC	
ทักษะการเรียนรู้ การใช้ชีวิตกรรมและเทคโนโลยี (CENTURY)					
X20	0.45	-	-	0.45	0.43
X21	0.47	0.02	20.93*	0.47	0.48
X22	0.45	0.02	18.41*	0.45	0.40
X23	0.48	0.03	18.29*	0.48	0.54
X24	0.47	0.03	16.98*	0.47	0.50
X25	0.48	0.03	17.67*	0.48	0.49
X26	0.52	0.03	17.31*	0.52	0.52
X27	0.46	0.03	16.76*	0.46	0.47
X28	0.46	0.03	16.65*	0.46	0.47
X29	0.43	0.03	16.13*	0.43	0.40
X30	0.44	0.03	15.23*	0.44	0.38
X31	0.43	0.03	15.76*	0.43	0.41
X32	0.49	0.03	16.48*	0.49	0.49
ทักษะชีวิต (SKILL)					
X33	0.44	-	-	0.44	0.38
X34	0.50	0.02	20.23*	0.50	0.52
X35	0.47	0.02	18.85*	0.47	0.44
X36	0.51	0.03	17.04*	0.51	0.53
X37	0.52	0.03	14.98*	0.52	0.56
X38	0.54	0.03	15.17*	0.54	0.54
X39	0.47	0.03	14.31*	0.47	0.43
X40	0.48	0.03	15.49*	0.48	0.47

ตัวบ่งชี้/องค์ประกอบ	น้ำหนักองค์ประกอบ				CR
	R ²	S.E.	t	SC	
ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (PROFESSION)	0.80	0.04	19.25*	0.80	0.62
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (INTEGRATION)	0.95	0.05	18.21*	0.95	0.94
ทักษะการเรียนรู้ การใช้ นวัตกรรมและเทคโนโลยี (CENTURY)	0.94	0.05	19.26*	0.94	0.94
ทักษะชีวิต(SKILL)	0.83	0.05	16.57*	0.83	0.81

$\chi^2 = 521.23$, $df = 471.00$ (P-value=0.06), $\chi^2/df = 1.11$, GFI= 0.97, AGFI=0.95, RMSEA=0.01, SRMR =0.03, CFI = 1.00

จากตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษ 21 มีน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.39-0.54 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบทุกมาตรฐานมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษ 21 เป็นรายองค์ประกอบได้ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (PROFESSION) มีตัวบ่งชี้จำนวน 8 ตัว ประกอบด้วย ครูสอนมีการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองตลอดเวลา (X1) ครูสอนมีการพัฒนาและปรับปรุงตนเอง และแสวงหาการสนับสนุนจากบุคคลในอาชีพเดียวกัน รับรู้ว่าการเปลี่ยนแปลงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นที่ต้องใช้ให้ทันเป็นประโยชน์โดยการเรียนรู้ทักษะใหม่เพื่อจะวางแผนสู่ออนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (X2) ครูสอนเข้ารับการอบรม หรือร่วมประชุมวิชาการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน (X3) ครูสอนศึกษาค้นคว้าริเริ่มสร้างสรรค์กิจกรรมสื่อและกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักเรียนและงานในวิชาชีพ (X4) ครูสอนเป็นแบบอย่างที่ดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น (X5) ครูสอนส่งเสริมให้นักเรียนทำงานกลุ่มและรายบุคคล (X6) ครูสอนมีทักษะการสื่อสาร การบรรยาย การยกตัวอย่าง การเลือกใช้สื่อ และการนำเสนอสื่อ รวมถึงการจัดสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม (X7) ครูสอนสามารถเรียบเรียง เชื่อมโยง สถานการณ์ปัจจุบันเข้ากับ

การเรียนการสอนได้ (X9) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.44 มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบมีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตในระดับสูง (ร้อยละ 57)

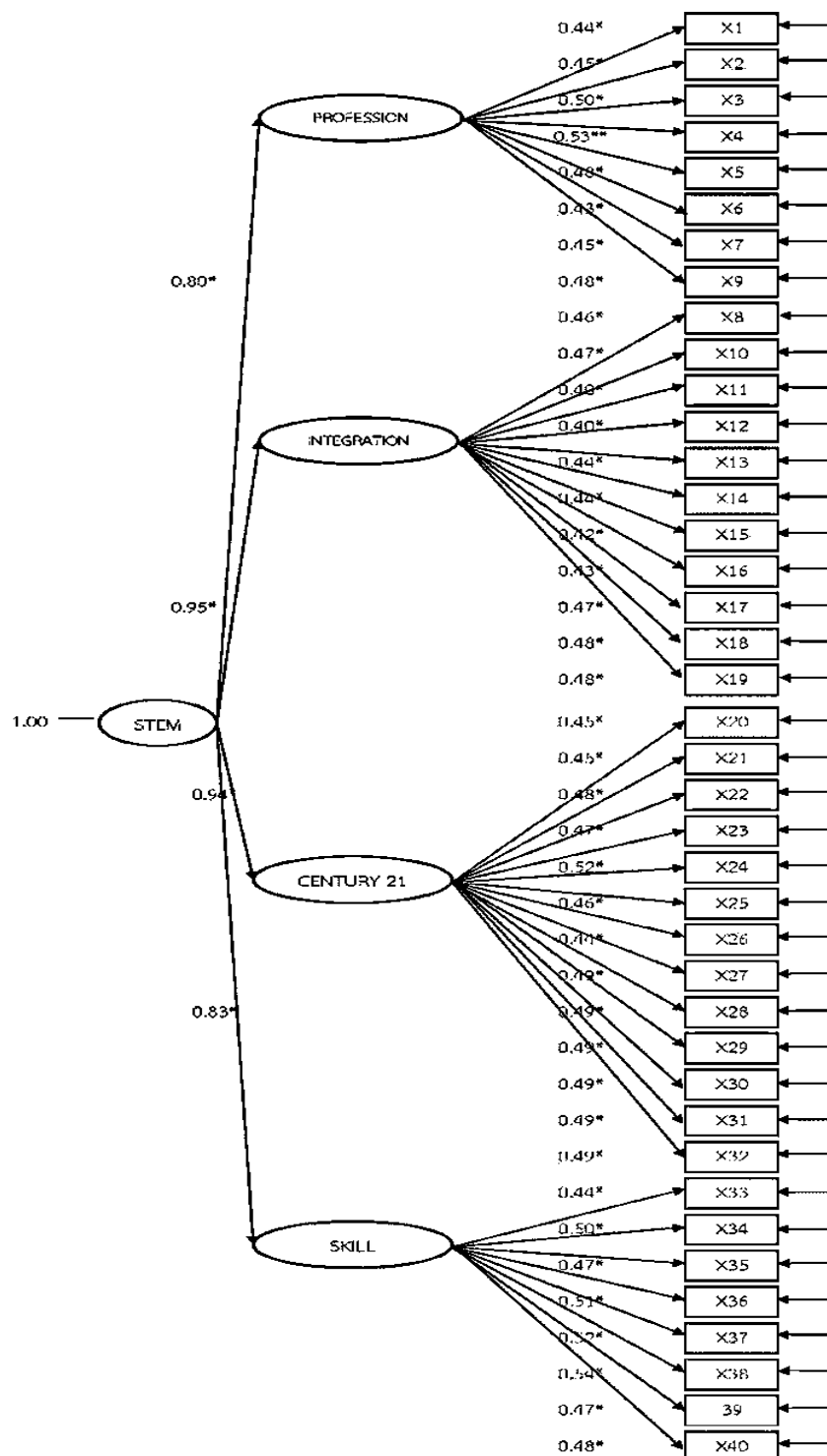
องค์ประกอบที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (INTEGRATION) มีตัวบ่งชี้จำนวน 11 ตัว ประกอบด้วย ครูสอนมีเทคนิคในการถ่ายทอดข้อมูล นำเสนอเนื้อหาชัดเจน สมบูรณ์ให้กับนักเรียน (X8) ครูสอนใช้เสียง น้ำเสียง ในการสื่อสารอย่างชัดเจน น่าฟังและน่าสนใจ ใช้ภาษาสุภาพ ถูกต้องและเหมาะสมกับนักเรียน (X10) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.41 มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการในระดับปานกลาง (ร้อยละ 38)

องค์ประกอบที่ 3 ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี (CENTURY) มีตัวบ่งชี้จำนวน 13 ตัว ประกอบด้วย ครูสอนสามารถสอนให้นักเรียนสรุปและเขียนรายงานเพื่อนำเสนอผลงาน ในรูปแบบแผนภูมิ แผนภาพ กราฟ แบบจำลอง หรือของจริงประกอบการนำเสนอได้หลายรูปแบบ (X20) ครูสอนจัดกระบวนการสอน ฝึกทักษะ แทรกที่กิจกรรมสร้างความสนใจทำให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนได้และรับรู้ขั้นตอนทั้งหมดจนสามารถนำไปใช้ได้จริงในสถานการณ์ใหม่ๆ (X21) ครูสอนนำเอาข่าวหรือเรื่องราวในหนังสือพิมพ์มาวิเคราะห์ตั้งคำถามร่วมกันเพื่อฝึกฝนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (X22) ครูสอนต้องมีทักษะในการเป็นโค้ชหรือผู้อำนวยการความสะอาดในการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้กับนักเรียน (X23) ครูสอนมีเข้าใจความแตกต่างของความคิดแต่ละคนในการตีความข้อความ เรื่องราวและเหตุการณ์ต่างๆ (X24) ครูสอนมีความรู้ในการที่จะบูรณาการการคิดวิจารณญาณลงในหลักสูตรโดยเฉพาะการบูรณาการสอดแทรกในรายวิชาที่สอน (X25) ครูสอนมีความรู้ ความสามารถใช้สื่อและเทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนการสอนได้อย่างหลากหลาย และสามารถชี้ให้นักเรียนเห็นถึงข้อดีข้อเสีย และการใช้เทคโนโลยีต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม (X26) ครูสอนมีความสามารถในการถ่ายทอดหรือขยายความรู้ของตนสู่ผู้เรียนผ่านสื่อเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ (X27) ครูสอนมีความสามารถในการเสาะหาและคัดเลือกเนื้อหาความรู้หรือเนื้อหาที่ทันสมัยเหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนผ่านทางสื่อเทคโนโลยี ตลอดจนถึงตามทันเทคโนโลยีและข่าวสาร (X28) ครูสอนเป็นผู้ที่ใช้เทคโนโลยีอย่างคุ้มค่า และใช้ได้อย่างหลากหลายและสามารถใช้เทคโนโลยีสร้างบทเรียนได้ (X29) ครูสอนสามารถใช้สื่อเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล ทั้งในฐานะที่เป็นผู้ผลิตความรู้ ผู้กระจายความรู้และผู้ใช้ความรู้ (X30) ครูสอนมีการถ่ายทอดความคิดริเริ่ม แปลกใหม่ แตกต่างจากธรรมดาและไม่ซ้ำกับที่มีอยู่เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง นักเรียนและสังคม (X31) ครูสอนมีทักษะด้านการคิดในรูปแบบที่หลากหลาย (X32) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.45 มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีในระดับปานกลาง (ร้อยละ 43)

และองค์ประกอบที่ 4 ทักษะชีวิต (SKILL) มีตัวบ่งชี้จำนวน 8 ตัว ประกอบด้วย ครูสอนมีใจเปิดกว้าง เปิดใจ มีการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้ดีเพื่อเรียนรู้แลกเปลี่ยนสิ่งใหม่ (X33) ครูสอนจัดกระบวนการสอนที่ทำให้นักเรียนสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อตนเอง นักเรียนและสังคม (X34) ครูสอนมีการส่งเสริมกระตุ้น เปิดโอกาส ตั้งใจฟัง เอาใจใส่ในความคิดที่แปลกใหม่จากนักเรียนในการผลิตผลงาน การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อตนเองและสังคม (X35) ครูสอนบูรณาการเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ให้เป็นสาระที่มีความสำคัญต่อชีวิตและใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างดีและสอดคล้องกับบทเรียน (X36) ครูสอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ได้เผชิญปัญหาและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมและให้มีกิจกรรมที่หลากหลาย (X37) ครูสอนสามารถสอนนักเรียนให้ปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำได้ (X38) ครูสอนนำเอาธรรมชาติ วัฒนธรรมผสมผสานเพื่อการเรียนรู้โดยเฉพาะการพัฒนาทักษะชีวิต (X39) ครูสอนสามารถพัฒนาศักยภาพทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียน ให้เป็นคนดีของสังคม (X40) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.44 มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบทักษะชีวิตในระดับปานกลาง (ร้อยละ 38)

เมื่อพิจารณาน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 พบว่า คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.80-0.95 โดยองค์ประกอบที่ 1 ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (PROFESSION) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.80 มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบมีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตในระดับสูง (ร้อยละ 62) องค์ประกอบที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (INTEGRATION) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.95 มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบมีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตในระดับสูง (ร้อยละ 94) องค์ประกอบที่ 3 ทักษะการเรียนรู้การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี (CENTURY) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.94 มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบมีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตในระดับสูง (ร้อยละ 94) และองค์ประกอบที่ 4 ทักษะชีวิต (SKILL) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.83 มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบมีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตในระดับสูง (ร้อยละ 81)

โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของ
ครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ดังภาพที่ 10



$$\chi^2 = 521.23, df = 471.00, P\text{-value}=0.06, RMSEA=0.01$$

ภาพที่ 10 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของ
ครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 2) ทดสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้ทรงคุณวุฒิสำหรับการสัมภาษณ์ 6 ท่าน และครูสอนสะเต็มศึกษาที่รับการอบรมด้วยระบบทางไกลจาก สสวท. โครงการบูรณาการสะเต็มศึกษา ปี 2561 จำนวน 1,600 คน จาก 5 สังกัด ได้แก่ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น สังกัดกรุงเทพมหานคร สังกัดการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย และสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ 800 คน และวิเคราะห์องค์ประกอบยืนยันจำนวน 800 คน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามได้รับแบบสอบถามคืนมาจำนวน 1,600 ฉบับ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 1. แบบสัมภาษณ์เชิงลึกแบบกึ่งมีโครงสร้าง สำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 คน 2. วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจและเชิงยืนยัน มี 2 ตอน ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วย เพศ กลุ่มสาระการเรียนรู้ ระดับการสอน ศูนย์เข้ารับการอบรมสะเต็มศึกษา ตอนที่ 2 แบบวัดคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา ลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด จำนวน 51 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ตอนที่ 1 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จากแหล่งเอกสารและจากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 2.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง วิเคราะห์สถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ค่าความเบ้ (SK) และค่าความโด่ง (Ku) เพื่อบรรยายคุณลักษณะตัวแปรพื้นฐาน และ 2.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะของครูสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

จากข้อมูลการวิเคราะห์เอกสารและข้อมูลการสัมภาษณ์ทำให้ผู้วิจัยได้ประเด็นสำคัญในการสร้างเครื่องมือเพื่อสำรวจองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ดังนี้

- 1) ด้านการพัฒนาตนเองในงานวิชาชีพ มีควรมีการแสวงหาความรู้ให้ทันต่อยุคปัจจุบัน สรรหาแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายตลอดชีวิต พัฒนาและปรับปรุงตนเองทันต่อยุคปัจจุบันอย่างต่อเนื่อง และสามารถถ่ายทอดประสบการณ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นผ่านช่องทางที่หลากหลายอย่างสม่ำเสมอ
- 2) ด้านทำงานร่วมกับผู้อื่น มีการแสวงหาความรู้ให้ทันต่อยุคปัจจุบัน สรรหาแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายตลอดชีวิต พัฒนาและปรับปรุงตนเองทันต่อยุคปัจจุบันอย่างต่อเนื่อง และสามารถถ่ายทอดประสบการณ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นผ่านช่องทางที่หลากหลายอย่างสม่ำเสมอ
- 3) ด้านทักษะการสื่อสาร สื่อสารอย่างชัดเจน ตั้งแต่การเรียบเรียงความคิดและมุมมองที่ เข้าใจง่ายในการถ่ายทอด สื่อสารของความหมาย ความรู้ การแสดงคุณค่าทัศนคติ และความตั้งใจของสื่อสารเพื่อการบรรลุเป้าหมายการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี สื่อสารด้วยหลากหลายภาษาตามสภาพแวดล้อมปัจจุบัน และผ่านสื่อเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ
- 4) ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีการจัดการศึกษาแบบบูรณาการความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และ คณิตศาสตร์ มาผสมผสานกันอย่างลงตัว กระตุ้นด้านความสนใจในสืบเสาะหาความรู้ สืบค้น ตรวจสอบ และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง มีการออกแบบพัฒนาผลงานชิ้นงานใหม่ ปรับปรุงจากของเดิม ผลิตใหม่ นวัตกรรมใหม่ ที่ส่งเสริมด้านการคิด การแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต การประกอบวิชาชีพ และการทำงานในยุคปัจจุบันและโลกอนาคตยุคประชาคมอาเซียนที่มีคุณภาพชีวิตที่ดี
- 5) ด้านสอนแบบโครงงานเป็นฐาน กระตุ้นให้นักเรียนสนใจที่จะทำโครงงาน โดยจัดกิจกรรมต่างๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนสัมผัสกับปัญหา เพื่อที่นักเรียนจะได้มองเห็นปัญหา ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการวางแผนทำโครงงาน ให้ความคิดเห็นในเรื่องความเป็นไปได้ของโครงงาน ชี้แนะแหล่งความรู้ต่างๆ ดิชมแผนงานในการทำโครงงานทั้งหมดของนักเรียน
- 6) ด้านคิดแบบวิจารณ์ญาณ เป็นผู้มีใจกว้าง ยอมรับฟังและพิจารณาความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองเป็นหลัก มีใจเป็นกลาง กว้างขวาง จะทำให้ได้ข้อมูลมากพอต่อการใช้ในการตัดสินใจได้ดีมากขึ้น เข้าใจความรู้สึกของผู้อื่นที่อาจจะทำให้สามารถรับรู้สถานการณ์ ความคิด ความรู้สึกของผู้อื่นได้ดีกว่าเปลี่ยนความคิดเห็นที่ตนมีอยู่ได้ ถ้ามีข้อมูลที่มีเหตุผลมากกว่า กระตือรือร้นในการค้นหาข้อมูลและความรู้ การมีข้อมูลและความรู้มาก ทำให้การตัดสินใจย่อมถูกต้องและแม่นยำ เพื่อประกอบในการตัดสินใจ เป็นผู้ไม่ยึดติดหรืออารมณ์ในการตัดสินใจ ข้อมูลที่มีเหตุผลจะทำให้การตัดสินใจดีกว่า
- 7) ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นผู้ช่วยเหลือนับสนุนการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ จัดการสารสนเทศอย่างเป็นระบบ รู้เท่าทันกับสื่อ

เทคโนโลยีสารสนเทศ มีความสามารถด้านไอทีที่จำเป็น มีการแสวงหาและพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้

8) ด้านความคิดสร้างสรรค์ มีอารมณ์ที่แจ่มใส มีใจคิดสร้างสรรค์ ร่วมแก้ปัญหาและใช้เวลาในการค้นหาคำตอบของนักเรียน เป็นผู้ชี้แนะแนวทางการแก้ปัญหา ใช้เทคนิคในการกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว เชื่อมโยงความคิดอย่างเป็นระบบอย่างมีขั้นตอน ใช้สื่อ เทคนิค และวิธีการกิจกรรม รูปแบบ แนวทางที่หลากหลายในการกระตุ้นให้เกิดความคิด สามารถผลิตงานที่แปลกใหม่แตกต่าง ไม่เหมือนใคร และสามารถเชื่อมโยงความคิดสร้างสรรค์กับรูปแบบการเรียนรู้อื่นๆ ในการนำไปประยุกต์ใช้

9) ด้านทักษะชีวิต สามารถในนำความรู้ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง ทำงานและอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล จัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม ปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม รู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

10) ด้านการวัดและประเมินผล สามารถวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีการประเมินผลได้อย่างเหมาะสม ด้วยเครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย สามารถนำผลการประเมินมาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้

2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

2.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจของคุณลักษณะของครูสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีจำนวนองค์ประกอบที่ชัดเจนจำนวน 4 องค์ประกอบ 40 ตัวแปร

องค์ประกอบที่ 1 มีจำนวน 8 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง .47 ถึง .69 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 9.02 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 1 “ทักษะชีวิต”

องค์ประกอบที่ 2 มีจำนวน 13 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง .46 ถึง .68 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 8.42 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 2 ว่า “ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี”

องค์ประกอบที่ 3 มีจำนวน 8 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง .52 ถึง .65 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 7.87 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 3 ว่า “ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต”

องค์ประกอบที่ 4 มีจำนวน 11 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง .52 ถึง .65 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 6.72 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 4 ว่า “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ”

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 พบว่า ประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 ทักษะชีวิต องค์ประกอบที่ 2 ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี องค์ประกอบที่ 3 มีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต องค์ประกอบที่ 4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์พิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ (χ^2) เท่ากับ 521.23 ,df เท่ากับ 471.00

ค่า P-value เท่ากับ 0.06, ค่า GFI เท่ากับ 0.97, ค่า AGFI เท่ากับ 0.95, ค่า RMSEA เท่ากับ 0.01, ค่า SRMR เท่ากับ 0.03 แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

เมื่อพิจารณาน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 พบว่า คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.80 ถึง 0.95 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (INTEGRATION) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.95 มีความแปรผันร่วมกับคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในระดับสูง ร้อยละ 94 รองลงมา ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี (CENTURY) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.94 มีความแปรผันร่วมกับคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในระดับระดับสูง ร้อยละ 94 กับทักษะชีวิต (SKILL) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.83 มีความแปรผันร่วมกับคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในระดับสูง ร้อยละ 81 และค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่ำที่สุด ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (PROFESSION) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.80 มีความแปรผันร่วมกับคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ร้อยละ 62

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้มีประเด็นการอภิปรายประเด็นองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ดังต่อไปนี้

1. จากข้อมูลการวิเคราะห์เอกสารและข้อมูลการสัมภาษณ์ทำให้ผู้วิจัยได้ประเด็นสำคัญในการสร้างเครื่องมือเพื่อสำรวจองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ดังนี้ 1) ด้านการพัฒนาตนเองในงานวิชาชีพ 2) ด้านทำงานร่วมกับผู้อื่น 3) ด้านทักษะการสื่อสาร 4) ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา 5) ด้านสอนแบบโครงงานเป็นฐาน 6) ด้านคิดแบบวิจาร์ณญาณ 7) ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 8) ด้านความคิดสร้างสรรค์ 9) ด้านทักษะชีวิต และ 10) ด้านการวัดและประเมินผล เนื่องจากนักวิชาการ นักวิจัยในประเทศและต่างประเทศ ร่วมกับการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ทรงคุณวุฒิที่มีผู้ที่มีความรู้ ความเข้าใจเรื่องการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาหรือมีผลงานเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา โดยพิจารณาจากผลงานวิชาการ ได้แก่ ประสบการณ์การสอน การเขียนตำรา การวิจัย การเขียนบทความและการเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

2. จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และการวิเคราะห์องค์ประกอบยืนยัน ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ พบว่าองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสะเต็มศึกษาใน

ศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วยองค์ประกอบที่ 1 มีจำนวน 8 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง .47 ถึง .69 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 9.02 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 1 “ทักษะชีวิต” แสดงให้เห็นว่าครูสอนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง ทำงานและอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล จัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม ปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม รู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น สอดคล้องกับสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท. (2561) ที่กล่าวไว้ว่า ครูสอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการที่ทำทลายความคิดของนักเรียน เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ส่งเสริมให้นักเรียนคิดสร้างสรรค์ เชื่อมโยง เนื้อหาเข้าสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริง ใช้กลวิธีการสอนที่เหมาะสม จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหา และความเข้าใจในเนื้อหา

องค์ประกอบที่ 2 มีจำนวน 13 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง .46 ถึง .68 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 8.42 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 2 ว่า “ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี” แสดงให้เห็นว่าครูสอนสะสมศึกษามีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการสร้างนวัตกรรม คิดอย่างมีวิจรรณญาณในการแก้ปัญหา สื่อสารได้อย่างชัดเจน สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี ใช้สื่อเทคโนโลยี สารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลทั้งในฐานะที่เป็นผู้ผลิตความรู้ ผู้กระจายความรู้ และผู้ใช้ความรู้ วิจัย พานิช (2555) ที่กล่าวไว้ว่า ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม จะเป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน ได้แก่ 1) ความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม 2) การคิดอย่างมีวิจรรณญาณและการแก้ปัญหา 3) การสื่อสารและการร่วมมือ ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี เนื่องด้วยในปัจจุบันมีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารผ่านทางสื่อและเทคโนโลยีมากมาย นักเรียนจึงต้องมีความสามารถในการแสดงทักษะการคิดอย่างมีวิจรรณญาณและปฏิบัติงานได้หลากหลาย โดยอาศัยความรู้ในหลายด้าน ดังนี้ 1) ความรู้ด้านสารสนเทศ 2) ความรู้เกี่ยวกับสื่อ 3) ความรู้ด้านเทคโนโลยี ทักษะชีวิตและอาชีพ ในการดำรงชีวิตและทำงานในยุคปัจจุบันให้ประสบความสำเร็จ นักเรียนจะต้องพัฒนาทักษะชีวิตที่สำคัญดังต่อไปนี้ 1) ความยืดหยุ่นและปรับตัว 2) การริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง 3) ทักษะสังคมและสังคมข้ามวัฒนธรรม 4) การเป็นผู้สร้างหรือผลิตและความรับผิดชอบเชื่อถือได้ 5) ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

องค์ประกอบที่ 3 มีจำนวน 8 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง .52 ถึง .65 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 7.87 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 3 ว่า “มีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต” แสดงให้เห็นว่าครูสอนสะสมศึกษามีการแสวงหาความรู้ให้ทันต่อยุคปัจจุบัน สรรหาแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายตลอดชีวิต พัฒนาและปรับปรุงตนเองทันต่อยุคปัจจุบันอย่างต่อเนื่อง และสามารถถ่ายทอดประสบการณ์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นผ่านช่องทางที่หลากหลายอย่างสม่ำเสมอ สอดคล้องกับ สสวท. (2561) ที่

กล่าวว่าครูสอนต้องเข้ารับการอบรมหรือร่วมประชุมวิชาการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ศึกษาปัญหา สืบค้น วิธีการเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาการจัดการเรียนรู้ นำผลการศึกษา/นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ไปใช้พัฒนานักเรียน โดยมีหลักฐานเชิงประจักษ์ ถ่ายทอด เผยแพร่ผลการศึกษา/นวัตกรรม เป็นตัวอย่างแก่เพื่อนครูในการทำงาน หรือสร้างนวัตกรรม มีแผนการทำงานร่วมกันในจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

องค์ประกอบที่ 4 มีจำนวน 11 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง .52 ถึง .65 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 6.72 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 4 ว่า “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ” แสดงให้เห็นว่าครูสอนสะเต็มศึกษามีการจัดบูรณาการสอนข้ามกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยการนำจุดเด่นของ วิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชา มาผสมผสาน โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ตลอดจนสามารถนำไปบูรณาการความรู้อื่นได้ พัฒนาระบบการผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน สอดคล้องกับ สสวท. (2561) มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเนื้อหาตามมาตรฐานหลักสูตรและตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ ของรายวิชา และระดับชั้นที่สอนจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี เข้าใจกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการเทคโนโลยี และการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง

และผลการวิจัยพบว่า ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ค่าไค-สแควร์ (χ^2) เท่ากับ 521.23 ,df เท่ากับ 471.00 ค่า P-value เท่ากับ 0.06, ค่า GFI เท่ากับ 0.97, ค่า AGFI เท่ากับ 0.95 ส่วนในกลุ่มดัชนีเปรียบเทียบ พบว่า CFI = 1.00 เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ความสอดคล้อง พบว่า ค่าไค-สแควร์ (χ^2) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และดัชนีอื่นๆ ยังชี้ให้เห็นว่าโมเดลตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งหมายความว่าโมเดลที่สร้างขึ้นสามารถนำมาอธิบายคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ได้ แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พูลพงษ์ สุขสว่าง (2556) รวมถึงการพิจารณา ค่าดัชนีรากมาตรฐานของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลานเคลื่อนโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.01 และค่าดัชนีรากมาตรฐานของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือ(SRMR) เท่ากับ เท่ากับ 0.03 ซึ่งมีค่าต่ำมากใกล้ศูนย์ แสดงว่าสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังคำกล่าวของพูลพงษ์ สุขสว่าง (2556) ที่กล่าวว่า ค่าดัชนี ค่าดัชนีรากมาตรฐานของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลานเคลื่อนโดยประมาณ (RMSEA) และค่าดัชนีรากมาตรฐานของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือ(SRMR) ยิ่งเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงให้เห็นว่าโมเดลคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยคุณลักษณะของ

ครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 มี 4 ประกอบ ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (PROFESSION) จัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (INTEGRATION) ทักษะการเรียนรู้ การใช้ นวัตกรรมและเทคโนโลยี (CENTURY) ทักษะชีวิต (SKILL) สองคล้องกับ สสวท. (2561) คุณลักษณะ ของครูสอนสะเต็มศึกษาเข้ารับการอบรมหรือร่วมประชุมวิชาการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ อย่างต่อเนื่องและนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีความรู้ความเข้าใจกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์และกระบวนการเทคโนโลยี จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 และมีความรู้ความเข้าใจการจัดการ เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง สรุปได้ว่า คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา ในศตวรรษที่ 21 ดังนี้ ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (PROFESSION) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เชิงบูรณาการ (INTEGRATION) ทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี (CENTURY) ทักษะ ชีวิต(SKILL)

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะใน การทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1 องค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน จากสูงไปหาต่ำ คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (INTEGRATION) ด้านทักษะชีวิต (SKILL) ด้านทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี (CENTURY) และด้านทักษะการ เรียนรู้ตลอดชีวิต (PROFESSION) ตามลำดับซึ่งน้ำหนักองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็ม ศึกษา ควรจะเริ่มต้นในการพัฒนาองค์ประกอบคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา มีค่าน้ำหนัก องค์ประกอบมาตรฐานจากสูงไปหาต่ำ คือด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (INTEGRATION) ด้านทักษะการเรียนรู้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี (CENTURY) ด้านทักษะชีวิต (SKILL) และด้านทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (PROFESSION) ตามลำดับ ซึ่งน้ำหนักการพัฒนา องค์ประกอบมาตรฐานสูงสุดไปหาต่ำสุด เนื่องจากองค์ประกอบที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน สูงสุด สามารถพัฒนาด้านคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาได้ง่ายการองค์ประกอบที่ 2 มีค่า น้ำหนักมาตรฐานต่ำสุด

2. การพัฒนาคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษานั้น ควรมีการจัดอบรมเรื่องคุณลักษณะ ของครูสอนสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาครูสอนสะเต็มศึกษาอย่างแท้จริง

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา เช่น ด้านการทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ ด้านการมีทักษะการเรียนรู้ และการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี และด้านทักษะชีวิต เป็นต้น

2 ควรมีการเปรียบเทียบโมเดลการวัดคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาคู่กับคุณลักษณะนักเรียนสะเต็มศึกษาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกระบวนการสอนสะเต็มศึกษา



รายการอ้างอิง

- 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 Partnerships. *School
Science and Mathematics, 112*(1), 3-11.
- Bybee, R. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. . *Technology and
Engineering Teacher, 70*(1), 30-35.
- Bybee, R. w. (2013). *The case for STEM education: Challenger and opportunities*.
Arlington: NSTA press.
- Capraro et al. (2013). *STEM Project-based learning*. Texas: Sence publisher.
- Ceylan & Ozdilek. (2015). *improving a simple lesson plan for secondary science
courses within the STEM Education (Master thesis)*. tukey: Uludag University.
- Claymier, B. (2014). Integrating STEM into the elementary curriculum, March. Retrieved
from <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/edupsru/article/view/108253>
- Clemm, D. (2012). Maryland State Department of Education : Science, Technology,
Engineering, and mathematics (STEM) educatio. Retrieved from
www.Marylandpublicschools.org/MSDE/programs/stem
- Dejarnette. (2012). America's Children: Providing Early Exposure to STEM (Science,
Technology Engineering, and Math) Initiatives. *Education, 133*(1), 77-84.
- Diana, L. R. (2012). Integrated STEM Education through Project-Based Learning. Retrieved
from
[http://www.rondout.k12.ny.us/common/pages/DisplayFile.aspx?itemId=1646697
5](http://www.rondout.k12.ny.us/common/pages/DisplayFile.aspx?itemId=16466975)
- Dillivan, K. D. & Dillivan, M. N. (2014). Student interest in STEM disciplines: Results from
a summer day camp. *Journal of Extension, 52*(1), 1-12.
- Elaine J. Hom. (2014). What is STEM Education? Retrieved from
<https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>
- Gonzalez & Heather B. (2012). Science, Technology, Engineering, and Mathematics
(STEM) Education: A Primer.
- Hair, j. F. e. A. (1995). *Multivariate Data Analysis*. NJ: Prentice-Hall.

- Ibrahim Erdogan & Ayse Ciftci. (2017). Investigating the Views of Pre-service Science Teachers on STEM Education Practices. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL & SCIENCE EDUCATION*, 12(5), 1055.
- John W. Best. (1997). *Research in Education*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Johnston, J. N. (1981). *Indicators of Education System*. London: UNESCO.
- Joyec, A. D. M. (2011). *Science, technology, engineering and mathematics education: Overcoming challenges in Europe*. Intel Educator Academy EMEA.
- Kim, J. O. & Mueller, C. W. (1978). *Factor analysis: Statistical method and practical issues*. In *Sage University paper series on quantitative applications in the social sciences*. Beverly Hills, CA: SAGE Publications.
- Lantz, H. B. (2009). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education What Form ? What Function ? Retrieved from www.curretechintegration.com/pdf/STEMEducationArticle
- Mary Ann Coughlin and William Knight. (2007). Structural Equation Modeling for Institutional Researchers: Applications using SPSS and AMOS. Retrieved from <http://web.stanford.edu/group/ssds/weblog/archives/2007/04/>
- Mehalik, M. M., Doppelt, Y. & Schunn, C. D. (2005). *Addressing performance and equity of a design-based systems approach for teaching science in eighth grade*. Annual Meeting of the American Educational Research Association, Montreal.
- National Research Council. (2011). Assessing 21st century skills: Summary of a workshop. *National Academies Press*.
- O'Neil, T. L. e. a. (2012). Teaching STEM Means Teacher Learning. *Phi Delta Kappan*.
- Rece Herboldsheimer, & Paige Gordon. (2013). Curriculum Development Course at a Glance Planning For STEM. *Sample Curriculum-Posted*, 15.
- Robert, A. (2013). STEM is here. Now what? *Technology and Engineering Teacher*. 22-27.
- Robert M. Capraro & Sunyoung Han. (2014). STEM The Education Frontier to Meet 21st Century Challenges. *Middle Grades Research Journal*, 9(3), xv-xvi.
- Schachter, R. (2012). A classroom of Engineering: Teaching STEM in The Younger Grade. *Scholastic Instructor*. Spring, 42-47.

- Scott. (2012). An Investigation of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Focused High School in the US. *STEM Education*, 13(5), 30-39.
- Stevens, J. (1986). *Applied multivariate statistics for the social sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Tara O'Neill, Lisa Yamagata, Justin Yamagata, & Susan Togioka. (2012). Teaching STEM Means teacher learning. *Kappan*, 94(1), 36-40.
- Tseng, K., Chang, C., Lou, S. & Chen, W. (2011). Attitudes toward Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in a Project-based Learning (PjBL) Environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23, 87-102.
- Vasquez, J. A., Comer, M. & Sneider, C. (2013). *STEM Lesson Essentials, Grades 3-8 Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Portsmouth: Heinemann.
- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 18(4), 334.
- กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์. (2557). เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการการพัฒนานักวิชาชีพครู ในการจัดการเรียนรู้เพื่อยกระดับคุณภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. Retrieved from <https://teacherkobwit2010.files.wordpress.com/2012/12/>
- กัญญวิทย์ กลิ่นบำรุง และสมศักดิ์ อรรถทิมากุล. (2562). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสำหรับการศึกษาศึกษาวิชาชีพครูสายส่งความถี่สูง. *วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 10(2).
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2551). การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร. กรุงเทพฯ: ธรรมสาร.
- ขจรเดช บุตรพรม. (2556). เปิดเล่ม สสวท. สะเต็มศึกษา. *นิตยสาร สสวท.*, 42(184).
- คงศักดิ์ ชมชุม. (2557). มาตรฐานและตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการจัดการศึกษาด้านอุตสาหกรรมการบิน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา ภาควิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย). มหาวิทยาลัยศิลปากร,
- จำรัส อินทลาพร และคณะ. (2561). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา. *วารสารมนุษยศาสตร์. สังคมศาสตร์ และศิลปะ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 8(1), 62.

- ชนกันนท์ พะสุโร. (2558). ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบ่อหิน จังหวัดยะลา. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา,
- ชลาริป สมานิติ. (2557). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาปฐมวัย. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 30(2), 102.
- ชุตินา วิชัยดิษฐ และชาติรี ฝ่ายคำตา. (2560). การสำรวจมุมมองการสอนสะเต็มศึกษาของนิสิตครูวิทยาศาสตร์. ว.มร., 11(3), 171-173.
- ธานี จันทร์นาง. (2556). สะท้อนความคิดจากประสบการณ์การใช้กิจกรรม STEM Education ในห้องเรียน. วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 19, 29-36.
- นงนุช เอกตระกูล. (2557). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education. . Retrieved from http://swis.act.ac.th/html_edu/act/temp_emp_eseach/2605.pdf
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2542). โมเดลริสเรล: สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย และคณะ. (2551). การสำรวจและสังเคราะห์ ตัวบ่งชี้คุณธรรมจริยธรรม. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- นันทชา อัมฤทธิ์. (2559). การวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่องงานและพลังงานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยนเรศวร,
- นุชนภา ราชนิยม. (2558). การศึกษาสภาพปัญหาและความพร้อมของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบสะเต็มศึกษาในระดับประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- นุศวดี พจนานุกิจ และคณะ. (2559). ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการสะเต็มศึกษา. Retrieved from <http://oho.ipst.ac.th/stem-ed-workshop-problem/>
- ปัญญาพันธ์ วิเศษสมวงศ์. (2558). ส่วนอาเซียนสำนักงานการประชาสัมพันธ์ต่างประเทศจากบทความออนไลน์. Retrieved from <http://www.aseanhai.net/special-news-detail.php?id=127>

- ปารีชาติ ประเสริฐสังข์ และณัฐวุฒิ พิมชาติ. (2560). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 11(1).
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร, 32(2), 49.
- พรสวรรค์ สองแคว. (2559). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรื่อง “รู้จักหิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน” ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร,
- พลศักดิ์ แสงพรหมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,
- พิมพ์กา ธรรมสิทธิ์. (2552). การพัฒนาตัวบ่งชี้การจัดการศึกษาของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง: การทดสอบโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต). สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น,
- พูลพงศ์ พลศรีเลิศ. (2556). โมเดลสมการโครงสร้าง. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- พูลพงศ์ สุขสว่าง. (2556a). โมเดลสมการโครงสร้าง. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- พูลพงศ์ สุขสว่าง. (2556b). สร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ บริษัท ตาตาพับลิ เคชั่น จำกัด.
- เพชรน้อย สิงห์ช่างชัย. (2549). หลักการและการใช้สถิติการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวสำหรับการวิจัยทางการแพทย์. สงขลา: ชานเมืองการพิมพ์.
- ภัสสร คิดมา. (2558). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เรื่องระบบร่างกายของมนุษย์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต). สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร,
- มนตรี จุฬาวัดนทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม. นิตยสาร สสวท., 42(184).
- มานะ อินทรสว่าง. (2556). รายงานการใช้นวัตกรรม ชุดทดลองสำหรับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้ากระแสตรง.
- ยุทธ ไถยวรรณ. (2556). การวิเคราะห์สถิติหลายตัวแปรสำหรับงานวิจัย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- รักษพล ธนานุวงศ์. (2556). บูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีตาม
แนวทางสะเต็มศึกษา ส่งเสริมการเรียนรู้ด้านการคมนาคมขนส่งทางราง. นิตยสาร สสวท.,
42(184).
- รักษศิริ และคณะ. (2560). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการ
จัดการเรียนรู้ STEM Education เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 19(2).
- ราวรรณ์ ทิลาพันธ์. (2558). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางรู้
การเรีนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์,
- วรรณณะ ปัดชา. (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรีนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม
ศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้มหาคคม. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
) . สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาควิชาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร,
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์บริษัท ตาตา
พับลิเคชั่น จำกัด.
- วิลาวัลย์ มาคุ้ม. (2549). การพัฒนาตัวบ่งชี้การจัดการความรู้ของครูในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัด
กระทรวงศึกษาธิการ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุขฎีบัณฑิต). สาขาวิชาการบริหาร
การศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,
- วิเศษ วชิรวัตถานนท์. (2559). การปฏิบัติการส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยการจัดการ
เรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์
โรงเรียนนาปีปทุม. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,
- ศักดิ์ชาย เพชรช่วย. (2541). การพัฒนาตัวบ่งชี้รวมคุณภาพการศึกษา. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต
) . สาขาวิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2550). ทฤษฎีการประเมิน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สตียา ลังการ์พินธุ์. (2556). จาก STEM สู่ STEAM : Why What How ทำไมวงการศึกษากำลังให้ความสนใจ
สนใจ STEM/STEAM Education. Retrieved from
[http://www.slideserve.com/junior/stem-steam-Why-What-How-stem-steam-
Education.](http://www.slideserve.com/junior/stem-steam-Why-What-How-stem-steam-Education)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ครูดีเด่นสะเต็มศึกษาประเทศไทย.

Retrieved from <http://pd.ipst.ac.th/?ddownload=2713>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). สะเต็มศึกษาการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. นิตยสาร สสวท., 42(186).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3. กรุงเทพฯ: องค์การค้ำของ สกสศ.

สมบูรณ์ วุฒิชัย. (2550). การวิเคราะห์องค์ประกอบ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง. .

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน STEM Education. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 17(3).

สุทธิดา จำรัส. (2560). นิยามของสะเต็มและลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ., 10(2).

สุธีระ ประเสริฐสรรพ. (2558). สะเต็มศึกษา : ความท้าทายใหม่ของการศึกษาไทย. สงขลา: นำศิลป์ โฆษณา จำกัด.

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21. นิตยสาร สสวท., 42(184).

สุภมาศ อังสุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณ, & รัชนิกุล ภิญโญภาณุวัฒน์. (2554). สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์:เทคนิคการใช้โปรแกรม LISREL. กรุงเทพฯ: บริษัท เจริญดีมั่นคงการพิมพ์.

สุรพงษ์ เอื้อศิริพรฤทธิ์. (2547). การพัฒนาตัวบ่งชี้รวมความเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในจังหวัดภาคใต้. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุขุภักดิ์บัณฑิต). สาขาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,

สุวิมล ตีรภานนท์. (2553). การวิเคราะห์ตัวแปรพหุในงานวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เสรี ชัดเข้ม. (2547). การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน. วารสารวิจัยและวัดผลการศึกษามหาวิทยาลัยบูรพา, 15-42.

อธิฐาน จันทร์ทา. (2560). การพัฒนาตัวบ่งชี้ความพร้อมในการเข้าสู่ประชาคมอาเซียนของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม,

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). เทคโนโลยีและวิศวกรรมคืออะไรในสะเต็มศึกษา. นิตยสาร สสวท., 42(185), 35-37.

อุปการ จีระพันธุ์. (2556). สะเต็มศึกษาของใหม่สำหรับประเทศไทยหรือไม่. นิตยสาร สสวท., 42(185), 32-34.





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก หนังสือขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือและ
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ





บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

โทร.034-218790

ที่ อว 8606 (นร)/๑๐๑๒

วันที่ 4 พฤศจิกายน 2562

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณวีร์ บุญคุ้ม

ด้วย นางสาวจิตาภรณ์ ชาวห้วยหมาก รหัสประจำตัว 59264306 นักศึกษาระดับปริญญาโท บัณฑิต
สาขาวิชาวิจิตรวิทยาการวิจัยทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนา
ควมบ่งชี้คุณลักษณะครูผู้สอนสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในศตวรรษที่ 21 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้
ผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(อาจารย์ ดร.อริกมาส มากजू)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

โทร.034-218790

ที่ อว 8606(ทศ) ๕๑๔๑

วันที่ 29 สิงหาคม 2562

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ตรภัส น้าสมบุญ

ด้วย นางสาวฐิตาภรณ์ ชาวช่วยหมาก รหัสประจำตัว 59264306 นักศึกษาระดับปริญญาโท บัณฑิต
สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนา
ตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูผู้สอนสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในศตวรรษที่ 21 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้
ผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(อาจารย์ ดร.อริกมาส มากู้ย)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว 8606(พฐ)/๗94๒



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

29 สิงหาคม 2562

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.มนต์อมร ปรีชารัตน์

ด้วย นางสาวฐิตาภรณ์ ชาวห้วยหมาก รหัสประจำตัว 59264306 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต
สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "
การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูผู้สอนสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในศตวรรษที่ 21 "

ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้
ผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อริกมาส มากจู้ย)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- | | |
|--|---|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. วรรณวีร์ บุญคุ้ม | <p>อาจารย์ประจำภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
Ph.D. (Educational Research)
The University of York, UK (2005)</p> |
| 2. อาจารย์ ดร. มนัสนันท์ นำสมบุรณ์ | <p>อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปริญญาเอก ครุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต
วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย</p> |
| 3. อาจารย์ ดร. มนต์อมร ปรีชารัตน์ | <p>อาจารย์วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา
สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้
Ph.D. (Physics)
มหาวิทยาลัยมหิดล</p> |



ภาคผนวก ข ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และค่า อำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของ
แบบสอบถามเรื่องการพัฒนาตัวบ่งชี้ของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21



ตารางที่ 27 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา

นิยาม	ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป	หมายเหตุ
		1	2	3		
1. พัฒนาตนเอง ในงานวิชาชีพ หมายถึง อบรม หรือร่วมประชุม วิชาการที่เกี่ยวกับ การจัดการเรียนรู้ อย่างต่อเนื่องและ นำความรู้ที่ได้ไป ใช้ในการจัดการ เรียนรู้ มี การศึกษาค้นคว้า เสนอวิธีการ แก้ปัญหาหรือเพื่อ พัฒนาการจัดการ เรียนรู้ นำผล การศึกษา/ นวัตกรรมมา จัดการเรียนรู้ไปใช้ พัฒนานักเรียน	1. ครูสอนมีการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองตลอดเวลา	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	2. ครูสอนรู้จักแสวงหาความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้เพื่อนำมาใช้ด้านการสอน	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์
	3. ครูสอนมีการพัฒนาและปรับปรุงตนเอง และแสวงหาการสนับสนุนจากบุคคลในอาชีพเดียวกัน ระบุว่า การเปลี่ยนแปลงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น ใช้เวลาที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์โดยการเรียนรู้ทักษะใหม่เพื่อจะวางแผนสู่ออนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	4. ครูสอนเข้ารับการอบรม หรือร่วมประชุมวิชาการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	5. ครูสอนศึกษาค้นคว้าริเริ่มสร้างสรรค์กิจกรรมสื่อและกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักเรียนและงานในวิชาชีพ	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	6. ครูสอนฝึกฝนตนเองให้มีความชำนาญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อถ่ายทอดเจตคติความซาบซึ้ง และสาระสำคัญ	+1	0	0	0.33	ไม่ผ่านเกณฑ์


นิยาม	ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป	หมายเหตุ
		1	2	3		
2. การทำงานเป็นกลุ่ม หมายถึงการทำงานร่วมกับผู้อื่นโดยยอมรับฟังและเสนอความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล เปิดใจแลกเปลี่ยนทัศนะ ยอมรับความคิดเห็นมุมมองใหม่	7. ครูสอนทำงานร่วมกับผู้อื่นโดยยอมรับฟังและเสนอความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล เปิดใจแลกเปลี่ยนทัศนะ ยอมรับความคิดเห็นมุมมองใหม่	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	8. ครูสอนเป็นแบบอย่างที่ดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์
	9. ครูสอนเป็นผู้นำในการสร้างความสามัคคีและทำให้เกิดการทำงานร่วมกัน	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	10. ครูสอนส่งเสริมให้นักเรียนทำงานกลุ่มและรายบุคคล	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์
	11. ครูสอนมีบทบาทในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะการเรียนรู้แบบร่วมมือกันระหว่างนักเรียนกับครูสอน และนักเรียนกับนักเรียนด้วยกัน เพื่อฝึกทักษะการทำงานเป็นทีม การเรียนรู้ด้วยตนเอง และทักษะที่สำคัญอื่นๆ	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์

นิยาม	ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป	หมายเหตุ
		1	2	3		
3. ทักษะการสื่อสาร หมายถึง การสื่อสารอย่างชัดเจน ตั้งแต่การเรียบเรียงความคิดและมุมมอง สื่อสารเข้าใจง่าย ในหลายแบบ ทั้งการพูด เขียน และกิริยาท่าทาง การฟังอย่างมีระสือธิภาพ นำไปถ่ายทอดสื่อสาร ความหมายและความรู้ แสดงคุณค่า ทศนคติ และความตั้งใจ การสื่อสารเพื่อการบรรลุเป้าหมายการทำงาน	12. ครูสอนต้องสื่อสารให้นักเรียนเรียนรู้และปฏิบัติ มีความชัดเจนทั้งด้านกติกา ข้อตกลง และคำสั่งให้นักเรียนปฏิบัติตาม	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	13. ครูสอนต้องมีทักษะการสื่อสาร ทั้งการบรรยาย การยกตัวอย่าง การเลือกใช้สื่อ การนำเสนอสื่อ รวมถึงการจัดสภาพแวดล้อมให้อื้อต่อการเรียนรู้ เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	14. ครูสอนมีเทคนิคในการถ่ายทอดข้อมูล นำเสนอเนื้อหาชัดเจน สมบูรณ์ให้กับนักเรียน	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	15. ครูสอนสามารถเรียบเรียงเชื่อมโยงสถาน การณ์ปัจจุบันเข้ากับ การเรียนการสอนได้	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์
	16. ครูสอนใช้เสียง น้ำเสียง ในการสื่อสารอย่างชัดเจน นำฟังและนำเสนอใจ ใช้ภาษาสุภาพ ถูกต้องและเหมาะสมกับนักเรียน	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์

นิยาม	ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป	หมายเหตุ
		1	2	3		
4. ความรู้ความเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการจัดการเรียนรู้แนวทางสะเต็มศึกษา หมายถึง มีความรู้เนื้อหา มาตรฐาน หลักสูตรและตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ สร้างนวัตกรรมใหม่ที่ใช้	17. ครูสอนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมเป็นฐาน	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์
	18. ครูสอนมีการเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี สู่โลกจริงการใช้กระบวนการทางวิศวกรรมวิเคราะห์ปัญหาและสร้างสรรค์วิธีแก้ไขได้อย่างหลากหลาย	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	19. ครูสอนมีการศึกษาหลักสูตรและบูรณาการเนื้อหาสาระ นำไปสู่การเรียนรู้ที่ทำให้เกิดทักษะการทำงาน ซึ่งจัดอย่างสอดคล้องกับสภาพและบริบทของนักเรียน	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	20. ครูสอนมีการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
ศตวรรษที่ 21 ให้นักเรียน	21. ครูสอนมีการศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ในลักษณะของการบูรณาการ	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์ (ปรับปรุง)

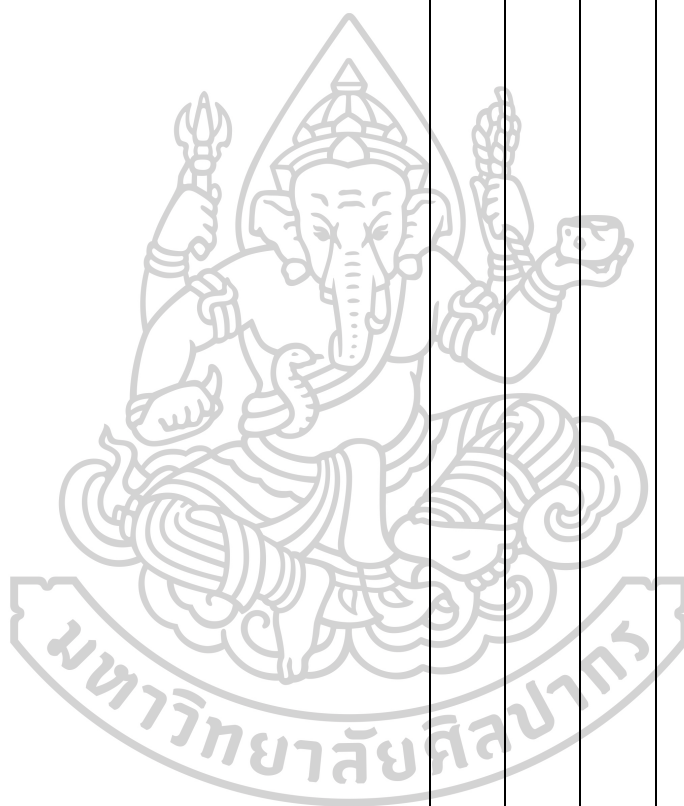
นิยาม	ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป	หมายเหตุ
		1	2	3		
4. ความรู้ความเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการจัดการเรียนรู้แนวทางสะเต็มศึกษา หมายถึง มีความรู้เนื้อหา มาตรฐาน หลักสูตรและตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ สร้างนวัตกรรมใหม่ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ส่งเสริมการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ให้นักเรียน	22. ครูสอนสามารถผสมผสานสาระและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แล้วนำมาจัดกิจกรรมบูรณาการนั้นจะทำให้เด็กได้พัฒนาด้านต่างๆ การจัดกิจกรรมบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ได้	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์ (ปรับปรุง)
	23. ครูสอนจะต้องสามารถบูรณาการความรู้ต่างๆที่มี มาใช้ในการสร้างสรรค์และพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ๆ ได้	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์ (ปรับปรุง)
	24. ครูสอนมีการทำงานประสานกันของแต่ละวิชา แนวคิดสะเต็มศึกษา ในมุมมองนี้ต้องอาศัยความร่วมมือของแต่ละวิชา	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์ (ปรับปรุง)

นิยาม	ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป	หมายเหตุ
		1	2	3		
<p>5. สอนแบบ โครงการเป็นฐาน หมายถึง สอน นักเรียนให้ได้รับ การพัฒนา กระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ และความ คิดขั้น สูง ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ ความคิดวิเคราะห์ อย่างมีระบบโดย ใช้กระบวนการ เทคโนโลยี จนเกิด โครงการได้อย่างมี คุณภาพ</p>	<p>25. ครูสอนต้องมีการเสนอ สถานการณ์หรือตัวอย่างที่เป็นปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนเรียน หา วิธีการแก้ปัญหาหรือช่วยให้นักเรียน มีความต้องการใคร่เรียนใคร่รู้ ใน เรื่องใดเรื่องหนึ่ง</p>	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	<p>26. ครูสอนมีการแนะนำให้นักเรียน กำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนว่าเรียน เพื่ออะไร จะทำโครงการนั้นเพื่อ แก้ปัญหาอะไร ซึ่งทำให้นักเรียน กำหนดโครงการแนวทางในการ ดำเนินงานได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย</p>	+1	0	0	0.33	ไม่ผ่านเกณฑ์
	<p>27. ครูสอนสามารถพิจารณา ให้ คำแนะนำช่วยเหลือและ ข้อเสนอแนะการวางแผนโครงการ ของนักเรียน ได้</p>	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์
	<p>28. ครูสอนจะเป็นที่ปรึกษา ด้านเก็บ รวบรวมข้อมูล บันทึกผลดำเนินการ</p>	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์
	<p>29. ครูสอนแนะนำให้นักเรียนรู้จัก ประเมินผลก่อนดำเนินการระหว่าง ดำเนินการและหลังดำเนินการ และ นักเรียนสามารถนำความรู้ขึ้นไป พัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้น เอาความรู้ขึ้นไปใช้ในชีวิตได้</p>	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์

นียม	ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป	หมายเหตุ
		1	2	3		
	<p>30. ครูสอนสามารถสอนให้นักเรียนสรุปและเขียนรายงานเพื่อนำเสนอผลงาน ซึ่งนอกเหนือจากรายงานเอกสารแล้ว อาจมีแผนภูมิ แผนภาพ กราฟ แบบจำลอง หรือของจริง ประกอบการนำเสนอ อาจจัดได้หลายรูปแบบ</p> 	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์

นียม	ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป	หมายเหตุ
		1	2	3		
6. คิดแบบ วิจารณ์ญาณ หมายถึง ครูสอนมี หลักการสอนให้ นักเรียนคิด พิจารณาไตร่ตรอง ถึงต้นเหตุ อย่าง เป็นเหตุเป็นผล โดยถูกวิธี คิด อย่างละ เอียด ลึกซึ้ง เชื่อม โยง เรื่องต่างๆ เข้า ด้วยกันอย่างมี เหตุผล มองเห็น ความจริงและแง มุมอย่างมีระเบียบ ระบบ ซึ่งจะก่อให้เกิด ประโยชน์ สร้างสรรค์ในสิ่งที่ ดีทั้งต่อตนเองและ สังคม	31. ครูสอนจัดกระบวนการสอน ฝึกทักษะแทรกที่กิจกรรมเร้าความ สนใจทำให้นักเรียนปฏิบัติตาม ขั้นตอนได้และรับรู้ขั้นตอนทั้งหมด จนสามารถนำไปใช้ ได้จริงใน สถานการณ์ใหม่ๆ	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์
	32. ครูสอนมีการตั้งคำถามให้ นักเรียนคิดหาคำตอบที่มีได้หลาย คำตอบ เพื่อเกิดการพัฒนาทักษะคิด อย่างมีวิจารณ์ญาณเพิ่มพูนขึ้นเรื่อยๆ	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์
	33. ครูสอนนำเอาข่าวหรือเรื่องราว ในหนังสือพิมพ์มาวิเคราะห์ตั้งคำถาม ร่วมกันเพื่อฝึกฝนทักษะการคิดอย่าง มีวิจารณ์ญาณ	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์
	34. ครูสอนต้องมีทักษะในการเป็น โค้ชหรือผู้อำนวยความสะดวกในการ เรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่าง มีวิจารณ์ญาณให้กับนักเรียน	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์
	35. ครูสอนจัดกิจกรรมเร้าให้ นักเรียนเกิดความคิดวิธีต่างๆ	+1	0	0	0.33	ไม่ผ่านเกณฑ์
	36. ครูสอนมีเข้าใจความแตกต่าง ของความคิดแต่ละคนในการตีความ ข้อความ เรื่องราวและเหตุการณ์ ต่างๆ	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์

นียม	ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป	หมายเหตุ
		1	2	3		
	37.ครูสอนมีความรู้ในการที่จะบูรณาการการคิดวิจารณ์ญาณลงในหลักสูตรโดยเฉพาะการบูรณาการสอดแทรกในรายวิชาที่สอน	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์



นิยาม	ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป	หมายเหตุ
		1	2	3		
7.ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ หมายถึง ครูสอนมีบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมสู่กระบวนการเรียนรู้อของนักเรียนเทคโนโลยีที่ครูสอนสามารถใช้ตัวอย่างด้านการสืบค้นข้อมูลลักษณะต่างๆ การบันทึกและนำเสนอข้อมูลด้วยภาพนิ่ง วิดีทัศน์ และมัลติมีเดีย บันทึกข้อมูลในการสำรวจตรวจสอบการใช้ซอฟต์แวร์จัดการทำวิเคราะห์ข้อมูลและเทคโนโลยีอื่น ๆ	38. ครูสอนมีความรู้ ความสามารถ ใช้สื่อและเทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนการสอนได้อย่างหลากหลาย และสามารถชี้ให้นักเรียนเห็นถึงข้อดี ข้อเสีย และการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	39. ครูสอนมีความสามารถในการถ่ายทอดหรือขยายความรู้ของตนสู่ นักเรียนผ่านสื่อเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	40. ครูสอนมีความสามารถในการเสาะหาและคัดเลือกเนื้อหาความรู้ หรือเนื้อหาที่ทันสมัย เหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนผ่านทางสื่อเทคโนโลยี ตลอดจนตามทันเทคโนโลยีและข่าวสาร	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	41. ครูสอนเป็นผู้ที่ใช้เทคโนโลยี อย่างคุ้มค่า และใช้ได้อย่างหลากหลายและสามารถใช้เทคโนโลยีสร้างบทเรียนได้	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
42. ครูสอนสามารถใช้สื่อเทคโนโลยี อย่างมีประสิทธิภาพและมี ประสิทธิภาพ ทั้งในฐานะที่เป็นผู้ผลิต ความรู้ ผู้กระจายความรู้ และผู้ใช้ ความรู้	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์	

นิยาม	ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป	หมายเหตุ
		1	2	3		
8. นักคิด สร้างสรรค์ หมายถึง ผู้ที่ สามารถในการคิด จินตนาการ คิด คล่อง คิดกว้าง หลากหลาย คิด ริเริ่ม คิดละเอียด ละออ คิดเชื่อมโยง สัมพันธ์ได้ เป็นความคิดที่มี ความแปลกใหม่ สามารถสังเคราะห์ ประยุกต์ ผสม ผสานความคิด แล้วนำไปใช้ให้เกิด ประโยชน์ทั้งใน ด้านการคิดบวก การกระทำที่เป็น ประโยชน์ การ ผลิตผลงาน การ สร้างสรรค์สิ่งใหม่ ใหม่ ๆ ที่ก่อให้เกิด ประโยชน์ทั้งต่อ ตนเองและสังคม	43. ครูสอนมีการถ่ายทอดความคิดริเริ่ม แปลกใหม่ แตกต่างจากธรรมดาและไม่ซ้ำกับที่มีอยู่เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองนักเรียนและสังคม	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	44. ครูสอนมีทักษะด้านการคิดในรูปแบบที่หลากหลาย	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	45. ครูสอนมีใจเปิดกว้าง เปิดใจ มีการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้ดีเพื่อเรียนรู้แลกเปลี่ยนสิ่งใหม่	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	46. ครูสอนจัดกระบวนการสอนที่ทำให้ให้นักเรียนสร้างสรรค์สิ่งใหม่ใหม่ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อตนเองนักเรียนและสังคม	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	47. ครูสอนส่งเสริม กระตุ้น เปิดโอกาส ตั้งใจฟัง เอาใจใส่ในความคิดที่แปลกใหม่จากนักเรียนในการผลิตผลงาน การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อตนเองและสังคม	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์

นิยาม	ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป	หมายเหตุ
		1	2	3		
9. ทักษะชีวิต หมายถึง การเรียนรู้ที่จะปรับตัวได้อย่างดีในสภาวะการเปลี่ยนแปลงหรือมีภัยคุกคามได้อย่างชาญฉลาดและการคิดสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อตอบสนองการดำรงชีวิตเฉพาะบริบทสภาพแวดล้อมที่ต่างกันไป นำไปสู่การเผยแพร่เทคนิควิธีการใช้และพัฒนาทักษะใช้	48. ครูสอนบูรณาการเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ให้เป็นสาระที่มีความสำคัญต่อชีวิตและใช้ในชีวิตประจำวัน วันได้อย่างดีและสอดคล้องกับบทเรียน	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์
	49. ครูสอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนให้นักเรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ได้เผชิญปัญหาและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสม และให้มีกิจกรรมที่หลากหลาย	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์
	50. ครูสอนสามารถสอนนักเรียนให้ปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	51. ครูสอนนำเอาธรรมชาติวัฒนธรรม ผสมผสานเพื่อการเรียนรู้ โดยเฉพาะการพัฒนาทักษะชีวิต	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	52. ครูสอนสามารถพัฒนาศักยภาพทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียน ให้เป็นคนดีของสังคม	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์

นิยาม	ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป	หมายเหตุ
		1	2	3		
10. การวัดและประเมินผล หมายถึง ครูสอนสอนมีทักษะด้านการวัดและประเมินผล เพื่อให้ให้นักเรียนได้บรรลุเป้าหมายตามที่กำหนด โดยสามารถให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างเกณฑ์การประเมินผลขึ้นงานได้ เพื่อให้ นักเรียนบรรลุตามเป้าหมาย	53. ครูสอนมีความสามารถในการประเมินผลการสอนเป็นรายบุคคล และใช้วิธีการที่สอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	54. ครูสอนเป็นนักประเมินที่ดี มีความบริสุทธิ์และยุติธรรม และสามารถใช้นวัตกรรมในการประเมินผลได้	+1	0	0	0.33	ไม่ผ่านเกณฑ์
	55. ครูสอนมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการประเมิน ผลและเหมาะสมกับรูปแบบการเรียน เพราะไม่ใช่ทุกเทคโนโลยีจะใช้ได้กับการเรียนทุก รูปแบบ	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	56. ครูสอนประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของนักเรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
	57. ครูสอนมีความหลากหลายในการสร้างเครื่องมือด้านการวัดผล และประเมินผลตรงตามสภาพจริงอย่างยุติธรรม	+1	0	+1	0.67	ผ่านเกณฑ์
	58. ครูสอนประยุกต์ใช้วิธีการและใช้เครื่องมือการวัดและในการประเมินผลได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์

หมายเหตุ พิจารณาการใช้ดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

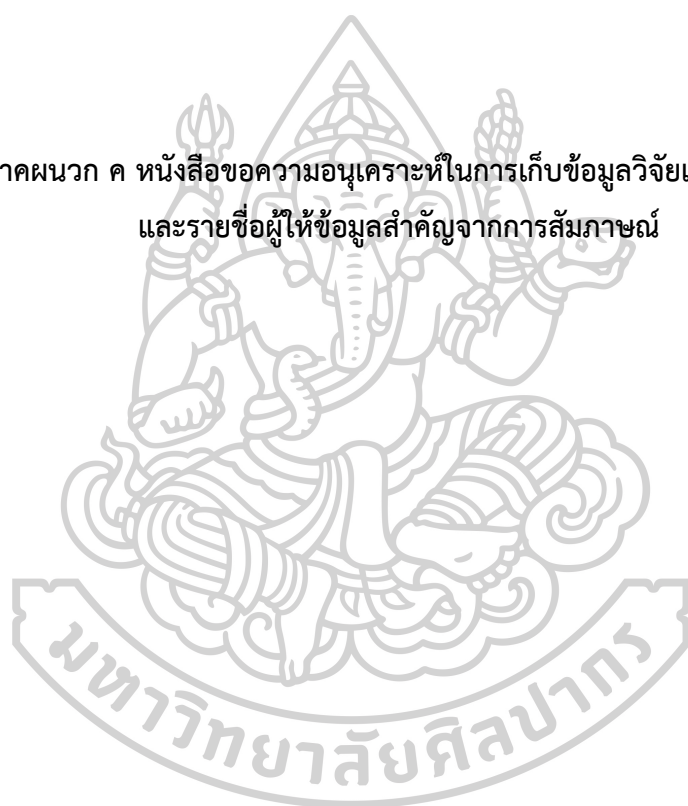
ข้อคำถาม	จำนวน	58	ข้อ
ผ่านเกณฑ์	จำนวน	50	ข้อ
ผ่านเกณฑ์(ปรับปรุง)	จำนวน	4	ข้อ
ผ่านเกณฑ์	จำนวน	4	ข้อ (เนื่องจากไม่สอดคล้องกับนิยามได้แก่ ข้อ 6, 16, 35 และ 54)

ตารางที่ 28 ความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ของแบบสอบถามจำแนกตาม
คุณลักษณะที่มุ่งวัด

ประเด็นหลัก	ประเด็นย่อย	จำนวนข้อ	ความเที่ยง
คุณลักษณะ ของครูสอน สะเต็มศึกษา ในศตวรรษ ที่ 21	ด้านพัฒนาตนเองในงานวิชาชีพ	5	.89
	ด้านการทำงานเป็นกลุ่ม	5	.76
	ด้านทักษะการสื่อสาร	3	.81
	ด้านการสอนสะเต็มศึกษา	7	.90
	ด้านสอนแบบโครงงานเป็นฐาน	5	.89
	ด้านคิดแบบวิจารณ์ญาณ	6	.87
	ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ	5	.91
	ด้านความคิดสร้างสรรค์	5	.89
	ด้านทักษะชีวิต	5	.82
	ด้านการวัดและประเมินผล	5	.84
	รวม	51	.86



ภาคผนวก ค หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลวิจัยเชิงคุณภาพ
และรายชื่อผู้ให้ข้อมูลสำคัญจากการสัมภาษณ์



ที่ ศธ 6806(ทร)/๗๔40
๓



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

27 พฤศจิกายน 2561

เรื่อง ขอตัมภาษณ์

เรียน อาจารย์ ดร.อาทร นกแก้ว

ด้วย นางสาวฐิตาภรณ์ ชาวไวยหมาก รหัสประจำตัว 59264306 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต
สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
" การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูสอน STEM Education ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ผ่านการอบรม
โครงการบูรณาการ STEM Education ด้วยระบบทางไกล(สสวท) เขตกรุงเทพมหานคร 4 สังกัด" มีความ
ประสงค์ จะขอตัมภาษณ์ท่าน ในวันที่ 5 ธันวาคม 2561 เวลา 8.00-12.00 น.ณ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตศาลายา
เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดให้สัมภาษณ์แก่
นักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อริชมาส มากจู้ย)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

ที่ ศท 6806(พร.)/101



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

7 มกราคม 2562

เรื่อง ขอสัมภาษณ์

เรียน นางภพพน ประภา

ด้วย นางสาวจิตาภรณ์ ชาวห้วยหมาก รหัสประจำตัว 59264306 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต
สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
"การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูสอน STEM Education ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6 ผ่านการอบรม
โครงการบูรณาการ STEM Education ด้วยระบบทางไกล(สสวท) เขตกรุงเทพมหานคร 4 สังกัด " มีความ
ประสงค์จะขอสัมภาษณ์ท่าน ในวันที่ 10 มกราคม 2562 เวลา 09.00-10.00 น. ณ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
มัธยมศึกษา เขต 3 เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดให้สัมภาษณ์แก่
นักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อริกมาส มากजू)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

ที่ ศษ 6806(นศ.)/4842
๒



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

27 พฤศจิกายน 2561

เรื่อง ขอดัมภาษณ์

เรียน นางสาวชีวรัตน์ สาลีประเสริฐ

ด้วย นางสาวฐิติภรณ์ ชาวห้วยหมาก รหัสประจำตัว 59264306 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัยวิทยาการวิจัยทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
" การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูสอน STEM Education ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ผ่านการอบรม
โครงการบูรณาการ STEM Education ด้วยระบบทางไกล(สทวท) เขตกรุงเทพมหานคร 4 สังกัด" มีความ
ประสงค์จะขอดัมภาษณ์ท่าน ในวันที่ 10 ธันวาคม 2561 เวลา 8.00-12.00 น.ณ โรงเรียนวัดยางสว่างอารมณ์
เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดให้สัมภาษณ์แก่
นักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อริภมาศ มากสู้อย)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790



ที่ ศธ 6806 (นร) / ๑๙๔3

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

27 พฤศจิกายน 2561

เรื่อง ขอตัมภาษณ์

เรียน นางสาวกัญญาณัฐ เค็กจิมา

ด้วย นางสาวฐิติภรณ์ ชาวหัวหมาก รหัสประจำตัว 59264306 นักศึกษาระดับปริญญาเมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ดำรงทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูสอน STEM Education ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ผ่านการอบรม โครงการบูรณาการ STEM Education ด้วยระบบทางไกล(ศตวท) เขตกรุงเทพมหานคร 4 สังกัด" มีความประสงค์ จะขอตัมภาษณ์ท่าน ในวันที่ 11 ธันวาคม 2561 เวลา 8.00-12.00 น.ณ โรงเรียนวัดวังน้ำขาว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดให้สัมภาษณ์แก่นักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อรกมาศ มากุ้ย)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

รายชื่อผู้ให้ข้อมูลสำคัญจากการสัมภาษณ์

ที่	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งงาน	รางวัลที่ได้รับ/คุณสมบัติ
1.	ดร. กุศลิน มุสิกกุล	ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)	ผู้รับผิดชอบโครงการเพิ่มเติมศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
2.	อาจารย์ ดร. มนต์อมร ปรีชารัตน์	อาจารย์วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา	ผู้เชี่ยวชาญด้าน 1. Cellular automaton in biological and agricultural systems 2. STEM Education 3. Ubiquitous Learning 4. Physic education
3.	อาจารย์ ดร.อาทร นกแก้ว	อาจารย์วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา	ผู้เชี่ยวชาญด้าน 1. พัฒนากิจกรรมการการเรียนรู้เชิงรุก 2. พัฒนากิจกรรมบูรณาการ STEM 3. การใช้เทคโนโลยีการศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ 4. การพัฒนาและฝึกอบรมการสร้างเกมเพื่อการเรียนรู้ 5. การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เชิงรุก 6. การจัดการเรียนรู้วิทยาการคำนวณ

ที่	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งงาน	รางวัลที่ได้รับ/คุณสมบัติ
4.	นางสาวกัญญาณัฐ เต็กจินดา	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังน้ำขาว สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษา นครปฐม เขต 2	ครูดีเด่น STEM Education ระดับจังหวัด ประเภทบุคคล ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2561
5.	นางภพพน ประภา	ศึกษานิเทศก์ชำนาญการ พิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3	ครูดีเด่น STEM Education ระดับอำเภอ ประเภทบุคคล ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2561
6.	นางสาวชีวรัตน์ สาลีประเสริฐ	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดยางสว่าง อารมณ์ สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษา สุพรรณบุรี เขต 2	ครูดีเด่นรางวัลชมเชย STEM Education ระดับจังหวัด ประเภทบุคคล ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2561

ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลวิจัยเชิงปริมาณ



ที่ อว 8606 (นศ.) / ศป๗๒



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

4 พฤศจิกายน 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน

ด้วย นางสาวฐิติภรณ์ ชาวช่วยหมาก รหัสประจำตัว 59264306 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต
สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนา
คัมภีร์คุณลักษณะครูผู้สอนสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในศตวรรษที่ 21 " มีความประสงค์จะขอเก็บรวบรวม
ข้อมูลจากครูผู้สอน ในโรงเรียนของท่าน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดแจ้งครูผู้สอนทราบ
เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้แก่ศึกษาค้นคว้าด้วย

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร. อธิมาศ มากจู้)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

ภาคผนวก จ หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทดลองเครื่องมือ



ที่ อว 8606 (พจ) 4943



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

29 สิงหาคม 2562

เรื่อง ขอตกลงเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนขอแซฟอุปถัมภ์

ด้วย นางสาวฐิตาภรณ์ ชาวห้วยหมาก รหัสประจำตัว 59264306 นักศึกษาระดับปริญญาโท บัณฑิตสาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูผู้สอนสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในศตวรรษที่ 21" มีความประสงค์จะขอตกลงเครื่องมือวิจัยกับ ครูผู้สอน จำนวน 30 คน ในโรงเรียนของท่าน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นักศึกษาดังกล่าวได้ขอตกลงเครื่องมือวิจัยด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร. อธิกมาส มากजू)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

ภาคผนวก ฉ แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย





แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา

เรื่อง พัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

คำชี้แจง

1. การวิจัยครั้งนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ การศึกษาระดับปริญญาโท คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์
2. แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยจัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวคำถามในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้าน สะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้
 - ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์
 - ส่วนที่ 2 คำถามคุณลักษณะครูสอนสะเต็มศึกษา
3. ในการสัมภาษณ์ครั้งนี้ ความคิดของท่านมีค่าและความสำคัญต่อการพัฒนาตัวบ่งชี้ คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 และผู้วิจัยขอรับรองความคิดเห็นและ ข้อเสนอแนะต่างๆ จากการสัมภาษณ์ครั้งนี้จะนำไปใช้ประกอบการศึกษาเท่านั้น ข้อมูลที่ได้รับจาก ท่านจะถูกเก็บเป็นความลับ ในรายงานวิจัยและนำเสนอผลการสังเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ทุกท่าน ไม่มีการระบุชื่อ ข้อมูลส่วนตัวของท่าน จึงไม่เกิดผลกระทบต่อท่านแต่ประการใด แต่จะเป็น ประโยชน์ต่อสถาบันการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอน สะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นจึงขอความกรุณาท่านแสดงความคิดเห็นในทุกประเด็นเพื่อผู้วิจัย สามารถนำข้อมูลไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาใน ศตวรรษที่ 21 ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

(นางสาวฐิตาภรณ์ ชาวห้วยหมาก)

นักศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อเบอร์โทรศัพท์ 086-9090311

ตอนที่ 1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์ วุฒิทางการศึกษา.....

ตำแหน่ง.....สถานที่ทำงาน.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....สถานที่.....

ตอนที่ 2. แนวคำสัมภาษณ์เกี่ยวกับ ในทัศนคติของท่านครูที่สอนสะเต็มศึกษาควรมีคุณลักษณะ การสอนสะเต็มศึกษาอย่างไร ควรประกอบไปด้วยองค์ประกอบใดบ้าง เพราะเหตุใดลักษณะ เหล่านี้จึงมีความจำเป็นและสำคัญ

1. การมีวินัย
2. การมีความซื่อสัตย์ สุจริต
3. การตรงต่อเวลาและอุทิศเวลา
4. การมีความอดุสาหะและมุ่งมั่น
5. การดำรงชีวิตอย่างเหมาะสม
6. การทำงานร่วมกับผู้อื่น
 - 6.1 การทำงานเป็นกลุ่ม
 - 6.2 เปิดใจแลกเปลี่ยนทัศนคติ
 - 6.3 ยอมรับความคิดเห็นมุมมองใหม่
 - 6.4 ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
 - 6.5 ทักษะการสื่อสาร
7. การมีความศรัทธาในอาชีพ
8. ความรู้ความเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการจัดการเรียนรู้แนวทางสะเต็มศึกษา
9. พัฒนาตนเองในงานวิชาชีพ
10. สอนนักเรียนด้านทักษะและเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้
11. สอนนักเรียนสร้างผลงาน ชิ้นงาน ที่แสดงถึงความสามารถเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง นำเสนอ ข้อมูลเชิงประจักษ์
12. สอนแบบโครงงานเป็นฐาน
13. การคิดแบบวิจารณ์ญาณ
14. มีความรอบรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ
15. สามารถใช้ประโยชน์เทคโนโลยีในชั้นเรียนปัจจุบันนี้ได้ตั้งแต่สืบค้นข้อมูลลักษณะต่างๆ
16. บันทึกข้อมูลในการสำรวจ ตรวจสอบการใช้ซอฟต์แวร์ การจัดการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคโนโลยี
17. มีความคิดสร้างสรรค์
18. สามารถเปรียบเทียบเชื่อมโยงการเรียนรู้ให้เป็นสาระที่มีความสำคัญต่อชีวิตและใช้ในชีวิตประจำวันได้ อย่างสอดคล้องกับบทเรียน (บูรณาการ)
19. มีความรู้รอบตัวและสามารถถ่ายทอดข้อมูลสู่นักเรียนได้อย่างเหมาะสมกับวัยการเรียนรู้และกาลเทศะ
20. อื่น ๆ.....



แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

"การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21"

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 สภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 2 สอบถามข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จำนวน 51 ข้อ

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ความคิดของท่านมีค่าและความสำคัญต่อการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 และผู้วิจัยขอรับรองความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ จากการสัมภาษณ์ครั้งนี้จะนำไปใช้ประกอบการศึกษาเท่านั้น ข้อมูลที่ได้รับจากท่านจะถูกเก็บเป็นความลับ ในรายงานวิจัยและนำเสนอผลการสังเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่าน ไม่มีการระบุชื่อ ข้อมูลส่วนตัวของท่าน จึงไม่เกิดผลกระทบต่อท่านแต่ประการใด แต่จะเป็นประโยชน์ต่อสถาบันการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นจึงขอความกรุณาท่านแสดงความคิดเห็นในทุกประเด็นเพื่อผู้วิจัยสามารถนำข้อมูลไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



โปรด SCAN QR Code
เพื่อเข้าสู่หน้าทำแบบสอบถาม

ฐิตาภรณ์ ชาวห้วยหมาก
นักศึกษา
มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตอนที่ 1

แบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพและข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ลงในช่อง หน้าข้อความหรือกรอกข้อมูลในช่องว่างตามความเป็นจริง

1. เพศ ชาย หญิง
2. กลุ่มสาระการเรียนรู้ สังคมศึกษา คณิตศาสตร์
 สุขศึกษาและพลศึกษา วิทยาศาสตร์
 ศิลปะ การงานและเทคโนโลยี
 ภาษาไทย ภาษาต่างประเทศ
3. ระดับการสอน ช่วงชั้นที่ 1 (ป.1 - 3) ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4 - 6)
(สามารถ ได้มากกว่า 1) ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 - 3) ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4 - 6)
4. ศูนย์เข้ารับการอบรมสะเต็มศึกษา (STEM Education)
 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.)
 สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.)
 สังกัดกรุงเทพมหานคร (กทม.)
 สังกัดการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย (กศน.)
 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน (สช.)
5. พ.ศ. ที่ได้เข้ารับการอบรมของ สสวท. โครงการอบรมครูสอนสะเต็มศึกษาด้วยระบบทางไกล
(สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)
 2558 2559 2560 2561 2562

ตอนที่ 2

แบบสอบถามเกี่ยวข้องกับการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามมีข้อคำถาม จำนวน 51 ข้อ ผู้วิจัยมีความต้องการอยากทราบว่าความคิดเห็นของท่านเกี่ยวกับการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

2. ข้อคำถามเป็นลักษณะให้พิจารณาข้อความในข้อคำถามและทำเครื่องหมายที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยใช้เกณฑ์ดังต่อไปนี้

5 หมายถึง มีคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับมาก

3 หมายถึง มีคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง มีคุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับน้อยที่สุด

หมายเหตุ: ในทัศนคติของท่านครูสอนสะเต็มศึกษาควรมีคุณลักษณะอย่างไร

ข้อที่	ประเด็นคำถาม	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1.	ครูสอนมีการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองตลอดเวลา					
2.	ครูสอนรู้จักแสวงหาความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้เพื่อนำมาใช้ในการสอน					
3.	ครูสอนมีการพัฒนาและปรับปรุงตนเอง และแสวงหาการสนับสนุนจากบุคคลในอาชีพเดียวกัน รับรู้ว่าการเปลี่ยนแปลงเป็นสิ่งที่มีค่า ใช้เวลาที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์โดยการเรียนรู้ทักษะใหม่เพื่อจะวางแผนสู่อนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ					
4.	ครูสอนเข้ารับการอบรม หรือร่วมประชุมวิชาการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน					
5.	ครูสอนศึกษาค้นคว้าริเริ่มสร้างสรรค์กิจกรรมสื่อและกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักเรียนและงานในวิชาชีพ					
6.	ครูสอนทำงานร่วมกับผู้อื่นโดยยอมรับฟังและเสนอความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล เปิดใจแลกเปลี่ยนทัศนะ ยอมรับความคิดเห็น มุมมองใหม่					

ข้อที่	ประเด็นคำถาม	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
7.	ครูสอนเป็นแบบอย่างที่ดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น					
8.	ครูสอนเป็นผู้นำในการสร้างความสามัคคีและทำให้เกิดการทำงานร่วมกัน					
9.	ครูสอนส่งเสริมให้นักเรียนทำงานกลุ่มและรายบุคคล					
10.	ครูสอนมีบทบาทในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะการเรียนรู้แบบร่วมมือกันระหว่างนักเรียนกับครูสอน และนักเรียนกับนักเรียนด้วยกัน เพื่อฝึกทักษะการทำงานเป็นทีม การเรียนรู้ด้วยตนเอง และทักษะที่สำคัญอื่น ๆ					
11.	ครูสอนต้องสื่อสารให้นักเรียนเรียนรู้และปฏิบัติ มีความชัดเจน ทั้งด้านกติกา ข้อตกลง และคำสั่งให้นักเรียนปฏิบัติตาม					
12.	ครูสอนต้องมีทักษะการสื่อสาร ทั้งการบรรยาย การยกตัวอย่าง การเลือกใช้สื่อ การนำเสนอสื่อ รวมถึงการจัดสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม					
13.	ครูสอนมีเทคนิคในการถ่ายทอดข้อมูล นำเสนอเนื้อหาชัดเจน สมบูรณ์ให้กับนักเรียน					
14.	ครูสอนสามารถเรียบเรียง เชื่อมโยง สถานการณ์ปัจจุบันเข้ากับการเรียนการสอนได้					
15.	ครูสอนใช้เสียง น้ำเสียง ในการสื่อสารอย่างชัดเจน น่าฟังและน่าสนใจ ใช้ภาษาสุภาพ ถูกต้องและเหมาะสมกับนักเรียน					
16.	ครูสอนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมใหม่ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมเป็นฐาน					
17.	ครูสอนมีการเชื่อมโยงเนื้อหา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี สู่โลกจริงการใช้กระบวนการทางวิศวกรรม วิเคราะห์ ปัญหาและสร้างสรรค์ วิธีแก้ไขได้ อย่างหลากหลาย					

ข้อที่	ประเด็นคำถาม	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
18.	ครูสอนศึกษาหลักสูตรและบูรณาการเนื้อหาสาระ นำไปสู่การเรียนรู้ที่ทำให้เกิดทักษะการทำงานซึ่งจัดอย่างสอดคล้องกับสภาพและบริบทของนักเรียน					
19.	ครูสอนมีการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21					
20.	ครูสอนศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยบูรณาการเข้าด้วยกัน เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ทำให้นักเรียนได้พัฒนาด้านต่างๆ					
21.	ครูสอนต้องมีการเสนอสถานการณ์หรือตัวอย่างที่เป็นปัญหาและกระตุ้นให้นักเรียนเรียน ทักษะการแก้ปัญหาหรือช่วยให้นักเรียนมีความต้องการใคร่เรียนใคร่รู้ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง					
22.	ครูสอนสามารถพิจารณา ให้คำแนะนำช่วยเหลือและข้อเสนอแนะการวางแผนโครงงานของนักเรียนได้					
23.	ครูสอนเป็นที่ปรึกษา ด้านเก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกผล ดำเนินการ					
24.	ครูสอนแนะนำให้นักเรียนรู้จักประเมินผลก่อนดำเนินการระหว่างดำเนินการและหลังดำเนินการ และนักเรียนสามารถนำความรู้นั้นไปพัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้น เอาความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตได้					
25.	ครูสอนสามารถสอนให้นักเรียนสรุปและเขียนรายงานเพื่อนำเสนอผลงาน ซึ่งนอกเหนือจากรายงานเอกสารแล้ว อาจมีแผนภูมิ แผนภาพ กราฟ แบบจำลอง หรือของจริงประกอบการนำเสนอ อาจจัดได้หลายรูปแบบ					
26.	ครูสอนจัดกระบวนการสอน ฝึกทักษะ แทรกที่กิจกรรมสร้างความสนใจทำให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนได้และรับรู้ ขั้นตอนทั้งหมดจนสามารถนำไปใช้ได้จริงในสถานการณ์ใหม่ๆ					

ข้อที่	ประเด็นคำถาม	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
27.	ครูสอนตั้งคำถามให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่มีได้หลายคำตอบ เพื่อเกิดการพัฒนาทักษะคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มพูนขึ้น					
28.	ครูสอนนำเอาข่าวหรือเรื่องราวในหนังสือพิมพ์มาวิเคราะห์ตั้งคำถามร่วมกันเพื่อฝึกฝนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ					
29.	ครูสอนต้องมีทักษะในการเป็นโค้ชหรือผู้อำนวยการเรียนรู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้นักเรียน					
30.	ครูสอนมีเข้าใจความแตกต่างของความคิดแต่ละคนในการตีความ ข้อความ เรื่องราวและเหตุการณ์ต่างๆ					
31.	ครูสอนมีความรู้ในการที่จะบูรณาการการคิดวิจรณ์ญาณลงในหลักสูตรโดยเฉพาะการบูรณาการสอดแทรกในรายวิชาที่สอน					
32.	ครูสอนมีความรู้ ความสามารถ ใช้สื่อและเทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนการสอนได้อย่างหลากหลาย และสามารถชี้ให้นักเรียนเห็นถึงข้อดีข้อเสีย และการใช้เทคโนโลยีต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม					
33.	ครูสอนมีความสามารถในการถ่ายทอดหรือขยายความรู้ของตนสู่นักเรียนผ่านสื่อเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ					
34.	ครูสอนมีความสามารถในการเสาะหาและคัดเลือกเนื้อหาความรู้หรือเนื้อหาที่ทันสมัย เหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนผ่านทางสื่อเทคโนโลยี ตลอดจนตามทันเทคโนโลยีและข่าวสาร					
35.	ครูสอนเป็นผู้ที่ใช้เทคโนโลยีอย่างคุ้มค่า และใช้ได้อย่างหลากหลายและสามารถใช้เทคโนโลยีสร้างบทเรียนได้					
36.	ครูสอนสามารถใช้สื่อเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล ทั้งในฐานะที่เป็นผู้ผลิตความรู้ ผู้กระจายความรู้ และผู้ใช้ความรู้					
37.	ครูสอนมีการถ่ายทอดความคิดริเริ่ม แพลกใหม่ แตกต่างจากรรรดมาและไม่ซ้ำกับที่มีอยู่เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง นักเรียนและสังคม					

ข้อที่	ประเด็นคำถาม	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
38.	ครูสอนมีทักษะด้านการคิดในรูปแบบที่หลากหลาย					
39.	ครูสอนใจเปิดกว้าง เปิดใจ มีการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้ดีเพื่อเรียนรู้แลกเปลี่ยนสิ่งใหม่					
40.	ครูสอนจัดกระบวนการสอนที่ทำให้นักเรียนสร้างสรรค์สิ่งใหม่ใหม่ ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อตนเอง นักเรียนและสังคม					
41.	ครูสอนมีการส่งเสริม กระตุ้น เปิดโอกาส ตั้งใจฟัง เอาใจใส่ในความคิดที่แปลกใหม่จากนักเรียนในการผลิตผลงาน การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อตนเองและสังคม					
42.	ครูสอนบูรณาการเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ให้เป็นสาระที่มีความสำคัญต่อชีวิตและใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างดีและสอดคล้องกับบทเรียน					
43.	ครูสอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ได้เผชิญปัญหาและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสม และให้มีกิจกรรมที่หลากหลาย					
44.	ครูสอนสามารถสอนนักเรียนให้ปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำได้					
45.	ครูสอนนำเอาธรรมชาติ วัฒนธรรม ผสมผสานเพื่อการเรียนรู้ โดยเฉพาะการพัฒนาทักษะชีวิต					
46.	ครูสอนสามารถพัฒนาศักยภาพทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียน ให้เป็นคนดีของสังคม					
47.	ครูสอนมีความสามารถในการประเมินผลการสอนเป็นรายบุคคล และใช้วิธีการที่สอดคล้องกับจุดประสงค์					
48.	ครูสอนนำเทคโนโลยีมาใช้ในการประเมิน ผลและเหมาะสมกับรูปแบบการเรียน เพราะไม่ใช่ทุกเทคโนโลยีจะใช้ได้กับการเรียนทุกรูปแบบ					
49.	ครูสอนประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของนักเรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย					

ข้อที่	ประเด็นคำถาม	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
50.	ครูสอนมีความหลากหลายในการสร้างเครื่องมือด้านการวัดผล และประเมินผลตรงตามสภาพจริงอย่างยุติธรรม					
51.	ครูสอนประยุกต์ใช้วิธีการและใช้เครื่องมือการวัดและในการ ประเมินผลได้อย่างเหมาะสม					

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

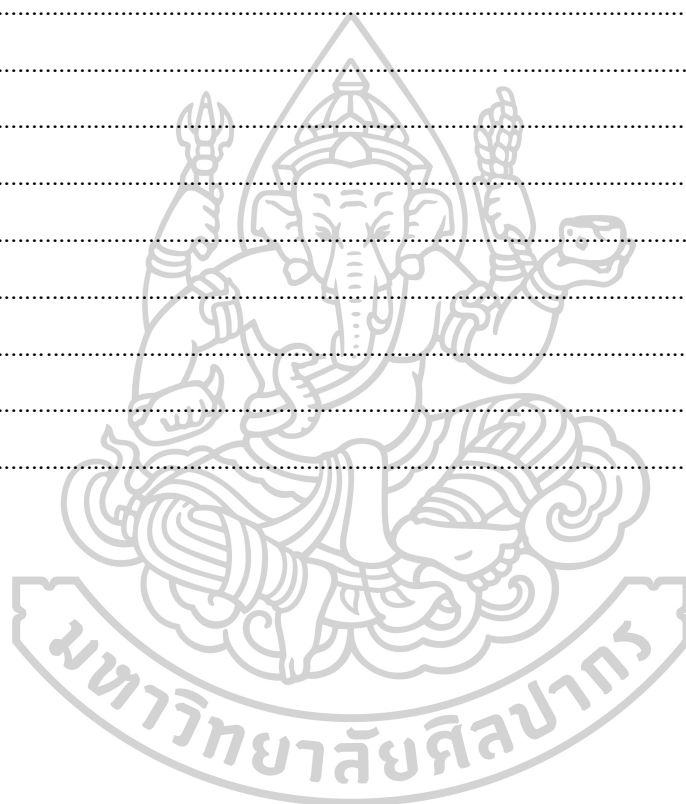
.....

.....

.....

.....

.....



ภาคผนวก ข คำสั่งการรื้อโมเดลการพัฒนา
ตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21





คำสั่งการรันโมเดล (ก่อนปรับ)
 การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

DATE: 4/23/2021

TIME:15:45

L I S R E L 8.72

BY

Karl G.Jreskog & Dag Srbom

This program is published exclusively by
 Scientific Software International, Inc.

7383 N.Lincoln Avenue, Suite 100

Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone:(800)247-6113, (847)675-0720, Fax:(847)675-2140

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-

2005

Use of this program is subject to the terms specified in
 the

Universal Copyright Convention.

Website:www.ssicentral.com

The following lines were read from file C:\STEM23464\PATH.LPJ:

TI

!DA NI=40 NO=800 MA=CM

SY='C:\STEM23464\PATH.DSF'

SE

1 2 3 4 5 6 7 9 8 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36

37 38 39 40 /

MO NY=40 NK=1 NE=4 BE=FU GA=FI PS=SY TE=SY

LE

PROFESSI INTEGRAT CENTURY SKILL

LK

STEM

FR LY(2,1)LY(3,1)LY(4,1)LY(5,1)LY(6,1)LY(7,1)LY(8,1)LY(10,2)LY(11,2)

FR LY(12,2)LY(13,2)LY(14,2)LY(15,2)LY(16,2)LY(17,2)LY(18,2)LY(19,2)LY(21,3)

FR LY(22,3)LY(23,3)LY(24,3)LY(25,3)LY(26,3)LY(27,3)LY(28,3)LY(29,3)LY(30,3)

FR LY(31,3)LY(32,3)LY(34,4)LY(35,4)LY(36,4)LY(37,4)LY(38,4)LY(39,4)LY(40,4)

FR GA(1,1)GA(2,1)GA(3,1)GA(4,1)

VA 0.44 LY(1,1)

VA 0.41 LY(9,2)

VA 0.45 LY(20,3)

VA 0.44 LY(33,4)

PD

OU AM RS EF FS SS SC

คำสั่งการรันโมเดล (หลังปรับ)
การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูสอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

DATE: 4/23/2021

TIME:20:18

L I S R E L 8.72

BY

Karl G.Jreskog & Dag Srbom

This program is published exclusively by
Scientific Software International, Inc.

7383 N.Lincoln Avenue, Suite 100

Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone:(800)247-6113, (847)675-0720, Fax:(847)675-2140

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2005

Use of this program is subject to the terms specified in the

Universal Copyright Convention.

Website:www.ssicentral.com

The following lines were read from file C:\STEM23464\PATH.LPJ:

TI

!DA NI=40 NO=800 MA=CM

SY='C:\STEM23464\PATH.DSF'

SE

1 2 3 4 5 6 7 9 8 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36

37 38 39 40 /

MO NY=40 NK=1 NE=4 BE=FU GA=FI PS=SY TE=SY

LE

PROFESSI INTEGRAT CENTURY SKILL

LK

STEM

FR LY(2,1)LY(3,1)LY(4,1)LY(5,1)LY(6,1)LY(7,1)LY(8,1)LY(10,2)LY(11,2)

FR LY(12,2)LY(13,2)LY(14,2)LY(15,2)LY(16,2)LY(17,2)LY(18,2)LY(19,2)LY(21,3)

FR LY(22,3)LY(23,3)LY(24,3)LY(25,3)LY(26,3)LY(27,3)LY(28,3)LY(29,3)LY(30,3)

FR LY(31,3)LY(32,3)LY(34,4)LY(35,4)LY(36,4)LY(37,4)LY(38,4)LY(39,4)LY(40,4)

FR GA(1,1)GA(2,1)GA(3,1)GA(4,1)TE(2,1)TE(4,2)TE(6,5)TE(7,1)TE(7,2)

FR TE(7,3)TE(7,4)TE(7,6)TE(8,1)TE(8,2)TE(8,3)TE(8,4)TE(8,5)TE(8,6)

FR TE(8,7)TE(9,1)TE(9,2)TE(9,3)TE(9,4)TE(9,5)TE(9,6)TE(9,7)TE(9,8)

FR TE(10,5)TE(10,6)TE(10,7)TE(10,8)TE(10,9)TE(11,7)TE(11,8)TE(11,10)TE(12,8)

FR TE(12,9)TE(12,10)TE(12,11)TE(13,2)TE(13,3)TE(13,5)TE(13,6)TE(13,8)TE(13,9)

FR TE(13,10)TE(13,11)TE(13,12)TE(14,4)TE(14,9)TE(14,10)TE(14,11)TE(14,12)TE(14,13)

FR TE(15,3)TE(15,7)TE(15,9)TE(15,11)TE(15,12)TE(15,13)TE(15,14)TE(16,12)TE(16,13)

FR TE(16,14)TE(16,15)TE(17,1)TE(17,6)TE(17,7)TE(17,8)TE(17,16)TE(18,6)TE(18,10)

FR TE(18,16)TE(18,17)TE(19,3)TE(19,9)TE(19,16)TE(19,17)TE(19,18)TE(20,10)TE(20,17)

FR TE(20,18)TE(20,19)TE(21,8)TE(21,15)TE(21,17)TE(21,18)TE(21,19)TE(21,20)TE(22,2)

FR TE(22,5)TE(22,8)TE(22,14)TE(22,16)TE(22,17)TE(22,18)TE(22,19)TE(22,20)TE(22,21)

FR TE(23,20)TE(23,22)TE(24,2)TE(24,4)TE(24,7)TE(24,8)TE(24,9)TE(24,10)TE(24,15)

FR TE(24,20)TE(24,23)TE(25,5)TE(25,9)TE(25,10)TE(25,12)TE(25,15)TE(25,16)TE(25,18)

FR TE(25,19)TE(25,20)TE(25,21)TE(25,23)TE(25,24)TE(26,9)TE(26,13)TE(26,14)TE(26,21)

FR TE(26,23)TE(26,24)TE(26,25)TE(27,12)TE(27,16)TE(27,21)TE(27,25)TE(27,26)TE(28,1)

FR TE(28,3)TE(28,5)TE(28,6)TE(28,7)TE(28,8)TE(28,17)TE(28,18)TE(28,24)TE(28,25)

FR TE(28,26)TE(28,27)TE(29,7)TE(29,12)TE(29,14)TE(29,20)TE(29,22)TE(29,25)TE(29,26)

FR TE(29,27)TE(29,28)TE(30,4)TE(30,10)TE(30,11)TE(30,14)TE(30,23)TE(30,26)TE(30,27)

FR TE(30,28)TE(30,29)TE(31,9)TE(31,12)TE(31,16)TE(31,18)TE(31,27)TE(31,29)TE(31,30)

FR TE(32,4)TE(32,8)TE(32,14)TE(32,18)TE(32,20)TE(32,23)TE(32,25)TE(32,26)TE(32,30)

FR TE(32,31)TE(33,4)TE(33,5)TE(33,7)TE(33,11)TE(33,27)TE(33,28)TE(33,29)TE(33,30)

FR TE(33, 31)TE(33, 32)TE(34, 3)TE(34, 5)TE(34, 9)TE(34, 10)TE(34, 12)TE(34, 15)TE(34, 18)
FR TE(34, 19)TE(34, 22)TE(34, 25)TE(34, 27)TE(34, 30)TE(34, 31)TE(34, 32)TE(34, 33)TE(35, 3)
FR TE(35, 6)TE(35, 7)TE(35, 11)TE(35, 14)TE(35, 16)TE(35, 29)TE(35, 30)TE(35, 31)TE(35, 32)
FR TE(35, 33)TE(35, 34)TE(36, 6)TE(36, 7)TE(36, 8)TE(36, 9)TE(36, 10)TE(36, 17)TE(36, 25)
FR TE(36, 30)TE(36, 31)TE(36, 32)TE(36, 33)TE(36, 34)TE(36, 35)TE(37, 2)TE(37, 3)TE(37, 13)
FR TE(37, 16)TE(37, 17)TE(37, 18)TE(37, 30)TE(37, 32)TE(37, 33)TE(37, 34)TE(38, 3)TE(38, 9)
FR TE(38, 13)TE(38, 19)TE(38, 24)TE(38, 31)TE(38, 33)TE(38, 36)TE(38, 37)TE(39, 5)TE(39, 6)
FR TE(39, 7)TE(39, 17)TE(39, 26)TE(39, 28)TE(39, 37)TE(39, 38)TE(40, 5)TE(40, 8)TE(40, 11)
FR TE(40, 15)TE(40, 21)TE(40, 32)TE(40, 33)TE(40, 34)TE(40, 37)TE(40, 38)TE(40, 39)
VA 0.44 LY(1, 1)
VA 0.41 LY(9, 2)
VA 0.45 LY(20, 3)
VA 0.44 LY(33, 4)
PD
OU AM RS EF FS SS SC



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ฐิตาภรณ์ ชาวห้วยหมาก
วัน เดือน ปี เกิด	13 กรกฎาคม 2526
สถานที่เกิด	สุพรรณบุรี
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ครุศาสตรบัณฑิต สาขา วิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม พ.ศ. 2559 ศึกษาต่อระดับปริญญาโท ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิธี วิทยาการวิจัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร
ที่อยู่ปัจจุบัน	เลขที่ 2 หมู่ 6 ตำบลท่าข้าม อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

