

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เป็น 2 ตอน ซึ่งประกอบด้วย

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาปัญหาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

รายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาปัญหาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ครูวิทยาศาสตร์เป็นเพศชายจำนวน 98 คน (ร้อยละ 26.3) เป็นเพศหญิงจำนวน 274 คน (ร้อยละ 73.7)

ครูวิทยาศาสตร์จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 168 คน (ร้อยละ 45.2) มัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 157 คน (ร้อยละ 42.2) มัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 168 คน (ร้อยละ 45.2)

ครูวิทยาศาสตร์มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเฉลี่ย 2 ปี ($M = 2.0$; $SD = 1.1$)

ครูวิทยาศาสตร์จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยยึดศาสตร์ที่เป็นหลัก ดังนี้ วิทยาศาสตร์ จำนวน 323 คน (ร้อยละ 86.8) เทคโนโลยี จำนวน 174 คน (ร้อยละ 46.8) วิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 128 คน (ร้อยละ 34.4) คณิตศาสตร์ จำนวน 165 คน (ร้อยละ 44.4)

ครูวิทยาศาสตร์จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยบูรณาการจำนวนศาสตร์ ดังนี้ บูรณาการจำนวน 2 ศาสตร์ จำนวน 110 คน (ร้อยละ 29.6) บูรณาการจำนวน 3 ศาสตร์ จำนวน 114 คน (ร้อยละ 30.6) บูรณาการจำนวน 4 ศาสตร์ จำนวน 156 คน (ร้อยละ 41.9)

ครูวิทยาศาสตร์จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบต่างๆ ดังนี้ จัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) จำนวน 168 คน (ร้อยละ 45.2) จัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน (Project-Based Learning) จำนวน 160 คน (ร้อยละ 43.0) จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จำนวน 118 คน (ร้อยละ 31.7) จัดการเรียนรู้ในสถานที่ทำงานหรือห้องปฏิบัติการเป็นฐาน (Workplace or lab-based learning) จำนวน 54 คน (ร้อยละ 14.5) จัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้เป็นฐาน (Use of technology-supported learning

tools) จำนวน 74 คน (ร้อยละ 19.9) จัดกิจกรรมเพิ่มเติมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชา ภายในคาบเรียน จำนวน 158 คน (ร้อยละ 42.5) จัดกิจกรรมเพิ่มเติมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่างๆ จำนวน 52 คน (ร้อยละ 14.0) จัดกิจกรรมเพิ่มเติมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่างๆ เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย จำนวน 110 คน (ร้อยละ 29.6)

ตารางที่ 4.1 ข้อมูล จำนวน ร้อยละ ของครูวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับปัญหาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

n = 372

ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	98	26.3
หญิง	274	73.7
ครูวิทยาศาสตร์จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในระดับชั้น*		
มัธยมศึกษาปีที่ 1	168	45.2
มัธยมศึกษาปีที่ 2	157	42.2
มัธยมศึกษาปีที่ 3	168	45.2
ประสบการณ์สอนวิทยาศาสตร์ (ปี) ($M = 12.0$ $SD = 9.8$)		
ครูวิทยาศาสตร์จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยยึดศาสตร์ที่เป็นหลัก*		
วิทยาศาสตร์	323	86.8
เทคโนโลยี	174	46.8
วิศวกรรมศาสตร์	128	34.4
คณิตศาสตร์	165	44.4
ครูวิทยาศาสตร์จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยบูรณาการจำนวนศาสตร์*		
2 ศาสตร์	110	29.6
3 ศาสตร์	114	30.6
4 ศาสตร์	156	41.9
ครูวิทยาศาสตร์จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบ		
ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)	168	45.2
โครงการเป็นฐาน (Project-Based Learning)	160	43.0
ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	118	31.7
ในสถานที่ทำงานหรือห้องปฏิบัติการเป็นฐาน (Workplace or lab-based learning)	54	14.5
ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้เป็นฐาน (Use of technology-supported learning tools)	74	19.9
สอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน	158	42.5

ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน	ร้อยละ
จัดกิจกรรมเพิ่มเติมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่างๆ	52	14.0
จัดกิจกรรมเพิ่มเติมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่างๆ เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย	110	29.6

* ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

ครูวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 372 คน เห็นว่าปัญหาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยเฉลี่ยอยู่ระดับปานกลาง ($M = 3.3$; $SD = 1.0$) โดยรายการความรู้วิศวกรรมศาสตร์ ออกแบบบทเรียนสะเต็มศึกษาโดยเลือกบูรณาการบทเรียนในขอบเขตที่แคบแต่ศึกษาอย่างละเอียด ใช้หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ได้รับการสนับสนุนด้านสื่อและอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ขึ้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) และการใช้วิศวกรรมศาสตร์ในรายการที่ 3.12-3.18 อยู่ในระดับมาก (ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความหมายเกี่ยวกับปัญหาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของครูวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

n = 372

รายการ	M	SD	ความหมาย
ปัญหาในการเตรียมการจัดการเรียนรู้			
1. วิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ก่อนการออกแบบบทเรียนสะเต็มศึกษา	3.4	1.1	ปานกลาง
2. ความรู้ในเนื้อหาวิชา (Content Knowledge) ที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา			
2.1 ความรู้วิทยาศาสตร์	3.1	1.2	ปานกลาง
2.2 ความรู้เทคโนโลยี	3.3	1.1	ปานกลาง
2.3 ความรู้วิศวกรรมศาสตร์	3.6	1.0	มาก
2.4 ความรู้คณิตศาสตร์	3.2	1.1	ปานกลาง
3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ใน 4 วิชาสะเต็มศึกษา ด้านทักษะกระบวนการ และด้านเจตคติ	3.4	1.1	ปานกลาง
4. ออกแบบบทเรียนสะเต็มศึกษาโดยเลือกบูรณาการบทเรียนในขอบเขตที่แคบแต่ศึกษาอย่างละเอียด	3.6	1.0	มาก
5. ออกแบบบทเรียนสะเต็มศึกษาให้มีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน	3.5	1.1	มาก
6. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมวางแผนการจัดการเรียนรู้หรือออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา	3.4	1.1	ปานกลาง

รายการ	M	SD	ความหมาย
7. ใช้หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	3.6	1.0	มาก
8. ออกแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)	3.3	1.1	ปานกลาง
9. ออกแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)	3.4	1.1	ปานกลาง
10. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาทุกครั้ง	3.4	1.0	ปานกลาง
11. ได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	3.5	1.1	มาก
12. ได้รับการสนับสนุนด้านสื่อและอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	3.5	1.1	มาก
13. ได้รับการสนับสนุนด้านสถานที่ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	3.3	1.1	ปานกลาง
ปัญหาในการจัดการเรียนรู้			
1. จัดการเรียนรู้ที่นำโดยครูแบบดั้งเดิม (Traditional, teacher led instruction)	3.3	1.0	ปานกลาง
2. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน	3.4	1.0	ปานกลาง
2.1 ขั้นระบุปัญหา (Problem Identification)	3.2	1.1	ปานกลาง
2.2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)	3.3	1.0	ปานกลาง
2.3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)	3.4	1.0	ปานกลาง
2.4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)	3.4	1.0	ปานกลาง
2.5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)	3.5	1.0	มาก
2.6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)	3.4	1.0	ปานกลาง
3. จัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้แนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และ คณิตศาสตร์	3.4	1.0	ปานกลาง
3.1 ใช้วิทยาศาสตร์ในการตั้งคำถาม (เพื่อเข้าใจธรรมชาติ)	3.3	1.1	ปานกลาง
3.2 ใช้วิทยาศาสตร์ในการพัฒนาและใช้โมเดล	3.3	1.0	ปานกลาง
3.3 ใช้วิทยาศาสตร์ในการออกแบบและลงมือทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง	3.4	1.0	ปานกลาง
3.4 ใช้วิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล	3.3	1.0	ปานกลาง
3.5 ใช้วิทยาศาสตร์ในการสร้างคำอธิบาย	3.3	1.0	ปานกลาง
3.6 ใช้วิทยาศาสตร์ในการใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด	3.3	1.0	ปานกลาง
3.7 ใช้วิทยาศาสตร์ในการประเมินและสื่อสารแนวคิด	3.3	1.0	ปานกลาง
3.8 ใช้เทคโนโลยีเพื่อให้ตระหนักถึงบทบาทของเทคโนโลยีต่อสังคม	3.3	1.1	ปานกลาง
3.9 ใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เรียนรู้วิธีการใช้งานเทคโนโลยีใหม่ๆ	3.3	1.1	ปานกลาง
3.10 ใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เข้าใจบทบาทของเทคโนโลยีในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรม	3.3	1.0	ปานกลาง
3.11 ใช้เทคโนโลยีเพื่อให้ตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีโดยพิจารณาถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม	3.3	1.0	ปานกลาง
3.12 ใช้วิศวกรรมศาสตร์ในการนิยามปัญหา (เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต)	3.5	0.9	มาก

รายการ	M	SD	ความหมาย
3.13 ใช้วิศวกรรมศาสตร์ในการพัฒนาและใช้โมเดล	3.5	0.9	มาก
3.14 ใช้วิศวกรรมศาสตร์ในการออกแบบและลงมือทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง	3.5	0.9	มาก
3.15 ใช้วิศวกรรมศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล	3.5	0.9	มาก
3.16 ใช้วิศวกรรมศาสตร์ในการออกแบบวิธีแก้ปัญหา	3.5	0.9	มาก
3.17 ใช้วิศวกรรมศาสตร์ในการใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด	3.5	0.9	มาก
3.18 ใช้วิศวกรรมศาสตร์ในการประเมินและสื่อสารแนวคิด	3.5	0.9	มาก
3.20 ใช้คณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจและพยายามแก้ปัญหา	3.3	0.9	ปานกลาง
3.21 ใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการคำนวณ	3.3	1.0	ปานกลาง
3.22 ใช้คณิตศาสตร์ในการสร้างโมเดล	3.4	0.9	ปานกลาง
3.23 ใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา	3.3	1.0	ปานกลาง
3.24 ใช้คณิตศาสตร์ให้ความสำคัญการความแม่นยำ	3.3	1.0	ปานกลาง
3.25 ใช้คณิตศาสตร์โดยใช้ตัวเลขในการให้ความหมายหรือเหตุผล	3.3	1.0	ปานกลาง
3.26 ใช้คณิตศาสตร์ในการพยายามหาและใช้โครงการในการแก้ปัญหา	3.3	1.0	ปานกลาง
3.27 ใช้คณิตศาสตร์ในการสร้างข้อโต้แย้งและสามารถวิพากษ์การให้เหตุผลของผู้อื่น	3.4	1.0	ปานกลาง
3.28 ใช้คณิตศาสตร์ในการมองหาและนำเสนอระเบียบวิธีในการเหตุผลซ้ำๆ	3.3	1.0	ปานกลาง
4. การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)	3.3	1.0	ปานกลาง
5. การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)	3.3	1.0	ปานกลาง
6. จัดการเรียนรู้ในสถานที่ทำงานหรือห้องปฏิบัติการเป็นฐาน (Workplace or lab-based learning)	3.3	1.0	ปานกลาง
7. จัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้เป็นฐาน (Use of technology-supported learning tools)	3.3	1.0	ปานกลาง
8. จัดกิจกรรมสะเต็มสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน	3.3	1.0	ปานกลาง
9. จัดกิจกรรมสะเต็มไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่างๆ	3.1	1.0	ปานกลาง
10. จัดกิจกรรมสะเต็มไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่างๆ เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย	3.2	1.1	ปานกลาง
11. เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดและหาคำตอบได้อย่างอิสระและสร้างสรรค์ภายใต้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process)	3.2	1.1	ปานกลาง
12. จัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาหรือกิจกรรมชมรมสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานเป็นทีม	3.2	1.1	ปานกลาง
13. จัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาหรือกิจกรรมชมรมสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ	3.2	1.2	ปานกลาง
14. นำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หรือกิจกรรมชมรมสะเต็มศึกษาได้อย่างเหมาะสม เช่น นักเรียนได้ใช้คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต โทรศัพท์มือถือ ในการสืบค้น	3.3	1.1	ปานกลาง
15. ใช้สื่อการจัดการเรียนรู้ที่เป็นสื่อของจริง เช่น ฟิช สัตว์	3.2	1.1	ปานกลาง
16. ใช้สื่อการจัดการเรียนรู้ที่เป็นสื่อเทคโนโลยี เช่น วิดีทัศน์ ภาพยนตร์ อินเทอร์เน็ต	3.2	1.1	ปานกลาง

รายการ	M	SD	ความหมาย
17. จัดทำป้ายนิเทศเกี่ยวกับสะเต็มหรือป้ายนิเทศความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียน	3.1	1.1	ปานกลาง
ปัญหาในการวัดและประเมินผล			
1. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลมีคุณภาพ	3.4	1.0	ปานกลาง
2. ประเมินผลระหว่างเรียน (Formative Assessment)	3.3	1.0	ปานกลาง
3. ประเมินผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือกิจกรรมชมรมสะเต็มศึกษาตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้	3.2	1.0	ปานกลาง
4. ครูให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) แก่นักเรียนเพื่อปรับปรุง	3.2	1.0	ปานกลาง
5. นักเรียนได้สะท้อน (Reflect) การเรียนรู้ของตนเอง	3.2	1.0	ปานกลาง
6. ประเมินผลด้านความรู้ใน 4 วิชาสะเต็มศึกษา ด้านทักษะกระบวนการ และด้านเจตคติ	3.3	1.0	ปานกลาง
7. ใช้การวัดและประเมินผลจากสภาพจริง โดยประเมินทั้งด้านความรู้และทักษะกระบวนการที่นักเรียนแสดงออกขณะร่วมกิจกรรมการเรียนรู้หรือสร้างชิ้นงาน	3.3	1.0	ปานกลาง
เฉลี่ยรวม	3.3	1.0	ปานกลาง

นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากแบบสอบถามปลายเปิดที่นำไปสู่การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สรุปได้ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาในการเตรียมการจัดการเรียนรู้

ครูวิทยาศาสตร์ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ข้อเสนอแนะว่าควรมีการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อให้ครูมีความรู้ความเข้าใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และบางส่วนเสนอแนะว่า ควรพัฒนาครูให้มีความสามารถในการวิเคราะห์ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางปรับปรุง พ.ศ.2560 เพื่อนำไปสู่การออกแบบจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาให้ครอบคลุมทั้ง 4 ศาสตร์ โดยสามารถนำไปใช้ได้จริงกับบริบทของโรงเรียนและนักเรียน ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับการวัดประเมินผลที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ควรมีการรวมทีมครูในสาระวิชาที่เกี่ยวข้องเพื่อการจัดเตรียมการจัดการเรียนรู้ที่ถูกต้องแม่นยำในแต่ละศาสตร์ ควรมีความหลากหลายของรูปแบบการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ควรมีการให้ตัวอย่างการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาแก่ครูผู้สอน ควรมีการสนับสนุนงบประมาณและสื่อที่จะต้องใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2. ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาในการจัดการเรียนรู้

ครูวิทยาศาสตร์ผู้ตอบแบบสอบถามให้ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาในการจัดการเรียนรู้ว่า ควรจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะในการสืบค้นข้อมูลให้กับนักเรียนเพื่อให้เป็นบุคคลที่พร้อมเรียนรู้เพิ่มเติมและต่อยอดด้วยเทคโนโลยี เนื่องจากนักเรียนมีอุปกรณ์และสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ง่ายอยู่แล้ว ควรใช้สถานการณ์หรือเหตุการณ์ใกล้ตัวในชีวิตประจำวันในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ควรให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ให้มากที่สุด

3. ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาในการวัดและประเมินผล

ครูวิทยาศาสตร์ผู้ตอบแบบสอบถามให้ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาในการวัดและประเมินผลส่วนใหญ่ว่าควรมีการอบรมเพื่อให้ครูมีความรู้และทักษะเกี่ยวกับการวัดและการประเมินผลที่หลากหลายและมีตัวอย่างเครื่องมือวัดผล ควรมีต้นแบบที่ให้แต่ละโรงเรียนและแต่ละระดับชั้นเทียบเคียงเป็นตัวอย่างในการปรับใช้ได้ อย่างชัดเจน ผู้ตอบแบบสอบถามบางส่วนเสนอแนะว่าควรมีการประเมินผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้และประเมินตามสภาพจริง วัดผลการเรียนรู้เป็นกลุ่ม วัดผลการร่วมกันวางแผน ออกแบบ แก้ปัญหา ควรวัดประเมินชิ้นงาน และวัดจากทักษะการปฏิบัติงานต่างไป เช่น การสืบค้นข้อมูล การทำงานเป็นทีม ควรมีการกำหนดกรอบนิยามตัวชี้วัดของผลการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ต้องการวัดให้ชัดเจน การออกแบบประเมินแบบรูปรีที่ชัดเจน ประเมินทั้งกระบวนการคิดและกระบวนการปฏิบัติของนักเรียน นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล ออกแบบการวัดและประเมินผลให้สอดคล้องกับเนื้อหา นั้น ๆ

จากผลการวิจัย พบว่า ครูวิทยาศาสตร์มีปัญหาโดยเฉพาะที่อยู่ในระดับมาก ได้แก่ 1) ปัญหาในการเตรียมการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย ความรู้ในเนื้อหาวิชา (Content Knowledge) ที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เฉพาะความรู้วิศวกรรมศาสตร์ ($M = 3.6; SD = 1.0$) ออกแบบบทเรียนสะเต็มศึกษาโดยเลือกบูรณาการบทเรียนในขอบเขตที่แคบแต่ศึกษาอย่างละเอียด ($M = 3.6; SD = 1.0$) ออกแบบบทเรียนสะเต็มศึกษาให้มีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ($M = 3.5; SD = 1.1$) ใช้หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ($M = 3.6; SD = 1.0$) ได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ($M = 3.5; SD = 1.1$) ได้รับการสนับสนุนด้านสื่อและอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ($M = 3.5; SD = 1.1$) และ 2) ปัญหาในการจัดการเรียนรู้ ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) ($3.5; 1.0$) ใช้วิศวกรรมศาสตร์ในการนิยามปัญหา (เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต) ($M = 3.5; SD = 0.9$) ใช้วิศวกรรมศาสตร์ในการพัฒนาและใช้โมเดล ($3.5; 0.9$) ใช้วิศวกรรมศาสตร์ในการออกแบบและลงมือทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง ใช้วิศวกรรมศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ($M = 3.5; SD = 0.9$) ใช้วิศวกรรมศาสตร์ในการออกแบบวิธีแก้ปัญหา ($M = 3.5; SD = 0.9$) ใช้วิศวกรรมศาสตร์ในการใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด ($M = 3.5; SD = 0.9$) ใช้วิศวกรรมศาสตร์ในการประเมินและสื่อสารแนวคิด ($M = 3.5; SD = 0.9$) ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่เกี่ยวกับความรู้วิศวกรรมศาสตร์และการใช้วิศวกรรมศาสตร์

จากปัญหาทั่วไปเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งได้แก่ ปัญหาในการเตรียมการจัดการเรียนรู้ ปัญหาในการจัดการเรียนรู้ และปัญหาในการวัดและประเมินผล โดยเฉพาะปัญหาที่พบในการวิจัยครั้งนี้ในระดับมากเกี่ยวกับความรู้วิศวกรรมศาสตร์และการใช้วิศวกรรมศาสตร์ ประกอบกับข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการ จึงนำไปสู่การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการที่มีขั้นตอนเนื้อหาความรู้ กิจกรรมและสื่อสำหรับครูวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เนื้อหาความรู้สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งมีที่มาจาก Thailand 4.0 ถึง Education 4.0 การดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 และทักษะ

ในศตวรรษที่ 21 หลักการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพ การพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ การพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ตัวอย่างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาทั่วไป และรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการบริบทไทย ทักษะการเรียนรู้ ทักษะในศตวรรษที่ 21 และการคิดเชิงออกแบบ (Integration of Thai Context, Literacy Skills, 21st Century Skills and Design Thinking: InThai21DT) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ทำความเข้าใจกับปัญหา (Empathize) (2) วิเคราะห์และสังเคราะห์เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Define) (3) นำแนวคิดมาสร้างรูปธรรม (Ideate) (4) สร้างผลิตภัณฑ์หรือต้นแบบ (Prototype) (5) ทดสอบแนวทางแก้ปัญหาหรือผลิตภัณฑ์ (Test) และการวัดและการประเมินผล การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กิจกรรมสำหรับครูวิทยาศาสตร์ คือ การฟังบรรยายและการอภิปราย สื่อสำหรับครูวิทยาศาสตร์ คือ เพาเวอร์พอยต์ประกอบการบรรยาย

ขั้นตอนที่ 2 เนื้อหาความรู้สำหรับครูวิทยาศาสตร์ คือ การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการบริบทไทย ทักษะการเรียนรู้ ทักษะในศตวรรษที่ 21 และการคิดเชิงออกแบบ (Integration of Thai Context, Literacy Skills, 21st Century Skills and Design Thinking: InThai21DT) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ทำความเข้าใจกับปัญหา (Empathize) (2) วิเคราะห์และสังเคราะห์เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Define) (3) นำแนวคิดมาสร้างรูปธรรม (Ideate) (4) สร้างผลิตภัณฑ์หรือต้นแบบ (Prototype) (5) ทดสอบแนวทางแก้ปัญหาหรือผลิตภัณฑ์ (Test) และการวัดและการประเมินผล การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กิจกรรมสำหรับครูวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) กิจกรรมปฏิบัติการที่ให้ครูวิทยาศาสตร์ได้ปฏิบัติตามขั้นตอน (1) ทำความเข้าใจกับปัญหา (Empathize) (2) วิเคราะห์และสังเคราะห์เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Define) (3) นำแนวคิดมาสร้างรูปธรรม (Ideate) (4) สร้างผลิตภัณฑ์หรือต้นแบบ (Prototype) (5) ทดสอบแนวทางแก้ปัญหาหรือผลิตภัณฑ์ (Test) ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการบริบทไทย ทักษะการเรียนรู้ ทักษะในศตวรรษที่ 21 และการคิดเชิงออกแบบ (Integration of Thai Context, Literacy Skills, 21st Century Skills and Design Thinking: InThai21DT) ได้แก่ กิจกรรมหอคอยงาช้าง กิจกรรมรถกินได้ กิจกรรม Ship the Chip (ภาคผนวก ข หน้า 105-124) 2) กิจกรรมปฏิบัติการที่ให้ครูวิทยาศาสตร์เขียนแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการบริบทไทย ทักษะการเรียนรู้ ทักษะในศตวรรษที่ 21 และการคิดเชิงออกแบบ (Integration of Thai Context, Literacy Skills, 21st Century Skills and Design Thinking: InThai21DT) และ 3) กิจกรรมการนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้และเรียนรู้ร่วมกันในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ สื่อสำหรับครูวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 1) สื่อที่ให้ครูวิทยาศาสตร์ได้ปฏิบัติตามขั้นตอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการบริบทไทย ทักษะการเรียนรู้ ทักษะในศตวรรษที่ 21 และการคิดเชิงออกแบบ (Integration of Thai Context, Literacy Skills, 21st Century Skills and Design Thinking: InThai21DT) ได้แก่ กิจกรรมหอคอยงาช้าง กิจกรรมรถกินได้ กิจกรรม Ship the Chip (ภาคผนวก ข หน้า 105-124) 2) สื่อที่ให้ครูวิทยาศาสตร์ปฏิบัติกิจกรรมเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ คือ ตัวอย่างแผนการ

จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เน้นการบูรณาการบริบทไทย ทักษะการเรียนรู้ ทักษะในศตวรรษที่ 21 (InThai21DT) เรื่อง หอคอยงาช้าง (หน้า 125) และ 3) สื่อที่ใช้สำหรับกิจกรรมการนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้และเรียนรู้ร่วมกันในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ คือ แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เน้นการบูรณาการบริบทไทย ทักษะการเรียนรู้ ทักษะในศตวรรษที่ 21 (InThai21DT) (หน้า 136)

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

จากผลการวิจัยตอนที่ 1 และจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องที่พบว่า การออกแบบทางวิศวกรรมเป็นเรื่องที่ซับซ้อนยากต่อการเรียนรู้และยากมากขึ้นสำหรับการสอน (Dym, Agogino, Eris, Frey, & Leifer, 2013) ครูขาดความรู้และทักษะการออกแบบทางวิศวกรรมที่จำเป็นในการออกแบบการจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบสะเต็มศึกษา (Wu, Hu, & Wang, 2019) ประกอบกับการคิดเชิงออกแบบเป็นกระบวนการสร้างนวัตกรรมที่เน้นมนุษย์เป็นศูนย์กลางโดยใช้ต้นแบบและชุดความคิดที่ให้อารมณ์ที่แข็งแกร่งสำหรับการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ในการกำหนดแนวคิดการเรียนรู้ของนักเรียนและการปฏิบัติของครูในบริบทการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Carroll, 2015) โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (Carroll, 2015) ที่สามารถนำมาบูรณาการกับบริบทไทย ทักษะการเรียนรู้ และทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้ จึงเป็นที่มาของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในงานวิจัยนี้

2.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

จากการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีการบูรณาการบริบทไทย ทักษะการเรียนรู้ ทักษะในศตวรรษที่ 21 และการคิดเชิงออกแบบ (Integration of **Thai** Context, Literacy Skills, **21st** Century Skills and Design Thinking: InThai21DT)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ (1) หลักการ (2) วัตถุประสงค์ (3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการบูรณาการบริบทไทย ทักษะการเรียนรู้ ทักษะในศตวรรษที่ 21 และการคิดเชิงออกแบบ คือ InThai21DT มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ (3.1) ทำความเข้าใจกับปัญหา (Empathize) (3.2) วิเคราะห์และสังเคราะห์เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Define) (3.3) นำแนวคิดมาสร้างรูปธรรม (Ideate) (3.4) สร้างผลิตภัณฑ์หรือต้นแบบ (Prototype) (3.5) ทดสอบแนวทางแก้ปัญหาหรือผลิตภัณฑ์ (Test) (4) การวัดและการประเมินผล

หลักการ :

การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการบูรณาการบริบทไทย ทักษะการเรียนรู้ ทักษะในศตวรรษที่ 21 และการคิดเชิงออกแบบ

วัตถุประสงค์ :

เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการบูรณาการบริบทไทย ทักษะการเรียนรู้ ทักษะในศตวรรษที่ 21 และการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

บริบทไทย เช่น สังคมเกษตรกรรม ประเทศไทย 4.0 ที่เน้นการสร้างนวัตกรรม การสร้างที่ยั่งยืน และมีการใช้เทคโนโลยีมากขึ้น เป็นต้น

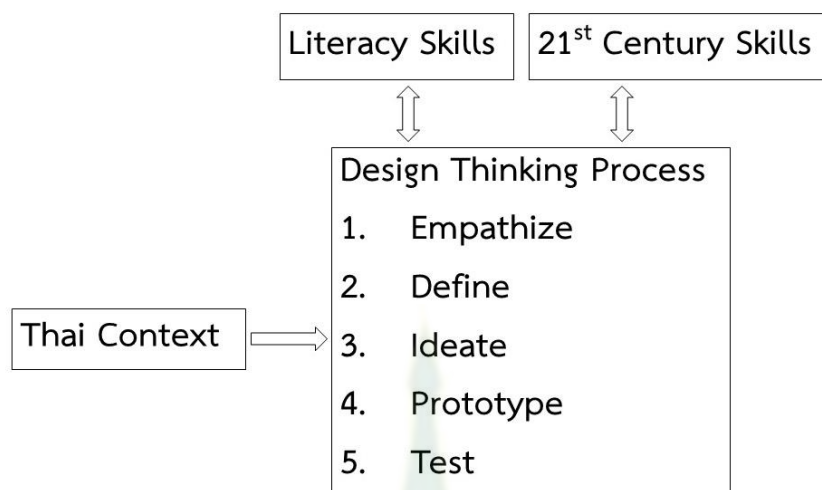
ทักษะการเรียนรู้ ได้แก่ การอ่าน การเขียน การฟัง และการพูด

ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย (1) ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (critical thinking and problem solving) (2) ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ (communications, information, and media literacy) (3) ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ (collaboration, teamwork and leadership) (4) ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (creativity and innovation) (5) ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (computing and ICT literacy) (6) ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง (career and learning self-reliance) และ (7) ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ (cross-cultural understanding)

กระบวนจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) ทำความเข้าใจกับปัญหา (Empathize)
- 2) วิเคราะห์และสังเคราะห์เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Define)
- 3) นำแนวคิดมาสร้างรูปธรรม (Ideate)
- 4) สร้างผลิตภัณฑ์หรือต้นแบบ (Prototype)
- 5) ทดสอบแนวทางแก้ปัญหาหรือผลิตภัณฑ์ (Test)

โดยใช้ปัญหาจริงในชีวิตประจำวัน หรือเหตุการณ์/สถานการณ์ เช่น บทความในหนังสือพิมพ์ คลิปวิดีโอเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง สถานการณ์ในท้องถิ่นหรือสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น มีเอกสารประมวลเหตุการณ์ มีเกณฑ์และข้อกำหนดของการแก้ปัญหา นักเรียนทำงานกลุ่มแบบร่วมมือ มีการพึ่งพาซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม มีความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน ครูทำหน้าที่เป็นโค้ช ให้ข้อมูลป้อนกลับ



(Integration of Thai Context, Literacy Skills, 21st Century Skills and Design Thinking: InThai21DT)

การวัดและการประเมินผล

1. ความรู้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์
2. การใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ
3. การทำงานร่วมกันเป็นทีม
4. คุณภาพชิ้นงานที่เป็นไปตามเกณฑ์และข้อกำหนด
5. ทักษะการสื่อสาร การนำเสนอ นวัตกรรม การสร้างสรรค์ การบูรณาการเทคโนโลยี และการทำงานร่วมกันเป็นทีม

แนวทางในการวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผล ดำเนินการ 2 ลักษณะ คือ

1) การวัดและประเมินผลรายกลุ่ม โดยวัด (1) ความรู้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (2) การใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (3) การทำงานร่วมกันเป็นทีม (4) คุณภาพชิ้นงานที่เป็นไปตามเกณฑ์และข้อกำหนด

2) การวัดและประเมินผลรายบุคคล โดยวัด (1) ทักษะในศตวรรษที่ 21 เช่น การสื่อสาร การนำเสนอ นวัตกรรมและการสร้างสรรค์ การบูรณาการเทคโนโลยี และการทำงานร่วมกันเป็นทีม

โดยใช้การสังเกต การแสดงออก การพูด การปฏิบัติกิจกรรม การนำเสนอ เป็นต้น โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) ที่กำหนด

ผลการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

2.2 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ครูวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจำนวน 45 คน แบ่งตามระดับชั้นที่ครูสอน ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลระดับชั้น จำนวนและร้อยละของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

n = 45		
ระดับชั้นที่ครูสอน	จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้	ร้อยละ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	16	35.6
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	14	31.1
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	15	33.3
รวม	45	100

ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จำนวน 45 แผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า มีค่าเฉลี่ย (M) ระดับความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม โดยภาพรวมเท่ากับ 4.7 (ระดับมากที่สุด) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.6 โดยแสดงรายละเอียดรายด้านและรายข้อใน ตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลรายการประเมิน ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และความหมาย ของผลการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

รายการประเมิน	M	SD	ความหมาย
1. สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	4.7	0.5	มากที่สุด
2. ความรู้ในเนื้อหาวิชา (Content Knowledge) ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์)	4.7	0.5	มากที่สุด
3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ใน 4 วิชาสะเต็มศึกษา ด้านทักษะกระบวนการ และด้านเจตคติ	4.7	0.5	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการบริบทไทย เช่น สังคมเกษตรกรรม ประเทศไทย 4.0 ที่เน้นการสร้างนวัตกรรม การสร้างความยั่งยืน และมีการใช้เทคโนโลยีมากขึ้น เป็นต้น	4.5	0.6	มากที่สุด

รายการประเมิน	M	SD	ความหมาย
5. กิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการทักษะการเรียนรู้			
5.1 การอ่าน	4.5	0.5	มากที่สุด
5.2 การเขียน	4.7	0.5	มากที่สุด
5.3 การฟัง	4.7	0.4	มากที่สุด
5.4 การพูด	4.8	0.4	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการทักษะแห่งศตวรรษที่ 21			
6.1 ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (critical thinking and problem solving)	4.7	0.4	มากที่สุด
6.2 ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ (communications, information, and media literacy)	4.3	0.7	มาก
6.3 ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ (collaboration, teamwork and leadership)	4.9	0.4	มากที่สุด
6.4 ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (creativity and innovation)	4.8	0.4	มากที่สุด
6.5 ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (computing and ICT literacy)	4.4	0.7	มาก
6.6 ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง (career and learning self-reliance)	4.4	0.5	มาก
6.7 ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ (cross-cultural understanding)	4.0	0.6	มาก
7. การใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)			
7.1 ทำความเข้าใจกับปัญหา (Empathize)	4.7	0.5	มากที่สุด
7.2 วิเคราะห์และสังเคราะห์เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Define)	4.7	0.5	มากที่สุด
7.3 นำแนวคิดมาสร้างรูปธรรม (Ideate)	4.9	0.3	มากที่สุด
7.4 สร้างผลิตภัณฑ์หรือต้นแบบ (Prototype)	5.0	0.2	มากที่สุด
7.5 ทดสอบแนวทางแก้ปัญหาหรือผลิตภัณฑ์ (Test)	4.9	0.3	มากที่สุด
8. สื่อการเรียนรู้			
8.1 สอดคล้อง เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้	4.9	0.4	มากที่สุด
8.2 นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ได้อย่างทั่วถึง	4.9	0.3	มากที่สุด
9. ชิ้นงาน/ภาระงาน			
9.1 การกำหนดชิ้นงาน /ภาระงาน มีความเหมาะสม	4.9	0.4	มากที่สุด
9.2 การทำชิ้นงาน /ภาระงาน ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้	4.9	0.3	มากที่สุด
9.3 การทำชิ้นงาน /ภาระงาน ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	4.8	0.5	มากที่สุด
10. การวัดและการประเมินผล			
10.1 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์/ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	4.8	0.4	มากที่สุด
10.2 วัดความรู้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์	4.9	0.3	มากที่สุด

รายการประเมิน	M	SD	ความหมาย
10.3 วัดการใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)	4.8	0.5	มากที่สุด
10.4 วัดการทำงานร่วมกันเป็นทีม	4.9	0.3	มากที่สุด
10.5 วัดคุณภาพชิ้นงานที่เป็นไปตามเกณฑ์และข้อกำหนด	4.9	0.3	มากที่สุด
10.6 วัดทักษะการสื่อสาร การนำเสนอ นวัตกรรม การสร้างสรรค์ การบูรณาการ เทคโนโลยี และการทำงานร่วมกันเป็นทีม	4.5	0.6	มากที่สุด
10.7 การวัดและประเมินผลรายกลุ่ม	4.9	0.3	มากที่สุด
10.8 การวัดและประเมินผลรายบุคคล	4.4	0.6	มากที่สุด
10.9 ใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics)	4.3	0.8	มาก
10.10 นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล	4.6	0.5	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม			

2.2 ผลการประเมินความพร้อมในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ผลการประเมินความพร้อมในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู จำนวน 45 คน ที่มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เฉลี่ย 2.3 ปี พบว่า มีค่าเฉลี่ย (M) ระดับความพร้อมในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครู โดยภาพรวมเท่ากับ 4.2 (ระดับมาก) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.7 โดยแสดงรายละเอียดรายด้านและรายข้อใน ตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลรายการประเมิน ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และความหมาย ของผลการประเมินความพร้อมในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

รายการประเมิน	M	SD	ความหมาย
1. ความพร้อมในการการวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	4.3	0.6	มาก
2. ความพร้อมในความรู้ในเนื้อหาวิชา (Content Knowledge) ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์)	4.3	0.6	มาก
3. ความพร้อมในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ใน 4 วิชาสะเต็มศึกษา ด้านทักษะกระบวนการ และด้านเจตคติ	4.2	0.6	มาก
4. ความพร้อมในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการบริบทไทย เช่น สังคม เกษตรกรรม ประเทศไทย 4.0 ที่เน้นการสร้างนวัตกรรม การสร้างความยั่งยืน และมีการใช้เทคโนโลยีมากขึ้น เป็นต้น	4.0	0.7	มาก
5. ความพร้อมในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการทักษะการเรียนรู้	4.2	0.7	มาก
5.1 การอ่าน	4.4	0.6	มาก

รายการประเมิน	M	SD	ความหมาย
5.2 การเขียน	4.2	0.7	มาก
5.3 การฟัง	4.3	0.6	มาก
5.4 การพูด	4.2	0.7	มาก
6. ความพร้อมในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	4.0	0.5	มาก
6.1 ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (critical thinking and problem solving)	4.2	0.7	มาก
6.2 ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ (communications, information, and media literacy)	4.2	0.7	มาก
6.3 ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ (collaboration, teamwork and leadership)	4.4	0.6	มาก
6.4 ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (creativity and innovation)	4.1	0.6	มาก
6.5 ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (computing and ICT literacy)	4.2	0.6	มาก
6.6 ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง (career and learning self-reliance)	4.2	0.6	มาก
6.7 ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ (cross-cultural understanding)	4.0	0.6	มาก
7. ความพร้อมในการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)	4.1	0.6	มาก
7.1 ทำความเข้าใจกับปัญหา (Empathize)	4.2	0.6	มาก
7.2 วิเคราะห์และสังเคราะห์เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Define)	4.2	0.5	มาก
7.3 นำแนวคิดมาสร้างรูปธรรม (Ideate)	4.2	0.6	มาก
7.4 สร้างผลิตภัณฑ์หรือต้นแบบ (Prototype)	4.1	0.6	มาก
7.5 ทดสอบแนวทางแก้ปัญหาหรือผลิตภัณฑ์ (Test)	4.2	0.6	มาก
8. ความพร้อมในการจัดหาหรือใช้สื่อการเรียนรู้	4.3	0.5	มาก
8.1 ความพร้อมในการจัดหาหรือใช้สื่อการเรียนรู้ที่สอดคล้องเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	4.2	0.5	มาก
8.2 ความพร้อมในการให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ได้อย่างทั่วถึง	4.2	0.6	มาก
9. ความพร้อมในการกำหนดชิ้นงาน/ภาระงาน	4.1	0.6	มาก
9.1 ความพร้อมในการกำหนดชิ้นงาน /ภาระงาน ที่มีความเหมาะสม	4.1	0.6	มาก
9.2 ความพร้อมในการให้นักเรียนทำชิ้นงาน /ภาระงาน ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้	4.1	0.6	มาก
9.3 ความพร้อมในการให้นักเรียนได้ทำชิ้นงาน /ภาระงาน ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	4.2	0.6	มาก
10. ความพร้อมในการวัดและการประเมินผล	4.2	0.6	มาก
10.1 ความพร้อมในการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์/ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	4.2	0.5	มาก

รายการประเมิน	M	SD	ความหมาย
10.2 ความพร้อมในการวัดความรู้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์	4.4	0.6	มาก
10.3 ความพร้อมในการวัดการใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)	4.1	0.6	มาก
10.4 ความพร้อมในการวัดการทำงานร่วมกันเป็นทีม	4.2	0.6	มาก
10.5 ความพร้อมในการวัดคุณภาพชิ้นงานที่เป็นไปตามเกณฑ์และข้อกำหนด	4.2	0.6	มาก
10.6 ความพร้อมในการวัดทักษะการสื่อสาร การนำเสนอ นวัตกรรม การสร้างสรรค์ การบูรณาการเทคโนโลยี และการทำงานร่วมกันเป็นทีม	4.1	0.6	มาก
10.7 ความพร้อมในการวัดและประเมินผลรายกลุ่ม	4.2	0.5	มาก
10.8 ความพร้อมในการวัดและประเมินผลรายบุคคล	4.2	0.6	มาก
10.9 ความพร้อมในการใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics)	4.2	0.7	มาก
10.10 ความพร้อมในการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล	4.2	0.7	มาก
เฉลี่ยรวม	4.2	0.7	มาก

