

การสำรวจมุมมองการสอนสะเต็มศึกษาของนิสิตครูวิทยาศาสตร์

Exploring Orientations toward STEM Education of Pre-service Science Teachers

ชุตินา วิชัยดิษฐ์¹ และ ชาทรี ฝ่ายคำตา²

Chutima Vichaidit¹ and Chatree Faikhamta²

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์^{1,2}

Corresponding author, E-mail : chu.tongsuk@gmail.com¹

บทคัดย่อ

มุมมองของครูเกี่ยวกับการสอนสะเต็มศึกษา เป็นส่วนประกอบสำคัญที่สามารถแสดงและทำนายการปฏิบัติการสอนของครูในห้องเรียนได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจมุมมองเกี่ยวกับการสอนสะเต็มศึกษาของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 24 คน ซึ่งกำลังศึกษาในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 4 สาขาวิทยาศาสตร์ งานวิจัยนี้จึงใช้แบบสอบถามแบบปลายเปิด ครอบคลุมประเด็นเกี่ยวกับ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ความสำคัญในการสอนสะเต็มศึกษา การออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา บทบาทของครูและบทบาทของผู้เรียน หลักการวิธีสอน สื่อ วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ ตลอดจนการวัดและประเมินผล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กระบวนการตีความ ผลการวิจัยพบว่านิสิตครูวิทยาศาสตร์เข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาบางส่วนเกือบทุกประเด็น อีกทั้งมีความเข้าใจศาสตร์ทั้ง 4 ของสะเต็มศึกษา (วิทยาศาสตร์, เทคโนโลยี, คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์) ยังไม่ชัดเจน นิสิตครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีมุมมองในการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษาโดยการใช้กิจกรรมการใช้โครงงานเป็นฐาน

คำสำคัญ : สะเต็มศึกษา; มุมมองการสอนสะเต็มศึกษา; นิสิตครูวิทยาศาสตร์

ABSTRACT

Orientations toward STEM Education is a key component that articulate and predict teaching's practices in their classroom. The objectives of this study was explore orientations toward STEM education of 24 fourth year pre-service science teachers who were studying in the bachelor of education in majoring science in science teaching. Open-ended questionnaire including understandings of each discipline in STEM education, the importance of teaching STEM education, designing STEM education activities ; role of teachers and students, teaching strategies, instructional media, and assessment of student learning. The data gathered were analyzed by interpretive. The findings indicate that pre-service science teachers held partial understandings of STEM education including characteristics of each discipline in STEM education (science, technology, engineering, and mathematics). The orientation towards STEM education of pre-service teachers relied on project-based learning.

Keywords : STEM Education ; Orientations toward STEM Education ; Pre-service Science Teacher



บทนำ

สะเต็มศึกษาเป็นแนวคิดหนึ่งที่ใช้ในการจัดการศึกษาเพื่อการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความรู้ภายใต้การสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) [1] ทั้งนี้ได้มีองค์กรและนักการศึกษาได้นิยามเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาไว้มากมาย เช่น National Science Foundation (NFS) กล่าวว่า การศึกษาตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการศาสตร์ต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของแต่ละศาสตร์และการนำมาซึ่งการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ หรือนวัตกรรม โดยปัจจุบันนักวิจัยได้พยายามนำสะเต็มมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มทำให้ผู้เรียนรู้จักคิด รู้จักการตั้งคำถาม แก้ปัญหา และสร้างทักษะการหาข้อมูลจากการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ทำให้ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์มาบูรณาการกัน เพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญๆ ที่พบในชีวิตจริง [2]

มุมมองเกี่ยวกับการสอนเป็นองค์ประกอบหนึ่งใน 5 องค์ประกอบของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge, PCK) โดย Magnusson [3] กล่าวว่า เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ เนื่องจากมุมมองจะครอบคลุมไปถึงจุดมุ่งหมาย ความเข้าใจและเป้าหมายเกี่ยวกับการสอนการสอนแต่ละวิชา โดยมุมมองของครูเกี่ยวกับการสอนเป็นเสมือนแผนผังแนวคิดที่ชี้แนะการตัดสินใจเกี่ยวกับการเรียนการสอนในประเด็นต่างๆ เช่น การวางแผนกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้คู่มือและสื่อการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่สอดคล้องและเหมาะสมกับเป้าหมายการสอนวิทยาศาสตร์ [3],[4],[5]

ถึงแม้ที่ผ่านมาจะมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์อย่างมากมาย [6],[7],[8],[9],[10] แต่การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเป้าหมายของการสอนสะเต็ม (Orientations towards Teaching STEM Education) นั้นยังไม่พบรายงานดังกล่าว ซึ่งนับว่าเป็นประเด็นใหม่ที่ยังเป็นช่องว่างที่จะต้องหาศึกษา เพื่อนำไปสู่ข้อค้นพบเกี่ยวกับเป้าหมายของการสอนสะเต็มจากมุมมองของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นกลุ่มที่เป็น

กำลังสำคัญที่จะช่วยขับเคลื่อนเกี่ยวกับการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่จะช่วยในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามเป้าหมายของสะเต็มศึกษา ในการศึกษาเป้าหมายของการสอนสะเต็มศึกษารุ่นนี้ ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดเกี่ยวกับความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ของ Magnusson [11] ซึ่งเป็นรูปแบบที่ระบุแนวคิดสำคัญซึ่งเป็นความรู้ที่จำเป็นสำหรับการเป็นครูที่มีประสิทธิภาพ มาใช้เป็นกรอบแนวคิดเพื่อสำรวจเป้าหมายมุมมองเกี่ยวกับการสอนสะเต็ม จึงได้พิจารณาเป้าหมายของการสอนสะเต็มที่อยู่บนพื้นฐานแนวคิดที่ว่า การสอนในรูปแบบของสะเต็มนั้นเป็นการลงมือทำ ซึ่งถือเป็นวัตถุประสงค์หลักของการสอน อีกทั้งเป็นไปเพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบด้วยกระบวนการคิดเชิงวิศวกรรม ฉะนั้นผู้วิจัยจึงได้นำแนวทางเกี่ยวกับมุมมองของการสอนวิทยาศาสตร์และปรับปรุงคำอธิบายให้เหมาะสมกับบริบทของการสอนสะเต็มจำนวน 5 ประการ นั่นคือ (1) เน้นกระบวนการ (Process) (2) เน้นการลงมือปฏิบัติกิจกรรม (Activity-Driven) (3) เน้นวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของโครงงาน (Project-Based Science) (4) เน้นการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) (5) เน้นการสืบเสาะหาความรู้แบบชี้นำ (Guided Inquiry) ข้อค้นพบของการวิจัยจะเป็นข้อมูลให้กับนักวิทยาศาสตร์ศึกษา นักพัฒนาหลักสูตรอาจารย์ในสถาบันผลิตครูได้ใช้เป็นข้อมูลในการผลิตและพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ให้มีความรู้ความสามารถในการสอนสะเต็ม โดยมีคำถามวิจัย คือนิสิตครูวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายในการสอนสะเต็มศึกษารูปแบบอย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสำรวจเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษาของนิสิตครูวิทยาศาสตร์

ขอบเขตการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา เป็นนิสิตครูสาขาวิทยาศาสตร์ที่กำลังศึกษาในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 4 สาขาวิทยาศาสตร์ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในเขตภูมิภาคใต้ จำนวน 24 คน
สิ่งที่ศึกษา คือ มุมมองของครูเกี่ยวกับการสอนสะเต็มของนิสิตครู ประกอบด้วย ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา

ความสำคัญในการสอนสะเต็มศึกษา การออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา บทบาทของครูและบทบาทของผู้เรียน หลักการวิธีสอน สื่อ วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ ตลอดจนการวัดและประเมินผล

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงบรรยาย (Descriptive Research) ซึ่งเป็นการศึกษากับนิสิตครู จำนวน 24 คน โดยเป็นการศึกษาเชิงลึกกับกลุ่มที่มีจำนวนไม่มาก สำหรับการดำเนินการวิจัยเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับความรู้และความเชื่อของกลุ่มที่ศึกษา และเหตุผลของความคิดดังกล่าว

เครื่องมือวิจัยและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการสำรวจมุมมองการสอนสะเต็มศึกษาของนิสิตครู วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามปลายเปิด ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นคำถามเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ สะเต็มศึกษา ความสำคัญของสะเต็มศึกษา และสถานการณ์ที่ให้นิสิตครูเขียนแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับการสอน สะเต็มตามมุมมองของนิสิตครู จำนวน 1 สถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ ส่วนที่สองเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับเป้าหมายที่เน้นกระบวนการ เน้นการลงมือปฏิบัติกิจกรรม เน้นวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของโครงงาน เน้นการสืบเสาะหาความรู้ เน้นการสืบเสาะหาความรู้แบบชี้นำ จำนวน 5 สถานการณ์ โดยให้นิสิตครูเลือกแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสะเต็ม พร้อมทั้งแสดงเหตุผลในการเลือก

ในการตอบแบบสอบถามของนิสิตครูทั้ง 2 ส่วน โดยในส่วนแรกนั้นให้นิสิตครูเขียนโดยอิสระ ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดให้ อีกทั้งส่วนที่สองนั้นผู้วิจัยเป็นผู้กำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วให้นิสิตครูเลือกแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสะเต็มตามมุมมองของนิสิตเอง เหตุที่ผู้วิจัยได้ให้นิสิตครูตอบคำถามทั้งสองแบบก็เพื่อเป็นการยืนยันข้อมูลเกี่ยวกับมุมมองของการสอนสะเต็มกับเป้าหมายมีความสัมพันธ์กันจริงหรือไม่ โดยตรวจสอบได้จาก การเขียนอธิบายถึงวิธีการจัดการเรียนการสอนสะเต็ม

เมื่อพัฒนาเครื่องมือวิจัยแล้ว ผู้วิจัยตรวจสอบความตรงโดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน

ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำเครื่องมือไปทดลองใช้กับกลุ่มนิสิตครูที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา เพื่อความสอดคล้องของแบบสอบถามและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ทั้งนี้ก่อนที่ดำเนินการเก็บข้อมูลนั้นผู้วิจัยชี้แจงให้นิสิตครูทราบก่อนว่าการเก็บรวบรวมข้อมูลนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเพื่อนำมาพัฒนาการสอนในหลักสูตรการผลิตครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา โดยที่คำตอบของนิสิตครูจะถูกเก็บเป็นความลับ ไม่มีคำตอบที่ผิดหรือถูก และให้นิสิตครูนั้นตอบคำถามตามมุมมองความเชื่อของตนเอง โดยใช้เวลาในการตอบแบบสอบถามประมาณ 60 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากแบบสอบถาม ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ให้นิสิตครูเขียนแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับการสอนสะเต็มตามมุมมองของนิสิตครู ทั้งนี้การวิเคราะห์ข้อมูลนั้นอยู่บนพื้นฐานของการตีความหมาย (Interpretive) โดยผู้วิจัยใช้รหัสในการกำหนดหมายเลขของแบบสอบถามตั้งแต่ A1-A24 ตามจำนวนของนิสิตครู เพื่อจัดกระทำข้อมูลให้ง่ายสำหรับการวิเคราะห์และไม่สับสนในระหว่างการวิเคราะห์ข้อมูล จากนั้นผู้วิจัยอ่านคำตอบของนิสิตครูจากการอธิบายในสถานการณ์ที่กำหนดให้เทียบกับพฤติกรรมบ่งชี้ของเป้าหมายการสอนสะเต็มตามกลุ่ม ดังนี้ (1) การสอนที่เน้นกระบวนการ (Process) (2) การสอนเน้นการลงมือปฏิบัติกิจกรรม (Activity-Driven) (3) การสอนเน้นวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของโครงงาน (Project-Base Science) (4) การสอนเน้นการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) (5) การสอนเน้นการสืบเสาะหาความรู้แบบชี้นำ (Guided Inquiry) ซึ่งแต่ละรูปแบบการสอนประกอบไป ซึ่งเป้าหมายการสอนสะเต็มในนี้ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงมาจากเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ของ Magnusson นอกจากนี้ผู้วิจัยเริ่มการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการอ่านคำตอบของนิสิตครูจากการอธิบายในสถานการณ์ที่กำหนดให้สอดคล้องกับค่าบ่งชี้ของเป้าหมายการสอนสะเต็มของแต่ละประเด็นอีกครั้ง หากไม่ตรงกับการตีความในครั้งแรกก็มีการพิจารณาอีกครั้ง ทั้งนี้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนสะเต็มที่สัมพันธ์กับเป้าหมายอื่นๆ อาจเป็นได้มากกว่า 1 แนวทาง เช่น คำอธิบาย



ของนิสิตครูจากสถานการณ์ที่กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนการสอนเพิ่มเติมที่กล่าวว่า“เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติ การสร้างชิ้นงานโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้” ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลจะเห็นได้ว่านิสิตครูมีมุมมองเกี่ยวกับจัดการเรียนการสอนเพิ่มเติมที่สัมพันธ์กับเป้าหมายที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริง และเน้นวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของโครงงาน นอกจากนี้ผู้วิจัยยังมีการเพิ่มความเที่ยงตรงของการวิเคราะห์ข้อมูล โดยที่ผู้วิจัยจะนำแบบสอบถามให้เพื่อนนักวิจัยที่มีความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพิ่มเติมศึกษาช่วยทำการวิเคราะห์ข้อมูลซ้ำอีกครั้ง หากข้อมูลการวิเคราะห์รายใดไม่ตรงกันระหว่างนักวิจัยและเพื่อนนักวิจัย ทั้งนี้ผู้วิจัยจะพิจารณาอีกครั้ง โดยให้ผู้เชี่ยวชาญบุคคลที่สามช่วยในการตัดสินในกรณีดังกล่าว

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยมีดังนี้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าในภาพรวม นิสิตครูส่วนใหญ่เลือกแนวทางในการสอนเพิ่มเติมศึกษาที่เน้นวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของโครงงาน (ร้อยละ45.83) ขณะเดียวกันแนวทางการสอนเพิ่มเติมศึกษาที่เน้นกระบวนการและเน้นการสืบเสาะหาความรู้แบบชี้นำนั้นไม่มีนิสิตครูวางเป้าหมายเกี่ยวกับการสอนในลักษณะนี้เลย

ตารางที่ 1 เป้าหมายของแนวทางการสอนเพิ่มเติมศึกษาของนิสิตครูวิทยาศาสตร์

เป้าหมายของแนวทางการสอนเพิ่มเติม	จำนวนคำตอบ ร้อยละ(N=24)
1. เน้นกระบวนการ	0
2. เน้นการลงมือปฏิบัติกิจกรรม	8 (33.33)
3. เน้นวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของโครงงาน	11 (45.83)
4. เน้นการสืบเสาะหาความรู้	5 (20.83)
5. เน้นการสืบเสาะหาความรู้แบบชี้นำ	0

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเพิ่มเติมศึกษา

เมื่อมีการวิเคราะห์คำตอบของนิสิตครูจากคำถามว่า “ตามความเข้าใจของนิสิตครูคิดว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ แต่ละศาสตร์คืออะไร และมีลักษณะอย่างไร” โดยในประเด็นนี้นิสิตครูได้ระบุความหมายของแต่ละสาขาวิชา ดังนี้

วิทยาศาสตร์ (Science) เมื่อวิเคราะห์คำตอบในรายละเอียดจะพบรูปแบบคำตอบของนิสิตครูออกเป็น 4 ประเด็นย่อย ได้แก่ วิทยาศาสตร์คือการอธิบายเกี่ยวกับองค์ความรู้ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 33.33) วิทยาศาสตร์คือสิ่งที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับธรรมชาติ (ร้อยละ 4.17) วิทยาศาสตร์คือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(ร้อยละ 16.67) และวิทยาศาสตร์คือทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหา (ร้อยละ 16.67) โดยส่วนใหญ่นิสิตครูระบุว่าวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายเกี่ยวกับองค์ความรู้ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น “วิทยาศาสตร์คือความรู้เกี่ยวกับหลักการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์”(A6) ในประเด็นที่รองลงมา นิสิตครูระบุว่าวิทยาศาสตร์คือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น “วิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ซึ่งการนำมาประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับกิจกรรม” (A1) นอกจากนี้ในประเด็นนี้นิสิตครู (ร้อยละ 29.17) ไม่สามารถระบุได้ชัดเจน ตัวอย่างเช่น “วิทยาศาสตร์ คือวิทยาศาสตร์” (A10)

จะเห็นได้ว่านิสิตครูวิทยาศาสตร์ไม่ได้มองว่าวิทยาศาสตร์คือกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้เหล่านั้น มองเฉพาะส่วนที่เป็นตัวความรู้ แต่ไม่ได้มองว่าวิทยาศาสตร์นั้นประกอบด้วยส่วนที่เป็นตัวความรู้ของธรรมชาติที่ค้นพบกับส่วนที่เป็นวิธีการเฉพาะที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ นั้นมา เทคโนโลยี (Technology) เมื่อวิเคราะห์คำตอบในรายละเอียดจะพบรูปแบบคำตอบของนิสิตครูออกเป็น 4 ประเด็นย่อย ได้แก่ เทคโนโลยีคือสิ่งที่คิดค้นขึ้นมาใหม่ ทันสมัย (ร้อยละ25) เทคโนโลยีคือการนำไปประยุกต์ใช้ (ร้อยละ25) เทคโนโลยีคือการนำมาบูรณาการร้อยละ 8.33) เทคโนโลยีคือการค้นคว้าหาข้อมูล (ร้อยละ 8.33)

โดยในประเด็นนี้นิสิตครูระบุว่าเทคโนโลยี คือ สิ่งที่เกิดค้นขึ้นมาใหม่ มีความทันสมัย และระบุว่าเทคโนโลยีคือการนำไปประยุกต์ใช้ ตัวอย่างเช่น “ความรู้ในเรื่องของเทคโนโลยีจะเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ จะคล้ายกับวิศวกรรม” (A14) “เทคโนโลยี คือ การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้เป็นสื่อการสอน เป็นสิ่งอำนวยความสะดวก” (A15) นอกจากนี้

ในประเด็นนี้นิสิตครู (ร้อยละ 16.67) ไม่สามารถระบุได้ชัดเจน ตัวอย่างเช่น “เทคโนโลยี คือ เทคโนโลยี” (A8) ในประเด็นนี้นิสิตครูวิทยาศาสตร์มองว่าเทคโนโลยีคือสิ่งที่คิดค้นขึ้นมาใหม่มีความทันสมัย แต่ไม่ได้มองว่าเทคโนโลยีเป็นผลลัพธ์ที่เกิดจากการพัฒนาปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือความจำเป็นของมนุษย์ วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) เมื่อวิเคราะห์คำตอบในรายละเอียดจะพบรูปแบบคำตอบของนิสิตครูออกเป็น 4 ประเด็นย่อย ได้แก่ วิศวกรรมศาสตร์คือการออกแบบที่เน้นหลักการออกแบบโครงสร้าง (ร้อยละ 12.50) การออกแบบชิ้นงาน (ร้อยละ 33.33) วิศวกรรมศาสตร์คือกระบวนการที่เน้นการออกแบบ คำนวณ (ร้อยละ 25) วิศวกรรมศาสตร์คือความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ (ร้อยละ 12.50) โดยส่วนใหญ่นิสิตครูระบุว่า วิศวกรรมศาสตร์นั้นเป็นการออกแบบชิ้นงาน ตัวอย่างเช่น “วิศวกรรมศาสตร์ คือ การเน้นในเรื่องการออกแบบชิ้นงานให้เหมาะสมกับหัวเรื่องที่กำหนด” (A22)

นอกจากนี้ในประเด็นนี้นิสิตครู (ร้อยละ 20.83) ไม่สามารถระบุได้ชัดเจน ตัวอย่างเช่น “วิศวกรรมศาสตร์ คือ วิศวกรรมศาสตร์” (A9)

ในประเด็นนี้นิสิตครูวิทยาศาสตร์มองว่าวิศวกรรมคือการออกแบบชิ้นงาน แต่ไม่ได้กล่าวอย่างครอบคลุมถึงการออกแบบ การวางแผน การแก้ปัญหา การใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่างๆ เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการสร้างสรรค์ผลงานอย่างเป็นระบบ เพื่อต้องการตอบสนองความต้องการหรือความจำเป็น

คณิตศาสตร์ (Math) เมื่อวิเคราะห์คำตอบในรายละเอียดจะพบรูปแบบคำตอบของนิสิตครูออกเป็น 3 ประเด็นย่อย ได้แก่ คณิตศาสตร์คือหลักการทางคณิตศาสตร์ (ร้อยละ 4.17) คณิตศาสตร์คือการให้เหตุผล (ร้อยละ 4.17) คณิตศาสตร์คือคิดแก้ปัญหา (ร้อยละ 4.17) คณิตศาสตร์ คือการคิดคำนวณเกี่ยวกับรูปร่าง พื้นที่ ปริมาณ ร้อยละ (ร้อยละ 54.17) โดยส่วนใหญ่ นิสิตครูระบุว่าคณิตศาสตร์นั้นเป็นการคิดคำนวณเกี่ยวกับรูปร่าง พื้นที่ ปริมาณ คำร้อยละตัวอย่างเช่น “คณิตศาสตร์ คือ การนำศาสตร์ต่างๆ ในทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการกิจกรรม เช่น การคำนวณรูปทรงต่างๆ” (A1) นอกจากนี้ ในประเด็นนี้นิสิตครู (ร้อยละ 33.33) ไม่สามารถระบุได้ชัดเจน ตัวอย่างเช่น

“คณิตศาสตร์ คือ ความรู้ด้านคณิตศาสตร์” (A10)

ในประเด็นนี้นิสิตครูวิทยาศาสตร์มองว่าคณิตศาสตร์นั้นเป็นการคิดคำนวณเกี่ยวกับรูปร่าง พื้นที่ ปริมาณ ทั้งนี้หากรับรู้ถึงความหมายของคณิตศาสตร์ให้ครอบคลุมแล้วมิได้มีความหมายเฉพาะเรื่องราวของตัวเลขหรือสัญลักษณ์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงระบบความคิดที่ช่วยให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น มีความคิดเชิงวิเคราะห์เหตุผลที่สมเหตุสมผล อันเป็นพื้นฐานที่สำคัญยิ่งในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงเป็นพื้นฐานของศาสตร์สาขาต่าง ๆ เช่น วิศวกรรมศาสตร์

ส่วนข้อคำถามที่ 2 เมื่อมีการวิเคราะห์คำตอบของนิสิตครูจากคำถามว่า “นิสิตครูคิดว่าสะเต็มศึกษาคืออะไร” โดยในประเด็นนี้นิสิตครูได้ระบุไว้สรุปได้ว่า สะเต็มศึกษานั้นเน้นการบูรณาการ 4 ศาสตร์เหมือนกันแต่เป้าหมายต่างกัน คือเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ (ร้อยละ 41.67) เพื่อเน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ (ร้อยละ 12.50) เพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์ (ร้อยละ 16.67) และเพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา (ร้อยละ 29.17) โดยส่วนใหญ่นิสิตครูระบุว่าสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการทั้ง 4 ศาสตร์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ตัวอย่างเช่น “สะเต็มศึกษา คือ การบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 ศาสตร์เข้าด้วยกันไม่ว่าจะเป็นวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้” (A20)

ความสำคัญในการการสอนสะเต็มศึกษา

เมื่อมีการวิเคราะห์คำตอบของนิสิตครูจากคำถามข้อที่ 3 ว่า “นิสิตครูคิดว่าเหตุใดจึงมีความจำเป็นต้องสอนสะเต็มศึกษา” ประเด็นนี้นิสิตครูได้ระบุถึงเหตุผลที่มีความจำเป็นที่จะต้องสอนสะเต็มศึกษาไว้ ซึ่งสรุปได้ใน 5 ประเด็น เนื่องจาก เพื่อให้เกิดการนำความรู้ไปใช้ (ร้อยละ 29.17) เพื่อส่งเสริมกระบวนการทำงานเป็นทีม (ร้อยละ 4.17) เพื่อเน้นความรู้เชิงลึก เพิ่มทักษะและระบบคิด (ร้อยละ 29.17) เพื่อส่งเสริมการปฏิบัติและการสร้างสรรค์นวัตกรรม (ร้อยละ 33.33) และกิจกรรมสะเต็มศึกษาจะลดภาระงานสอนของครู (ร้อยละ 4.17) ส่วนใหญ่นิสิตครูระบุว่าความจำเป็นในการสอนสะเต็มศึกษา เพราะแนวทางการสอนดังกล่าวเน้นเน้นการเรียนรู้โดยการปฏิบัติและการสร้างสรรค์นวัตกรรม ตัวอย่างเช่น

“เพื่อต้องการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เกิดทักษะการคิด



การแก้ปัญหาและสามารถพัฒนาความรู้ให้เกิดนวัตกรรมใหม่ๆ ในอนาคต” (A20)

การออกแบบกิจกรรมการสอนสะเต็มศึกษา

ในการสำรวจเป้าหมายของการสอนสะเต็มศึกษานั้น ผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์ เพื่อให้ให้นิสิตครูออกแบบกิจกรรมการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาเกี่ยวกับเก้าอี้ที่ทำด้วยขวดพลาสติกที่รองรับน้ำหนักได้จริง แล้วให้นิสิตครูออกแบบกิจกรรมการสอนรวมถึงนิสิตครูอธิบายถึงเหตุผลจากการออกแบบกิจกรรมในประเด็นต่าง ๆ คือ

- ด้านการวิเคราะห์ความรู้ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ในประเด็นนี้นิสิตครูระบุไว้ สามารถสรุปได้ 4 ประเด็น คือ สามารถวิเคราะห์ความรู้ได้เพียง 1 ศาสตร์ (ร้อยละ 20.83) วิเคราะห์ความรู้ได้ 2 ศาสตร์ (ร้อยละ 37.50) วิเคราะห์ความรู้ได้ 3 ศาสตร์ (ร้อยละ 33.33) และวิเคราะห์ความรู้ได้ 4 ศาสตร์ (ร้อยละ 8.33) ส่วนใหญ่นิสิตครูสามารถอธิบายความเชื่อมโยงได้ 2 ศาสตร์ ตัวอย่างเช่น “วิทยาศาสตร์ (Science) คือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง และการกระทำ ส่วนคณิตศาสตร์ (Math) คือ การคำนวณปริมาณของขวด รูปร่าง การวางขวด” (A14)

- ด้านบทบาทของครูและบทบาทของผู้เรียนในการสอนสะเต็มศึกษา โดยในประเด็นนี้ นิสิตครูได้ระบุบทบาทของครู สรุปได้ 4 ประเด็น คือ ครูเป็นผู้ชี้แนะให้คำปรึกษา/ช่วยเหลือ/แนะนำ/เสริมความรู้ในบางครั้ง (ร้อยละ 45.83) ครูเป็นผู้ออกแบบกิจกรรม โดยการสร้างสถานการณ์ตลอดจนจัดหาวัสดุอุปกรณ์ (ร้อยละ 33.33) ครูนำเสนอตัวอย่าง อธิบายรายละเอียด กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและสรุปกิจกรรม (ร้อยละ 16.67) และครูมีบทบาทเป็นโค้ช คอยดูแลความเรียบร้อย (ร้อยละ 4.17) ส่วนใหญ่นิสิตครูจะอธิบายถึงบทบาทของครูว่าเป็นผู้ชี้แนะให้คำปรึกษา/ช่วยเหลือ/แนะนำ/และเสริมความรู้ในบางครั้ง ตัวอย่างเช่น “ครูเป็นผู้คอยสังเกตการณ์และคอยให้คำแนะนำ ส่วนบทบาทผู้เรียนนั้น นิสิตครูได้ระบุบทบาทของผู้เรียน สรุปได้ 4 ประเด็น คือ ผู้เรียนกระตือรือร้นในการตอบคำถาม (ร้อยละ 8.33) ผู้เรียนร่วมทำกิจกรรมกลุ่ม (ร้อยละ 29.17) ผู้เรียนรวบรวมข้อมูล แนวคิดเพื่อใช้แก้ปัญหา (ร้อยละ 37.50) และผู้เรียนหาแนวทางสร้างสรรค์

ชิ้นงาน (ร้อยละ 25) นิสิตครูส่วนใหญ่มองว่าผู้เรียนจะต้องรวบรวมข้อมูล หาแนวทางเพื่อแก้ปัญหา” (A23) และระบุถึงลักษณะบทบาทของผู้เรียนว่า “บทบาทของนักเรียนจะต้องทดลองลงมือปฏิบัติ และคิดหาวิธีการแก้ปัญหาในโจทย์ที่ได้รับให้สอดคล้องกับสะเต็มศึกษา” (A19)

- ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้ในกิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยในประเด็นนี้ นิสิตครูได้ระบุถึงสื่อและแหล่งการเรียนรู้ สามารถสรุปได้ 3 ประเด็น คือ ใช้สื่อมัลติมีเดีย เช่น ยูทูป วิดีโอ (ร้อยละ 83.33) ใช้ภาพประกอบ ข่าวดังสื่อพิมพ์ (ร้อยละ 8.33) และใช้สถานที่จริงในการศึกษา (8.33) ส่วนใหญ่นิสิตครูจะอธิบายถึงสื่อมัลติมีเดีย ตัวอย่างเช่น “สื่อที่ใช้ในกิจกรรมสะเต็มนั้น ได้แก่ ยูทูป วิดีโอ อินเทอร์เน็ต โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นปัญหาเกี่ยวกับขยะตามสถานที่ต่างๆ เช่น สถานที่ท่องเที่ยว” (A17) และเพื่อสืบค้นการออกแบบเก้าอี้ทรงต่างๆ เพื่อที่จะให้นักเรียนได้ต่อยอดความคิดในการประดิษฐ์เก้าอี้ของตนเอง” (A11)

- ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในกิจกรรม สะเต็มศึกษา โดยในประเด็นนี้นิสิตครูระบุไว้ สามารถสรุปการวัดและประเมินผลได้ 4 ประเด็น คือ เป็นการประเมินทักษะการคิดแก้ปัญหา (ร้อยละ 20.83) ประเมินการพัฒนาโมเดลต้นแบบหรือประเมินชิ้นงาน (ร้อยละ 54.17) ประเมินการทำงานเป็นทีม (ร้อยละ 12.50) และการประเมินองค์ความรู้ หลักการ ทฤษฎี (ร้อยละ 12.50) ส่วนใหญ่นิสิตครูระบุว่าการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในกิจกรรมสะเต็มศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาโมเดลต้นแบบหรือประเมินชิ้นงาน ตัวอย่างเช่น “การวัดและประเมินผลจากชิ้นงานและการนำไปใช้จริง เพราะถ้าหากนักเรียนมีการคิดค้นหรือศึกษาเป็นอย่างไรจะช่วยให้งานสำเร็จและลุล่วงไปได้ด้วยดี และสามารถนำไปใช้ได้” (A23)

เมื่อพิจารณาลักษณะการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาและจากการพิจารณาในส่วนที่ 2 ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับเป้าหมายที่เน้นกระบวนการ เน้นการลงมือปฏิบัติ กิจกรรม เน้นวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของโครงงาน เน้นการสืบเสาะหาความรู้ เน้นการสืบเสาะหาความรู้แบบขึ้นำ จำนวน 5 สถานการณ์ โดยให้นิสิตครูเลือกแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสะเต็มนั้น พบว่านิสิตครูร้อยละ 45.83 มี

ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพิ่มเติมศึกษา กับเป้าหมายที่เน้นวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของโครงงาน ซึ่งแนวการสอนลักษณะนี้ ครูจะกระตุ้นผู้เรียนโดยใช้คำถามที่เป็นปัญหา แล้วผู้เรียนจะได้สำรวจตรวจสอบเพื่อค้นหาคำตอบของปัญหานั้น ซึ่งจำเป็นต้องค้นหาวิธีการแก้ปัญหาทั้งในการออกแบบสำรวจตรวจสอบ การดำเนินการสำรวจเพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาตามแนวทางที่นักเรียนออกแบบไว้ การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ตลอดจนรายงานข้อค้นพบที่ได้ ซึ่งตัวอย่างของการออกแบบกิจกรรมการสอนลักษณะนี้ ตัวอย่างเช่น

“เริ่มต้น อาจจะยกปัญหาขึ้นมาให้นักเรียนดูและฟัง จนนักเรียนเข้าใจปัญหาตอนนี้ว่าเป็นปัญหาใหญ่ ต่อมาก็ชี้โยงแนวทางแก้ปัญหา โดยการนำขยะที่เหลือใช้เหล่านั้นมาสร้างเป็นสิ่งของ จากนั้นครูกำหนดโจทย์เกี่ยวกับการออกแบบเพื่อสร้างเก้าอี้จากขวดพลาสติกที่สามารถรองรับน้ำหนักได้จริง แล้วให้แต่ละกลุ่มออกแบบวิธีสร้างเก้าอี้ว่ารูปแบบไหนใช้ได้ดีที่สุด โดยจัดให้มีการแข่งขันกันภายในชั้นเรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดหาวิธีการทำกิจกรรมจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี” (A3)

“โดยวิธีการสอนจะให้สถานการณ์แก่นักเรียน แล้วให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อออกแบบการทำเก้าอี้ด้วยขวดพลาสติกที่รองรับน้ำหนักได้จริง โดยครูจะมีวัสดุอุปกรณ์มาให้ เช่น ขวดพลาสติกแบบต่างๆ เพื่อให้นักเรียนได้เลือกแบบที่ดีที่สุดภายใต้เงื่อนไขที่ครูกำหนด คือ รองรับน้ำหนักได้มากที่สุด แต่ใช้ขน้อยที่สุด” (A7)

“ครูถามนักเรียนว่า ขวดพลาสติกที่ใช้แล้ว เราสามารถนำกลับมาทำเป็นของใช้อะไรได้บ้าง เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบเก้าอี้ที่ทำด้วยขวดพลาสติก โดยให้สามารถรองรับน้ำหนักได้มากที่สุด จากนั้นแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานของตนเอง” (A15)

จากตัวอย่างข้างต้นเป็นลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพิ่มเติมศึกษาที่สัมพันธ์กับเป้าหมายที่เน้นวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของโครงงาน เพราะนิสิตครูกระตุ้นผู้เรียนโดยใช้คำถาม แต่ละกลุ่มคิดหาวิธีแก้ปัญหาภายใต้ข้อจำกัดที่ครูกำหนด และมีการนำเสนอชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการออกแบบอย่างเป็นขั้นตอน

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา จะเห็นได้ว่านิสิตครูวิทยาศาสตร์ยังเข้าใจไม่ถูกต้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างเช่น นิสิตครูวิทยาศาสตร์ไม่ได้มองว่าวิทยาศาสตร์ คือกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้เหล่านั้น หากมองเฉพาะส่วนที่เป็นตัวความรู้ แต่ในความเป็นจริงแล้ววิทยาศาสตร์นั้นประกอบด้วยส่วนที่เป็นตัวความรู้ของธรรมชาติที่ค้นพบกับส่วนที่เป็นวิธีการเฉพาะที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ขึ้นมา ที่เป็นเช่นนั้นอาจเนื่องมาจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาเป็นการเน้นแต่เพียงให้รู้เนื้อหาเท่านั้น ไม่ได้เน้นกระบวนการและไม่ได้คำนึงถึงความสำคัญของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึงทำให้นิสิตครูมีมุมมองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความรู้เพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Promkhadkeaw, Thepkatya; Sung-orn, Sunan and Keawwaiyuth, Smarn. [12] ซึ่งได้ระบุว่าครูมักจะสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการบรรยาย ไม่ได้เน้นทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน

สำหรับประเด็นความสำคัญในการสอนสะเต็มศึกษาที่นิสิตครูวิทยาศาสตร์ได้ระบุถึงเหตุผลที่มีความจำเป็นที่จะต้องสอนสะเต็มศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากนิสิตครูมองว่าการสอนตามแนวทาง สะเต็มศึกษาส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงงาน ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะ กระบวนการคิดขั้นสูง มีการระดมสมองในการร่วมคิดร่วมทำกับเพื่อนในกลุ่ม ภาควิชาใจในชิ้นงานที่ร่วมกันออกแบบ ซึ่งเมื่อผู้เรียนทำได้ก็จะทำให้เกิดความเชื่อมั่นเป็นแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ ใฝ่เรียน ผู้เรียนจะสนุกสนานและมีความสุขที่จะเรียน ส่งผลต่อมุมมองเชิงบวกของครู ถือเป็นการเห็นคุณค่าหรือเห็นความสำคัญของการสอนสะเต็ม โดยที่หากนิสิตครูนั้นได้ให้ความสนใจหรือให้คุณค่า (Interest Value) กับการสอนสะเต็มศึกษาแล้ว ก็จะทำให้เชื่อและมุ่งมั่นในการศึกษาหรือพัฒนาให้บรรลุผลสำเร็จ อีกทั้งในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นมีหลักสำคัญก็เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และเห็นว่าวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกวัน

ส่วนการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา บทบาทของครูและบทบาทของผู้เรียน หลักการวิธีสอน สื่อ วัสดุและแหล่งการ



เรียนรู้ ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยบทบาทของครูในการสอนสะท้อนให้เห็นนิสิตครูวิทยาศาสตร์มองว่าครูเป็นผู้ชี้แนะให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ แนะนำและเสริมความรู้ในบางครั้งและมองว่าผู้เรียนจะต้องรวบรวมข้อมูลหาแนวทางเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เหตุที่นิสิตครูมีมุมมองเช่นนี้เนื่องจากได้รับความรู้จากในรายวิชาที่สอน เช่น วิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ส่วนการใช้สื่อ วัสดุและแหล่งการเรียนรู้ในกิจกรรมสะเต็มศึกษา นิสิตครูวิทยาศาสตร์มองว่าสื่อที่ใช้ในกิจกรรมสะเต็มศึกษานั้น ได้แก่ ยูทูป วิดีโอ อินเทอร์เน็ต เนื่องจากการเรียนรู้เหล่านี้ง่ายต่อการเข้าถึงข้อมูลง่ายต่อการทำความเข้าใจ และมีความทันสมัยซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kadriye et al. [8] ซึ่งระบุว่าสื่อที่ใช้สอนวิทยาศาสตร์นั้นนอกเหนือจากหนังสือ นิตยสารหรือวารสารที่ใช้ในชั้นเรียนตามที่ระบุไว้ในหลักสูตรแล้ว ครูก็อาจจะใช้สื่อจากอินเทอร์เน็ตและวิดีโอ และรวมถึงการได้รับความรู้หรือคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ เพื่อเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ และในประเด็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในกิจกรรมสะเต็มศึกษา นิสิตครูมีมุมมองในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เกี่ยวกับการพัฒนาโมเดลต้นแบบหรือประเมินชิ้นงาน ซึ่งนิสิตครูไม่ได้ประเมินผลการเรียนรู้ที่หลากหลาย แต่มีการประเมินเฉพาะชิ้นงานในขณะที่งานวิจัยของ Buaraphan, Khajonsak; Rodraengkla, Wanthipha; Srisukwattananan, Phawinee; Sing, Phenjan [6] ได้ระบุว่านิสิตครูนั้นมีมุมมองเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ว่าควรประเมินผลโดยการสอบ เพราะมีความยุติธรรมไม่ลำเอียง ซึ่งมีความคุ้นเคยและพึงพอใจกับการประเมินแบบเดิม ทั้งนี้ในการประเมินการสอนสะเต็มนั้นอาจจะประเมินได้อย่างหลากหลาย ทั้งการประเมินในส่วนของความรู้และการประเมินการประยุกต์ความรู้เพื่อสร้างชิ้นงาน ซึ่งความรู้ในการวัดและประเมินผลนี้ ส่วนหนึ่งมาจากหลักสูตรในรายวิชาการวัดและการประเมินผลการศึกษาด้วย

ในภาพรวมของนิสิตครูวิทยาศาสตร์นั้นมีมุมมองในการสอนสะเต็มศึกษาที่เน้นรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของโครงการถือเป็นสัญญาณเชิงบวก เนื่องจากรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project-Based Learning) นั้นเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้แนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยตนเองผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เหตุที่ส่วนใหญ่ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์นั้นมีมุมมองเกี่ยวกับการสอนสะเต็ม

ศึกษาที่เน้นรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของโครงการอาจเนื่องมาจากนิสิตครูมองว่ารูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของโครงการและรูปแบบการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นคล้ายกัน ทั้งในส่วนของกระบวนการเรียนรู้และผลที่ได้จากการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ นั่นคือ ในกระบวนการเรียนรู้นั้นผู้เรียนทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวเอง ตั้งแต่การระบุปัญหา หาแนวทางในการแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติผ่านกระบวนการเรียนรู้ในรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ และได้ผลงานหรือชิ้นงานจากกิจกรรมการเรียนรู้ อีกทั้งนิสิตครูมองว่ารูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของโครงการไม่ได้เรียนรู้แค่เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่มีการนำความรู้ในศาสตร์อื่นๆ มาใช้ในการทำกิจกรรมด้วย เช่น คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีเข้ามาใช้ในกระบวนการเรียนรู้เช่นเดียวกับสะเต็มศึกษา ซึ่งจากลักษณะกระบวนการเรียนรู้ที่คล้ายกันนี้จึงส่งผลให้นิสิตครูมีมุมมองเกี่ยวกับการสอนสะเต็มศึกษาที่เน้นรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของโครงการ อีกทั้งนิสิตครูบางคนยังได้รับประสบการณ์ตรงจากกิจกรรมการสอนในรูปแบบสะเต็มศึกษา เพราะสถาบันดังกล่าวเป็นศูนย์สะเต็มศึกษาภาค อาจารย์ผู้สอนจึงได้พยายามส่งเสริมให้นิสิตครูได้รับความรู้และประสบการณ์โดยการเป็นผู้ช่วยวิทยากร ซึ่งไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนหรือนอกชั้นเรียนล้วนส่งผลต่อการพัฒนาวิชาชีพครูทั้งสิ้น ทั้งนี้ในหลักสูตรการผลิตครูที่จะเพิ่มรายวิชาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาและเน้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมในหลักสูตรการผลิตครู

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยและการอภิปรายถึงมุมมองในการสอนสะเต็มศึกษา รวมถึงความเข้าใจและการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ สะท้อนให้เห็นว่านิสิตครูวิทยาศาสตร์เข้าใจศาสตร์ทั้ง 4 ยังไม่ชัดเจน ดังนั้นจึงเสนอแนะว่าควรมีการทบทวนและจัดกิจกรรมส่งเสริมความเข้าใจในธรรมชาติของแต่ละศาสตร์ให้มากขึ้น เพราะความเข้าใจเหล่านี้จะเป็นพื้นฐานในการนำศาสตร์แต่ละศาสตร์มาบูรณาการเป็นสะเต็มศึกษา และจากการวิจัยยังพบว่านิสิตครูวิทยาศาสตร์มีมุมมองเกี่ยวกับการสอนสะเต็มศึกษาที่เน้นรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของโครงการ ซึ่งถือว่าเป็นนิมิตหมายอัน

ดี เพราะแนวทางการสอนสะเต็มศึกษาจากบางค่ายมักจะเป็นในลักษณะนี้ แต่อย่างไรก็ตามควรส่งเสริมแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) เช่นเดิม แต่การเรียนการสอนในชั้นเรียนควรให้มีการลงมือปฏิบัติด้วยการสร้างสรรค์ชิ้นงานซึ่งอาจเป็นชิ้นงานให้มากขึ้น และเน้นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ทฤษฎีและสามารถนำองค์ความรู้จากศาสตร์ต่างๆมาบูรณาการกัน เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ๆ อย่างไม่รู้จบตามที่นิสิตครูเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาอย่างเดียวยังไม่เพียงพอ นิสิตครูเหล่านี้ต้องมีความรู้ความสามารถที่จะถ่ายทอดความเข้าใจเหล่านี้ไปสู่ผู้เรียนในชั้นเรียน ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่นิสิตครูจะต้องมีความรู้ในเนื้อหาบทเรียนการสอนสำหรับการสอนสะเต็มศึกษา ดังนั้นงานวิจัยที่คิดว่ายังจำเป็นและยังไม่ได้รับคำตอบจากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศคือจะมีวิธีหรือกลยุทธ์ใดบ้างที่จะสามารถพัฒนาการสอนสะเต็มศึกษาให้กับนิสิตครูวิทยาศาสตร์ โดยงานวิจัยในลักษณะนี้จะทำให้เกิดองค์ความรู้แก่สถาบันผลิตครูที่จะนำผลการวิจัยไปต่อยอดเพื่อจัดกิจกรรมในหลักสูตร หรือเป็นไปเพื่อปรับปรุงหลักสูตรให้สามารถพัฒนานิสิตครูให้สามารถสอนสะเต็มศึกษาและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ และที่สำคัญเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายของการสอนสะเต็ม นั่นคือเพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ตลอดจนเห็นความสำคัญและเกิดแรงบันดาลใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนิสิตครูวิทยาศาสตร์ผู้ให้ข้อมูลในการวิจัย และขอขอบคุณคณาจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ที่เปิดโอกาสทางการศึกษาอันมีค่าครั้งนี้แก่ผู้วิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Bybee, R.W. (2010). **Advancing STEM Education : A 2020 Vision.** Technology and Engineering Teacher, PP. 30-35.
- [2] O'Neill, T., L.Yamagata, J. Yamakata and S. Togioka. (2012). **Teaching STEM Means Teacher Learning.** Phi Delta Kappan. 94(1) : 36-40.
- [3] Magnusson, S., J. Krajcik and H. Borko. (1999). **Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching.** In J. Gess-Newsome and N.G. Lederman (Eds.), Examining Pedagogical Content Knowledge : the Construct and its Implications for Science Education (pp. 95-132). Dordrecht : Kluwer.
- [4] Friedrichsen, P., D. Lankford, P. Brown, E. Pareja, M. Volkmann, and S. Abell. (2007). **The PCK of Future Science Teachers in an Alternative Certification Program.** Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching Annual Conference. New Orleans, LA.
- [5] Park and J. S. Oliver. (2008). **"Revisiting the Conceptualization of Pedagogical Content Knowledge (PCK) : PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals,"** Research in Science Education. 38 : 261-284.
- [6] Buaraphan, Khajonsak; Rodraengkla, Wanhipha; Srisukwattananan, Phawinee; Sing, Phenjan. (2007). **Development and Survey of Knowledge in Content and Teaching Method of Physics Student and Teacher from the Teaching Method Subject to Experience Teacher Training.** The 45th National Academic Conference of Kasetsart University : Education, Economics and Business Administration and Humanities and Social Sciences Program, Kasetsart University.



- [7] Friedrichsen P. M., H. Jan and D. Van. (2011).
Taking a Closer Look at Science Teaching Orientations. Science Education. 95 : 358 - 376.
- [8] Kadriye B., Y. Hülya, S. Ahmet. (2016). Determining pre-service teachers' Goalorientations for learning through a card-sortingactivity. **International Journal of Learning and Teaching.** Volume 8 (1) : 40-52.
- [9] Segall, A. (2004). **Revisiting pedagogy. Teaching and Teacher Education.** 20 : 489-504.
- [10] Kaya, O.N. (2009). "The Nature of Relationships among the Components of Pedagogical Content Knowledge of Preservice Science Teacher : Ozone layer Depletion'as an example", **International Journal of Science Education.** 7(1) : 961-988.
- [11] Brown, P., P. Friedrichsen and S. Abell, (2013). The Development of Prospective Secondary Biology Teachers PCK. **Journal of Science Teacher Education.** 24(1) : 133-155.
- [12] Promkhadkeaw, Thepkatya; Sung-orng, Sunan and Keawwaiyuth, Smarn. (2007). "Semi-structured Interview Development for Studying the Concept and Teaching Method of Science Nature", **Song klanakarin Journal of Social Sciences and Humanities.** 13(4) : 513-523.