

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยเชิงคุณภาพเรื่อง การพัฒนาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้และประเมินผลการจัดการศึกษาแบบสะเต็มของครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีวัตถุประสงค์การวิจัย (1) เพื่อสังเคราะห์แนวปฏิบัติที่ดีที่ได้จากรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาและวิธีการประเมินผลของต่างประเทศ แบบปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและวิธีการประเมินผลของประเทศไทย และแนวคิดการสอนความสามารถในการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ (2) เพื่อศึกษาผลการใช้แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้และวิธีการประเมินผลที่ได้จากการสังเคราะห์กับครูผู้สอนและนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และ (3) เพื่อประเมินความคิดเห็นของครูผู้สอนและนักเรียนที่มีต่อแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มและการประเมินผลที่พัฒนาขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างจำนวน 3 ข้อ แบบบันทึกการสนทนากลุ่มย่อย และแบบบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยใช้การสัมภาษณ์ การสนทนากลุ่มย่อยและสังเกตการณ์การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามลำดับ สำหรับสถานที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ศูนย์สะเต็มภาคจำนวน 8 แห่ง โรงเรียนเครือข่ายสะเต็มภาคจำนวน 4 แห่ง โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี จำนวน 1 แห่ง โดยมีผู้ให้ข้อมูลประกอบด้วยครูผู้ประสานงานศูนย์สะเต็มภาค จำนวน 8 คน ครูผู้สอนเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาของศูนย์สะเต็มภาค จำนวน 22 คน ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาที่มีประสบการณ์และได้รับรางวัลระดับชาติจากโรงเรียนเครือข่ายของศูนย์สะเต็มภาค จำนวน 6 คน และครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จากโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี ซึ่งเป็นโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค จำนวน 6 คน รวมมีผู้ให้ข้อมูลทั้งหมด 42 คน โดยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาดำเนินการวิเคราะห์เนื้อหาและเขียนเชิงพรรณนาและตีความแบบอุปนัย

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้และประเมินผลการจัดการศึกษาแบบสะเต็มของครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้จากการสังเคราะห์ระหว่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลสะเต็มศึกษาของต่างประเทศ แบบปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลสะเต็มศึกษาของประเทศไทย และแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ สามารถสรุปประเด็นและรายละเอียด ได้ตามลำดับดังนี้

1. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจะใช้นวัตกรรมสารสนเทศ การเรียนรู้ออนไลน์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์

โดยเชื่อมโยงกับบริบทตามสภาพจริงหรือสถานการณ์จริงผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน เพียงแต่จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานข้างค่อนข้างมาก สำหรับแนวทางการบูรณาการสามารถทำได้ตั้งแต่บูรณาการภายในรายวิชาที่ตนเองสอน ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะสมแยกกัน ส่วนการบูรณาการแบบพหุวิทยาการ นักเรียนจะได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะสมแยกกันตามหัวข้อหลัก (Theme) ที่ครูทุกวิชา กำหนดร่วมกันและมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้น ๆ ในขณะที่การบูรณาการแบบสหวิทยาการ นักเรียนจะได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะจาก 2 วิชาขึ้นไปร่วมกันโดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชา เพื่อให้ให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกันโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน และการบูรณาการแบบข้ามวิชา นักเรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหาและฝึกทักษะของทั้งสี่วิชาแล้วนักเรียนยังได้ประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงและสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเองซึ่งอาจใช้การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานหรือโครงการเป็นฐาน รวมถึงการกำหนดสถานการณ์ให้มีความลุ่มลึกขึ้นก็เป็นได้ สิ่งเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และสร้างความรู้ผ่านประสบการณ์การเรียนรู้ได้มากที่สุด เกิดความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองสามารถปรับตนเองให้เข้ากับสภาพแวดล้อม กล้าแสดงเหตุผลและแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดผ่านการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ เช่น การพูดสนทนากับผู้เรียนคนอื่น ๆ และครูผู้สอน ตลอดจนการเป็นผู้ฟังที่ดี สามารถจับใจความสำคัญของการสื่อสารที่เกิดขึ้นและสรุปได้อย่างชัดเจน

เมื่อกล่าวถึงแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้สะสมศึกษา สิ่งที่เกี่ยวข้องโดยตรง ได้แก่ การพัฒนาหลักสูตรที่ควรนำสาระท้องถิ่นหรือบริบทแวดล้อมของสถานศึกษามารวมบูรณาการกับสาระความรู้ของสะสม ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีในการเตรียมความพร้อมของสถานศึกษา/โรงเรียนทุกแห่ง ทั้งนี้เพราะการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เชื่อมโยงกับสภาพจริงและสภาพท้องถิ่น จะสร้างให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักและเห็นประโยชน์ คุณค่าของการเรียนรู้ และได้รับการพัฒนาความรู้ ทักษะและเจตคติตามความคาดหวังของสังคม สำหรับการจัดโครงสร้างหลักสูตรและโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ สามารถดำเนินการโดยการสร้างความร่วมมือระหว่างครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง ทำความเข้าใจอย่างชัดเจนเกี่ยวกับ STAR STEMS ซึ่ง STAR ประกอบด้วย Student เป็นคนดี มีวินัย ภูมิใจในชาติ Teacher ทำหน้าที่กระตุ้นความคิด กระตุ้นจินตนาการ แนะนำ กำกับ Academic เป็นการบูรณาการสาระวิชา ความดี มีวินัย ภูมิใจในชาติ รับผิดชอบ ส่วน Revolution หมายถึงทุกอย่างต้องปรับเปลี่ยน พลิกผันทันที ส่วน STEMS เป็นการเรียนรู้แบบ Situation Based Learning: SBL พร้อมสอดแทรกเรื่องคุณธรรม ความเป็นไทยตลอดเวลา ได้แก่ Scientific Thinking หลักเหตุและผล Thai-Technology หลักภูมิปัญญาไทย ศาสตร์พระราชา English-Engineering หลักประสิทธิภาพ ระบบและการสื่อสารภาษาอังกฤษ Moral-Mathematics หลักพิสูจนด้วยหลักตรรกะและคุณธรรม Socio Geology หลักความ

สอดคล้อง เชื่อมโยงกับภูมิสังคม เห็นได้ชัดว่าความร่วมมือระหว่างครูผู้สอนในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้เป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาโครงสร้างหลักสูตรหรือโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ กล่าวคือครูผู้สอนต้องช่วยกันวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ตามนโยบายที่เกิดขึ้น เช่น จากแนวคิด STAR STEMS รวมถึงการสร้างความปลอดภัยเพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษาของผู้เรียนให้รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในยุคศตวรรษที่ 21 ตลอดจนแนวทางดำเนินงานในการขับเคลื่อนแผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ 12 ไปสู่การปฏิบัติการพัฒนาประเทศตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ที่สำคัญครูผู้สอนจำเป็นต้องดำเนินการจัดทำหน่วยการเรียนรู้บูรณาการ โดยการกำหนดรูปแบบและโครงสร้างของการจัดทำหน่วยการเรียนรู้ร่วมกันต่อไป

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมสำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีแนวปฏิบัติที่ดีสำหรับครูผู้สอนในการนำไปใช้ได้หรือปฏิบัติได้จริง โดยมีขั้นตอนตั้งแต่การเตรียมการสอนแบบบูรณาการข้ามวิชา หรือแบบสหวิทยาการ หรือแบบพหุวิทยาการตามแนวคิดสะเต็มโดยใช้สถานการณ์เป็นฐาน (Situation based learning: SBL) ในการจัดการเรียนรู้ ตัวอย่างเช่น การใช้ความรู้และทักษะของรายวิชาอื่นในสะเต็มกับรายวิชาที่รับผิดชอบ ได้แก่ การนำความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ และ/หรือความรู้และทักษะทางเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนรู้สาระเนื้อหาและแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยงกับบริบทที่เกิดขึ้นจริงเพื่อตอบโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคมและสภาพแวดล้อมในท้องถิ่นและชุมชนนั้น ๆ ทั้งนี้ปัญหาหรือสถานการณ์ดังกล่าวจะต้องเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการคิดคำนวณ ทักษะการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทักษะการคิดเชิงระบบ ทักษะ 3R×8C ที่เน้นการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งครูผู้สอนจะมอบหมายให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และแก้ปัญหาผ่านกระบวนการการทำงานเป็นทีม/กลุ่ม พร้อมทั้งทำหน้าที่ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทาง แนะนำแหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาและสถานการณ์ที่ผู้เรียนได้รับไปดำเนินการตามเงื่อนไขความสำเร็จต่าง ๆ เช่น เวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหาและทำผลงาน การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ งบประมาณที่ได้รับ ความคุ้มค่าและคุ้มทุน ประโยชน์ของผลงานที่จะได้รับ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ที่สำคัญผลงานที่จะทำมีการออกแบบตามกระบวนการเชิงวิศวกรรมอย่างไรที่สามารถตอบโจทย์สภาพเศรษฐกิจ สังคมและสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นจริงในท้องถิ่นและชุมชนนั้น ๆ จากนั้นให้ผู้เรียนออกมานำเสนอผลงานโดยจะเน้นทักษะการสื่อสาร เช่น การพูด การเล่าเรื่อง การตอบคำถาม การจับใจความคำถามจากผู้ชมผลงาน การเขียนรายงาน การเสนอผลงานโดยใช้สื่อต่าง ๆ ที่สำคัญจำเป็นต้องให้ผู้เรียนแต่ละคนในทีม/กลุ่ม วิเคราะห์เหตุผลที่ทำให้ประสบผลสำเร็จหรือวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้ไม่ประสบผลสำเร็จหรือสาเหตุที่ทำให้ผลงานไม่บรรลุผล เป็นต้น สำหรับช่วงท้ายของการนำเสนอผลงานดังกล่าว ผู้เรียนทีม/กลุ่มนั้น ๆ จะได้รับการประเมินโดยครูผู้สอนและผู้เรียนทีม/กลุ่มอื่น ๆ ซึ่งผลการประเมินจะทำให้ผู้เรียนรับรู้ระดับ

ผลสัมฤทธิ์ของงานที่ทำและยังทำให้ได้ข้อมูลป้อนกลับที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงผลงานให้เหมาะสมและดียิ่งขึ้นต่อไป

อย่างไรก็ตามปัญหาและข้อควรระวังสำหรับครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และสังเคราะห์จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยของต่างประเทศ และจากการสัมภาษณ์เชิงลึก ตลอดจนสนทนากลุ่มกับครูผู้ประสานงานศูนย์สะเต็มภาค ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา พบว่าการบูรณาการรายวิชาของสะเต็ม โดยเฉพาะรายวิชาที่สอนอาจไม่สะท้อนถึงสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้นในสังคมหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างแท้จริงได้ และยังมีการแยกรายวิชากันสอนหรือจัดการเรียนรู้อย่างไม่เหมาะสมกับบริบททางเศรษฐกิจ สังคม สภาพแวดล้อม ตลอดจนการทำงาน/อาชีพที่ต้องใช้ความรู้และทักษะอย่างบูรณาการกันเพื่อแก้ปัญหา ส่วนอีกประเด็นหนึ่งที่ครูผู้สอน ผู้บริหารสถานศึกษา ควรตระหนักถึงได้แก่ เนื้อหาสาระและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ยังไม่มีในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ซึ่งเรื่องดังกล่าวเป็นความจำเป็นที่ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาเกิดความรู้และความเข้าใจ เพื่อช่วยให้การเรียนรู้สะเต็มศึกษาเกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นเมื่อศึกษาต่อในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับที่สูงขึ้นต่อไป ดังนั้นครูผู้สอนอาจนำมาเพิ่มเติมในช่วงการลดเวลาเรียน-เพิ่มเวลารู้ หรือในช่วงชมรม/ชุมนุม หรือในกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามที่เห็นสมควรต่อไป นอกจากนี้การบูรณาการสะเต็มอาจไม่ใช่เรื่องง่ายสำหรับครูผู้สอนทุกคนที่จะสามารถดำเนินการได้ ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ใช่เรื่องง่ายสำหรับครูผู้สอนเช่นกันที่จะเสนอความรู้และทักษะของวิชาในสะเต็มที่ตนไม่ถนัดและชำนาญให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. แนวปฏิบัติที่ดีในการประเมินผลสะเต็มศึกษาที่ได้จากการสังเคราะห์จะใช้การประเมินตามสภาพจริง ซึ่งเป็นวิธีการประเมินอย่างต่อเนื่องและใช้วิธีการประเมินหลาย ๆ วิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้าน ประเมินกระบวนการคิดและความสามารถในการปฏิบัติงาน ตลอดจนความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น ดังนั้นงานที่มอบหมายให้ผู้เรียนควรมีการร่วมปรึกษาระหว่างครูผู้สอนในต่างกลุ่มสาระการเรียนรู้โดยลักษณะงานที่มอบหมายจะต้องสร้างความตระหนักให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าและความหมายในสิ่งที่จะทำหรือปฏิบัติ มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับมาตรฐาน ตัวชี้วัดของหลักสูตรและบริบทตามสภาพจริง และควรเป็นการบูรณาการความรู้ในหลายวิชา ใช้กระบวนการคิดที่ลุ่มลึกและทักษะในการแก้ปัญหา สำหรับแบบประเมินตามสภาพจริงที่ควรนำไปใช้ ได้แก่ การพัฒนาและสร้างเกณฑ์การให้คะแนนที่สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัดที่เปลี่ยนแปลงไปของยุคศตวรรษที่ 21 การขับเคลื่อนการศึกษา 4.0 ของประเทศ ตลอดจนการเขียนรายงานและนำเสนอผลงาน/ผลผลิต/ชิ้นงานที่ได้สร้างสรรค์หรือพัฒนาขึ้น

อย่างไรก็ตามการกำหนดเกณฑ์การประเมินที่เหมาะสมกับผลงาน/ผลผลิต/ชิ้นงาน เช่น ผลงานที่พัฒนาสามารถแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ กระบวนการออกแบบ การบูรณาการ

ความรู้จากรายวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และการเชื่อมโยงกับสภาพชีวิตจริง ตลอดจนลักษณะของการสร้างผลงาน/ผลผลิต/ชิ้นงาน อาทิ การจัดทำสมุดเล่มเล็ก การทำคลิปจิตอาสา การทำละคร การทำป้ายคำขวัญ การทำป้ายคำประพันธ์เกี่ยวกับการรณรงค์เรื่องต่าง ๆ โปสเตอร์ที่อธิบายผลผลิต/ชิ้นงาน การทำแผ่นพับ โบว์ชัวร์ และการทำ Infographics ในการเผยแพร่ความรู้ จำเป็นต้องมีความรู้ ทักษะ และเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้และการสร้างผลงานดังกล่าว ดังนั้นการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ไม่ว่าจะเป็นการวัดและประเมินผลด้วยข้อสอบยังคงเป็นสิ่งจำเป็น โดยเน้นการวัดระดับความรู้หรือสติปัญญาตามแนวของบลูมและคณะที่ปรับเปลี่ยน เช่น วัดและประเมินระดับความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการสร้างสรรค์ ส่วนการวัดและประเมินด้านทักษะหรือการนำความรู้ไปบูรณาการเพื่อพัฒนาหรือสร้างผลงานต่าง ๆ จำเป็นต้องกำหนดแบบประเมินที่ชัดเจนเพื่อความแม่นยำ เทียบตรงและความน่าเชื่อถือได้ของการประเมินที่มีประสิทธิผล

นอกจากนี้การประเมินที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษายังรวมถึงการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน โดยกำหนดตามคุณลักษณะหรือพฤติกรรมกรปฏิบัติ อาทิ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความขยันหมั่นเพียร การทำงานกลุ่ม ความตั้งใจในการทำงาน การมีส่วนร่วมในการอภิปราย และการแสดงความคิดเห็น ซึ่งวิธีการหรือแนวทางที่อาจใช้ในการประเมินพฤติกรรมดังกล่าว ได้แก่ ครูผู้สอนเป็นผู้สังเกตและใช้ดุลยพินิจตัดสิน โดยมีตามเกณฑ์การให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน ทั้งนี้ขึ้นกับครูผู้สอนว่าจะให้ละเอียดมากน้อยเพียงใด เช่น มาตราวัด 2, 1 และ 0 หรือมาตราวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ 5 ระดับ หรือ 2 ระดับตามลักษณะของแบบตรวจสอบรายการตามบริบทและสภาพแวดล้อมของสถานศึกษานั้น ๆ และท้ายที่สุดการประเมินด้วยการได้รับข้อมูลป้อนกลับจากผู้เรียน ซึ่งสามารถเก็บรวบรวมได้จากแบบประเมินความคิดเห็นหรือแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอนเพื่อนำมาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิผลต่อไป นอกจากนี้การใช้คำถามและการสนทนาพูดคุยกับผู้เรียน เพื่อให้ได้สาระสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อการประเมินการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ได้ เช่น นักเรียนได้เรียนรู้อะไร นักเรียนอยากให้มีอะไร และ นักเรียนมีแนวคิดที่ควรปรับปรุงส่วนไหนบ้าง โดยครูผู้สอนต้องกำหนดวัตถุประสงค์ของการวัดและประเมินให้ชัดเจน การเลือกใช้เครื่องมือที่จะวัดและประเมิน รวมถึงการสะท้อนผลที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เช่น นักเรียนได้อะไร ครูผู้สอนได้อะไร ต้องปรับปรุงอะไรบ้าง เพื่อนำไปจัดทำแผนพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพต่อไป

อภิปรายผลการวิจัย

1. แนวปฏิบัติที่ดีเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของศูนย์สะเต็มศึกษาภาคในประเทศไทย ประกอบด้วย การขับเคลื่อนสะเต็มศึกษาในชั้นเรียน การขับเคลื่อนในระดับรายวิชา และการขับเคลื่อนในระดับหลักสูตร โดยลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้ควรเป็นแบบบูรณาการ ซึ่งสอดคล้องกับจาร์ส อินทลาภาพร (2558: 62-74) ที่ได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา กล่าวคือการขับเคลื่อนสะเต็มศึกษา ผู้สอนควร (1) ศึกษาสาระสำคัญของสาขาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษและเทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ (2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน (3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) และ/หรือจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) และสอดคล้องกับคีณีส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2559: 37) ที่กล่าวว่าจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาควรเป็นแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความคิดรวบยอดกับความรู้ที่ได้รับโดยใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ ทั้งยังสอดคล้องกับลาร์สันและมิลเลอร์ (Larson & Miller, 2011: 121) ที่กล่าวว่าจัดการเรียนรู้ในยุคศตวรรษที่ 21 ควรเป็นแบบบูรณาการและฝึกปฏิบัติเพื่อเตรียมผู้เรียนให้มีความทักษะการทำงานและทักษะชีวิตในสังคม ตลอดจนทักษะอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อไป

สิ่งเหล่านี้สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ควรจัดในลักษณะบูรณาการซึ่งสามารถจัดได้หลายระดับตามความซับซ้อน โดยที่สิ่งสำคัญในการบูรณาการจำเป็นต้องมีผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ต้องการพัฒนาผู้เรียนที่ชัดเจน อาทิ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์และวิจารณ์ญาณ นอกจากนี้สิ่งสำคัญที่ควรนำมาพิจารณาเพิ่มเติมได้แก่ แนวปฏิบัติที่ดีของรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่ผู้สอนต้องเตรียมการออกแบบและขับเคลื่อนสู่ผู้เรียนอย่างไรในลักษณะของการบูรณาการ ซึ่งหลักการที่จะสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะบูรณาการสามารถจัดได้ตั้งแต่ระดับธรรมดาไประดับที่ซับซ้อนดังนี้ แบบบูรณาการเฉพาะในรายวิชาที่สอนหรือสอดแทรกในวิชาที่สอน แบบสหวิทยาการ (ร่วมกันกำหนดหัวข้อ/ประเด็นที่จะสอน แต่ต่างคนต่างสอนเนื้อหาและทักษะตามรายวิชาของตน) แบบสหวิทยาการ (เชื่อมโยงตั้งแต่ 2 รายวิชาอย่างชัดเจน โดยผู้เรียนจะต้องได้ความรู้และทักษะที่ลุ่มลึก) และแบบข้ามวิชา (เชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนมาจากหลายวิชาในการแก้ปัญหาจากโลกความเป็นจริง มีการประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียนในการเรียนรู้และสร้างประสบการณ์ด้วยตนเอง)

2. แนวปฏิบัติที่ดีในการออกแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็ม จะใช้รูปแบบ 5E's ซึ่งสอดคล้องกับ McCullar (2015: 80-82) ที่เสนอให้ใช้รูปแบบ 5E's ในการเรียนทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ และสอดคล้องกับ Stump, Bryan, & McConnell (2016: 582) ได้ใช้รูปแบบ 5E ในกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็ม เช่น การตั้งคำถาม การสำรวจ และการอธิบายสถานการณ์ที่ได้รับมอบหมายให้แก้ปัญหา และ

สอดคล้องกับ Ceylan & Ozdilek (2015: 223-228) ที่ใช้รูปแบบ 5E's ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม และพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างไรก็ตามแนวปฏิบัติที่ดีในการออกแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มควรอย่างยิ่งที่จะให้ผู้เรียนทุกระดับและทุกประเภทการศึกษาสามารถเข้าถึงได้ทุกคน (STEM Education for All) ไม่ว่าจะเป็เด็กพิเศษ และเด็กปกติ เป็นต้น

3. แนวปฏิบัติที่ดีที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของศูนย์สะเต็มศึกษาภาคในประเทศไทย จะพิจารณาจาก Knowledge Procedure และ Attribute รวมถึงให้นักเรียน Feedback กิจกรรมทุกครั้ง ที่สำคัญครูผู้สอนต้องกำหนดวัตถุประสงค์ให้ชัดเจน เครื่องมือที่จะวัดประเมิน และจัดให้มีการสะท้อนผลที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เช่น นักเรียนได้อะไร ครูผู้สอนได้อะไร ต้องปรับปรุงอะไรบ้าง เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องผลการศึกษาของจาร์ส อินทลาภาพร (2558: 62-74) ที่เสนอว่าผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน ตลอดจนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งการประเมินสะเต็มศึกษาที่เหมาะสมควรเป็นรูปแบบที่จะประเมินผู้เรียนว่าสามารถนำความรู้และทักษะไปใช้ในลักษณะสหวิทยาการ (Interdisciplinary) หรือแบบบูรณาการที่แสดงถึงความเป็นสะเต็ม (Bicer, Capraro, & Capraro, 2017: 3962-3963) และยังสอดคล้องกับ Nadelson & Seifert (2017: 223) ที่กล่าวว่า การประเมินการเรียนรู้แบบสะเต็ม จะต้องเปลี่ยนจากการประเมินความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริงไปเป็นการประเมินการประยุกต์ใช้ความรู้และการปฏิบัติ

อย่างไรก็ตามหลักสำคัญอย่างหนึ่งในการประเมินผลการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จำเป็นต้องมีการประเมินความรู้และความคิดของผู้เรียนให้แน่ชัดก่อนว่าอยู่ในระดับใดเพื่อได้ข้อมูลในการพัฒนาผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับแนวทางการประเมินข้างต้น อาจนำแนวคิดของบลูมและคณะมาใช้หรือปรับใช้ ได้แก่ การวัดระดับความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการสร้างสรรค์ โดยที่แต่ละขั้นจะมีความหมายและนียมการวัดและประเมินที่ชัดเจน ซึ่งเป็นเครื่องมือทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่ผู้สอนควรศึกษาและทำความเข้าใจให้ชัดเจนเพื่อการนำไปใช้หรือปรับใช้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนได้จริง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาควรจัดในลักษณะบูรณาการ ซึ่งสามารถจัดได้หลายระดับตามความซับซ้อน โดยที่การบูรณาการจำเป็นต้องมีผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ต้องการพัฒนาผู้เรียนที่ชัดเจน

อาทิ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์และวิจารณ์ สำหรับหลักการที่จะสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะบูรณาการสามารถจัดได้ตั้งแต่ระดับธรรมดาไปสู่ระดับที่ซับซ้อน อาทิ แบบบูรณาการเฉพาะในรายวิชาที่สอนหรือสอดแทรกในวิชาที่สอน แบบพหุวิทยาการที่ร่วมกันกำหนดหัวข้อหรือประเด็นที่จะสอน แต่ต่างคนต่างสอนเนื้อหาและทักษะตามรายวิชาของตน แบบสหวิทยาการ ที่เชื่อมโยงตั้งแต่ 2 รายวิชาอย่างชัดเจน โดยผู้เรียนจะต้องได้ความรู้และทักษะที่ลุ่มลึกและแบบข้ามวิชา ที่เชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนมาจากหลายวิชาในการแก้ปัญหาจากโลกความเป็นจริง มีการประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียนในการเรียนรู้และสร้างประสบการณ์ด้วยตนเอง อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เหมาะสมและเป็นแนวปฏิบัติที่ดีนอกจากกิจกรรมจะมีลักษณะเป็นแบบบูรณาการแล้วควรจัดในลักษณะโครงงานเป็นฐาน หรือปัญหาเป็นฐาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำทักษะการคิดคำนวณ ทักษะการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทักษะการคิดเชิงระบบ ทักษะ 3R×8C โดยเน้นการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ อาทิ การพูด การสนทนา การฟังและจับใจความ การตอบคำถาม และการอภิปรายแสดงความคิดเห็น เข้ามาผสมผสานในการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการสนทนา พูดคุยในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนและครูผู้สอนทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเสนอสาระเพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์การทำงานเป็นทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

2. การประเมินผลการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรใช้การประเมินตามสภาพจริงผ่านการประเมินการปฏิบัติทั้งที่เป็นกระบวนการและผลผลิตของงาน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความสามารถ ทักษะ ตลอดจนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่สังคมและประเทศชาติต้องการ ทั้งนี้สิ่งสำคัญในการประเมินตามสภาพจริงที่มีความแม่นยำ เที่ยงตรงและมีความน่าเชื่อถือเพื่อการประเมินที่มีประสิทธิผล ได้แก่ การกำหนดเกณฑ์การประเมินที่เหมาะสมกับผลงาน/ผลผลิต/ชิ้นงาน เช่น ผลงานที่พัฒนาสามารถแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ กระบวนการออกแบบ การบูรณาการความรู้จากรายวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และการเชื่อมโยงกับสภาพชีวิตจริง ตลอดจนลักษณะของการสร้างผลงาน/ผลผลิต/ชิ้นงาน อาทิ การทำคลิปจิตอาสา การทำป้ายคำขวัญ ป้ายการณรงค์เรื่องต่าง ๆ โปสเตอร์ที่อธิบายผลผลิต/ชิ้นงาน การทำแผ่นพับ โบว์ชัวร์ และการทำ Infographics เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การประเมินผลด้วยข้อสอบยังคงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของผู้เรียน โดยลักษณะข้อสอบสามารถนำแนวคิดของบลูมที่เสนอเกี่ยวกับการวัดระดับความรู้ตั้งแต่ระดับความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า หรืออาจเลือกใช้แนวคิดของบลูมที่ปรับใหม่ได้ตามที่เห็นสมควรต่อไป

3. เนื่องจากเนื้อหาสาระและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมยังไม่มีในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 แต่เรื่องดังกล่าวเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้และความเข้าใจเพื่อช่วยให้การเรียนรู้สะเต็มศึกษาเกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ดังนั้นครูผู้สอนอาจนำมา

เพิ่มเติมหรือพัฒนาผู้เรียนในช่วงเวลาเรียน-เพิ่มเวลารู้ หรือในช่วงชมรม/ชุมนุม หรือในกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามที่เห็นสมควรหรือเห็นว่าเหมาะสม สำหรับแนวทางการพัฒนาและส่งเสริมความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ควรจัดกิจกรรมในลักษณะเชิงปฏิบัติการที่เน้นผู้เรียนมีบทบาทหลักในการเข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมจนเกิดความความเข้าใจที่ชัดเจนและอย่างลุ่มลึกต่อไป

4. แม้ว่าการบูรณาการสะเต็มศึกษาอาจไม่ใช่เรื่องง่ายสำหรับครูผู้สอนทุกคนที่จะสามารถดำเนินการได้ และก็อาจไม่ใช่เรื่องง่ายสำหรับครูผู้สอนเช่นกันที่จะเสนอความรู้และทักษะของวิชาในสะเต็มที่ตนไม่ถนัดและชำนาญให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่แนวปฏิบัติที่ตัวอย่างหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความสามารถและทักษะในการบูรณาการสะเต็มศึกษานั้นได้แก่ การประชุมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับครูผู้สอนที่มีประสบการณ์ในโรงเรียนเดียวกัน หรือต่างโรงเรียนกัน โดยจัดทำเครือข่ายระหว่างกลุ่มครูผ่านระบบสารสนเทศหรือช่องทางสื่อสังคมออนไลน์ โดยการนำประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้และประเมินผลสะเต็มมาสนทนาแลกเปลี่ยนระหว่างกันจนได้ความรู้หรือองค์ความรู้ที่ตกตะกอนหรือเป็นความรู้ที่ตกผลึกที่สามารถนำไปใช้ได้จริงต่อไป

ข้อเสนอแนะทางวิชาการ

1. สถานศึกษาควรมีการจัดทำหลักสูตรระยะสั้นที่นำแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นฐาน และนำมาใช้ฝึกอบรมให้กับคนในชุมชนและท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมศักยภาพด้านอาชีพหรือแนวทางในการคิดสร้างสรรค์อาชีพในอนาคตต่อไป

2. หน่วยงานทางการศึกษาระดับอุดมศึกษา ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานทั้งในระบบและนอกระบบ และบุคลากรของชุมชน ควรมีการสร้างความร่วมมือในการพัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษาที่อาจนำความรู้ในมิติต่าง ๆ ตามบริบทชุมชนและท้องถิ่นมาบูรณาการ ตลอดจนการสร้างความร่วมมือในการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงระหว่างความรู้และตามบริบทที่เป็นจริงได้อย่างสร้างสรรค์ต่อไป

3. สถานศึกษาควรนำแนวคิดชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community: PLC) มาเป็นฐานสำคัญในการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้และประเมินผลสะเต็มศึกษาตามบริบทของสถานศึกษาของตน โดยส่งเสริมและสนับสนุนให้ครูผู้สอนรวมตัวกันทำงานเพื่อนำไปพัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้และประเมินผลสะเต็มศึกษาตามความรู้และประสบการณ์ของครูแต่ละท่านโดยเน้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ซึ่งอาจทำงานเป็นกลุ่มหรือเป็นทีมที่เป็นครูผู้สอนในโรงเรียนเดียวกันหรือต่างโรงเรียนกันก็ได้โดยใช้สื่อสังคมออนไลน์รวมถึงการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่าน ICT ก็เป็นได้

4. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับสภาพปัจจุบันที่เน้นการแก้ปัญหาและสถานการณ์แบบองค์รวม กล่าวคือเน้นการใช้ความรู้และทักษะในเชิง

บูรณาการจากหลากหลายสาระเนื้อหา/วิชา ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษาไม่ควรแยกรายวิชา
กันสอน ครูผู้สอนควรจัดทำหลักสูตรการเรียนในลักษณะบูรณาการ หรืออย่างน้อยก็ควรบูรณาการใน
หน่วยการเรียนรู้เพื่อกำหนดงาน/ชิ้นงานที่ผู้เรียนต้องใช้ความรู้และทักษะตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไป โดย
ลักษณะหน่วยการเรียนควรเชื่อมโยงกับบริบททางเศรษฐกิจ สังคม สภาพแวดล้อม ตลอดจนลักษณะ
ของอาชีพที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นคุณค่าในสิ่งที่ได้เรียนรู้ เห็นความเชื่อมโยงในหลากหลายมิติ
หรือบริบทที่เป็นจริงในการนำความรู้และทักษะไปใช้ได้จริงต่อไป

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เน้นการวิจัยเชิงคุณภาพ และได้แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้
และประเมินแบบสะสมเต็มเฉพาะศูนย์สะสมเต็มภาคที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย และโรงเรียนใน
เครือข่ายบางส่วน ดังนั้นถ้าเป็นไปได้ควรมีการศึกษาวิจัยกับผู้บริหารและครูจากโรงเรียนที่เป็น
เครือข่ายในแต่ละภาคของประเทศ เพื่อจัดทำหลักสูตรสะสมเต็มศึกษาที่มีการบูรณาการศาสตร์หรือ
ความรู้ฝังลึกในชุมชนและท้องถิ่น โดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมระหว่างผู้บริหาร ครู
คนในชุมชน รวมถึงหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนและ
ท้องถิ่นต่อไป

2. เนื่องจากสะสมเต็มศึกษาเป็นวิธีการที่ภาครัฐส่งเสริมให้สถานศึกษานำไปใช้ในการพัฒนาและ
ส่งเสริมผู้เรียนในยุคศตวรรษที่ 21 ที่มีคุณลักษณะและรายการทักษะที่หลากหลาย ดังนั้นการศึกษา
วิจัยครั้งต่อไปควรรหาคำตอบให้ได้ว่าสะสมเต็มศึกษาแบบใดที่เหมาะสมกับการพัฒนาและส่งเสริมผู้เรียน
ตามความต้องการที่เปลี่ยนแปลงของภาครัฐหรือนโยบายของรัฐบาล เช่น สะเต็มศึกษา 4.0 ควรเป็น
แบบใด และสะสมเต็มศึกษาที่ผ่านมาส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะตามนโยบายการศึกษา 4.0
หรือไม่ อย่างไร เป็นต้น

3. เนื่องจากการบูรณาการสะสมเต็มศึกษาอาจไม่ใช่เรื่องง่ายสำหรับครูผู้สอนทุกคนที่จะสามารถ
ดำเนินการได้ และก็อาจไม่ใช่เรื่องง่ายสำหรับครูผู้สอนเช่นกันที่จะเสนอความรู้และทักษะของวิชาใน
สะสมเต็มที่ตนไม่ถนัดและชำนาญให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นประเด็นที่ควรศึกษาและ
วิจัย ได้แก่ การหาแนวทางหรือวิธีการที่จะช่วยส่งเสริมและสนับสนุนให้ครูผู้สอนมีสมรรถนะในการ
บูรณาการสะสมเต็มศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ หรืออาจจัดเวทีในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างครูผู้สอน
ที่มีประสบการณ์กับครูผู้สอนที่ต้องการพัฒนาตนในเรื่องการบูรณาการสะสมเต็มศึกษาตามแนวคิดชุมชน
การเรียนรู้ทางวิชาชีพได้อีกแนวทางหนึ่งต่อไป