

การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

Development of Appropriate Management Model for STEM Education in Thailand

สุทธิดา เชื่อมกลาง (Sutthida Chaumklang)¹* ดร.นาตยา ปิลันธนานนท์ (Dr.Nataya Pilanthananond)**

ดร.ศิริรัตน์ ศรีสอาด (Dr.Sirirat Srisa-ard)***

(Received: March 1, 2019; Revised: May 21, 2019; Accepted: May 24, 2019)

บทคัดย่อ

STEM Education เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เน้นการนำความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินรูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย โดยมีขั้นตอนการวิจัย 3 ขั้นตอน คือ 1) สังเคราะห์รูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education จากประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษ ออสเตรเลีย และไทย 2) การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย 3) การประเมินรูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือ ผู้บริหารระดับสูง ผู้อำนวยการโรงเรียน หัวหน้าโครงการ ผู้อำนวยการสำนัก/ฝ่าย ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ ผู้ที่ได้รับมอบหมายจากผู้บริหารระดับสูงให้ดูแลรับผิดชอบงาน STEM ของหน่วยงานหรือองค์กร จำนวนทั้งสิ้น 36 คน ด้วยวิธีเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามศึกษาความเหมาะสมของรูปแบบ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ในต่างประเทศและประเทศไทยส่วนใหญ่มีรูปแบบการบริหารจัดการในระดับองค์กรและระดับสถานศึกษาที่คล้ายคลึงกัน ยกเว้น มลรัฐ Maryland ประเทศสหรัฐอเมริกาที่เป็นเพียงรัฐเดียวที่มีมาตรฐานการเรียนรู้ STEM จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์เป็นรูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย แล้วประเมินรูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ประเทศไทยควรมีมาตรฐานการเรียนรู้ STEM สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควรเป็นหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาการสอน STEM ในรายวิชาเพิ่มเติมภายใต้กลุ่มสาระการเรียนรู้ STEM หน่วยงานหลักและสถานศึกษาควรมีบทบาทในการบริหารจัดการ STEM Education

ABSTRACT

STEM Education is a learning approach integrating the areas of science, technology, engineering and mathematics for solving real-world problems. The purposes of this research were to develop and evaluate the appropriate management model for STEM Education in Thailand. This research was conducted by three-stage procedures: 1) Synthesis of management model for STEM Education in USA, UK, Australia and Thailand; 2) Development of the appropriate management model for STEM Education in Thailand; and 3) Evaluation of the model.

¹ Correspondent author: Sutthida.b19@gmail.com

* นิสิต หลักสูตรศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

** รองศาสตราจารย์ สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*** อาจารย์ สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Thirty six experts, who had responsibilities in STEM management of various organizations in Thailand, were selected by using purposive sampling. The questionnaire about the appropriate management model for STEM Education in Thailand was used as the instrument of this research. The results of this research showed that the management model for STEM Education in Thailand and other countries were similar in both organization and school levels. However, this research found that Maryland State was different from the others since it had official STEM standards. The appropriate management model for STEM Education in Thailand was proposed and evaluated by the experts. The results of this study showed four significant findings: 1) Thailand should have STEM standards; 2) The Institute for Promotion of Teaching Science and Technology should be the key organization responsible for STEM education; 3) Both primary and second schools should offer STEM education as one of the additional subjects; and 4) Both key organization and schools should have responsibility for STEM education management.

คำสำคัญ: รูปแบบการบริหารจัดการ มาตรฐานการเรียนรู้ STEM

Keywords: Management model, STEM education, STEM standard

บทนำ

เมื่อก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นยุคแห่งความเป็นโลกาภิวัตน์ (Globalization) มีความต้องการแรงงานที่มีความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ มากขึ้น ทำให้นานาประเทศต่างตื่นตัวในการผลิตและพัฒนาพลเมืองของตนให้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญในด้านต่างๆ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันด้านเศรษฐกิจ ให้ทัดเทียมกับนานาประเทศ สำหรับประเทศไทยเองได้ประสบปัญหาในการขาดแรงงานที่เป็นนักคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ๆ และอยู่ในภาวะขาดแคลนนักวิจัย โดยจำนวนนักวิจัยไทยมีสัดส่วนเพียง 3.3 คน ต่อประชากร 10,000 คน เทียบกับมาเลเซียที่มีนักวิจัย 8 คนต่อประชากร 10,000 คน และสิงคโปร์มีนักวิจัย 64 คน ต่อประชากร 10,000 คน [1] ไม่เพียงแต่ข้อมูลด้านการขาดแคลนแรงงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเท่านั้น ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเองยังประสบกับปัญหาด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยเช่นกัน เห็นได้จากผลการทดสอบโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment หรือ PISA) ในปี พ.ศ. 2555 พบว่าได้คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐาน (OECD) ในทุกด้าน คือ ด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ [2] ด้วยสาเหตุนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีบทบาทในการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงได้นำแนวคิดด้าน STEM Education ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่เน้นการนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน [3] เข้ามาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของไทย โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการแก้ปัญหาของนักเรียนไทยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งช่วยยกระดับคะแนน PISA ให้สูงขึ้น อันจะนำไปสู่การเพิ่มแรงงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้กับประเทศต่อไป

อย่างไรก็ตามการนำ STEM Education มาใช้กับการศึกษาของไทย โดยการปรับเปลี่ยนกระบวนการทัศน์ในการจัดการเรียนรู้อยู่ยังประสบกับปัญหาอยู่หลายประการ ไม่ว่าจะเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการสอนด้วย STEM Education ซึ่งมองว่าเป็นการสอนเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ กับคณิตศาสตร์เท่านั้น เนื่องด้วยการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตร

ทั่วไปจะเน้นที่สองวิชานี้เป็นหลัก หรือยังมีผู้เข้าใจว่า STEM Education หมายถึงการคิดค้นหรือพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใหม่เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในแต่ละสาขาวิชา [4] นอกจากความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนแล้ว จากประสบการณ์ทำงานของผู้วิจัยที่ปฏิบัติงานภายใต้สังกัดของ สสวท. ซึ่งได้ทำงานร่วมกับครูและบุคลากรทางการศึกษาพบว่า ยังมีความกังวลเกี่ยวกับเรื่องของการบริหารจัดการในด้านอื่นๆ อีกด้วย เช่น ด้านหลักสูตร เนื่องจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ไม่มีหลักสูตรสำหรับวิศวกรรม (E) จึงทำให้เกิดปัญหาว่าจะมีการสอนวิศวกรรมอย่างไร ด้านผู้สอน เนื่องจากเป็นการสอนแบบบูรณาการ ทำให้มีความกังวลว่าผู้สอน STEM จะต้องมียุทธศาสตร์ความรู้ทั้ง 4 ศาสตร์เลยหรือไม่ ด้านสถานศึกษา ผู้บริหารสถานศึกษายังไม่มีประสบการณ์การดำเนินงานเท่าที่ควร เนื่องจากผู้บริหารสถานศึกษาถือเป็นกุญแจสำคัญที่นำไปสู่ความสำเร็จสำหรับการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในสถานศึกษา เพราะเป็นผู้รับนโยบายจากรัฐบาล เป็นผู้วางแผนยุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้สำหรับสถานศึกษา และเป็นผู้สนับสนุนการจัดการเรียนรู้ในด้านต่างๆ ทั้งการพัฒนาผู้สอน การสนับสนุนสื่อการเรียนรู้ ตลอดจนเปิดโอกาสให้ครอบครัว ชุมชน และบุคลากรจากภายนอกเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาสถานศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และสุดท้ายคือ ด้านแหล่งองค์ความรู้ หรืองานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวกับ STEM Education ภายใต้บริบทของประเทศไทย ซึ่งในปัจจุบันยังมีไม่มากนักเพราะถือเป็นแนวคิดใหม่ทำให้ยังไม่มีการวิจัยออกมามากเท่าที่ควร ดังนั้นจากปัญหาดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการขับเคลื่อน STEM Education ให้มีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องมีการบริหารจัดการทั้งระบบไปพร้อมกัน เพราะถึงแม้หากภาครัฐจะมีการกำหนดนโยบายที่ชัดเจน มีการสนับสนุนงบประมาณและทรัพยากรต่างๆ อย่างเต็มที่ แต่ในภาคปฏิบัติไม่ได้ให้ความสำคัญหรือไม่แนบนโยบายไปสู่การปฏิบัติที่จริงจัง ก็เป็นการยากที่การบริหารจัดการ STEM Education ในประเทศไทยจะประสบความสำเร็จได้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ของหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการศึกษาจากนานาประเทศที่ประสบความสำเร็จ แล้วนำข้อมูลวิเคราะห์ สังเคราะห์เป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย เพื่อเป็นแนวทางและนำไปสู่การผลักดันในการกำหนดนโยบายการบริหารจัดการ STEM Education ในประเทศไทยต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาและประเมินรูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

ขอบเขตการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษารูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในด้านมาตรฐานหลักสูตร หลักสูตรสถานศึกษา การจัดการเรียนการสอน การพัฒนาครู และนโยบายของภาครัฐ
2. การศึกษารูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education จะศึกษาจากเว็บไซต์ของประเทศไทยที่มีการบริหารจัดการ STEM Education จากทวีปยุโรป ทวีปออสเตรเลีย ทวีปอเมริกา ทวีปละ 1 ประเทศ จำนวน 3 ประเทศ โดยเลือกแบบเจาะจง จากการพิจารณาเกณฑ์ คือ 1) มีหน่วยงานที่ดูแลเกี่ยวกับ STEM Education อย่างชัดเจน 2) มีการจัดการเรียนการสอน STEM Education ในโรงเรียนอย่างเป็นรูปธรรม
3. การประเมินรูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยนั้น จะกระทำโดยสอบถามความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องต่อรูปแบบที่พัฒนาขึ้นซึ่งประกอบด้วย ผู้อำนวยการโรงเรียน บุคลากรจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน ตั้งแต่ผู้ที่ได้รับมอบหมายจากผู้บริหารระดับสูงให้ดูแล

รับผิดชอบงาน STEM ของหน่วยงานหรือองค์กร หัวหน้าโครงการ ผู้อำนวยการสำนัก/ฝ่ายผู้เชี่ยวชาญพิเศษ จนถึงผู้บริหารระดับสูงที่ดูแลรับผิดชอบงานด้าน STEM

วิธีการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย ผู้วิจัยมีระเบียบวิธีการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมการพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education

ศึกษา รวบรวม แนวคิดการบริหารจัดการ STEM Education จากหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนภายในประเทศและต่างประเทศจากนั้นวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการ STEM Education ในประเด็น นโยบาย กฎหมาย ระเบียบของภาครัฐ รูปแบบการพัฒนา และการบริหารจัดการในด้านต่างๆ เช่น มาตรฐานหลักสูตร หลักสูตรสถานศึกษา การเรียนการสอน ทรัพยากรการเรียนรู้ ระบบการประเมิน การผลิตและพัฒนาครูผู้สอนงบประมาณ ฯลฯ

ประชากร ที่ใช้ในการศึกษาข้อมูล ได้แก่ เว็บไซต์เกี่ยวกับเอกสารงานวิจัย บทความ และสื่อสิ่งพิมพ์ ของหน่วยงานต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศ ที่มีการดำเนินงาน STEM Education

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการศึกษาข้อมูล ได้แก่ เว็บไซต์เกี่ยวกับเอกสารงานวิจัย บทความ และสื่อสิ่งพิมพ์ ของหน่วยงานที่มีการบริหารจัดการ STEM Education ที่เลือกแบบเจาะจงทั้งในและต่างประเทศ โดยมีเกณฑ์ดังนี้ 1) มีหน่วยงานที่ดำเนินงานเกี่ยวกับ STEM Education อย่างชัดเจน 2) มีการนำ STEM Education ไปใช้ในโรงเรียน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างมี 3 ประเทศ จาก 3 ทวีป ดังนี้ ทวีปอเมริกา ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา มลรัฐ Maryland มลรัฐ Indiana ทวีปยุโรป ได้แก่ ประเทศอังกฤษ และทวีปออสเตรเลีย ได้แก่ ประเทศออสเตรเลีย มลรัฐ Queensland

เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบบันทึกข้อมูล ประกอบด้วยหัวข้อดังนี้ ด้านมาตรฐานการเรียนรู้ ด้านการจัดทำตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้ ด้านการพัฒนาครู ด้านการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ และด้านกิจกรรมเสริม

วิธีการเก็บข้อมูลเก็บข้อมูลจากการศึกษาเว็บไซต์เกี่ยวกับเอกสารงานวิจัย บทความ และสื่อสิ่งพิมพ์ ของหน่วยงานที่มีการบริหารจัดการ STEM Education ทั้งในประเทศและต่างประเทศ และนำมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมกับประเทศไทย

สังเคราะห์รูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมกับประเทศไทย โดยจัดทำเป็นตารางเปรียบเทียบการบริหารจัดการของประเทศ/มลรัฐและประเทศไทย ในด้านมาตรฐานการเรียนรู้ การจัดทำตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้ การพัฒนาครู การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ และกิจกรรมเสริม แล้วให้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบแก้ไขจากนั้นสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมกับประเทศไทย เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยนำแบบสอบถามความคิดเห็นที่พัฒนาขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบปรับปรุงแก้ไข

เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบบันทึกข้อมูล โดยจัดทำเป็นตารางเปรียบเทียบในหัวข้อ มาตรฐานการเรียนรู้ การจัดทำตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้ การพัฒนาครู การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ และกิจกรรมเสริมและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาเพื่อพัฒนาแบบสอบถาม

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินรูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

นำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมกับประเทศไทยที่ได้พัฒนาขึ้นจากขั้นตอนที่ 2 ไปสอบถามความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการ STEM Education ของโรงเรียน หน่วยงานหรือองค์กร ทั้งภาครัฐและเอกชนรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามแล้วนำผลการสรุปและวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบปรับปรุงแก้ไข

ประชากร ที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ บุคลากรในระดับบริหาร หัวหน้าโครงการ หรือผู้ที่มีหน้าที่ดูแลรับผิดชอบการบริหารจัดการ STEM Education ของโรงเรียน หน่วยงานหรือองค์กร ทั้งภาครัฐและเอกชน

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ บุคลากรในระดับบริหาร หัวหน้าโครงการ หรือผู้ที่มีหน้าที่ดูแลรับผิดชอบการบริหารจัดการ STEM Education ของโรงเรียน หน่วยงานหรือองค์กร ทั้งภาครัฐและเอกชน จำนวนทั้งสิ้น 36 คน โดยเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับรูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมกับประเทศไทย จากนั้นนำแบบสอบถามเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และปรับปรุงแก้ไข

วิธีการเก็บข้อมูลโดยส่งแบบสอบถามด้วยตนเอง และจัดทำเป็นแบบสอบถามออนไลน์แล้วส่งทางอีเมล

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ค่าความถี่ ร้อยละ และข้อมูลเชิงพรรณนาในกรณีที่เป็นคำถามปลายปิด และในกรณีที่เป็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติมและการให้เหตุผล

ผลการวิจัย

1. จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์รูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ในประเทศกลุ่มตัวอย่างพบว่า มลรัฐ Maryland ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นเพียงรัฐเดียวที่มีการจัดทำมาตรฐานการเรียนรู้ STEM ส่วนประเทศอื่นจะอ้างอิงกับมาตรฐานหลักสูตรของแต่ละกลุ่มสาระฯ ที่มีอยู่แล้วมาบูรณาการร่วมกัน ในด้านการจัดทำตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้ การพัฒนาครู การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ และการจัดกิจกรรมเสริม เมื่อเปรียบเทียบในระดับองค์กรและระดับสถานศึกษา ทั้ง 3 ประเทศกับประเทศไทย ส่วนใหญ่มีรูปแบบการบริหารจัดการที่คล้ายคลึงกัน

2. ผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความคิดเห็นสอดคล้องกับรูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น โดยมีรายละเอียดของรูปแบบดังนี้

2.1 ด้านมาตรฐานการเรียนรู้ STEM ควรมีมาตรฐานการเรียนรู้ STEM โดยมีองค์ประกอบและลักษณะดังนี้

1) กำหนดสาระที่สะท้อนเนื้อหาหรือองค์ความรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ โดยเขียนให้กระชับ และมีความชัดเจน

2) กำหนดมาตรฐาน ภายใต้อะไรๆ โดยเขียนในลักษณะของผลการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนควรรู้อะไรและทำอะไรได้ หากมีมาตรฐานย่อยหลายข้อให้เขียนเรียงลำดับตามกระบวนการเรียนรู้เป็นข้อๆ เพื่อนำไปสู่การบรรลุสาระที่กำหนดในเรื่องนั้นๆ

3) กำหนดตัวชี้วัดโดยระบุพฤติกรรมด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน มีความเฉพาะเจาะจงเพื่อนำไปสู่การตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียนว่าบรรลุมาตรฐานนั้นๆ หรือไม่อย่างไร

4) ระดับประถมศึกษากำหนดตัวชี้วัดเป็นรายปี เพื่อใช้ในการตรวจสอบก้าวหน้าของนักเรียนแต่ละปีว่าบรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่

5) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายกำหนดตัวชี้วัดเป็นช่วงชั้นเพื่อเปิดโอกาสให้สถานศึกษามีความยืดหยุ่นในการพัฒนานักเรียนตามช่วงเวลาที่กำหนด

2.2 ด้านบทบาทหน้าที่และกิจกรรมของหน่วยงานหลักที่ดูแลรับผิดชอบ STEM Education หน่วยงานที่ควรเป็นผู้รับผิดชอบหลักในการขับเคลื่อน STEM Education คือ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งควรมีบทบาทหน้าที่และกิจกรรมดังนี้

1) กำหนดนโยบายในการพัฒนา STEM โดยมีเป้าหมายเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณที่ชัดเจน มีแผนยุทธศาสตร์และกลยุทธ์เพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้

2) จัดทำมาตรฐานการเรียนรู้ STEM เพื่อเป็นเป้าหมายสำคัญให้ครูและสถานศึกษาใช้ในการกำหนดกรอบของเนื้อหา ทักษะกระบวนการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล

3) จัดทำตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้ STEM ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

4) จัดทำตัวอย่างการวัดและประเมินผลนักเรียนด้านการเรียนรู้ STEM

5) รวบรวมและเผยแพร่ตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้ STEM ที่ครู บุคลากรทางการศึกษา หรือหน่วยงานอื่นๆ ได้จัดทำไว้

6) พัฒนาครูแกนนำให้มีความเชี่ยวชาญที่สามารถกลับไปเผยแพร่และขยายผลให้กับครูในโรงเรียนเดียวกันหรือโรงเรียนที่อยู่ในท้องถิ่น

7) จัดอบรมและพัฒนาครูทั้งแบบ face-to-face และคอร์สออนไลน์ เพื่อให้ครูมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

8) จัดทำระบบสารสนเทศในการพัฒนาตนเองของครู เพื่อบันทึกร่องรอยหลักฐานการพัฒนาด้าน STEM

9) ร่วมมือกับมหาวิทยาลัยหรือหน่วยงานอื่นๆ ในการพัฒนาครู เช่น จัดค่ายฝึกอบรม จัดโครงการแลกเปลี่ยนครู จัดการประชุมผลงานครู ให้ทุนการทำวิจัย

10) จัดทำเว็บไซต์เพื่อประชาสัมพันธ์ความรู้เกี่ยวกับ STEM เช่น ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ บทความงานวิจัย คอร์สการอบรม งานประชุมวิชาการ การประกวดผลงานนักเรียน และข่าวสารต่างๆ

11) ร่วมมือกับภาคเอกชน มหาวิทยาลัย และบุคคลที่ประกอบอาชีพ STEM (STEM Ambassador) ในการจัดกิจกรรมสร้างแรงบันดาลใจและให้ความรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้ในงานอาชีพด้าน STEM

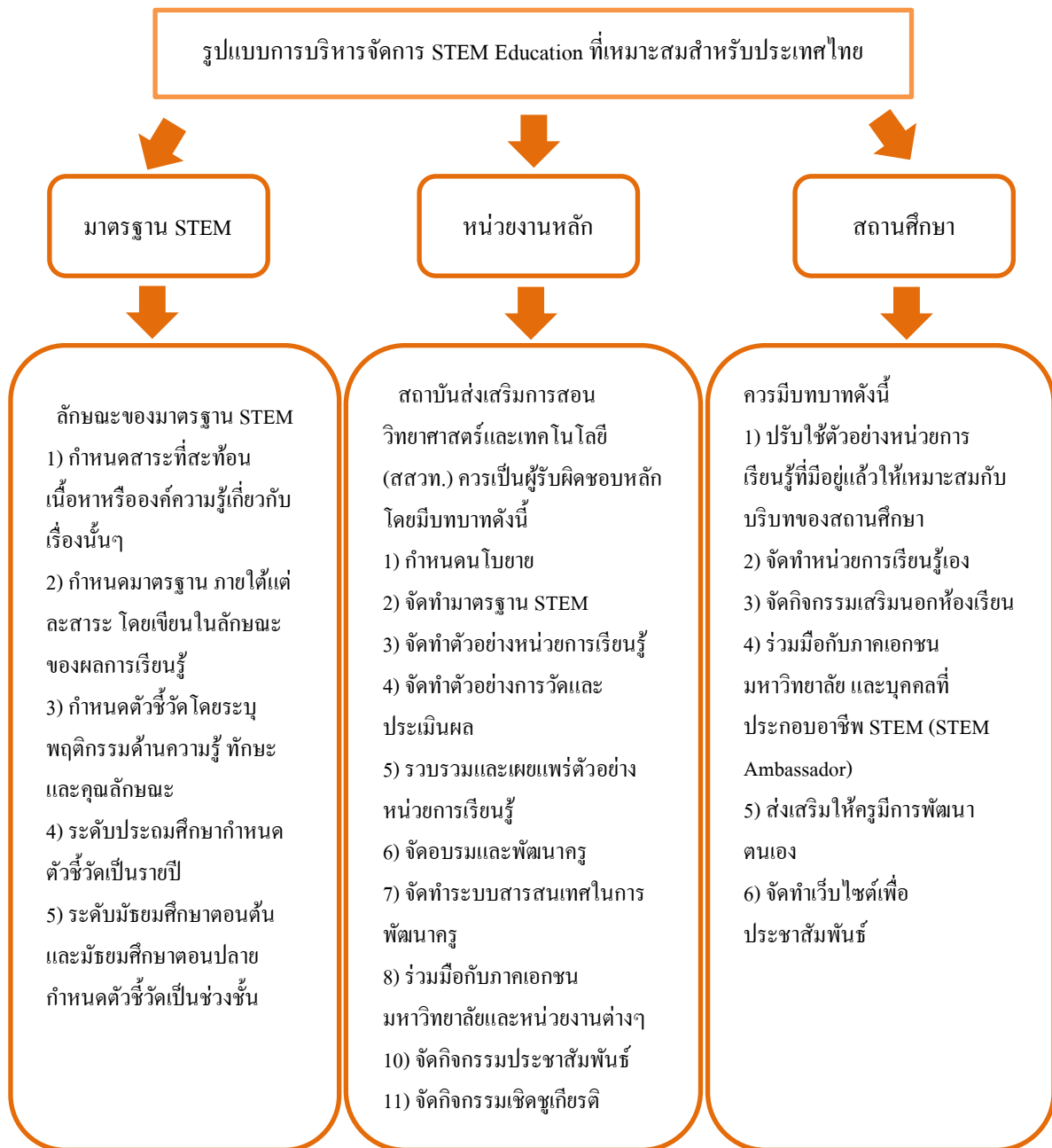
12) จัดกิจกรรมเสริมในโอกาสต่างๆ เพื่อสร้างความตระหนักให้เห็นความสำคัญของ STEM เช่น ค่าย STEM จัดแสดงนิทรรศการในสัปดาห์วิทยาศาสตร์ จัดประกวดแข่งขันผลงานสำหรับนักเรียน จัดประชุมวิชาการ

13) จัดกิจกรรมเชิดชูเกียรติครู บุคลากรทางการศึกษา โรงเรียน และหน่วยงานอื่นๆ ที่มีการดำเนินงานด้าน STEM ที่โดดเด่น เพื่อเป็นขวัญกำลังใจในการพัฒนางานด้าน STEM ให้ดีขึ้น

2.3 ด้านบทบาทหน้าที่และกิจกรรมของสถานศึกษาสถานศึกษาควรกำหนดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ STEM ในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจัดเป็นรายวิชาเพิ่มเติมภายใต้กลุ่มสาระฯ STEM ที่จัดตั้งใหม่เพื่อให้เห็นความสำคัญที่ชัดเจนและสอดคล้องกับการบริหารจัดการภายในสถานศึกษาโดยมีบทบาทหน้าที่และกิจกรรมดังนี้

- 1) ใช้ตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้ STEM ที่หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบได้จัดทำไว้มาปรับใช้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง ให้เหมาะสมกับบริบทของห้องเรียน
- 2) จัดทำหน่วยการเรียนรู้ STEM เอง โดยแสดงจุดเน้นของโรงเรียน และสอดคล้องกับบริบทของท้องถิ่นและความสามารถของนักเรียนในโรงเรียน
- 3) จัดกิจกรรมเสริมนอกห้องเรียนโดยอาจร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆ เช่น ชุมชน ค่าย STEM การฝึกงานนอกสถานที่ การประกวดโครงการ
- 4) ร่วมมือกับภาคเอกชน มหาวิทยาลัย และบุคคลที่ประกอบอาชีพ STEM (STEM Ambassador) ในการจัดกิจกรรมสร้างแรงบันดาลใจและให้ความรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้ในงานอาชีพด้าน STEM ให้กับนักเรียน
- 5) ส่งเสริมให้ครูมีการพัฒนาตนเอง เช่น เข้ารับการอบรม ทำงานวิจัยร่วมกับมหาวิทยาลัยหรือหน่วยงานอื่น สมัครรับทุนการวิจัย ศึกษาดูงานทั้งในและต่างประเทศ
- 6) จัดทำเว็บไซต์เพื่อประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ข่าวสาร งานวิชาการ หรือกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับ STEM ของโรงเรียนเช่น การส่งนักเรียนเข้าร่วมประกวดโครงการ การจัดนิทรรศการ ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้การสอนในห้องเรียนจริง

จากผลการวิจัยดังกล่าวสามารถสรุปรูปแบบของการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย ได้ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 1 รูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมกับประเทศไทย

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิพบว่าส่วนใหญ่มีความเห็นว่ารูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย
2. ผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่เห็นว่าควรมีมาตรฐานการเรียนรู้ STEM เพราะจะเป็นเป้าหมายสำคัญในการกำหนดกรอบของเนื้อหา ทักษะกระบวนการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้กำหนด สอดคล้องกับ North Dakota Regional Education Association [5] ที่กล่าวว่า มาตรฐานการเรียนรู้คือสิ่งที่กำหนดว่านักเรียนควรรู้อะไรและทำอะไรได้ สามารถใช้เป็นสิ่งอ้างอิงเพื่อ

กำหนดแนวทางในการสอน การจัดหลักสูตร และการวัดประเมินผล มาตรฐานการเรียนรู้จะช่วยให้นักกำหนดเป้าหมายในการพัฒนานักเรียน อีกทั้งยังช่วยตรวจสอบและประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนว่าเป็นอย่างไร เพื่อนำผลการประเมินนั้นไปพัฒนาการสอนจนนำไปสู่เป้าหมายที่กำหนดได้

3. กรณีที่ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่าไม่ควรมีมาตรฐานการเรียนรู้ STEM เนื่องจาก STEM ไม่ใช่วิชาหรือสาระที่จะต้องสอนเหมือนวิชาอื่นๆ การกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ STEM จะทำให้วิชา STEM แยกตัวโดดเดี่ยว อีกทั้งจะเป็นการปิดกั้นโอกาสให้สถานศึกษาหรือครูผู้สอน ได้ออกแบบหลักสูตรหรือการจัดการเรียนรู้อย่างหลากหลายนั้นในการออกแบบหลักสูตรอิงมาตรฐาน Kelly [6] ได้กล่าวว่ามีหลากหลายวิธี โดยอาจจะเริ่มต้นจากการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างแท้จริง แล้วมาแจกแจงรายละเอียดความต้องการประเมินเรื่องใดบ้างจากมาตรฐานการเรียนรู้ จากนั้นกำหนดทักษะ ความรู้และระดับความเข้มข้นของเนื้อหาที่จำเป็นสำหรับนักเรียนเพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ นั้น ขั้นตอนต่อไปคือมาพิจารณาว่าจะใช้วิธีการวัดประเมินผลอย่างไรจึงจะสามารถสะท้อนความสามารถของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด และสุดท้ายจึงกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวทางการวัดและประเมินผล จะเห็นว่าการมีมาตรฐานการเรียนรู้ ไม่จำเป็นเสมอไปที่จะต้องสร้างรายวิชาเพื่อมารองรับกับมาตรฐานการเรียนรู้ นั้น สถานศึกษาสามารถออกแบบหลักสูตรได้เองตามความต้องการและจุดเน้นของสถานศึกษา โดยอาจนำมาตรฐานการเรียนรู้จากหลายกลุ่มสาระฯ มาบูรณาการร่วมกันแล้วสร้างเป็นรายวิชาใหม่ก็ได้ ดังนั้นลักษณะการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้จึงควรเขียนเป็นกรอบใหญ่ๆ ที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนจะต้องมีความรู้ ความสามารถเรื่องใดบ้าง เพื่อเปิดโอกาสให้แต่ละสถานศึกษาที่มีความแตกต่างด้านบริบทของพื้นที่ ชุมชน และนักเรียน ได้นำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบหลักสูตรของตนเอง

4. การกำหนดตัวชี้วัดซึ่งเป็นการระบุว่านักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมด้านความรู้และทักษะในเรื่องใดบ้าง จึงจะนำไปสู่การบรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ได้นั้น มีข้อดีของการกำหนดตัวชี้วัดเป็นรายปี คือเพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบก้าวหน้าของนักเรียนแต่ละปีว่าบรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Beatty & Koenig [7] ส่วนการกำหนดตัวชี้วัดเป็นช่วงชั้นก็มีข้อดี คือเปิดโอกาสให้สถานศึกษาที่มีความยืดหยุ่นในการพัฒนานักเรียนตามเวลาที่กำหนด

5. กรณีที่ผู้ทรงคุณวุฒิมีความกังวลว่ามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดบางข้ออาจมีความยากที่สถานศึกษาจะนำไปใช้เป็นกรอบเพื่อกำหนดแนวทางในการวัดและประเมินผลเอง ผู้วิจัยมีความเห็นว่าสามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยหน่วยงานกลางควรจัดทำเกณฑ์การประเมิน (rubric) เพื่อให้สถานศึกษานำไปใช้เป็นกรอบแนวทางในการทำงาน ซึ่งเกณฑ์การประเมินที่จัดทำขึ้นนั้น ควรประเมินหลายๆ ด้านประกอบกัน ส่วนสถานศึกษาเองก็ควรพิจารณาด้วยว่าจะใช้วิธีการและเครื่องมือประเมินอย่างไรเพื่อให้สามารถตรวจสอบความรู้และทักษะของนักเรียนให้ครบทุกด้าน สอดคล้องกับ Madaus & Stufflebeam [8] ที่กล่าวว่าความรับผิดชอบในการวัดประเมินผลเป็นของบุคลากรในโรงเรียนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง กับโรงเรียนการเปลี่ยนพฤติกรรมของนักเรียนจะเป็นไปตามการกำหนดจุดประสงค์ของโรงเรียน ซึ่งพฤติกรรมของนักเรียนมีความซับซ้อนมากกว่าที่จะใช้เพียงเครื่องมือเดียวและการประเมินเพียงมิติเดียว โดยผลจากการประเมินต้องเป็นสิ่งที่บอกได้ว่ารูปแบบพฤติกรรมของนักเรียนเป็นอย่างไร

6. กรณีที่ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่าควรจัดทำตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้ตั้งแต่ระดับอนุบาลนั้น อาจเป็นเพราะผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่าในปัจจุบันนี้เริ่มมีการพัฒนาเด็กตั้งแต่ระดับปฐมวัยมากขึ้น เพื่อส่งเสริมและเตรียมความพร้อมก่อนเข้าสู่เรียนในด้านความรู้และทักษะต่างๆ สอดคล้องกับ Dougherty [9] ที่กล่าวว่า นักเรียนที่ไม่ได้รับการพัฒนาอย่างดีตั้งแต่เริ่มต้นเมื่ออายุยังน้อย ย่อมไม่สามารถเติบโตได้ดีในอนาคตต่อไปได้ ดังนั้นการพัฒนานักเรียนตั้งแต่อายุยังน้อยจึงมีความสำคัญ

7. กรณีที่ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่าในการอบรมพัฒนาครูนั้นเมื่อครูได้อบรมเกี่ยวกับตัวกิจกรรมแล้ว ควรมีการอบรมให้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมได้เอง ในประเด็นนี้ผู้วิจัยเห็นด้วยกับข้อเสนอของผู้ทรงคุณวุฒิเพราะการอบรมครูต้องทำอย่างต่อเนื่องเพื่อเป็นการเพิ่มพูนทั้งความรู้และทักษะจนสามารถบรรลุตามเป้าหมายของการพัฒนาครูที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับ โมเดลการพัฒนาครูอย่างต่อเนื่องของ New Zealand Ministry of Education [10] ที่เริ่มจากการกำหนดเป้าหมายของการอบรม จากนั้นออกแบบหลักสูตรตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ประเมินผลการอบรมโดยเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ หากพบว่ายังมีประเด็นที่ต้องปรับปรุงก็ให้นำข้อมูลนั้นไปใช้ประกอบการกำหนดเป้าหมายหลักสูตรการอบรมในครั้งต่อไป ซึ่งก็จะเข้าสู่กระบวนการพัฒนาครูตั้งแต่ขั้นเริ่มต้นอีกครั้ง

8. กรณีที่ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่าควรให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ทำงานในสถานที่จริงเพื่อให้ได้รู้จักตนเองว่ามีความสนใจในงานอาชีพ STEM มากน้อยเพียงใดมากกว่าที่จะให้ STEM Ambassador เข้ามาบรรยายในโรงเรียนเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wagner [11] ที่ได้สัมภาษณ์ผู้บริหารระดับสูงของบริษัทชั้นนำไปประเทศสหรัฐอเมริกาว่า 100 คน พบว่า 7 ทักษะชีวิตที่เป็นความต้องการของสังคมในยุคศตวรรษที่ 21 คือ (1) คิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา (2) ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างได้หลากหลายไม่เฉพาะกับคนที่อยู่ในสถานที่ทำงานเดียวกันและการมีภาวะผู้นำ (3) เรียนรู้และปรับตัวได้อย่างรวดเร็ว (4) มีความคิดริเริ่มและคิดอย่างผู้ประกอบการ (5) ใช้การพูดและเขียนในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ (6) เข้าถึงและเลือกใช้ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ (7) มีความอยากรู้และจินตนาการ

9. กรณีที่ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่าการจัดทำเว็บไซต์เพื่อประชาสัมพันธ์ความรู้เกี่ยวกับ STEM ควรเป็นหน้าที่ของหน่วยงานหลักมากกว่า เพราะเป็นภาระของโรงเรียนนั้น ในประเด็นนี้ผู้วิจัยเห็นว่าอาจแยกจุดประสงค์ของการจัดทำเว็บไซต์เป็น 2 เรื่องใหญ่ๆ คือ (1) การให้ความรู้เกี่ยวกับ STEM ดังเช่น Indiana Department of Education [12] ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้จัดทำและรวบรวมตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้ STEM แนวทางการวัดและประเมินผลไว้บนเว็บไซต์ (2) การเผยแพร่กิจกรรม STEM ของโรงเรียน ดังเช่นเว็บไซต์ของ Brentwood School [13] ในประเทศอังกฤษที่มีการเผยแพร่กิจกรรมในห้องเรียนชมรม STEM และการเข้าร่วมประกวดแข่งขันทักษะวิชาการด้าน STEM ดังนั้นแนวทางที่อาจจะช่วยลดภาระของโรงเรียนจึงน่าจะเป็นการเผยแพร่กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับ STEM บนเว็บไซต์เดิมของโรงเรียนที่มีอยู่แล้วนั่นเอง

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. ประเทศไทยควรมีมาตรฐานการเรียนรู้ STEM เพื่อเป็นเป้าหมายสำคัญให้สถานศึกษาใช้ในการกำหนดกรอบของเนื้อหา ทักษะกระบวนการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้กำหนด

2. จากผลการวิจัยพบว่ามีข้อเสนอแนะหลายข้อที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการนำมาตรฐานการเรียนรู้ไปสู่การปฏิบัติ ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้อย่างจริงจัง เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการบริหารจัดการมาตรฐานการเรียนรู้ให้กับหน่วยงานและบุคคลกรทางการศึกษาทุกภาคส่วน

3. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สามารถนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางการกำหนดนโยบาย และอบรมพัฒนาครูและสถานศึกษาเพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับการจัดทำหลักสูตรอิงมาตรฐาน และสามารถจัดทำหลักสูตรอิงมาตรฐานตามบริบทของสถานศึกษาได้เองรวมถึงกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้

4. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ควรเป็นหน่วยงานหลักที่ดูแลรับผิดชอบในการขับเคลื่อน STEM Education ของประเทศไทย ซึ่งควรกำหนดนโยบายโดยมีเป้าหมายเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณที่ชัดเจน มีแผนยุทธศาสตร์และกลยุทธ์ที่เป็นรูปธรรมเพื่อนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ STEM พัฒนาครู และส่งเสริมกิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจที่จะศึกษาความรู้ด้าน STEM โดยอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ทั้งหน่วยงานในภาครัฐ เอกชน รวมไปถึงโรงเรียน และผู้ประกอบการ จึงจะทำให้การขับเคลื่อนนั้นประสบความสำเร็จได้เป็นอย่างดี

5. หน่วยงานภาคเอกชนและองค์กรต่างๆ สามารถนำผลวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนความร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐเพื่อขับเคลื่อน STEM Education รวมถึงโครงการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้

6. สถานศึกษาสามารถนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม เพื่อสนับสนุน และส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ STEM ในโรงเรียน รวมทั้งสามารถใช้เป็นแนวทางการบริหารจัดการ โครงการด้านวิชาการอื่นๆ ของโรงเรียนด้วยเช่นกัน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรวิจัยเพื่อพัฒนามาตรฐานการเรียนรู้ STEM สำหรับระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่เหมาะสมกับประเทศไทย เพื่อเป็นแนวทางให้กับหน่วยงานที่รับผิดชอบใช้ในการพัฒนามาตรฐาน STEM ต่อไป

2. ควรมีการวิจัยเพื่อศึกษาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการบริหารจัดการมาตรฐานการเรียนรู้ STEM

3. ทำวิจัยซ้ำโดยเพิ่มกลุ่มตัวอย่าง และปรับเปลี่ยนวิธีดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการประเมินรูปแบบเป็นการสนทนาแบบกลุ่ม

4. การศึกษารูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ทั้งในและต่างประเทศนอกจากจะศึกษาจากเอกสาร บทความ งานวิจัย และเว็บไซต์ของกลุ่มตัวอย่างแล้ว หากมีโอกาสในการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิของกลุ่มตัวอย่างนั้น ก็จะทำให้สามารถได้ข้อมูลในเชิงลึก ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการ STEM Education ที่เหมาะสมกับประเทศไทยมากขึ้น

5. ควรวิจัยเพื่อศึกษารูปแบบบทบาทหน้าที่ของบุคลากรที่เกี่ยวข้องในการบริหารจัดการ STEM Education ในระดับหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบและระดับสถานศึกษาว่าควรมีแนวปฏิบัติอย่างไร

6. ควรวิจัยเพื่อศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ STEM ในสถานศึกษาที่มีบริบทที่แตกต่างกัน เช่น จำนวนนักเรียน ความแตกต่างด้านลักษณะของชุมชนชนบทกับในเมือง ความแตกต่างด้านขนาดของโรงเรียน

7. ควรวิจัยเพื่อศึกษาระบบติดตามผลที่มีประสิทธิภาพเพื่อทำให้การขับเคลื่อน STEM มีความยั่งยืน และสามารถพัฒนาคุณภาพของนักเรียนได้แท้จริง

เอกสารอ้างอิง

1. Jaroenwongsak K. Opportunities and challenges for Thailand to become high-income country. Journal of BuriramRajabhat University. 2015; 7 (1): 1-23. Thai.
2. The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. The Report of PISA 2012 in Thailand [Internet] 2013 [Update 2015 June12; cited 2015 Dec 10]. Available from: <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa-2012-basic-research/>. Thai.

3. The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. 2557. STEM [Internet] 2014 [Update 2014 Sep 23; 2015 Dec 11]. Available from: http://www.stemedthailand.org/?page_id=23. Thai.
4. Tongchai A. Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education: Preparing students for the 21st Century [Internet] 2012 [cited 2015 Jul 4]. Available from: <http://designtechnology.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/83/2017/09/STEMeducation.pdf>. Thai.
5. North Dakota Regional Education Association. ND State Standards Implementation Guide [Internet] 2018 [Update 2018 Nov 9; cited 2019 Jan 22]. Available from: <http://www.ndrea.org/>.
6. Kelly D. 3 Reason Standards are Essential to Educational success [Internet] 2017 [Update 2017 Jan 16; cited 2019 Jan 15]. Available from: <https://www.apexlearning.com/blog/3-reasons-standards-are-essential-to-educational-success>.
7. Beatty A, Koenig JA. Key National Education Indicators: Workshop Summary [Internet] 2012 [cited 2019 Jan 20]. Available from: <https://eric.ed.gov/?id=ED536384>.
8. Madaus GF, Stufflebeam DL. Educational Evaluation: Classic Works of Ralph W Tyler [Internet] 1989 [Update 2019; cited 2019 Jan 15]. Available from: <https://es.scribd.com/document/229581308/Evaluation-in-Education-and-Human-Services-George-F-Madaus-Daniel-L-Stufflebeam-Auth-George-F-Madaus-Daniel-L-Stufflebeam-Eds-Education>.
9. Dougherty C. Starting of Strong The Important of Early Learning. American Educator Summer 2014. 2014; 14-18.
10. New Zealand Ministry of Education. Characteristics of technology [Internet] [cited 2019 Feb 8]. Available from: [http://technology.tki.org.nz/Technology-in-the-NZC/Nature-of-technology/Characteristics-of-technology/\(tab\)/Key-ideas](http://technology.tki.org.nz/Technology-in-the-NZC/Nature-of-technology/Characteristics-of-technology/(tab)/Key-ideas).
11. Wagner T. Tony Wagner's Seven Survival Skills [Internet] 2010 [cited 2019 Jan 18]. Available from: <http://www.tonywagner.com/7-survival-skills/>.
12. Indiana Department of Education. IDOE STEM council [Internet] 2014 [Update 2018 June 18; cited 2018 Aug 8]. Available from: <https://www.doe.in.gov/ccr/indiana-stem-education-science-technology-engineering-and-mathematics>.
13. Brentwood School. STEM [Internet] 2018 [cited 2018 June 16]. Available from: <http://www.brentwoodschool.co.uk/STEM>.