รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
รูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถด้านการออกแบบบทเรียน STEM Education โดยการศึกษาบทเรียนและเครือข่ายสังคมออนไลน์

อาจณรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์
ฉลองชัย ธีวสุทรสกุล
จีระศักดิ์ สุวรรณโณ
เรวัตร ใจสุทธิ
สิริวัฒน์ พงศแพทย์พินิจ
วันดี โชคช่วยพัฒนากิจ

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้
จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๘
มหาวิทยาลัยบูรพา

รหัสโครงการ ๒๕๕๘A๑๐๘๐๒๐๒๖
สัญญาเลขที่ ๑๓๑/๒๕๕๘

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
รูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถด้านการออกแบบบทเรียน STEM Education โดยการศึกษาบทเรียนและเครือข่ายสังคมออนไลน์

อาจณรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์
ฉลองชัย ธีวสุทรสกุล
จีระศักดิ์ สุวรรณโณ
เรวัตร ใจสุทธิ
สิริวัฒน์ พงศแพทย์พินิจ
วันดี โชคช่วยพัฒนากิจ

มีนาคม ๒๕๖๐

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ 2558 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 131/2558

Acknowledgement

This work was financially supported by the Research Grant of Burapha University through Research Council of Thailand (Grant no.131/2015)

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร
(Executive Summary)

ข้าพเจ้า นายอาจณรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์และคณะผู้วิจัย (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ฉลองชัย ธีวสุทรสกุล นายจิระศักดิ์ สุวรรณโณ นายเรวัตร ใจสุทธิ นายสิริวัฒน์ พงศแพทย์พินิจ และ นางวันดี โชคช่วยพัฒนากิจ) ได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัยจากมหาวิทยาลัยบูรพา ประเภทงบประมาณรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) มหาวิทยาลัยบูรพา โครงการวิจัยเรื่อง รูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถด้านการออกแบบ บทเรียน STEM Education โดยการศึกษาบทเรียนและเครือข่ายสังคมออนไลน์ (The Development Model of Secondary School Teacher in Designing STEM Education by Lesson Study and Social network) รหัสโครงการ 2558A10802026/สัญญาเลขที่ 131/2558 ได้รับงบประมาณรวมทั้งสิ้น 517,800 บาท ระยะเวลาดำเนินงาน 2 ปี 6 เดือน (1 ตุลาคม 2557 ถึง 31 มีนาคม 2560)

บทคัดย่อไทย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอน STEM Education ระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทย และ 2)เพื่อพัฒนารูปแบบการพัฒนาความสามารถครูมัธยมศึกษาด้านการออกแบบบทเรียน STEM Education โดยการศึกษาบทเรียนและเครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยการวิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน(Classroom Action Research ; CAR) และการศึกษาบทเรียน(Lesson Study) โดยอาศัยการติดต่อสื่อสารด้วยเครือข่ายสังคมออนไลน์ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1) ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้ข้อมูลพื้นฐานด้านนโยบายและแนวทางการการปฏิบัติเพื่อการวิเคราะห์ความต้องการของรูปแบบ กลุ่มที่ 2) ผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อมูลด้านการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา กลุ่มที่ 3) ครูและนักเรียน ในการทดลองใช้รูปแบบเพื่อการปรับปรุงและแก้ไขรูปแบบ

ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนการสอน STEM Education ระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทย พบว่า รูปแบบการจัดการสอนสะเต็มศึกษาที่ทำการจัดการสอนนั้นแบ่งเป็น 2 รูปแบบ และ 3 ลักษณะ คือ 1.1) รูปแบบการสอนสะเต็มศึกษาที่เป็นทางการ คือ การกำหนดให้มีวิชาสะเต็มในหลักสูตรการเรียน จัดให้มีการสอนสะเต็มเป็นรายวิชาบังคับที่คิดหน่วยกิต ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะใช้วิชาโครงงาน เป็นรายวิชาสะเต็ม จำนวน 1 หน่วยกิต เรียนสัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง 1.2) รูปแบบสะเต็มศึกษาที่ไม่เป็นทางการ สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ ดังนี้ 1.2.1 การบูรณาการสะเต็มศึกษาในรายวิชา คือ ผู้สอนบูรณาการเนื้อหาสะเต็มศึกษาเข้าไปในรายวิชา และเนื้อหาวิชาที่ตนเองสามารถประยุกต์กิจกรรมหรือวิธีการสอนด้วยตัวผู้สอนเองคนเดียว ไม่เกี่ยวข้องกับครูผู้สอนวิชาอื่น และ 1.2.2) การบูรณาการสะเต็ม

ศึกษาข้ามสาขาวิชา ในลักษณะการจัดกิจกรรมวิชาการ หรือ ชุมนุมกิจกรรม คือ ใช้วิชาชมรม หรือ ช่วงเวลาที่เป็นวิชาเลือกโดยจัดให้นักเรียนที่มีความสนใจในกิจกรรมสะเต็มศึกษา เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมร่วมกับครู 2)รูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถในการออกแบบบทเรียน STEM Education ประกอบไปด้วย 10 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง 2) ขั้นการศึกษาเรียนรู้ เข้าใจ STEM Education 3) ขั้นกำหนดลักษณะบทเรียน STEM Education 4)ขั้นการได้บทเรียน STEM Education 5)ขั้นตรวจสอบบทเรียน STEM Education 6) ขั้นทดลองใช้บทเรียน(ครั้งที่ 1) 7)ขั้นปรับปรุงบทเรียน STEM Education(จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1) 8)ขั้นทดลองใช้บทเรียน (ครั้งที่ 2) 9) ขั้นปรับปรุงบทเรียน STEM Education(จากการทดลองใช้ครั้งที่ 2) และ 10) ขั้นได้บทเรียน STEM Education ที่มีความสมบูรณ์(จากการทดลองใช้ และ ปรับปรุง 2 ครั้ง) ผลการสำรวจความพึงพอใจของครูต่อรูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถในการออกแบบบทเรียน STEM Education ความพึงพอใจโดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.64 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวม 0.39 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก และ ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนต่อบทเรียน STEM Education ที่ครูออกแบบ ความพึงพอใจโดยรวม ต่อการเรียนบทเรียน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.18 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.40 อยู่ในเกณฑ์ ดี

Abstracts

This study was Classroom Action Research. The main purposes of the research were to 1) to study condition of STEM teaching in Thai high schools and develop guideline for STEM teaching 2) to develop the development of secondary school teacher in designing STEM education by lesson study and social network. The samples used in this study were 1) Expert, to provide background information on the needs of the model. 2) Expert, to provide STEM teaching guideline of the model. 3)Teachers and students used to test the model.

The results were that: 1) STEM teaching in Thai high schools can be divided into two types. 1)Formal teaching that completely applies STEM education with course curriculum and compulsory credit requirements. 2)Informal teaching that integrates STEM subjects into additional courses or group activities without any restriction or credit requirements 2)The model composed of 10 steps were 2.1) Sample Selection process 2.2) Learn to understand STEM Education 2.3) Define STEM lesson plan 2.4) Design STEM lesson 2.5)Check STEM lesson 2.6) Try out STEM lesson(1^{st} time) 2.7) Improve STEM lesson(after 1^{st} try out) 2.8) Try out STEM lesson(2^{st} time) 2.7) Improve STEM lesson(after 2^{st} try out) 2.10) Complete STEM lesson as the satisfaction survey it was

found that the satisfaction of teachers was very good($\overline{X} = 4.64 ; SD. = 0.39$) and the the satisfaction of students was good ($\overline{X} = 4.18 ; SD. = 0.40$)

ผลผลิต(Output)

ผลงานนำเสนองานวิจัยระดับนานาชาติและผลงานตีพิมพ์

Artnarong Manosuttirit(2016). ***A Study of STEM Education in Thai High School.*** Oral Presentation in International Conference on STEM Education(iSTEM Ed 2016)6-8 July 2016, Pattaya, Chonburi , Thailand.

Artnarong Manosuttirit(2016).***A Study of Teaching STEM Education in Thai High School***. Thammasart International Journal of Science and Technology. Vol 21 No.5

ผลงานเชิงสาธารณะ

ได้แนวทางการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา จำนวน 20 เรื่อง สำหรับสถานศึกษา และ ผู้บริหาร ครู บุคลากรทางการศึกษาที่สนใจ หรือ บุคคลทั่วไปที่สนใจ ซึ่งจะเผยแพร่(แนวทางการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา)ในรูปแบบออนไลน์

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การนำรูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถด้านการออกแบบบทเรียน STEM Education โดยการศึกษาบทเรียนและเครือข่ายออนไลน์ควรมีการประยุกต์รูปแบบให้เหมาะสมกับบริบทของแต่ละโรงเรียน

2. การออกแบบการเรียนการสอนตามรูปแบบ การนำไปใช้ควรพิจารณาตามเนื้อหาการเรียนการสอนและประสบการณ์ของผู้เรียน ทั้งนี้ผู้สอนจะ ต้องใช้กระบวนการศึกษาบทเรียนและการใช้เครือข่ายชุมชนพัฒนาวิชาชีพในการดำเนินการจึงจะมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. สถานศึกษาควรประเมินความพร้อมในทุกระดับ ตั้งแต่ ผู้บริหาร นโยบาย บุคลากร สถานที่ และงบประมาณ เพื่อตอบสนองต่อการจัดกิจกรรมสะเ ต็มศึกษาเนื่องจากต้องเอื้อต่อทุกๆฝ่ายและลดปัญหาที่เกิดขึ้น

2. การจัดทำหลักสูตรแกนกลางในด้านที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาและกำหนดตัวชี้วัด ด้านสาระการเรียนรู้และการประเมินผลที่ชัดเจน จะทำให้สถานศึกษาสามารถนำไปจัดกิจกรรมหรือรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาได้อย่างสะดวก

3. ควรมีการพัฒนารูปแบบการ จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา แบบบูรณาการกับสาระการเรียน สาระอื่นๆในสถานศึกษาต่อไป ตามบริบทที่เหมาะสมกับแต่ละที่

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอน STEM Education ระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทย และ 2)เพื่อพัฒนารูปแบบการพัฒนาความสามารถครูมัธยมศึกษาด้านการออกแบบบทเรียน STEM Education โดยการศึกษาบทเรียนและเครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยการวิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน(Classroom Action Research ; CAR) และการศึกษาบทเรียน(Lesson Study) โดยอาศัยการติดต่อสื่อสารด้วยเครือข่ายสังคมออนไลน์ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1) ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้ข้อมูลพื้นฐานด้านนโยบายและแนวทางการการปฏิบัติเพื่อการวิเคราะห์ความต้องการของรูปแบบ กลุ่มที่ 2) ผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อมูลด้านการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา กลุ่มที่ 3) ครูและนักเรียน ในการทดลองใช้รูปแบบเพื่อการปรับปรุงและแก้ไขรูปแบบ

ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนการสอน STEM Education ระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทย พบว่า รูปแบบการจัดการสอนสะเต็มศึกษาที่ทำการจัดการสอนนั้นแบ่งเป็น 2 รูปแบบ และ 3 ลักษณะ คือ 1.1) รูปแบบการสอนสะเต็มศึกษาที่เป็นทางการ คือ การกำหนดให้มีวิชาสะเต็มในหลักสูตรการเรียน จัดให้มีการสอนสะเต็มเป็นรายวิชาบังคับที่คิดหน่วยกิต ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะใช้วิชาโครงงาน เป็นรายวิชาสะเต็ม จำนวน 1 หน่วยกิต เรียนสัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง 1.2) รูปแบบสะเต็มศึกษาที่ไม่เป็นทางการ สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ ดังนี้ 1.2.1 การบูรณาการสะเต็มศึกษาในรายวิชา คือ ผู้สอนบูรณาการเนื้อหาสะเต็มศึกษาเข้าไปในรายวิชา และเนื้อหาวิชาที่ตนเองสามารถประยุกต์กิจกรรมหรือวิธีการสอนด้วยตัวผู้สอนเองคนเดียว ไม่เกี่ยวข้องกับครูผู้สอนวิชาอื่น และ 1.2.2) การบูรณาการสะเต็มศึกษาข้ามสาขาวิชา ในลักษณะการจัดกิจกรรมวิชาการ หรือ ชุมนุมกิจกรรม คือ ใช้วิชาชมรม หรือช่วงเวลาที่เป็นวิชาเลือกโดยจัดให้นักเรียนที่มีความสนใจในกิจกรรมสะเต็มศึกษา เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมร่วมกับครู 2)รูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถในการออกแบบบทเรียน STEM Education ประกอบไปด้วย 10 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง 2) ขั้นการศึกษาเรียนรู้ เข้าใจ STEM Education 3) ขั้นกำหนดลักษณะบทเรียน STEM Education 4)ขั้นการได้บทเรียน STEM Education 5)ขั้นตรวจสอบบทเรียน STEM Education 6) ขั้นทดลองใช้บทเรียน(ครั้งที่ 1) 7)ขั้นปรับปรุงบทเรียน STEM Education(จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1) 8)ขั้นทดลองใช้บทเรียน (ครั้งที่ 2) 9) ขั้นปรับปรุงบทเรียน STEM Education(จากการทดลองใช้ครั้งที่ 2) และ 10) ขั้นได้บทเรียน STEM Education ที่มีความสมบูรณ์(จากการทดลองใช้ และ ปรับปรุง 2 ครั้ง) ผลการสำรวจความพึงพอใจของครูต่อรูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถในการออกแบบบทเรียน STEM Education ความพึงพอใจโดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.64 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวม 0.39 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก และ ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนต่อบทเรียน STEM Education ที่ครูออกแบบ ความพึงพอใจโดยรวม ต่อการเรียนบทเรียน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.18 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.40 อยู่ในเกณฑ์ ดี

Abstracts

This study was Classroom Action Research. The main purposes of the research were to 1) to study condition of STEM teaching in Thai high schools and develop guideline for STEM teaching 2) to develop the development of secondary school teacher in designing STEM education by lesson study and social network. The samples used in this study were 1) Expert, to provide background information on the needs of the model. 2) Expert, to provide STEM teaching guideline of the model. 3)Teachers and students used to test the model.

The results were that: 1) STEM teaching in Thai high schools can be divided into two types. 1)Formal teaching that completely applies STEM education with course curriculum and compulsory credit requirements. 2)Informal teaching that integrates STEM subjects into additional courses or group activities without any restriction or credit requirements 2)The model composed of 10 steps were 2.1) Sample Selection process 2.2) Learn to understand STEM Education 2.3) Define STEM lesson plan 2.4) Design STEM lesson 2.5)Check STEM lesson 2.6) Try out STEM lesson(1^{st} time) 2.7) Improve STEM lesson(after 1^{st} try out) 2.8) Try out STEM lesson(2^{st} time) 2.7) Improve STEM lesson(after 2^{st} try out) 2.10) Complete STEM lesson as the satisfaction survey it was found that the satisfaction of teachers was very good($\overline{X} = 4.64 ; SD. = 0.39$) and the the satisfaction of students was good ($\overline{X} = 4.18 ; SD. = 0.40$)

สารบัญเรื่อง(Table of Contents)

รายการ	หน้า
ส่วนที่ 1	
หน้าปก	
ปกรอง	
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ค
บทคัดย่อ	ช
สารบัญเรื่อง	ฎ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ญ
คำอธิบายสัญญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย	ฐ
ส่วนที่ 2	
บทนำ	1
เนื้อหาของเรื่องที่เคยมีผู้ทำวิจัยมาก่อน	1
วัตถุประสงค์และขอบเขตการทำวิจัย	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	23
เนื้อเรื่อง	
รายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการดำเนินการวิจัย	24
ผลการวิจัย	32
อภิปรายผล	50
สรุปและเสนอแนะเกี่ยวกับการทำวิจัยในขั้นต่อไป	53

สารบัญเรื่อง(Table of Contents)-ต่อ-

รายการ	หน้า
ผลผลิต	
ผลงานตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ	54
การจดสิทธิบัตร	54
ผลงานเชิงพาณิชย์	54
ผลงานเชิงสาธารณะ	54
ส่วนที่ 3	
รายงานการเงิน	55
บรรณานุกรม	56
ภาคผนวก	58
ประวัตินักวิจัยและคณะ	85

สารบัญตาราง(Table of Tables)

เรื่อง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ผลการศึกษาความพึงพอใจของครู ต่อการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา	35
ตารางที่ 2.2 ผลการประเมินความคิดเห็นครูต่อการ จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา(รายประเด็น)	37
ตารางที่ 3.1 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา	39
ตารางที่ 3.2 ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อนักเรียนที่มีต่อ รูปแบบการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา	41
ตารางที่ 4.1 ตารางวิเคราะห์ขั้นตอน รูปแบบฯ	42
ตารางที่ 5.1 แสดงจำนวนบทเรียนสะเต็มศึกษาที่ได้ระหว่าง การพัฒนารูปแบบฯ	48
ตารางที่ 5.2 แสดงผลการประเมินบทเรียนสะเต็มศึกษาที่ได้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ระหว่างการพัฒนารูปแบบฯ	49

สารบัญภาพ(Table of Illustrates)

เรื่อง	หน้า
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
ภาพที่ 2 A Framework for 21st Century Skills	14
ภาพที่ 3 แผนผังขั้นตอน รูปแบบฯ	47

คำอธิบายสัญญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย(List of Abbreviations)

รูปแบบการพัฒนาฯ และ รูปแบบฯ หมายถึง รูปแบบการพัฒนาความสามารถครูมัธยมศึกษาด้านการออกแบบบทเรียน STEM โดยการศึกษาบทเรียนและเครือข่ายสังคมออนไลน์

1)บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การพัฒนาประเทศจำเป็นต้องมีองค์ประกอบหลายด้าน องค์ประกอบด้านหนึ่งที่สำคัญคือองค์ประกอบด้านการศึกษา ซึ่งสามารถพัฒนากำลังคนของประเทศให้เข้มแข็งและมีศักยภาพ เพราะการศึกษาคือการพัฒนาและยกระดับให้คนมีความเจริญงอกงามในทุกด้าน ทั้งด้านร่างกาย จิตใจ สังคม และสติปัญญา แต่ปัจจุบันสภาพเศรษฐกิจและสังคมของประเทศเกิดการเปลี่ยนแปลงในทุกด้านอย่างรวดเร็ว โดยปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง คือ ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นไปอย่างรวดเร็ว ประเทศไทยจึงให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมาก เพราะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสำคัญ ที่ใช้ยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ของประชากรให้ดีขึ้น หน่วยงานหลักคือกระทรวงศึกษาธิการซึ่งเป็นหน่วยงานด้านการศึกษาของประเทศ จึงกำหนดให้มีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษาปลายและอุดมศึกษาในบางสาขา เพื่อสร้างพื้นฐานความรู้และความคิดทางวิทยาศาสตร์แก่เยาวชน (กระทรวงศึกษาธิการ. สำนักงานปลัดกระทรวง.)

พระราชบัญญัติการศึกษาชาติฉบับ 2542 มาตรา 7 กระบวนการเรียนรู้ต้องมุ่งปลูกฝังจิตสำนึกที่ถูกต้อง เกี่ยวกับการเมืองการปกครองในระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข รู้จักรักษา และ ส่งเสริม สิทธิ หน้าที่ เสรีภาพ ความเคารพกฎหมาย ความเสมอภาคและศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ มีความภาคภูมิใจในความเป็นไทย รู้จักรักษาผลประโยชน์ส่วนรวมและของประเทศชาติ รวมทั้งส่งเสริมศาสนา ศิลปะวัฒนธรรมของชาติ การกีฬา ภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญาไทย และความรู้อันเป็นสากล ตลอดจนอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีความสามารถในการประกอบอาชีพ รู้จักพึ่งตนเอง มีความริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่รู้ และ เรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างต่อเนื่อง

องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผลสัมฤทธิ์สูงองค์ประกอบหนึ่ง คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ได้มาซึ่งความรู้ความสามารถซึ่งนับว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งโดยผู้มีบทบาทสำคัญอันดับแรก คือ ผู้เรียน อันดับสองคือผู้สอนที่ต้องวิเคราะห์ธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กำหนดแนวการจัดการศึกษาโดยยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพอย่างสอดคล้องและเหมาะสม จนบรรลุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่แค่สอนให้ผู้เรียนจดจำแต่เฉพาะข้อเท็จจริงตามเนื้อหา

เท่านั้น แต่ต้องเข้าใจปัญหาและมองเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตอย่างมีความสุข ตลอดจนประโยชน์ต่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ดังปรากฏในมาตรา 24 ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่ 2) พ.ศ. ที่กล่าวว่า *ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดสภาพ บรรยากาศแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้*

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2542)

ปัญหาคุณภาพการศึกษาไทย

ชุลีกร บุตรโคตร(2556) กล่าวถึง ข้อมูลบ่งชี้คุณภาพการศึกษาของนักเรียนไทยอีกชุดหนึ่ง ที่กลายเป็นประเด็นให้รัฐบาลไทยต้องเร่งดำเนินการทบทวนนโยบายด้านการศึกษาของชาติ คือข้อมูลจากโครงการศึกษาและประเมินผลนักเรียนนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) ที่ประเทศไทยเป็นสมาชิกด้วย ซึ่งเป็นโครงการที่ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) โครงการนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อตรวจสอบว่า เยาวชนวัยจบการศึกษาภาคบังคับ หรือวัยอายุ 15 ปีของประเทศต่าง ๆ มีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีความเปลี่ยนแปลงหรือไม่ เพียงใด และจากการศึกษางานวิจัยในอดีตทำให้ PISA ตัดสินว่า ความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเป็นตัวชี้วัดศักยภาพการแข่งขันทางเศรษฐกิจ ได้แก่ การรู้เรื่อง (Literacy) สามด้าน คือ การอ่าน (Reading Literacy) คณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) และวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) โดย PISA มีการประเมินต่อเนื่องทุกๆ 3 ปี แต่ละครั้งประเมินครอบ คลุมทั้ง 3 ด้าน แต่ให้น้ำหนักด้านใดด้านหนึ่งเป็นหลักและอีก 2 วิชาเป็นรอง สำหรับประเทศไทยเข้าร่วมโครงการ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2543 (PISA 2000)

ผลการประเมินจาก PISA 2000 ถึง PISA 2009 พบว่านักเรียนไทยกลุ่มอายุ 15 ปี มีผลการประเมินต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติต่อเนื่องถึง 4 ครั้ง และการทดสอบในปี 2009 ประเทศไทยยังอยู่ในอันดับที่ 50 จาก 65 ประเทศ และจากการแบ่งผลคะแนนของ PISA ออกเป็น 6 ระดับ คือ 5 ถึง 1 และต่ำกว่า 1 ซึ่งระดับตั้งแต่ 2 ลงมาก็ถือว่าแย่มากๆ ก็ปรากฏว่าเด็กไทยจำนวนเกิน 70 เปอร์เซนต์ มีคะแนนอยู่ในช่วง 0-2 และด้วยเหตุผลที่ว่าผลการสอบ PISA ถือเป็นดัชนีชี้วัดหนึ่งในการจัดลำดับความสามารถในการแข่งขันของประเทศและการพิจารณาความน่าลงทุน ผลคะแนน PISA ที่อยู่ในระดับต่ำส่งผลต่อภาพลักษณ์ของคุณภาพการศึกษาของไทย ที่ทำให้ถูกมองว่าเป็นประเด็นที่มีศักยภาพต่ำ

โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศเพื่อนบ้าน ทั้ง สิงคโปร์ เวียดนาม หรือมาเลเซีย อันจะส่งผลถึงการแข่งขันอื่น ๆ ของประเทศด้วย

การพัฒนาศักยภาพครู

จากการประเมินผลนับจากที่มีการประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 เป็นต้นมา พบว่าหลายเรื่องประสบความสำเร็จ แต่ยังมีอีกหลายเรื่องต้องเร่งพัฒนาปรับปรุงและต่อยอด และหนึ่งในจำนวนนี้คือ ปัญหาครูสอนไม่ตรงวุฒิและขาดแคลนครูบางพื้นที่ ส่งผลต่อคุณภาพการศึกษา *ขาดระบบการพัฒนาครูที่มีประสิทธิภาพต่อเนื่อง ครูไม่ได้รับการพัฒนาอย่างเป็นระบบเพียงพอ* สำหรับข้อเสนอการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่ 2 (พ.ศ. 2552 – 2561) ระบุเด่นชัดให้พัฒนาครู อาจารย์ โดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน (ข้อเสนอการปฏิรูปการศึกษา ในทศวรรษที่ 2, 2552)

อ้างใน นฤมล ยุตาคม และ พรทิพย์ ไชยโส (2551) การพัฒนาครูประจำการอย่างต่อเนื่องมีความสำคัญ นอกจากจะช่วยพัฒนาการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแล้ว ยังช่วยให้ครูสามารถทำหน้าที่เป็นผู้นิเทศและให้คำแนะนำนิสิตนักศึกษาที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูได้ แต่การพัฒนาครูประจำการที่ผ่านมายังขาดระบบที่มีประสิทธิภาพ การฝึกอบรมครูไม่ทั่วถึงและไม่ตรงกับความต้องการ เน้นทฤษฎีมากกว่าปฏิบัติ (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์, 2543) เน้นการฝึกอบรมระยะสั้นที่ใช้มาตรฐานเดียวกัน ซึ่งมีจุดมุ่งหมายปลูกฝังทักษะและหรือเทคนิคที่แยกจากกัน การฝึกอบรมระยะสั้นมักจะประสบความล้มเหลวในการปรับปรุงองค์ความรู้ของครูหรือเปลี่ยนพฤติกรรมในการสอนหรือส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน (พิศวาส ปทุมุต์ตรังษี, 2543) ดังนั้นการศึกษาวิจัยเพื่อวิเคราะห์ถึงสภาพการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา รวมทั้งทรรศนะและความต้องการในการพัฒนาของครูประจำการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสาระสำคัญของการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา จะทำให้ได้ข้อความรู้ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาครูให้สามารถจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับแนวทางการปฏิรูปการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542) ต่อไป

แนวคิด STEM Education

STEM Education คือรูปแบบการเรียนรู้แบบสหวิทยาการโดยบูรณาการการเรียนรู้ 4 วิชาด้วยกัน คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ถูกพัฒนาขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเป็นผู้นำทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและความเจริญทางเศรษฐกิจ ภายหลังที่พบว่านักเรียนชาวอเมริกันส่วนใหญ่ไม่มีความพร้อมและศักยภาพเพียงพอจะแข่งขันในระบบ

เศรษฐกิจโลกทั้งในปัจจุบันและอนาคตได้ ส่งผลให้อเมริกาตามหลังประเทศมหาอำนาจอื่นๆ ของโลกแง่ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากนี้ STEM Education ยังถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อลดช่องว่างทางการศึกษาของพลเมืองอเมริกา เพราะมีงานวิจัยหลายเรื่องที่ชี้ตรงกันว่า คนผิวสีและคนเชื้อสายเม็กซิกันและคนยากจนจะมีผลสัมฤทธิ์การเรียนต่ำมาก ซึ่งคนกลุ่มนี้เป็นพลเมืองส่วนใหญ่ของอเมริกา

ด้วยสาเหตุดังกล่าวอเมริกาจึงใช้แนวคิดของ STEM เป็นจุดเน้นในการจัดการศึกษา สร้างหลักสูตร ตลอดจนการจัดการเรียนการสอนทุกระดับ ตั้งแต่เด็กเล็กไปจนถึงอุดมศึกษา จน STEM Education เป็นสโลแกนของประเทศอเมริกา

สมาคมครูวิทยาศาสตร์ของประเทศอเมริกา (National Science Teachers Association – NSTA) กล่าวว่า ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 คือ ทักษะการเรียนรู้ทางนวัตกรรม ทักษะการเข้าถึงข้อมูล สื่อ เทคโนโลยี ทักษะชีวิตและการประกอบอาชีพ ทักษะการปรับตัว ทักษะการสื่อสารขั้นสูงและทักษะทางสังคม ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการบริหารจัดการตนเองและการพัฒนาตนเอง และทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ และมองว่า STEM Education เป็นแนวคิดสำคัญที่ช่วยสร้าง รากฐานมั่นคงเกี่ยวกับทักษะสำคัญทั้ง 8 ทักษะตามที่กล่าวมา นอกจากนี้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับศาสตร์ STEM ยังถูกกำหนดเป็นคุณสมบัติพื้นฐานสำหรับการสมัครงานหลายๆ วิชาชีพในอเมริกาอีกด้วย (ยศวีร์ สายฟ้า , 2012)

เมื่อพิจารณาสภาพปัจจุบันและความคาดหวังในอนาคตของการศึกษาไทย จะพบว่ามีลักษณะคล้ายกับประเทศสหรัฐอเมริกา นั่นคือหากไม่สามารถปรับปรุงคุณภาพการศึกษาจะต้องเกิดความล้าหลังประเทศอื่นๆในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้นแนวคิด STEM Education จึงเป็นแนวคิดที่น่าสนใจและควรนำมาศึกษาทดลองกับบริบทของการศึกษาไทย ซึ่งหากได้ผลดีย่อมจะได้แนวทางการปฏิรูปการศึกษาของประเทศไทย

การศึกษาผ่านบทเรียน(Lesson Study)

นวัตกรรมการศึกษาผ่านบทเรียน(Lesson Study) เป็นนวัตกรรมหลักในการพัฒนาวิชาชีพครูของประเทศญี่ปุ่นมาประมาณมากกว่า 130 ปี และได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง เพราะมีการปรับปรุงและพัฒนาตลอดเวลา(Lewis , & Perry, 2003) โดยครูจะรวมกลุ่มกันตั้งแต่ 3 คนขึ้นไปเพื่อพัฒนาบทเรียนร่วมกัน โดยอาจเป็นครูสอนชั้นเรียนเดียวกัน โรงเรียนเดียวกันหรือต่างโรงเรียนกัน รวมกลุ่มกันเพื่อพัฒนาบทเรียนเรื่องเดียวกันหรือเนื้อหาเดียวกัน หรือเนื้อหาต่างกัน เฉลี่ยแต่ละปีจะพัฒนาบทเรียนร่วมกัน 2-3 บทเรียน ต่อมานวัตกรรมนี้เป็นที่ยอมรับและแพร่หลายไปยัง

ประเทศต่างๆ ทั่วโลก สำหรับประเทศไทย ผศ. ดร. ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นผู้นำเข้ามาใช้เป็นคนแรก เพื่อพัฒนานักศึกษาและครูวิชาคณิตศาสตร์ร่วมกับการสอนแบบเปิด (Open Approach) ซึ่งพิสูจน์ว่าสามารถพัฒนาการสอนของครูได้มาก

การศึกษาผ่านบทเรียนเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาวิชาชีพครู ทำให้ครูปรับปรุงและพัฒนาการสอนของตัวเอง(Teacher Instruction Improvement) และผลักดันให้ครูเกิดความรู้สึกต้องการพัฒนาตัวเองตลอดเวลาโดยไม่ต้องมีบุคคลภายนอกมาดำเนินการ เพราะจุดประสงค์หลักคือประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักเรียน เหตุผลหลักที่การศึกษาผ่านบทเรียนเป็นที่ยอมรับและนิยมก็คือ ทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดของครูจากการสะท้อนผลของนักเรียน ทำให้ปรับเปลี่ยนความคิดวิธีสอนและการเรียนรู้ และเป็นวิธีการที่ครูช่วยเหลือสนับสนุนแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดและประสบการณ์กันและกันอย่างต่อเนื่อง เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของครูแต่ละคน

ขั้นตอนของการศึกษาผ่านบทเรียน มี 8 ขั้นตอน ดังนี้ (นภาพร วรเนตรสุดาทิพย์, 2554)

1. Problem Identification; กำหนดประเด็นที่จะสอนหรือต้องการแก้ไขและพัฒนา
2. Class Planning วางแผนการสอนหรือบทเรียน โดยเน้นบทเรียนที่ส่งเสริมการเรียนรู้และกระบวนการคิดของนักเรียน และแก้ไขความเข้าใจคลาดเคลื่อน
3. Class Implementation; นำแผนการสอน/บทเรียน ไปใช้จริงในชั้นเรียน พร้อมมีผู้เกี่ยวข้องร่วมสังเกตการณ์
4. Class Evaluation and Review of Result; ประเมินผลบทเรียนว่าส่งผลต่อการเรียนรู้อย่างไร และร่วมกันอภิปรายสะท้อนความคิด
5. Reconsideration of Class ; ปรับปรุงบทเรียนโดยอาศัยข้อมูลที่รวบรวมได้
6. Implementation base on Reconsideration ; นำแผนการสอน/บทเรียน ที่ปรับปรุงแล้วมาสอนนักเรียนกลุ่มอื่น
7. Evaluation and Review ; ประเมินผลบทเรียน และอภิปรายสะท้อนความคิดเกี่ยวกับบทเรียน อีกครั้ง
8. Share Result ; นำผลที่ได้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน

จะเห็นว่ากระบวนการศึกษาผ่านบทเรียน(Lesson Study) จะนำศักยภาพของครูหรือผู้สอนมาร่วมกันเพื่อพัฒนาแก้ไขปรับปรุงการเรียนการสอนของกันและกัน ซึ่งแน่นอนว่าต้องนำบริบทต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น สถาบันการศึกษา ความรู้และประสบการณ์ของครูหรือผู้สอนทุกคนมาร่วมพัฒนาด้วย

ซึ่งย่อมได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพ แก้ไขปัญหาการเรียนการสอนได้มาก

แม้ว่าประเทศไทยจะนำกระบวนการศึกษาผ่านบทเรียนมาประยุกต์ใช้แล้วก็ตาม แต่ยังมีเฉพาะในบางภูมิภาค บางระดับการศึกษาและบางวิชาเท่านั้น สำหรับในระดับอุดมศึกษานั้นเท่าที่ผู้วิจัยได้สำรวจงานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาผ่านบทเรียนในระดับอุดมศึกษาจากฐานข้อมูลออนไลน์ต่างๆ ยังไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เครือข่ายสังคมออนไลน์(Social Network)

ด้วยความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้มนุษย์สามารถติดต่อสื่อสารระหว่างกันได้ง่ายและรวดเร็ว เราสามารถสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้แม้ว่าจะอยู่ห่างไกลกันมาก และด้วยประสิทธิภาพของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ก่อให้เกิดโปรแกรมประยุกต์บนอินเทอร์เน็ต(Application) ที่ช่วยให้ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตติดต่อสื่อสารระหว่างกันเสมือนเป็นสังคมที่ประกอบด้วยสมาชิกที่ไม่จำเป็นต้องอาศัยในพื้นที่เดียวกัน มีภาษาและวัฒนธรรมเดียวกัน และไม่จำเป็นต้องประจันหน้ากันหรือใช้เวลาเดียวกัน หรือเวล าตรงกัน ซึ่งต่อมาเราเรียกสังคมในลักษณะนี้ว่า “เครือข่ายสังคมออนไลน์(Social Network)” ตัวอย่างเช่น Facebook และ Tweeter เป็นต้น

มีผู้นำศักยภาพของเครือข่ายสังคมออนไลน์ มาประยุกต์ใช้ประโยน์ในด้านต่างๆ มากมาย เช่น ด้านธุรกิจใช้ประชาสัมพันธ์สินค้าและสื่อสารระหว่างกลุ่มลูกค้า ด้านการศึกษาผู้สอนใช้สื่อสารกับผู้เรียน เป็นต้น ดังนั้นหากนำศักยภาพของเครือข่ายสังคมออนไลน์มาประยุกต์ใช้กับการ พัฒนาครูประจำการ จะช่วยประสิทธิภาพและแก้ปัญหาครูได้มาก ที่ชัดเจนคือครูไม่จำเป็นต้องทิ้งห้องเรียนหรือหยุดการสอนเพื่อเดินทางมาฝึกอบรม และสามารถรับสมัครผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิชาการสาขาต่างๆ เพื่อชวยเหลือและให้คำปรึกษาแก่ครูได้

บทสรุป

ด้วยข้อมูลและเหตุผลตามที่กล่าวมาแต่ต้น ทำให้คณะวิจัยสนใจศึกษาและพัฒนา รูปแบบการพัฒนาครูระดับศึกษาให้มีความสามารถด้านการออกแบบบทเรียน STEM Education โดยการศึกษาบทเรียนและเครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยต้องการให้ได้รูปแบบการพัฒนาสอดคล้องกับบริบทของการเรียนการสอนระดับมัธยมต้นของประเทศไทย สอดคล้องกับวิถีชีวิตการเรียนการสอนของผู้เรียนและผู้สอน เป็นรูปแบบที่ครูไม่จำเป็นต้องทิ้งการเรียนการสอน และสนองตอบความแตกต่างด้านต่างๆ เช่น จุดมุ่งหมายการเรียนการสอน เนื้อหาวิชา พื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน สไตล์การเรียนรู้ของผู้เรียน วิธีสอนและประสบการณ์ของผู้สอน ความพร้อมด้านอุปกรณ์การสอน และบริบทอื่นๆ ในระดับการศึกษาขั้น

พื้นฐาน ซึ่งผลตามมาจะมีประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอนระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทยมาก และย่อมส่งผลต่อเนื่องต่อการพัฒนาด้านเทคโนโลยีของประเทศได้มากในอนาคต เพื่อเป็นฐานของการพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยวัตถุประสงค์ปลายทางที่สำคัญยิ่ง คือ การพัฒนาประเทศไปสู่ความเจริญที่ยั่งยืน รองรับวิสัยทัศน์ประเทศไทยสู่ปี พ.ศ. 2570

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอน STEM Education ระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทย
2. เพื่อพัฒนารูปแบบการพัฒนาความสามารถครูมัธยมศึกษาด้านการออกแบบบทเรียน STEM Education โดยการศึกษาบทเรียนและเครือข่ายสังคมออนไลน์

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 กลุ่ม ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ 1 คือ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้ข้อมูลพื้นฐานด้านนโยบายและแนวทางการการปฏิบัติเพื่อการวิเคราะห์ความต้องการของรูปแบบฯ ประชากรกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย ผู้บริหารองค์กร นักวิชาการ อาจารย์มหาวิทยาลัย นักวิจัย กลุ่มตัวอย่างที่ 1 คือ ผู้บริหารองค์กร นักวิชาการ อาจารย์มหาวิทยาลัย นักวิจัย ที่อยู่ในวงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีส่วนเกี่ยวข้องในการกำหนดนโยบาย ศึกษา วิจัย และ เขียนเอกสาร ตำราทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา จำนวน 10 คน โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ 2 คือ ผู้เชี่ยวชาญ ที่ให้ข้อมูลด้านการจัดการเรียนการสอน สะเต็มศึกษา ประชากรกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย ผู้บริหาร ครูและนักเรียน ที่ให้ข้อมูลด้านการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ 2 คือ ผู้บริหาร ครูผู้รับผิดชอบ และ นักเรียนที่ผ่านการเรียนแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา จากสถานศึกษาที่เป็นศูนย์สะเต็มศึกษา ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 7 แห่ง (แต่ละแห่งประกอบด้วย ผู้บริหาร หรือ ครู จำนวน 3-5 คน และ นักเรียน 5-10 คน) และ ผู้บริหาร หรือ ครู จากสถานศึกษาที่จัดกิจกรรมการสอนแบบสะเต็มศึกษา จำนวน 7 แห่ง ในการให้ความเห็นแบบกลุ่มสนทนา(Focus Group) เพื่อให้ความเห็นเกี่ยวกับร่างรูปแบบฯ ที่ออกแบบ และพัฒนาขึ้นในขั้นต้น ก่อนนำไปทดลองใช้จริง โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง

3.ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ 3 คือ ครูและนักเรียน ในการทดลองใช้รูปแบบเพื่อการปรับปรุงและแก้ไขรูปแบบ ประชากรกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย ครูและนักเรียน ของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา จำนวน 4 เขต กลุ่มตัวอย่างที่ 3 คือ ผู้บริหาร ครูผู้สอน และ นักเรียนที่อยู่ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 1-2 ห้องเรียน หรือ กลุ่มที่มีการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ทำการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง ประกอบไปด้วย

1. โรงเรียนบ้านนา"นายกพิทยากร" จังหวัดนครนายก

2. โรงเรียนสามโคก จังหวัดปทุมธานี

3. โรงเรียนชิตใจชื่น จังหวัดปราจีนบุรี

4. โรงเรียนมาบตาพุดพันพิทยาคาร จังหวัดระยอง

ขอบเขตด้านเนื้อหา

-เนื้อหาแกน ประกอบด้วย วิชาคณิตศาสตร์/วิชาวิทยาศาสตร์/วิชาคอมพิวเตอร์ ตามหลักสูตรระดับมัธยมศึกษา ปี 2551

- เนื้อหาเสริม ประกอบด้วย วิชาเทคโนโลยี/วิชาวิศวกรรมศาสตร์ ที่นำมาเชื่อมโยงกับเนื้อหาแกน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. STEM Education หมายถึง แนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้และเข้าใจเนื้อหา รวมทั้งกระบวนการคิดและความสัมพันธ์ของศาสตร์ 4 สาขา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์

2. รูปแบบการพัฒนาความสามารถครูมัธยมศึกษาด้านการออกแบบบทเรียน STEM โดยอาศัยเครือข่ายสังคมออนไลน์ หมายถึง ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ เพื่อพัฒนาให้ครูระดับมัธยมศึกษาสามารถออกแบบบทเรียน STEM โดยรูปแบบที่จะพัฒนาจากการวิจัยครั้งนี้ จะต้องมีคุณลักษณะสำคัญดังต่อไปนี้

- เป็นรูปแบบที่มีความยืดหยุ่นในการนำไปประยุกต์ใช้ โดยต้องสามารถดำเนินการได้ทั้งกรณีพัฒนาครูเป็นรายบุคล หรือเป็นทีมครูในโรงเรียนเดียวกัน หรือเป็นทีมครูจากหลายโรงเรียน

- มีลักษณะการดำเนินการลักษณะ การอบรมเชิงปฏิบัติงาน(Training On the Job)

- มีเครือข่ายผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 สาขาให้ความช่วยเหลือและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญเหล่านี้มาจากนักวิชาการหรือผู้ประกอบอาชีพด้านเหล่านี้ และมีจิตสาธารณะ ยินดีให้คำแนะนำช่วยเหลือครู ผ่านช่องทางต่างๆ เช่น Social Network หรือ เครื่องมือการสื่อสารอื่นๆ

- ใช้การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน(Classroom Action Research ; CAR) หรือการศึกษาบทเรียน(Lesson Study) เพื่อพัฒนาและปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้

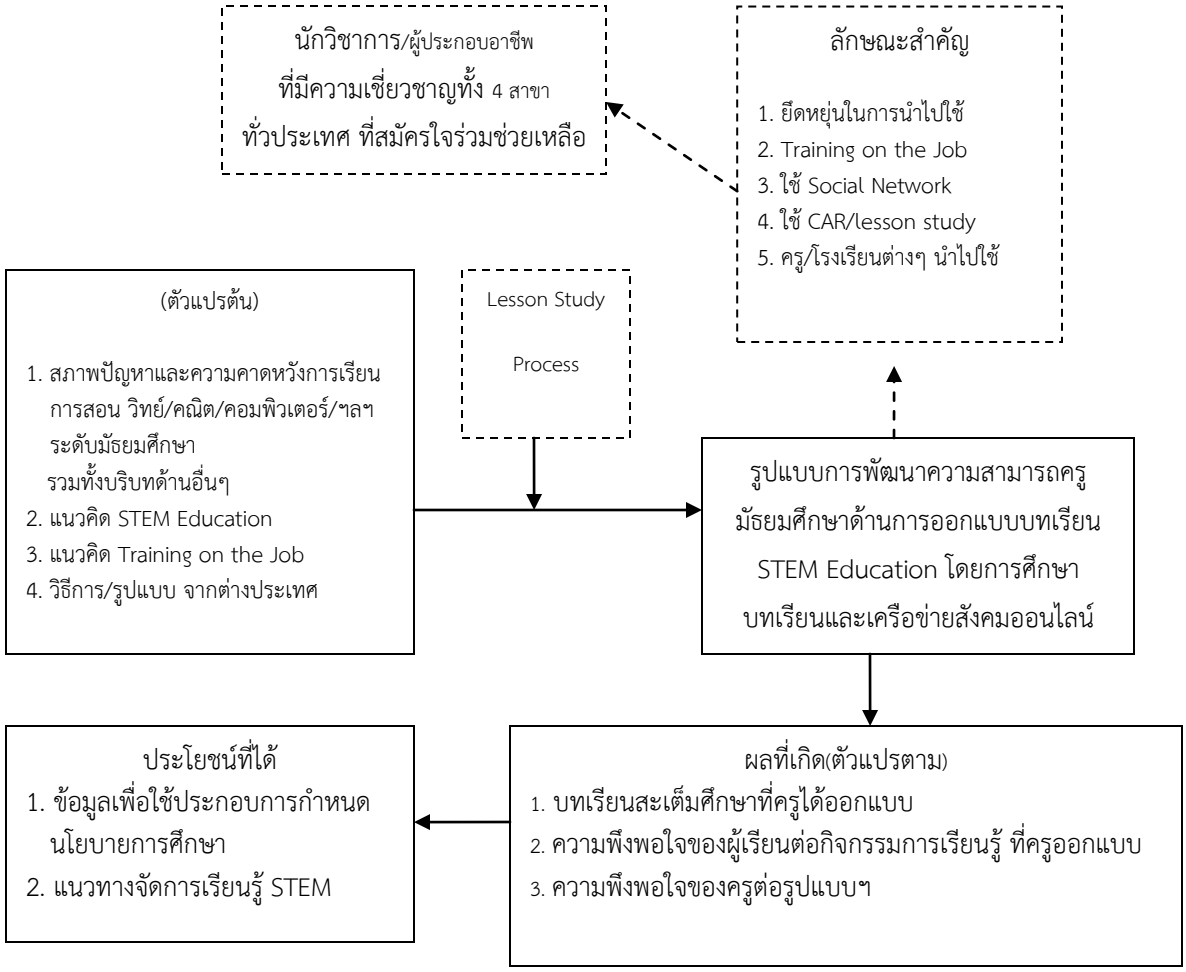
3. บทเรียน STEM หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาและกระบวนการคิดของทั้ง 4 สาขาวิขา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ทั้งนี้อาจเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในห้องเรียนหรือกิจกรรมเสริม และอาจใช้ กฎ/ทฤษฎี/รูปแบบการเรียนการสอน อื่นๆ มาร่วมด้วยได้ เช่น Problem based learning หรือ Project based learning หรือ Design-based Learning เป็นต้น

4. ความพึงพอใจของครูระดับมัธยมศึกษา รูปแบบการพัฒนาความสามารถครูมัธยมศึกษาด้านการออกแบบบทเรียน STEM โดยการศึกษาบทเรียนและเคือข่ายสังคมออนไลน์ หมายถึง ความรู้สึกและความคิดเห็นของครูแกนนำ ที่มีต่อขั้นตอน/วิธีการ/กิจกรรม/ฯลฯ โดยแบ่งความพึงพอใจออกเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยมาก ตามลำดับ วัดและประเมินด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจซึ่งคณะวิจัยเป็นผู้จัดหาหรือพัฒนา

5. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียน STEM หมายถึง ความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนมัธยมศึกษาที่มีต่อบทเรียน STEM ที่ครูออกแบบในด้านต่างๆ เช่น เนื้อหา/กิจกรรม/ขั้นตอน/สื่อ ฯลฯ โดยแบ่งความพึงพอใจออกเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยมาก ตามลำดับ วัดและประเมินด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจซึ่งคณะวิจัยเป็นผู้จัดหาหรือพัฒนา

กรอบความคิดการวิจัย

รูปแบบการพัฒนาความสามารถครูมัธยมศึกษาด้านการออกแบบบทเรียน STEM โดยการศึกษาบทเรียนและเครือข่ายสังคมออนไลน์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยในอนาคต กรอบความคิดการวิจัยจะเป็นดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากภาพ 1 การพัฒนารูปแบบฯ จะใช้ข้อมูลต่างๆ ประกอบการออกแบบ เช่น สภาพปัญหาและความคาดหวัง แนวคิด STEM Education แนวคิดการอบรม Training on the job และเครือข่ายสังคมออนไลน์ เป็นต้น จากนั้นใช้กระบวนการการศึกษาบทเรียน(Lesson Study) ปรับปรุงจนได้รูปแบบฯ ที่มีประสิทธิภาพใช้งานได้จริงสอดคล้องกับบริบทการเรียนการสอนของครูระดับมัยมศึกษา ครูและนักเรียนมีความพึงพอใจกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว STEM Education

ทฤษฎีและแนวทางความคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ .ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรา 4 ให้ความหมายของ “การศึกษา” ว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้เพื่อความเจริญงอกงามของบุคคลและสังคมโดยการถ่ายทอดความรู้ การฝึกอบรม การสืบ สานวัฒนธรรม การสร้างสรรค์จรรโลงความก้าวหน้าทางวิชาการ การสร้างองค์ความรู้อันเกิดจากการจัดสภาพแวดล้อม สังคม การเรียนรู้และปัจจัยเกื้อหนุนให้บุคคลเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต”

ส่วนความมุ่งหมายและหลักการของพระราชบัญญัติอยู่ในมาตรา 6 กล่าวว่า “การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ” มาตรา 7 ในกระบวนการเรียนรู้ต้องมุ่งปลูกฝังจิตใจสำนึกที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเ มืองการปกครองในระบบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข ความเสมอภาค และศักดิ์ศรี ความเป็นมนุษย์ ภาคภูมิใจในความเป็นไทย รักษาผลประโยชน์ส่วนรวมและของประเทศ ส่งเสริมศาสนา ศิลปะ วัฒนธรรมของชาติ อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีความสามารถในการปร ะกอบอาชีพ พึ่งตนเอง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่รู้ และเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง

สำหรับแนวทางจัดการศึกษานั้น มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้อ งส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ มาตรา 23 ให้เน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม ให้ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับตนเอง ความสัมพันธ์ของตนเองกับสังคม ครอบครัว ชุมชน ชาติ ประวัติความเป็นมาของสังคมไทย ให้มีความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน ให้มีความรู้เกี่ยวกับ ศาสนา ศิลปะ วัฒนธรรม ภูมิปัญญาไทย และการประยุกต์ใช้ภูมิปัญญา ความรู้และทักษะด้านคณิตศาส ตร์และภาษา เน้นการใช้ภาษาไทยถูกต้อง มีความรู้และทักษะในการประกอบอาชีพและการดำรงชีวิตอย่างมีความสุข

การจัดกระบวนการเรียนรู้ในสถานศึกษาและหน่วยงานเกี่ยวข้อง อยู่ในมาตรา 24 ซึ่งระบุให้ดำเนินการดังนี้

1. จัดเนื้อหาสาระกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความนถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อร่วมกันแก้ไขปัญหา

3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา

5. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดสภาพ บรรยากาศแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้

จากปรัชญาและวัตถุประสงค์ และแนวการจัดการเรียนรู้ ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ที่กล่าวมาแล้วนี้ เป็นที่ยอมรับกันว่า หากหน่วยงานและบุคคลที่เกี่ยวข้องสามารถดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้ตอบสนองพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติฉบับนี้ได้ จะส่งผลยิ่งต่อการพัฒนา ความเจริญ และความยั่งยืน ของประเทศ

แนวคิดของ STEM Education

อภิสิทธิ์ ธงไชยและคณะ (2555)กล่าวว่า STEM เป็นคำย่อของ Science, Technology, Engineering and Mathematics ซึ่งเริ่มต้นที่ประเทศสหรัฐอเมริกา จากการประชุมหารือของตัวแทนจากทุกภาคส่วนที่สำคัญของประเทศเพื่อยกระดับ คุณภาพของประชากรของประเทศในการยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ กับนานาชาติโดยรัฐบาลได้มีนโยบายการศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนการสอนให้เป็น แบบการบูรณาการทั้งสี่วิชาเข้าด้วยกัน ทำให้ในปัจจุบันมีการใช้คำว่า STEM กันอย่างแพร่หลายเนื่องด้วยเหตุผลการให้ความสำคัญของรัฐบาลที่ต้องการส่ง เสริมการเรียนการสอนด้านนี้ อย่างไรก็ตามพบว่าผู้ใช้ยังขาดความเข้าใจที่ถูกต้องในเรื่องนี้อยู่พอสมควร เช่น เข้าใจว่า STEM หมายถึง Science กับ Mathematics เท่านั้น เพราะคนส่วนมากจะคุ้นเคยกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากกว่า และเนื่องด้วยการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตรทั่วไปจะเน้นที่สองวิชา นี้เป็นหลัก นอกจากนั้นยังพบว่ามีคนเข้าใจผิดว่า STEM หมายถึงการคิดค้นหรือพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใหม่เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในแต่ละสาขาวิชา ในความเป็นจริงแล้ว STEM จะรวมทั้ง 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์(Engineering) และคณิตศาสตร์

(Mathematics) โดยทุกสาขาวิชามีความสำคัญเหมือนกันและเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการศาสตร์ทั้งสี่ด้านเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าสิ่งต่างๆ การสร้างหรือพัฒนาสิ่งต่างๆ ใน สถานการณ์โลกปัจจุบัน โดยอาศัยการจัดการเรียนรู้ด้วยครูหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริง นั้นต้องอาศัยความรู้หลายด้านมาช่วยในการทำงานทั้งสิ้น ไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วนๆ และยังเป็นการ ส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัฒน์อีกด้วย ซึ่งในอดีตและปัจจุบันก็ยังคงจัดการเรียนการสอนที่แยกออกจากกันอย่างชัดเจน

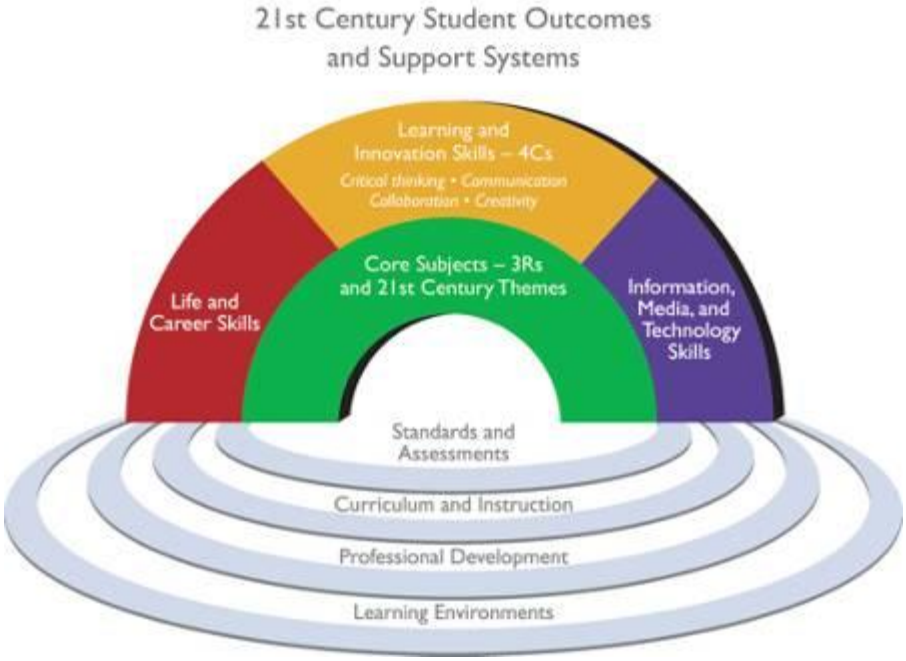
รักษ์พล ธนานุวงศ์ (2556) Stem Education คือการเรียนรู้เนื้อหาและทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์(Science) คณิตศาสตร์ (Mathmetics) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และเทคโนโลยี (Technology) ซึ่งล้วนเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกาภิวัฒน์ตั้งอยู่ในฐานความรู้ และเต็มไปด้วยเทคโนโลยี อีกทั้งสี่เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มความสามารถในการแข่ง ขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิตและความมั่นคงของประเทศ

ในอดีตที่ผ่านมา การเรียนรู้วิชาทั้งสี่ใน STEM เป็นการเรียนรู้ที่แยกกันอย่างอิสระ(separated and independent) ดังเช่น การเรียนการสอน STEM ในประเทศไทย หรือการเรียนการสอน STEM ในประเทศอเมริกา ที่แยกวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีออกจากกันอย่างชัดเจน (ในขณะที่ไม่มีการเน้นวิชาวิศวกรรมศาสตร์มากนัก) ทั้งนี้นักการศึกษาและนักวิชาการในประเทศสหรัฐอเมริกาเปรียบเทียบแนวทางการ เรียนรู้ที่แยกออกจากกันอย่างอิสระ ของวิชาทั้งสี่ใน STEM ว่า คล้ายกับ”ชุดของฉางเก็บเมล็ดพืช” หรือ “ไซโล” (silo) ที่อยู่ตามทุ่งนาซึ่งถูกวางให้อยู่ใกล้ชิดกัน เรียงกันอย่างเป็นระเบียบแต่ฉางแต่ละฉางแยกกันเป็นอิสระ

ในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่าปัจจุบันขีดความสามารถของประเทศไม่ได้เป็นอันดับ หนึ่งในหลายๆด้านดังที่เคยเป็นมา หลายๆ ประเทศทั่วโลกมีความก้าวหน้าไปมาก ผลการทดสอบ PISA ของสหรัฐอเมริกาเองก็พบว่าด้อยกว่าหลายประเทศ รวมทั้งประชากรทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมเองก็มีจำนวนน้อยลง ดังนั้นรัฐบาลจึงได้มีนโยบายในการส่งเสริมการพัฒนาการศึกษา STEM ขึ้นมา โดยคาดหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบ PISA ให้สูงขึ้น นอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะ เทคโนโลยีการสื่อการ การขนส่ง การค้า และอื่นๆ มีการติดต่อกันทั่วโลก ดังนั้นการเตรียมคนรุ่นใหม่เพื่อให้ดำรงชีวิตในสังคมโลกที่มีการเปลี่ยน แปลงอย่างรวดเร็วจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการของตามแนวทางของ STEM จะเป็นแนวทางหนึ่งเพื่อการช่วยส่งเสริมทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในโลกปัจจุบัน หรือที่เรากำลังพูดถึงการอย่างแพร่หลายในชื่อ 21st Century skills (อภิสิทธิ์ ธงไชยและคณะ ,2555)

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย(2556). กล่าวถึง ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีจุดเริ่มต้นมาจาก การประชุมร่วมกันของนักวิชาการหลากหลายสาขาใน สหรัฐอเมริกามาประชุมร่วมกัน โดยรัฐบาลต้องการ

พัฒนา คุณภาพประชากรประเทศเพื่อยกระดับขีดความสามารถของ ประเทศกับนานาชาติและต้องการให้ประชากรนั้นมีคุณภาพ และศักยภาพในสังคม สามารถดำรงชีวิตอยู่ในโลกที่มีการ เปลี่ยนแปลงต่างๆ อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้องค์ประกอบในด้าน ต่างๆ ที่ ควรเกิดขึ้นในผู้เรียนจากการจัดการศึกษาในศตวรรษ ที่ 21 (21st Century Student Outcomes) ได้แก่ ความรู้ ทักษะ ความเชี่ยวชาญ (The Partnership for 21st Century Skills, 2009) ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2 A Framework for 21st Century Skills

ที่มา: The Partnership for 21st Century Skills (2009) http://www.p21.org/overview

1. ความรู้ในวิชาหลักและเนื้อหาประเด็นที่สำคัญ สำหรับศตวรรษที่ 21 (Core Subjects and 21st Century Themes) ได้แก่ ภาษาอังกฤษ การอ่าน ศิลปะในการใช้ภาษา ภาษาต่างประเทศ คณิตศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ศิลปะ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ หน้าที่พลเมือง และการปกครอง ซึ่งควรครอบคลุมเนื้อหาในสาขาใหม่ๆ ที่มีความ สำคัญต่อการทำงานและชุมชน แต่สถาบันการศึกษาไม่ได้ให้ ความสำคัญ ได้แก่ จิตสำนึกต่อโลก ความรู้พื้นฐานด้านการ เงิน เศรษฐกิจ ธุรกิจ และการเป็นผู้ประกอบการ ความรู้พื้น ฐานด้านพลเมือง และความตระหนักในสุขภาพและสวัสดิภาพ

2. ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ได้แก่

- ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ซึ่งครอบคลุมไปถึง การคิดแบบสร้างสรรค์ การทำงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับผู้อื่น และการนำความคิด นั้นไปใช้อย่างสร้างสรรค์

- การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) หมายความรวมถึงการ คิดอย่างมีเหตุผล การคิดเชิงระบบ การคิดตัดสินใจและการ คิดแก้ปัญหา

- การสื่อสารและการร่วมมือ (Communication and Collaboration) ซึ่งเน้นการสื่อสารโดยใช้สื่อรูปแบบ ต่างๆ ที่มีประสิทธิภาพ ชัดเจน และการทำงานร่วมกับผู้อื่น อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information, Media and Technology Skills) ซึ่งใน ศตวรรษที่ 21 นี้ นับได้ว่ามีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี มาก ดังนั้นผู้เรียนจึงควรมีทักษะดังต่อไปนี้ คือ

- การรู้เท่าทันสารสนเทศ (Information Literacy)

- การรู้เท่าทันสื่อ (Media Literacy)

- การรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT (Information, Communications & Technology) Literacy)

4. ทักษะชีวิตและการทำงาน (Life and Career Skills) ในการดำรงชีวิตและในการทำงานนั้นไม่เพียงต้องการ คนที่มีความรู้ ความสามารถในเนื้อหาความรู้ หรือทักษะการคิดเท่านั้น หากแต่ยังต้องการผู้ที่สามารถทำงานในบริบทที่มี ความซับซ้อนมากขึ้นอีกด้วย ทักษะที่จำเป็น ได้แก่

- ความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับตัว (Flexibility and Adaptability)

- ความคิดริเริ่มและการชี้นำตนเอง (Initiative and Self Direction)

- ทักษะทางสังคมและการเรียนรู้ข้ามวัฒนธรรม (Social and Cross-cultural Skills)

- การเพิ่มผลผลิตและความรู้รับผิด(Productivity and Accountability)

- ความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบ (Collaboration, Teamwork and Leadership)

จากความรู้ความสามารถ ที่จำเป็นต้องใช้ในศตวรรษที่ 21 ผนวกเข้ากับธรรมชาติของแต่ละสาขา ซึ่งประกอบด้วย (อภิสิทธิ์ ธงไชยและคณะ ,2555)

- Science เป็นวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ โดยอาศัยกระบวนสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) โดยวิทยาศาสตร์ถือได้ว่าเป็นเครื่องมืออันนี้ที่ทำให้มนุษย์เราเข้าใจ ธรรมชาติมากยิ่งขึ้น และในปัจจุบันประเทศสหรัฐอเมริกาเองมีการปรับปรุง Science K-12 Framework ใหม่ในเดือนพฤษภาคม 2555 และได้เผยแพร่เพื่อทำประชาพิจารณ์ออนไลน์ โดยมีการรวมแนวความคิดของ Technology และ Engineering เข้าไปด้วย และได้ยกระดับความสำคัญของ engineering design ให้เท่าเทียมกับ scientific inquiry

- Technology เป็นวิชาที่ว่าด้วยกระบวนการทำงานเพื่อแก้ปัญหา ปรับปรุงแก้ไข หรือพัฒนาสิ่งต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการ หรือความจำเป็นของมนุษย์ โดยกระบวนการแก้ปัญหาหรือการทำงานทางเทคโนโลยีนั้นจะเรียกว่า Engineering design หรือ Design process ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาอย่าง เป็นขั้นตอนคล้ายกับ scientific inquiry นั่นเอง และการจัดการเรียนรู้จะอยู่บนพื้นฐานของ problem based หรือ project-based learning อย่างไรก็ตามคนทั่วไปมักเข้าใจผิดว่าเทคโนโลยีหมายถึง คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ ICT ต่างๆ เท่านั้น แต่ในความเป็นจริงแล้ว จะหมายถึงกระบวนการแก้ปัญหาหรือทำงานเพื่อสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเราด้วย โดยประเทศสหรัฐอเมริกา จะมีสมาคมนักการศึกษาเทคโนโลยีและวิศวกรรม (International Technology and Engineering Educators Association: ITEEA) กำหนดมาตรฐาน (Standard) วิชาเทคโนโลยีให้ผู้สอนได้ใช้สอนใน ทิศทางเดียวกัน

- Engineering เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือสร้างสิ่งต่างๆ เพื่อมาอำนวยความสะดวกของมนุษย์โดยอาศัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยีช่วยสร้างสรรค์ชิ้นงานนั้นๆ อย่างไรก็ตาม ในสหรัฐอเมริกาเองพบว่าวิชาวิศวกรรมนั้นยังไม่ได้ปรากฏเป็นที่ชัดเจนในระดับ การศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่จะถูกแฝงเข้าในวิชาเทคโนโลยีมากกว่า

- Mathematics เป็นวิชาที่มีความสำคัญและมีความชัดเจนในตัวอยู่แล้วด้วยธรรมชาติของคณิตศาสตร์ที่มีทฤษฎีชัดเจน ซึ่งวิชาคณิตศาสตร์จะเป็นตัวเชื่อมทั้งสามสาขาวิชาเข้าด้วยกันได้เป็นอย่างดี

สำหรับการจัดการเรียนการสอนนั้น รักษ์พล ธนานุวงศ์ (2556) ได้ให้ข้อเสนอว่า แนวทางการบูรณาการ STEM Education คือ การเรียนรู้ที่มีการเชื่อมโยงวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้ากับวิศวกรรมศาสตร์อย่างชัดเจน(Explicit in Engineering Connection) หรือกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งคือ มีการเรียนรู้ STEM ที่ผนวกการเรียนรู้บนฐานการออกแบบ(Design based Learning) ซึ่งเป็นแนวทางการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมศาสตร์เข้าไปอย่างชัดเจน การเรียนการสอนแบบประสานรวมกันของวิชาทั้งสี่ใน

STEM ดังกล่าวจำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติงานเป็นกลุ่ม อภิปรายและสื่อสารเพื่อนำเสนอผลงาน คล้ายกับแนวทางการเรียนรู้แบบ Project based learning ซึ่งได้มีการศึกษามาแล้วว่าสามารถส่งเสริมให้ผู้ทำกิจกรรมเกิด “การเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น” หรือ Deeper Learning อันได้แก่ การเรียนรู้ที่เตรียมความพร้อมผู้เรียนใน 5 ด้านสำคัญ ได้แก่

- การทำความเข้าใจเนื้อหาแกนหลักทางวิชาการได้อย่างดี(Mastering Core content)

- การคิดวิเคราะห์ วิจารณ์ (think critically) และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (Solving complex problems)

- การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม (working collaboratively)

- การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ (communicating effectively) และ

- การเป็นผู้ริเริ่ม (self-directed) และรับคำวิพากษ์ได้อย่างดี (incorporate feedback)

นอกจากนี้ STEM Education แบบบูรณาการยังมีการผนวกองค์ประกอบของการเรียนการสอน 2 ด้านนั่นคือ

- การผนวกกันด้านบริบท (Context integration) มีการทำให้ศาสตร์ทั้ง 4 รวมเข้าด้วยกันด้วยบริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนบริบทเดียว

- การผนวกกันด้านเนื้อหา (Content integration) มีการทำให้ศาสตร์ทั้ง 4 รวมกับ “แนวคิดใหญ่” (Big Ideas) แนวคิดเดียว

การฝึกอบรมแบบ On the Job Trainning

ความหมายในการฝึกอบรมแบบ On the Job Training มีหลายความหมายพอสรุปได้ดังนี้

1.การฝึกอบรมแบบ On the Job Training เป็นวิธีการพัฒนาศักยภาพบุคลากรวิธีหนึ่ง ซึ่งเน้นเรื่องการฝึกปฏิบัติจริง โดยผู้สอนเป็นหัวหน้าหรือบุคคลที่ได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่ประกบเพื่ออธิบายหรือชี้แนะ

2.การฝึกอบรมแบบ On the Job Training การฝึกอบรมในขณะปฏิบัติงาน เป็นเครื่องมือในการพัฒนาบุคลากรด้วยการฝึกปฏิบัติจริงจากสถานที่จริง เป็นการให้คำแนะนำเชิงปฏิบัติในลักษณะตัวต่อตัว (One-on-One) หรือเป็นกลุ่มเล็กๆในพื้นที่การทำงาน ในช่วงเวลาการทำงานปกติ ซึ่ง OJT นั้นจะออกแบบเพื่อเน้นประสิทธิภาพการทำงานในลักษณะการพัฒนาทักษะเป็นพื้นฐาน (Skill-Based) ให้บุคลากรเข้าใจและสามารถปฏิบัติงานได้ด้วยตนเอง อีกทั้งองค์การสมัยใหม่มักจะใช้เครื่องมือ OJT ในการสร้างบรรยากาศการถ่ายทอด และแลกเปลี่ยนความรู้ หรือที่เรียกว่า Knowledge Sharing เพื่อลดช่องว่างความรู้ของคนในองค์กรให้มากที่สุด

จากความหมายข้างต้นพอสรุปได้ว่าการฝึกอบรมแบบ On the Job Training เป็นการฝึกอบรมในขณะปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นการปฏิบัติงานจริง โดยมีคนคอยดูแล ซึ่งส่วนใหญ่ในหน่วยงานจะใช้วิธีนี้กรณีมีพนักงานเข้ามาทำงานใหม่ หรือมีคนมาฝึกงาน

ขั้นตอนการฝึกอบรมแบบ On the Job Training มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมการ (เกี่ยวกับตัวผู้อบรม)

1.ให้ผู้ที่เข้าอบรมอยู่ในสภาพที่พร้อม

2.ศึกษาว่าเขาไม่รู้เรื่องเกี่ยวกับงานอะไรบ้าง

3.กระตุ้นให้เขามีความสนใจและต้องการเรียนรู้งานให้มากไว้

ขั้นตอนที่ 2 การแสดงให้ดู (ถึงวิธีทำงานและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน)

1.โดยวิธีบอกกล่าว ชี้ให้เห็น อธิบาย และตั้งคำถาม เพื่อที่จะให้ความรู้ใหม่ และวิธีทำงานใหม่ที่ถูกต้อง

2.ให้คำแนะนำอย่างครบถ้วนทีละจุด ๆ อย่างช้า ๆ

3.ทดสอบความเข้าใจ พร้อมกับตั้งคำถาม และทดลองทำให้ดูซ้ำอีกครั้งจนกว่าจะแน่ใจว่า ผู้เข้ารับการอบรมได้เข้าใจจริง ๆ

ขั้นตอนที่ 3 ให้มีการทดลองทำเอง

1.ทดสอบผู้เข้าอบรม โดยให้เขาทดลองทำงานนั้นด้วยตนเอง

2.ตั้งคำถามบ่อย ๆ โดยเริ่มต้นการถามว่า ทำไม อย่างไร เมื่อใด ที่ไหน

3.สังเกตดูการทำงานแล้วคอยแก้ไขข้อผิด และถ้าจำเป็นก็ทดลองทำให้ดูใหม่อีกครั้ง

4.ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนกระทั่งแน่ใจ

ขั้นตอนที่ 4 การติดตามผล

1.มอบหมายให้เขาไปลงมือทำงานด้วยตนเอง

2.หมั่นตรวจสอบ ว่าเขาได้ปฏิบัติถูกต้องตามคำแนะนำหรือไม่

3.ควบคุมให้น้อยลง และติดตามโดยใกล้ชิด จนกระทั่งแน่ใจว่าเขาทำได้ดีพอ จนสามารถใช้วิธีควบคุมตามปกติได้

การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

คณะวิจัยได้สืบค้นวรรณกรรม/สารสนเทศ แล้วนำมาวิเคราะห์และสรุปเพื่อใช้เป็นข้อมูลฐานสำหรับดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผลการสืบค้น มีดังต่อไปนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในประเทศ

นฤมล ยุตาคม และ พรทิพย์ ไชยโส (2551).(บทคัดย่อ) ได้ทำการสังเคราะห์รูปแบบการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการเพื่อการจัดการเรียนการสอน ตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้ วิธีการวิจัยใช้การวิจัยและพัฒนา โดยศึกษาเอกสารการสัมภาษณ์ และการออกแบบสอบถาม ซึ่งเก็บข้อมูลจากครูวิทยาศาสตร์รวม 312 คน หัวหน้าหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาครูและสถาบันผลิตครูวิทยาศาสตร์รวม 16 คน ในช่วงปีการศึกษา 2545-2547 เพื่อสังเคราะห์แนวทางการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ และใช้การวิจัยปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมระหว่างอาจารย์ในสถาบันผลิตครูที่ เป็นผู้พัฒนาครูร่วมกับครูวิทยาศาสตร์ประจำการตลอดปีการศึกษา 2548 ในการสังเคราะห์รูปแบบการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ มีครูวิทยาศาสตร์เข้าร่วมโครงการ จำนวน 22 คน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เนื้อหาและสถิติบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์เป็นรูปแบบที่อาจารย์ในสถาบันผลิตครูใช้ในการ พัฒนาครูวิทยาศาสตร์ให้มีความเชื่อมโยงกับการผลิตบัณฑิตครู ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน 5 องค์ประกอบคือ 1) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ ได้แก่ นโยบายในการพัฒนาครู ทุนในการพัฒนา ผู้พัฒนา และความต้องการของครูในการได้รับการพัฒนา 2) เป้าหมายในการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ได้แก่ การปรับทรรศนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติการ

สอน ของครูให้เป็นไปตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้ ตลอดจนการวิจัยในชั้นเรียน 3) วิธีการและกระบวนการในการพัฒนาครู 4) วิธีการและกระบวนการประเมินผลการพัฒนาครู 5) ผลการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์

วรัญญา จีระวิพูลวรรณ (2546) .(บทคัดย่อ) ได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาครู เริ่มต้นจากการศึกษาความเชื่อของครูเกี่ยวกับธรรมชาติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และความเชื่อเกี่ยวกับการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มและการเปิดโอกาสให้ครูได้ไตร่ตรองความเชื่อและการปฏิบัติของตนเอง หลังจากนั้นจึงจัดประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่องหลักสูตรและสาระที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และวงจรการสาธิตการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม-การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ –การปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบการสะท้อนความคิดเห็นเพื่อให้ครูนำแนวคิดไปสู่การปฏิบัติแล้วจึงมีการประเมินและติดตามผลการพัฒนาครู

ผลการศึกษาพบว่า การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้จัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มส่งเสริมให้ 1) ความเชื่อเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความเชื่อเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีแนวโน้มเปลี่ยนไปในทิศทางที่สอดคล้องกับความเชื่อทางวิทยาศาสตร์และความเชื่อในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม 2)การจัดการเรียนรู้ของครูเปลี่ยนไปในทิศทางที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึ่ม 3) ปัจจัยส่งเสริมการพัฒนาครูคือความเชื่อในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความเชื่อในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การสนับสนุนจากเพื่อนครู ผู้วิจัย สมาชิกในครอบครัวและผู้บริหาร การสะท้อนความเห็นจากเพื่อนครูและข้อมูลย้อนกลับต่อการเปลี่ยนแปลง

วรรณทิพา รอดแรงค้าและคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาเพื่อสังเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการผลิตและการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ตามแนวการปฏิรูป วิธีการดำเนินการวิจัยใช้วิธีการต่างๆ ได้แก่ การวิเคราะห์เอกสาร การสัมภาษณ์ แบบสอบถามและแบบวัดอื่นๆ การวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือและการสัมมนากลุ่ม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เนื้อหาสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยค่าความถี่ ร้อยละ ผลการศึกษาพบว่าในกระบวนการผลิตครู สถาบันการผลิตครูควรมีการบริหารหลักสูตรอย่างเป็นระบบ มีการศึกษาวิจัยประเมินหลักสูตรและประเมินบัณฑิตที่จบจากหลักสูตรไปช่วงระยะเวลาหนึ่ง มีระบบการบริหารจัดการฝึกประสบการณ์วิชาชีพเพื่อให้นิสิตนักศึกษาสามารถจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนฝึกประสบการณ์วิชาชีพ โดยส่งเสริมโรงเรียนจัดการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้ ส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิชาการให้กับครูประจำการทีมีคุณภาพในการเป็นครูพี่เลี้ยง โดยพัฒนาครูพี่เลี้ยงให้จัดการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้และทำวิจัยในชั้นเรียนที่สอดคล้องกับภาระงาน

งานวิจัยเกี่ยวกับ STEM Education จากต่างประเทศ

Tony P.Murphy และคณะ ได้ทำการศึกษา โดยรวมเอา STEM (วิทยาศาสตร์, เทคโนโลยี, วิศวกรรมศาสตรฺ และคณิตศาสตร์) โดยพัฒนาคอร์สการเรียนเพื่อใช้กับนักศึกษาวิชาเอกประถมศึกษา ใช้รูปแบบการศึกษา 4 ขั้นตอน เพื่อสร้างและประเมินผลจากคอร์สที่บูรณาการร่วมกัน ผลของการจัดคอร์สเกิดขึ้นจากการรวมกัน 3 กระบวนการคือ ทีมสอน การใช้ห้องปฏิบัติการ และ การศึกษาแหล่งเรียนรู้ ที่ใช้ 3 วิชา คือ ชีววิทยาสิ่งแวดล้อม เคมีที่ใช้สำหรับชีวิตประจำวัน และวิศวกรรมศาสตร์ในโลกมนุษย์ โดยคอร์สชีววิทยาและเคมี ใช้หลักการเรียนแบบสืบเสาะและค้นคว้า คอร์สวิศวกรรมใช้หลักการโครงงานเป็นฐาน แต่ละคอร์สใช้ทีมสอนร่วมกันของ STEM กับอาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ เป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้เพื่อปรับปรุงศักยภาพและเสริมสร้างความมั่นใจของ ครูวิชาเอกประถมศึกษา ในสาขา STEM ผลการประเมินพบว่า ระดับศักยภาพและความมั่นใจของนักศึกษาทำให้นักเรียนมีผลการเรียนสูงขึ้น

Ethel R.Wheland และคณะ ได้ทำการศึกษานวัตกรรม ที่ใช้ร่วมกันระหว่างผู้สอนทั่วไปที่ไม่ใช้รูปแบบ STEM ในการจัดการเรียนการสอน เปรียบเทียบกับ คอร์สที่ใช้นักวิทยาศาสตร์และสอนแบบ STEM ใช้หัวข้อที่ศึกษาคือ โครงการรักษ์โลก โดยการใช้ชุมชนเป็นแหล่งเรียนรู้ นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้สอนอาศัยโครงงานเพื่อส่งเสริมในสถานที่หลากหลาย เช่น การคืนสภาพพืชที่ถูกของเสีย และ การไหลของน้ำจากจุดเริ่มต้น เพื่อให้นักเรียนได้พบกับสิ่งที่ไม่สามารถทราบได้ล่วงหน้า จากการเรียนในแบบเก่าๆ ครูผู้สอนที่ไม่ใช้รูปแบบ STEM ใช้วิธีการสอน โดยการบรรยาย เขียน และ วางแผนกิจกรรมและสอนโดยนักวิทยาศาสตร์ การบูรณาการร่วมกันนี้ทำให้เกิดการเรียนรู้ถึงวิธีการที่จะทำให้เกิด ภูมิปัญญาที่มีคุณค่าในสถานศึกษา กับการจัดการเรียนรู้ที่สามารถแก้ไขปัญหาการเรียนที่ไม่ต่อเนื่อง ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ค่าสถิติส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนที่จัดการสอนด้วย STEM

Becky Wai-Ling Packard และคณะ ได้กล่าวถึงวิทยาลัยชุมชนที่ได้สอน นักศึกษาหลักสูตร 4 ปี ในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในทุกวันนี้การเรียนการสอนจะมุ่งเน้นไปที่การให้คำปรึกษา และใช้ STEM เข้ามามีส่วนร่วมฝึกฝนนักศึกษาในชั้นเรียน การเก็บข้อมูลใช้ครูจำนวน 70 คนที่มีความสามารถด้าน STEM จาก วิทยาลัยชุมชน 3 แห่ง ในรัฐเมสซาจูเซต เข้าร่วมโดยการตอบแบบสำรวจ และใช้เวลา 1 ชั่วโมงในการให้คำปรึกษาแก่นักเรียนที่เน้นไปในการใช้ STEM ในการเรียนการสอนตลอด 4ปี ผลการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบถึงแรงจูงใจจากการพบปะพูดคุย และการอภิปรายในชั้นเรียน เปรียบเทียบกับการเรียนแบบเดิมที่จะใช้ในการศึกษาต่อไป

Dwight Schuster (2013). กล่าวถึง ความเชื่อที่ว่า STEM Education ริเริ่มขึ้นเพื่อกระตุ้นศักยภาพด้านเศรษฐกิจในระดับภูมิภาคและระดับประเทศ ก่อให้เกิดนโยบายที่จะระดมทุนเพื่อสรรหาครู STEM เพื่อเตรียมความพร้อมและรักษาสภาพเหล่านี้ไว้ การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสำรวจผลกระทบต่างๆที่เกิดขึ้นจากการฝึกสอนของนัก ศึกษาเข้าใหม่และ นักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ที่จะเป็นครูระดับประถมศึกษา ที่สอน STEM ที่มีข้อจำกัดของปริมาณที่สามารถผลิตครูได้ของสถานศึกษา เป้าหมาย

เพื่อเป็นการแนะนำให้มหาวิทยาลัยได้ทำการผลิตนักศึกษาในหลักสูตร STEM ตามความต้องการของตลาดแรงงานที่จะสามารถนำไปประกอบอาชีพได้

Vanessa L. Wyss และคณะ ทำการศึกษานักเรียนที่รับคัดเลือกเข้าเรียนในระดับมัธยมที่จะส่งผลกระทบต่อ ความต้องการของพวกเขาและในอาชีพที่เกี่ยวข้องกับ STEM การให้การเตรียมตัวแก่นักเรียนระดับมัธยมที่ถูกต้องในเรื่องของข้อมูลในการ ประกอบอาชีพด้าน STEM เพื่อช่วยให้นักเรียนเหล่านี้ได้หาความรู้เพิ่มเติมในหลักสูตรและอาชีพอนาคต

การฝึกปฏิบัติของนักเรียนจะช่วยให้พวกเขาเข้าใจธรรมชาติของอาชีพด้านวิทยาศาสตร์ที่มีข้อจำกัด การศึกษาครั้งนี้ใช้การสัมภาษณ์โดยผู้เชี่ยวชาญผ่านวีดีโอ ที่เป็นวิธีที่ดีทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในสาขาอาชีพด้าน STEM การวิเคราะห์ข้อมูลได้จากการเปรียบเทียบระดับความสนใจในการใฝ่หาอาชีพด้าน STEM ก่อนและหลังการดูและสัมภาษณ์ผ่านวีดีโอจากผู้เชี่ยวชาญด้าน STEM ผลการใช้วีดีโอสัมภาษณ์ ส่งผลต่อนักเรียนระดับมัธยมในการใฝ่หาอาชีพด้าน STEM และ ความแตกต่างด้านเพศ ไม่ส่งผลต่อความสนใจในการด้าน STEM

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ด้านวิชาการ

1. ได้รูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาศึกษาให้มีความสามารถด้านการออกแบบบทเรียน STEM Education ซึ่งเป็นรูปแบบที่ครูและโรงเรียนต่างๆ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

2. ได้แนวทาง/วิธีการ การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว STEM Education ในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งโรงเรียนแต่ละสามารถนำไปประยุกต์ใช้

ด้านนโยบาย

ผู้มีหน้าที่การกำหนดนโยบาย นำผลการวิจัยนี้เป็นข้อมูลส่วนหนึ่งเพื่อกำหนดนโยบายการจัดการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา เช่น การปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ หรือการปรับปรุงหลักสูตร เป็นต้น

ด้านเศรษฐกิจ/พาณิชย์

ในระยะยาวจะทำให้เศรษฐกิจ/พาณิชย์ ของประเทศพัฒนาขึ้นมาก เพราะเมื่อผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาเข้าใจความเชื่อมโยงและเห็นประโยชน์ของศาสตร์ทั้ง 4 สาขา ย่อมนำไปสู่ความคิด

สร้างสรรค์ใหม่ๆ และนวัตกรรมใหม่ ซึ่ งจะต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้า สร้างรายได้ให้แก่ประเทศอย่างมาก ในอนาคต

การเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร

นำรูปแบบการพัฒนาฯ ไปเผยแพร่ทั้งในและต่างประเทศ ทั้งลักษณะการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับประเทศและระดับสากล และการนำเสนอในการประชุมวิชาการทั้งในประเทศและต่างประเทศ

หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

สถาบันการศึกษาระดับมัธยมศึกษาทั้งรัฐและเอกชนในประเทศไทยและต่างประเทศ สามารถนำรูปแบบการพัฒนาฯ ซึ่งได้จากการวิจัยครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนได้ ทั้งยังใช้เป็นแนวคิดของการพัฒนาบทเรียนใหม่ตามคิด STEM Education ได้อีกด้วย

2)เนื้อเรื่อง

รายละเอียดเกี่ยวกับวิธีดำเนินการวิจัย(Materials & Method)

ในการศึกษาวิจัย เรื่อง รูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถด้านการออกแบบบทเรียน STEM Education โดยการศึกษาบทเรียนและเครือข่ายสังคมออนไลน์ มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังรายละเอียด ต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนการวิจัย

การศึกษาวิจัย เรื่อง รูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถด้านการออกแบบบทเรียน STEM Education โดยการศึกษาบทเรียนและเครือข่ายสังคมออนไลน์ มีรายละเอียดขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เอกสาร ตำรา งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศจากแหล่งข้อมูลและฐานข้อมูลทางการศึกษาต่างๆที่มีความถูกต้องน่าเชื่อถือ
2. สัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิด้านสะเต็มศึกษา (ดังรายนาม ใน ภาคผนวก ก) เพื่อให้คำแนะนำด้านนโยบายและแนวทางในการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา
3. ศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอน สถานศึกษาที่เป็นศูนย์สะเต็มศึกษา ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 7 แห่ง (ดังรายนาม ใน ภาคผนวก ข) เพื่อศึกษาข้อมูลการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
4. การกำหนดคุณลักษณะของรูปแบบฯ ที่พัฒนาขึ้น มีลักษณะของรูปแบบฯ อยู่ในระดับจุลภาค ซึ่งเป็นการพัฒนารูปแบบฯ ขึ้นมาใหม่ทั้งหมด และขอบเขตของรูปแบบจะลงรายละเอียดในลักษณะของรายวิชา รายกิจกรรม แยกระดับชั้น และ ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

5. การออกแบบและพัฒนา รูปแบบฯ โดยอาศัยหลักการของการวิจัยและพัฒนา โดยใช้รูปแบบดั้งเดิม คือ ADDIE Model ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการวิเคราะห์ 2) ขั้นการออกแบบ 3) ขั้นการพัฒนา 4) ขั้นการนำไปใช้ และ 5) ขั้นประเมิน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 กลุ่ม ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ 1 คือ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้ข้อมูลพื้นฐานด้านนโยบายและแนวทางการการปฏิบัติเพื่อการวิเคราะห์ความต้องการของรูปแบบฯ ประชากรกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย ผู้บริหารองค์กร นักวิชาการ อาจารย์มหาวิทยาลัย นักวิจัย กลุ่มตัวอย่างที่ 1 คือ ผู้บริหารองค์กร นักวิชาการ อาจารย์มหาวิทยาลัย นักวิจัย ที่อยู่ในวงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีส่วนเกี่ยวข้องในการกำหนดนโยบาย ศึกษา วิจัย และ เขียนเอกสาร ตำราทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา จำนวน 10 คน โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ 2 คือ ผู้เชี่ยวชาญ ที่ให้ข้อมูลด้านการจัดการเรียนการสอน สะเต็มศึกษา ประชากรกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย ผู้บริหาร ครูและนักเรียน ที่ให้ข้อมูลด้านการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ 2 คือ ผู้บริหาร ครูผู้รับผิดชอบ และ นักเรียนที่ผ่านการเรียนแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา จากสถานศึกษาที่เป็นศูนย์สะเต็มศึกษา ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 7 แห่ง (แต่ละแห่งประกอบด้วย ผู้บริหาร หรือ ครู จำนวน 3-5 คน และ นักเรียน 5-10 คน) และ ผู้บริหาร หรือ ครู จากสถานศึกษาที่จัดกิจกรรมการสอนแบบสะเต็มศึกษา จำนวน 7 แห่ง ในการให้ความเห็นแบบกลุ่มสนทนา(Focus Group) เพื่อให้ความเห็นเกี่ยวกับร่างรูปแบบฯ ที่ออกแบบ และพัฒนาขึ้นในขั้นต้น ก่อนนำไปทดลองใช้จริง โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง

3.ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ 3 คือ ครูและนักเรียน ในการทดลองใช้รูปแบบเพื่อการปรับปรุงและแก้ไขรูปแบบ ประชากรกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย ครูและนักเรียน ของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา จำนวน 4 เขต กลุ่มตัวอย่างที่ 3 คือ ผู้บริหาร ครูผู้สอน และ นักเรียนที่อยู่ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 1-2 ห้องเรียน หรือ กลุ่มที่มีการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ทำการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง ประกอบไปด้วย

1. โรงเรียนบ้านนา”นายกพิทยากร” จังหวัดนครนายก

2. โรงเรียนสามโคก จังหวัดปทุมธานี

3. โรงเรียนชิตใจชื่น จังหวัดปราจีนบุรี

4. โรงเรียนมาบตาพุดพันพิทยาคาร จังหวัดระยอง

การพัฒนาเครื่องมือ(ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการวิจัย)

การวิจัยครั้งนี้ จะพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการทดลอง 3 รายการ คือ

1. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ต่อบทเรียน STEM Education ที่คณะนักวิจัยและครูออกแบบขึ้น

2. แบบสอบถามความพึงพอใจของครูมัธยมศึกษา ที่มีต่อรูปแบบ การพัฒนาครูมัธยมศึกษาด้านความสามารถในการออกแบบบทเรียน STEM Education โดยการศึกษาบทเรียนและเครือข่ายสังคมออนไลน์

3. แบบประเมินบทเรียนสะเต็มศึกษา ที่คณะผู้วิจัยได้ออกแบบขึ้น โดยการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ ของโครงการวิจัย

การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือแต่ละรายการ มีวิธีการ ดังนี้

1. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียน STEM

โดยมีขั้นตอนการพัฒนาดังต่อไปนี้ (อุทุมพร จามรมาน, 2530)

1. กำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดประเด็นหลัก แจกแจงประเด็นหลักเป็นประเด็นย่อยๆ กำหนดจำนวนข้อของแต่ละประเด็นหลักแต่ละประเด็นย่อยๆ ให้มีสัดส่วนที่เหมาะสมกำหนดรูปแบบของคำถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ(Check)แบบประมาณค่า 5 ระดับ(5 Rating Scale)

2. ร่างแบบสอบถาม และตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างคำถามแต่ละข้อ กับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม

3. จัดทำส่วนต่างๆ ของแบบสอบถามซึ่งประกอบด้วย ชื่อแบบสอบถาม คำชี้แจง ตอนที่ 1 (ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบ) และตอนที่ 2 (สาระเนื้อหาที่ต้องการถาม)

4. นำแบบสอบถามให้ผู้ทรงคุณวุฒิ3 ท่าน ตรวจสอบหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ เกณฑ์คะแนนมีดังนี้

+ 1	มีความเห็นว่า	ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
0	มีความเห็นว่า	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้น สอดคล้องกับจุดประสงค์
- 1	มีความเห็นว่า	ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละข้อ แล้วนำไปหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยปรับปรุงและคัดเลือกคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

หมายเหตุ จะไม่มีขั้นตอนนำไป Try out เพราะไม่มีนักเรียนและครูที่เคยเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEM มาก่อน

2. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อรูปแบบฯการพัฒนาความสามารถครูมัธยมศึกษาด้านการออกแบบบทเรียนตามแนวคิด STEM Education โดยการศึกษาบทเรียนและเครือข่ายสังคมออนไลน์

โดยมีขั้นตอนการพัฒนาดังต่อไปนี้ (อุทุมพร จามรมาน, 2530)

1. กำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดประเด็นหลัก แจกแจงประเด็นหลักเป็นประเด็นย่อยๆ กำหนดจำนวนข้อของแต่ละประเด็นหลักแต่ละประเด็นย่อยๆ ให้มีสัดส่วนที่เหมาะสมกำหนดรูปแบบของคำถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ(Check)แบบประมาณค่า 5 ระดับ(5 Rating Scale)

2. ร่างแบบสอบถาม และตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างคำถามแต่ละข้อ กับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม

3. จัดทำส่วนต่างๆ ของแบบสอบถามซึ่งประกอบด้วยชื่อแบบสอบถาม คำชี้แจง ตอนที่ 1 (ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบ) และตอนที่ 2 (สาระเนื้อหาที่ต้องการถาม)

4. นำแบบสอบถามให้ผู้ทรงคุณวุฒิ3 ท่าน ตรวจสอบหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ เกณฑ์คะแนนมีดังนี้

+ 1	มีความเห็นว่า	ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
0	มีความเห็นว่า	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้น สอดคล้องกับจุดประสงค์
- 1	มีความเห็นว่า	ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละข้อ แล้วนำไปหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยปรับปรุงและคัดเลือกคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

หมายเหตุ จะไม่มีขั้นตอนนำไป Try out เพราะไม่มีนักเรียนและครูที่เคยเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEM มาก่อน

3. แบบประเมินบทเรียนสะเต็มศึกษาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ประเมินและรับรองบทเรียนสะเต็มศึกษา ที่ครูได้ออกแบบขึ้น ซึ่งเป็นแบบประเมินแบบประเมินค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และ น้อยมาก สิ่งที่ประเมิน ได้แก่ รายละเอียดของบทเรียนสะเต็มศึกษา คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วย ชื่อบทเรียน รายละเอียดผู้ออกแบบบทเรียน และ รายละเอียดผู้ประเมิน

ตอนที่ 2 รายละเอียดการประเมินบทเรียนสะเต็มศึกษาในด้านต่างๆ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เอกสาร ตำรา งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ จากแหล่งข้อมูลและฐานข้อมูลทางการศึกษาต่างๆที่มีความถูกต้องน่าเชื่อถือ จนได้แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2. การรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิด้านสะเต็มศึกษา เพื่อให้คำแนะนำด้านนโยบายและแนวทางในการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา จนได้คำแนะนำและแนวทางการจัดการเรียนการสอน ที่เหมาะสม

3. การรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอน สถานศึกษาที่เป็นศูนย์สะเต็มศึกษา ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อศึกษาข้อมูลการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จนได้แนวทางการปฏิบัติและดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

4. จัดระดมความเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ ด้วยการประชุมกลุ่มสนทนา(Focus Group Discussion) เพื่อพิจารณาร่างรูปแบบฯ แสดงความเห็น และ ให้ข้อเสนอแนะ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

4.1 กำหนดคุณสมบัติและรายละเอียดของผู้ทรงคุณวุฒิ ประกอบด้วย 1) ผู้ทรงคุณวุฒิระดับผู้บริหาร ที่เชี่ยวชาญด้านการบริหารและควบคุมนโยบายด้านสะเต็มศึกษา จำนวน 4 คน 2) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านสะเต็มศึกษา ที่เคยผ่านการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา จำนวน 4 คน
3) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิชาการ การทำวิจัย และ การสอนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ จำนวน 4 คน (รายละเอียดดัง ภาคผนวก ก)

4.2 กำหนดเกณฑ์พิจารณาผู้ทรงคุณวุฒิ 1) จบการศึกษาระดับปริญญาเอก หรือ ปริญญาโท 2) มีประสบการณ์การสอน ทำวิจัย หรืองานด้านวิชาการ 10 ปีขึ้นไป 3) มีความรู้ความสามารถ มีประสบการณ์การทำวิจัย และ การสอนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ ในระดับมหาวิทยาลัย

4.3 คณะนักวิจัย ได้พิจารณารายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิและทำการประสานเพื่อนัดหมาย และส่งเอกสารเชิญพร้อมร่างรูปแบบฯ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิได้พิจารณาร่างรูปแบบฯ ในเบื้องต้น

4.4 จัดระดมความเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ ด้วยการประชุมกลุ่มสนทนา(Focus Group Discussion)

4.5 ดำเนินการจัดประชุมกลุ่มสนทนา เพื่อระดมความคิดเห็นโดยผู้ทรงคุณวุฒิ โดย1) คณะผู้วิจัยนำเสนอรายละเอียดร่างรูปแบบฯ โดยสังเขป 2) คณะผู้วิจัยดำเนินการอภิปรายตามประเด็นที่กำหนดโดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิแสดงความเห็น 3) คณะผู้วิจัยสรุปการระดมความเห็นที่ได้ทำการอภิปรายจากผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อหาข้อสรุปที่ชัดเจน 4) ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินร่างรูปแบบฯ ที่คณะผู้วิจัยได้นำเสนอและรายงานข้อสรุปจากการระดมความคิดเห็น

จากนั้นคณะผู้วิจัยนำผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิในการระดมความเห็นไปทำการ แก้ไข ปรับปรุง ร่างรูปแบบฯ ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นต่อไป

5. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการนำรูปแบบฯ ที่ผ่านการประเมินและระดมความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ แบบประชุมกลุ่มสนทนา(Focus Group Discussion) โดยการนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ คณะผู้บริหาร และครู ของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา จำนวน 4 แห่ง โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 **ทดลองใช้รูปแบบครั้งที่ 1** กับคณะครูของโรงเรียนชิตใจชื่น อำเภอ บ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี รวม จำนวน 11 คน ได้บทเรียนสะเต็มศึกษาจำนวน 3 บทเรียน คือ

- บทเรียนสะเต็มศึกษาเรื่อง พีระมิด
- บทเรียนสะเต็มศึกษาเรื่อง จรวดขวดน้ำ
- บทเรียนสะเต็มศึกษาเรื่อง รถพลังยาง

ผลการทดลองพบว่า รูปแบบฯยังมีข้อบกพร่อง รวมผลประเมินคุณภาพบทเรียนสะเต็มศึกษาที่ได้ทั้ง 3 เรื่อง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ยังมีคุณภาพ ไม่อยู่ในระดับที่พึงพอใจ จึงร่วมกันวิเคราะห์หาข้อบกพร่อง และแก้ไขปรับปรุงรูปแบบฯ

5.2 **ทดลองใช้รูปแบบครั้งที่ 2** กับคณะครูโรงเรียนบ้านนา อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก มีครูเข้าร่วมจำนวน 5 คน ได้บทเรียนสะเต็มศึกษาจำนวน 5 เรื่อง คือ

- บทเรียนสะเต็มศึกษาเรื่อง ปรัชญาบีม
- บทเรียนสะเต็มศึกษาเรื่อง การออกแบบวงจรควบคุมหุ่นยนต์บีม
- บทเรียนสะเต็มศึกษาเรื่อง การเขียนโปรแกรมเพื่อบังคับหุ่นยนต์บีม

- บทเรียนสะเต็มศึกษาเรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์บีม

- บทเรียนสะเต็มศึกษาเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์บีม

ผลการทดลองพบว่า รูปแบบฯ มีข้อบกพร่องน้อยลง รวมผลประเมินคุณภาพบทเรียนสะเต็มศึกษาที่ได้ทั้ง 5 เรื่อง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ยังมีคุณภาพไม่อยู่ในระดับที่พึงพอใจ จึงร่วมกันวิเคราะห์หาข้อบกพร่อง และแก้ไขปรับปรุงรูปแบบฯ

5.3 ทดลองใช้รูปแบบครั้งที่ 3 กับคณะครูโรงเรียนสามโคก อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี มีครูเข้าร่วมจำนวน 24 คน ได้บทเรียนสะเต็มศึกษาจำนวน 6 เรื่อง คือ

- บทเรียนสะเต็มศึกษา เรื่องหุ่นยนต์แมวไล่นก

- บทเรียนสะเต็มศึกษา เรื่องเครื่องชุบโลหะด้วยพลังงานไฟฟ้า

- บทเรียนสะเต็มศึกษา เรื่องเครื่องนับจำนวนนักเรียนเข้าออกห้องสมุด

- บทเรียนสะเต็มศึกษา เรื่องทฤษฎีเซ็ตระบบไฟฟ้า

- บทเรียนสะเต็มศึกษา เรื่องการออกแบบหุ่นยนต์

- บทเรียนสะเต็มศึกษา เรื่องพัดลมอัตโนมัติ

ผลการทดลองพบว่า รูปแบบฯ มีข้อบกพร่องน้อยมาก รวมผลประเมินคุณภาพบทเรียนสะเต็มศึกษาที่ได้ทั้ง 5 เรื่อง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีคุณภาพอยู่ในระดับที่พึงพอใจ จึงร่วมกันวิเคราะห์หาข้อบกพร่อง และแก้ไขปรับปรุงรูปแบบฯ

5.4 ทดลองใช้รูปแบบครั้งที่ 4 กับคณะครูโรงเรียนมาบตาพุดพันพิทยาคาร มีครูเข้าร่วมจำนวน 9 คน ได้บทเรียนสะเต็มศึกษาจำนวน 6 เรื่อง คือ

- บทเรียนสะเต็มศึกษาเรื่อง รถยางยืด

- บทเรียนสะเต็มศึกษาเรื่อง จรวด

- บทเรียนสะเต็มศึกษาเรื่อง ออกแบบเว็บไซต์

- บทเรียนสะเต็มศึกษาเรื่อง แท่นรับน้ำหนัก

- บทเรียนสะเต็มศึกษาเรื่อง เกมส์ Powerpoint

- บทเรียนสะเต็มศึกษาเรื่อง เฮลิคอปเตอร์

ผลการทดลองพบว่า รูปแบบฯมีข้อบกพร่องน้อยมาก รวมผลประเมินคุณภาพบทเรียนสะเต็มศึกษาที่ได้ทั้ง 6 เรื่อง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีคุณภาพอยู่ในระดับที่พึงพอใจ จนถึง ระดับ ดี คณะผู้วิจัยจึงได้ร่วมกันวิเคราะห์พบว่า รูปแบบฯมีความเหมาะสม และ ผลการทดลองใช้ได้ผลเป็นอย่างดี

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาในครั้งนี้มีสถิติสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) เพื่ออธิบายถึงลักษณะทั่วไปของกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการทดลอง

2. ค่าเฉลี่ย (Mean) มีสูตรดังนี้

สูตรการหาค่าเฉลี่ย (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 73)

$$\overline{X} = \frac{\sum fx}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้
$\sum fx$ แทน ผลรวมของคะแนนที่ได้
N แทน จำนวนข้อมูล

3. การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ด้วยเทคนิคการคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruence: IOC) โดยมีสูตรในการหา ดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539: 248-249 ; อ้างอิงจาก Rowinelli and Hambleton , 1977) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง
$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ผลการวิจัย(Results)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย เรื่อง รูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถด้านการออกแบบบทเรียน STEM Education โดยการศึกษาบทเรียนและเครือข่ายสังคมออนไลน์ คณะผู้วิจัยได้จัดแบ่งตามผลของการวิจัยโดยนำเสนอผลเป็น 5 ตอน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของครูต่อรูปแบบฯ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบฯ

ตอนที่ 4 รูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถด้านการออกแบบบทเรียน STEM Education โดยการศึกษาบทเรียนและเครือข่ายสังคมออนไลน์

ตอนที่ 5 ผลการออกแบบบทเรียนสะเต็มศึกษาของครูโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา

ผลการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาโดยการรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอน สถานศึกษาที่เป็นศูนย์สะเต็มศึกษา ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อศึกษาข้อมูลการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ได้ผลดังนี้

1.1 รูปแบบการจัดการสอนสะเต็มศึกษา จากการเก็บข้อมูลจากโรงเรียนศูนย์สะเต็มศึกษา ในกลุ่มตัวอย่างพบว่า รูปแบบการจัดการสอนสะเต็มศึกษาที่ทำการจัดการสอนนั้นแบ่งเป็น 2 รูปแบบ และ 3 ลักษณะ ดังนี้

1**.1.1 รูปแบบการสอนสะเต็มศึกษาที่เป็นทางการ** คือ การกำหนดให้มีวิชาสะเต็มในหลักสูตรการเรียนในระดับชั้น กล่าวคือ จัดให้มีการสอนสะเต็มเป็นรายวิชาบังคับที่คิดหน่วยกิต ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะใช้วิชาโครงงาน เป็นรายวิชาสะเต็ม จำนวน 1 หน่วยกิต เรียนสัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง โดยมีการกำหนดผู้รับผิดชอบและวางโครงการสอนเป็นทีม ในทีมสอนจะประกอบด้วย รองผู้อำนวยการบริหารวิชาการ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ และครูผู้สอนที่ได้รับการอบรมการสอนสะเต็มศึกษามาแล้ว ร่วมกันวางแผน จัดกิจกรรมการสอน มอบหมายหน้าที่รับผิดชอบ และกำหนดกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์(ห้องเรียน Gifted) โดยการเรียนจะมุ่งให้ผู้เรียนทำโครงงานที่เป็นชิ้นงาน และจะบูรณาการวิชาต่างๆ ทั้ง วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และ เทคโนโลยีเข้าไปในกิจกรรมการเรียนที่สอดคล้องกับการทำโครงงานหรือชิ้นงาน เมื่อจบการศึกษาใน 1 ภาคการศึกษา แต่ละกลุ่มหรือแต่ละคนจะต้องมีโครงงานที่เป็นชิ้นงานอย่างน้อย 1 ชิ้นที่เป็นโครงงานสะเต็ม การจัดการ

สอนในรูปแบบนี้ จะประสบผลสำเร็จกับสถานศึกษาที่มีความพร้อม เพราะเรียนแบบคิดหน่วยกิต ผู้เรียนให้ความสำคัญกับการเรียน และโดยมากจะมีการวางแผนเตรียมการและมอบหมายหน้าที่ครูผู้รับผิดชอบล่วงหน้าอย่างน้อย 1 ภาคการศึกษา

1.**1.2 รูปแบบการสะเต็มศึกษาที่ไม่เป็นทางการ** สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1.**1.2.1 การบูรณาการสะเต็มศึกษาในรายวิชา** คือ ผู้สอนที่สอนในรายวิชาใดวิชาหนึ่ง คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ เมื่อถึงเนื้อหาวิชาที่สามารถบูรณาการเนื้อหาของวิชาอื่นเข้าไปได้ ผู้สอนก็จะจัดกิจกรรมการสอนหรือ การบูรณาการเนื้อหาสะเต็มศึกษาเข้าไปในรายวิชาและเนื้อหาวิชาที่ตนเองสามารถประยุกต์กิจกรรมหรือวิธีการสอนด้วยตัวผู้สอนเองคนเดียว ไม่เกี่ยวข้องกับครูผู้สอนวิชาอื่น เพียงนำแต่เนื้อหาวิชาที่จำเป็นต้องใช้เนื้อหาจากวิชาอื่นๆ บางส่วนเพื่อเพิ่มความเข้าใจ หรือ เสริมสร้างทักษะ ความสามารถในด้านอื่นๆ นอกเหนือจากในรายวิชาของตนเอง หรือ ในการจัดกิจกรรมที่เตรียมการไม่มากและสามารถจัดการได้โดยผู้สอนคนเดียว วิธีการนี้มีความสะดวกและส่วนใหญ่ โดยธรรมชาติของเนื้อหาวิชาด้านวิทยาศาสตร์ มักจะสามารถบูรณาการเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเข้าไปด้วยอยู่แล้วในตัว แต่วิธีการนี้ผู้สอนจะต้องมีความพร้อมทั้งในด้านเนื้อหาวิชาที่สอนและการจัดการบูรณาการรายวิชาอื่นๆเข้ามาร่วมในรายวิชาที่ตนเองสอน แต่ก็ยังไม่ใช่การบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เต็มรูปแบบ เพราะยังต้องจัดการและดำเนินการโดยครูประจำวิชาเพียงคนเดียว ในบางครั้งจะต้องมุ่งถ่ายทอดในเนื้อหาวิชาที่ตนเองสอนแต่มีความจำเป็นที่จะต้องบูรณาการเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาบางส่วนเข้าไปเพื่อเป็นส่วนประกอบและ เนื้อหาที่เกี่ยวข้องก็ไม่ลงรายละเอียดมาก เพราะเป็นการบูรณาการที่เชื่อมโยงเพียงเนื้อหาวิชาบางส่วน และเป็นการศึกษาเนื้อหาหรือจัดกิจกรรมเสริมเท่านั้น

1.1.2.2 การบูรณาการสะเต็มศึกษาข้ามสาขาวิชา ในลักษณะการจัดกิจกรรมวิชาการ หรือ ชุมนุมกิจกรรม คือ ใช้วิชาชมรม หรือ ช่วงเวลาที่เป็นวิชาเลือกโดยจัดให้นักเรียนที่มีความสนใจในกิจกรรมสะเต็มศึกษา เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมร่วมกับครู โดยรูปแบบนี้ จะเน้นให้นักเรียนและครูวางเป้าหมายของการจัดกิจกรรมคือการทำโครงงานย่อย โดยที่จะมีจำนวนนักเรียนที่จำกัดเข้าร่วมกิจกรรม และลักษณะผู้เรียนที่หลากหลาย ต่างระดับชั้นและต่างแผนการเรียนเข้ามาทำกิจกรรมร่วมกัน เนื่องจากการจัดการสอนในรูปแบบนี้ไม่มีการคิดหน่วยกิต เพราะเป็นรูปแบบของวิชาเลือกและกิจกรรมเสริม เวลาในการเตรียมการและโอกาสที่ผู้เรียนและครูผู้สอนจะร่วมกันวางแผนการจัดกิจกรรมมีน้อยมาก ส่วนใหญ่จะเป็นการร่วมกันทำกิจกรรมกลุ่มย่อย โดยใช้พื้นฐานความรู้ของผู้เรียนที่มีอยู่เดิม เข้ามาใช้ประยุกต์กับการจัดกิจกรรมง่ายๆ ไม่มีกระบวนการที่ซับซ้อน ด้วยข้อจำกัดต่างๆ และรูปแบบนี้ใช้ครูผู้รับผิดชอบ 1-2 คน ในการจัดการซึ่งอาจมีข้อจำกัดในด้านของการบูรณาการในเนื้อหาวิชาที่ต้องอาศัยความเข้มข้นของเนื้อหาวิชา หรือ รายละเอียดที่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญเข้ามาช่วยเหลือจึงทำให้ติดในเรื่องของการจัดกิจกรรมที่ต้องจัดในเรื่องที่ไม่ยากมาก และ ผู้เรียนทุกคนสามารถปฏิบัติร่วมกันได้ ส่วนมากในรูปแบบนี้จะใช้เป็นรูปแบบในการจัดโครงการนำร่องก่อนที่จะพัฒนาขึ้นไปสู่รูปแบบที่เป็นทางการมากขึ้น

1.2 สภาพการจัดการสอนสะเต็มศึกษา พบว่ามีหลายปัจจัยที่ต้องการการสนับสนุน และ แก้ไข แบ่งเป็น

1.2.1 นโยบายและหลักสูตรการศึกษา พบว่า โรงเรียนแต่ละแห่งไม่สามารถกำหนดทิศทางหรือรูปแบบการจัดการสอนสะเต็มศึกษาได้ เพราะไม่มีข้อมูลหรือความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการและไม่มีแนวทางที่ชัดเจนกำหนดมาให้ซึ่งมีความกังวลว่าเมื่อจัดการสอนไปแล้วจะทำให้กระทบกับการเรียนในรายวิชาอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเวลาเรียนที่ไม่เอื้ออำนวยในการจัดกิจกรรม

1.2.2 การบูรณาการร่วมกันในลักษณะต่างๆ เมื่อไม่มีหลักสูตรหรือการกำหนดนโยบายที่ชัดเจน จึงทำให้ไม่สามารถกำหนดการสอนหรือการจัดกิจกรรมได้ ทั้งในด้านของเวลาเรียน หน่วยกิต สถานที่และงบประมาณในการดำเนินการ หลายๆแห่งยังไม่ได้รับงบประมาณสนับสนุน หรือถ้าจะจัดการสอนต้องใช้งบประมาณของโรงเรียนเอง ซึ่งเป็นปัญหาต่อเนื่องที่ต้องได้รับการสนับสนุน

1.2.3 บุคลากรที่รับผิดชอบ เนื่องจากสะเต็มศึกษาเป็นเรื่องที่ใหม่และยังต้องอาศัยเวลาในการทำความเข้าใจและปรับตัว ครูผู้สอนมีภาระกิจที่ต้องรับผิดชอบมากอยู่แล้ว แต่หากต้องรับดำเนินการในส่วนนี้จะส่งผลกระทบต่องานประจำส่งผลทำให้เป็นการเพิ่มภาระ จึงไม่มีผู้จะเข้ามารับผิดชอบในส่วนนี้ ซึ่งควรทำความเข้าใจและกำหนดภาระงานให้ชัดเจนในด้านบุคลากร

1.2.4 การสนับสนุนจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ สถานศึกษาหลายแห่งจัดการสอนและจัดกิจกรรมด้วยตัวเอง โดยไม่ทราบว่าสิ่งที่กำลังดำเนินการอยู่นั้นถูกหรือไม่ เกิดความคลาดเคลื่อนในการจัดการสอนและไม่มีผู้ที่คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือ ซึ่งส่งผลในด้านต่างๆ ทั้งสถานที่ งบประมาณ บุคลากร และการอบรม พัฒนาครูซึ่งเป็นส่วนสำคัญในขับเคลื่อนสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของครูต่อการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

ตารางที่ 2.1 ผลการศึกษาความพึงพอใจของครูต่อการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

ข้อ	รายการ	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1.	การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง (การประเมินสถานศึกษา)	6	6	-	-	-
2.	การสร้างความรู้ความเข้าใจสะเต็มศึกษา(ก่อนสอน)	2	10	-	-	-
3.	การกำหนดลักษณะบทเรียน หรือกิจกรรมการสอนสะเต็มศึกษา (ความเข้าใจของครู ก่อนอบรมหรือศึกษาด้วยตนเอง)	-	6	6	-	-
4.	การออกแบบกิจกรรมการสอนสะเต็มศึกษา (ควาเข้าใจ และ การเตรียมการสอน/จัดกิจกรรม)	-	4	8	-	-
5.	การตรวจสอบบทเรียนสะเต็มศึกษา (ตรวจสอบโดย PLC/ผู้เชี่ยวชาญ)	6	6	-	-	-
6.	การทดลองใช้บทเรียนสะเต็มศึกษา (ทดลองกลุ่มเล็ก ก่อนสอนจริง ครั้งที่ 1)	12	-	-	-	-
7.	การปรับปรุงบทเรียน สะเต็มศึกษา (จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1)	2	4	6	-	-
8.	การทดลองใช้บทเรียนสะเต็มศึกษา (ทดลองกลุ่มใหญ่ ในการสอนจริง)	-	12	-	-	-
9.	การบันทึกผลการใช้บทเรียน สะเต็มศึกษา(จากการทดลองใช้ครั้งที่ 2)	12	-	-	-	-
10.	ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติตามวงรอบ	6	6	-	-	-
11.	การติดต่อสื่อสารผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือ Social Network	12	-	-	-	-
12.	ปัญหา อุปสรรค ในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ท่านพบ/เสนอแนะ	2	2	8	-	-

จากตารางที่ 2.1 พบว่า ความคิดเห็นของครูต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา มีดังนี้ 1) การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง(การประเมินสถานศึกษา) ในการจัดกิจกรรมสะเต็ม ส่วนมากอยู่ในระดับ มากที่สุด ร้อยละ 50 และ ระดับมาก ร้อยละ 50 2) การสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา (ก่อนสอน) ส่วนมากอยู่ในระดับมาก ร้อยละ 84 และ อยู่ในระดับ มากที่สุด ร้อยละ 16 3) การกำหนดลักษณะบทเรียนหรือกิจกรรมการสอนสะเต็มศึกษา (ความเข้าใจของครูก่อนรับการอบรมหรือศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง) ส่วนมากอยู่ในระดับ มาก ร้อยละ 50 และ ระดับปานกลาง ร้อยละ 50 4) การออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา(ความเข้าใจและการเตรียมการสอนหลังการอบรม หรือศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง) ส่วนมากอยู่ในระดับ ปานกลาง ร้อยละ 66 และ ระดับมาก ร้อยละ 34 5) การตรวจสอบบทเรียนสะเต็มศึกษา (ตรวจสอบด้วยกระบวนการ Lesson Study หรือ ผู้เชี่ยวชาญ 6) การทดลองใช้บทเรียนสะเต็มศึกษา (การทดลองกลุ่มเล็ก ก่อนสองจริงครั้งที่ 1) ส่วนมากอยู่ในระดับ มากที่สุด ร้อยละ 100 7) การปรับปรุงบทเรียนสะเต็มศึกษา(จากการทดลองใช้ ครั้งที่ 1) ส่วนมากอยู่ในระดับ ปานกลางร้อยละ 50 ระดับมากร้อยละ 33 และระดับมากที่สุด ร้อยละ 17 8) การทดลองใช้บทเรียนสะเต็มศึกษา (ทดลองกับผู้เรียนกลุ่มใหญ่ ในการสอนจริง)ส่วนมากอยู่ในระดับ มาก ร้อยละ 100 9) การบันทึกผลการใช้บทเรียนสะเต็มศึกษา (จากการทดลองใช้ ครั้งที่ 2) ส่วนมากอยู่ในระดับ มากที่สุด ร้อยละ 100 10) ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติตามวงรอบ ส่วนมากอยู่ในระดับ มากที่สุด ร้อยละ 50 และ ระดับมาก ร้อยละ 50 11) การติดต่อสื่อสารผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือ Social Network ส่วนมากอยู่ในระดับ มากที่สุด ร้อยละ 100 12) ปัญหา อุปสรรคในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ส่วนมากอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 68 และระดับมากที่สุด ร้อยละ 16 และ ระดับมาก ร้อยละ 16

ตารางที่ 2.2 ผลการประเมินความเห็นของครูต่อการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา(รายประเด็น)

ข้อ	รายการ	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน
1.	การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง (การประเมินสถานศึกษา)	4.5	0.54
2.	การสร้างความรู้ความเข้าใจสะเต็มศึกษา(ก่อนสอน)	4.2	0.40
3.	การกำหนดลักษณะบทเรียน หรือกิจกรรมการสอนสะเต็มศึกษา (ความเข้าใจของครู ก่อนอบรมหรือศึกษาด้วยตนเอง)	3.5	0.54
4.	การออกแบบกิจกรรมการสอนสะเต็มศึกษา (ความเข้าใจ และ การเตรียมการสอน/จัดกิจกรรม)	3.33	0.51
5.	การตรวจสอบบทเรียนสะเต็มศึกษา (ตรวจสอบโดย PLC/ผู้เชี่ยวชาญ)	4.5	0.54
6.	การทดลองใช้บทเรียนสะเต็มศึกษา (ทดลองกลุ่มเล็ก ก่อนสอนจริง ครั้งที่ 1)	5	0
7.	การปรับปรุงบทเรียน สะเต็มศึกษา (จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1)	3.66	0.81
8.	การทดลองใช้บทเรียนสะเต็มศึกษา (ทดลองกลุ่มใหญ่ ในการสอนจริง)	4	0
9.	การบันทึกผลการใช้บทเรียน สะเต็มศึกษา(จากการทดลองใช้ครั้งที่ 2)	5	0
10.	ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติตามวงรอบ	4.5	0.54
11.	การติดต่อสื่อสารผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือ Social Network	5	0
12.	ปัญหา อุปสรรค ในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ท่านพบ/เสนอแนะ	3.5	0.83
	รวม	4.64	0.39

จากตารางที่ 2.2 พบว่า ผลประเมินความเห็นของครูต่อการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา(รายประเด็น)

ในรายการที่ 1 ด้าน การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง(การประเมินสถานศึกษา)มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.54 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.54 รายการที่ 2 ด้านการสร้างความรู้ความเข้าใจสะเต็มศึกษา(ก่อนสอน) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.2 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.40 รายการที่ 3 การกำหนดลักษณะบทเรียนหรือกิจกรรมการสอนสะเต็มศึกษา(ความเข้าใจของครู ก่อนอบรมหรือศึกษาด้วยตนเอง) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.5 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.54 รายการที่ 4 การออกแบบกิจกรรมการสอนสะเต็มศึกษา (ความเข้าใจ และ การเตรียมการสอน/จัดกิจกรรม) มี่ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.66 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 1.36 รายการที่ 5 การตรวจสอบบทเรียนสะเต็มศึกษา (ตรวจสอบโดย PLC/ผู้เชี่ยวชาญ) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.5 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.54 รายการที่ 6 การทดลองใช้บทเรียนสะเต็มศึกษา(ทดลองกลุ่มเล็ก ก่อนสอนจริง ครั้งที่ 1) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.00 รายการที่ 7 การปรับปรุงบทเรียน สะเต็มศึกษา(จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.66 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.81 รายการที่ 8 การทดลองใช้บทเรียนสะเต็มศึกษา(ทดลองกลุ่มใหญ่ในการสอนจริง)มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.00 รายการที่ 9 การบันทึกผลการใช้บทเรียนสะเต็มศึกษา(จากการทดลองใช้ครั้งที่ 2) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.00 รายการที่ 10 ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติตามวงรอบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.5 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.54 รายการที่ 11 การติดต่อสื่อสารผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือ Social Network มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.00 และรายการสุดท้ายรายการที่ 12 ปัญหาอุปสรรค ในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ท่านพบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.5 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.83 ความพึงพอใจโดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.64 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวม 0.39 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบฯ

ตารางที่ 3.1 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบฯ

ข้อ	รายการ	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1.	การเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา	1	8	2	-	-
2.	ปัญหา อุปสรรค ที่มีต่อการเรียนโดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษา	-	3	5	2	1
3.	ความรู้สึกที่มีต่อการเรียนในรูปแบบสะเต็มศึกษา	5	3	3	-	-
4.	ประโยชน์ คุณค่า ต่อการเรียนในรูปแบบสะเต็มศึกษา	6	5	-	-	-
5.	ความรู้ ความสามารถที่ได้หลังจากเรียนโดยรูปแบบฯนี้	2	9	-	-	-
6.	ความพร้อมของการเตรียมการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา	2	9	-	-	-
7.	การปรับตัว การแก้ไขปัญหา ต่อการเรียนรูปแบบฯ นี้	1	9	1	-	-
8.	ความแตกต่างเมื่อเทียบกับวิชาอื่นๆ	6	5	-	-	-
9.	การบันทึกวีดีโอขณะเรียน หรือสังเกตการณ์สอน-ทำกิจกรรม	7	4	-	-	-
10.	ความพึงพอใจโดยรวม ต่อการเรียนรูปแบบฯนี้	6	5	-	-	-

จากตารางที่ 3.1 ผลของการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อรูปแบบฯ พบว่า ข้อที่ 1) การเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ส่วนมากอยู่ในระดับมาก มากที่สุดร้อยละ 72 ระดับปานกลาง ร้อยละ 18 และ ระดับมากที่สุดร้อยละ 10 ข้อที่ 2) ปัญหา อุปสรรค ที่มีต่อการเรียนโดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษา ส่วนมากอยู่นระดับ ปานกลาง มากที่สุด ร้อยละ 45 ระดับมาก ร้อยละ 27 ระดับน้อย ร้อยละ 18 และ ระดับน้อยที่สุด ร้อยละ 10 ข้อที่ 3) ความรู้สึกที่มีต่อการเรียนในรูปแบบสะเต็มศึกษา ส่วนมาก อยู่ในระดับมากที่สุด ร้อยละ 46 รองลงมาอยู่ในระดับมาก ร้อยละ 27 และ ระดับปานกลาง ร้อยละ 27 ข้อที่ 4) ประโยชน์ คุณค่า ต่อการเรียนในรูปแบบสะเต็มศึกษา ส่วนมากอยู่ในระดับ มากที่สุด ร้อยละ 55 และ ระดับมาก ร้อยละ 45 ข้อที่ 5 ความรู้ ความสามารถที่ได้หลังจากเรียนโดยรูปแบบฯนี้ ส่วนมากอยู่ในระดับ มาก ร้อยละ 81 และ ระดับมากที่สุด ร้อยละ 19 ข้อที่ 6 ความพร้อมของการเตรียมการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ส่วนมากอยู่ในระดับ มาก ร้อยละ 81 และ ระดับมากที่สุด ร้อยละ 19 ข้อ 7) การปรับตัว การแก้ไขปัญหา ต่อการเรียนรูปแบบฯ นี้ ส่วนมากอยู่ในระดับ มาก ร้อยละ 82 รองลงมา คือ ระดับ มากที่สุด ร้อยละ 9 และ ระดับ ปานกลาง ร้อยละ 9 ข้อที่ 8) ความแตกต่างเมื่อเทียบกับวิชาอื่นๆ ส่วนมากอยู่ในระดับ มากที่สุด ร้อยละ 55 และ ระดับมาก ร้อยละ 45 ข้อที่ 9 การบันทึกวีดีโอขณะเรียน หรือ สังเกตการณ์สอน-ทำกิจกรรม ส่วนมากอยู่ในระดับ มากที่สุด ร้อยละ 64 และ ระดับมาก ร้อยละ 36 และ รายการสุดท้าย ข้อที่ 10) ความพึงพอใจโดยรวม ต่อการเรียนรูปแบบฯนี้ ส่วนมากอยู่ในระดับมากที่สุด ร้อยละ 55 และ ระดับมาก ร้อยละ 45

ตารางที่ 3.2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบฯ (แยกรายประเด็น)

ข้อ	รายการ	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน
1.	การเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา	3.90	0.53
2.	ปัญหา อุปสรรค ที่มีต่อการเรียนโดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษา	2.90	0.94
3.	ความรู้สึกที่มีต่อการเรียนในรูปแบบ สะเต็มศึกษา	4.18	0.87
4.	ประโยชน์ คุณค่า ต่อการเรียนในรูปแบบสะเต็มศึกษา	4.54	0.52
5.	ความรู้ ความสามารถที่ได้หลังจากเรียนโดยรูปแบบฯนี้	4.18	0.40
6.	ความพร้อมของการเตรียมการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา	4.18	0.40
7.	การปรับตัว การแก้ไขปัญหา ต่อการเรียนรูปแบบฯ นี้	4	0.44
8.	ความแตกต่างเมื่อเทียบกับวิชาอื่นๆ	4.18	0.40
9.	การบันทึกวีดีโอขณะเรียน หรือ สังเกตการณ์สอน-ทำกิจกรรม	4.63	0.50
10.	ความพึงพอใจโดยรวม ต่อการเรียนรูปแบบฯนี้	4.18	0.40
	รวม	4.1	0.54

จากตารางที่ 3.2 พบว่า ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบฯ (แยกรายประเด็น) ในรายการที่ 1 ด้าน การเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.90 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.53 รายการที่ 2 ด้านปัญหา อุปสรรค ที่มีต่อการเรียนโดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษา มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.90 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.94 รายการที่ 3 ความรู้สึกที่มีต่อการเรียนในรูปแบบสะเต็มศึกษา มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.18 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.87 รายการที่ 4 ประโยชน์ คุณค่าต่อการเรียนในรูปแบบสะเต็มศึกษา มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.54 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.52 รายการที่ 5 ความรู้ ความสามารถที่ได้หลังจากเรียนโดยรูปแบบฯนี้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.18 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.40 รายการที่ 6 ความพร้อมของการเตรียมการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.18 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.40 รายการที่ 7 การปรับตัว การแก้ไขปัญหาต่อการเรียนรูปแบบฯ นี้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.44 รายการที่ 8 การปรับตัว การแก้ไขปัญหา ต่อการเรียนรูปแบบฯ นี้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.44 รายการที่ 9 การบันทึกวีดีโอขณะเรียน หรือ สังเกตการณ์สอน-ทำกิจกรรม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.63 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.50 รายการที่ 10 ความพึงพอใจโดยรวม ต่อการเรียนรูปแบบฯ นี้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.18 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.40 อยู่ในเกณฑ์ ดี

ตอนที่ 4 รูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถในการออกแบบบทเรียน STEM Education มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางวิเคราะห์ขั้นตอน รูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถในการออกแบบบทเรียน STEM Education

ขั้น	ปัจจัยนำเข้า	กระบวนการ	ผลลัพธ์
1.	**ขั้นการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง**		
	1.1 ครูเดี่ยว/กลุ่มครูผู้สนใจ	- ดำเนินการด้วยตนเอง ผ่านการศึกษาจากเอกสาร คู่มือ อบรม สัมมนา	- ได้แนวคิดและหลักการ STEM Education
	1.2 ผู้บริหาร-โรงเรียนที่สนใจ	- จัดตั้งคณะทำงาน - ทำโครงการ - กำหนดกลยุทธ์การขับเคลื่อน - ดำเนินการ จัดอบรมเชิงปฏิบัติการ-สัมมนา	- ได้ทีมงานรับผิดชอบ - ได้แผนการปฏิบัติงาน - ดำเนินการตามแผน - ได้แนวคิดและหลักการ STEM Education (จากการอบรมเชิงปฏิบัติการ)
2.	**ขั้นการศึกษา เรียนรู้ เข้าใจ STEM Education**	หัวข้อที่ต้องศึกษา - ความหมายของ STEM - ลักษณะของบทเรียน STEM - ประโยชน์ของ STEM - หลักวิศวกรรม - การออกแบบบทเรียน STEM - การประยุกต์ใช้ STEM	- องค์ความรู้เกี่ยวกับ STEM - ตัวอย่างบทเรียน STEM - การนำบทเรียนไปใช้ในการสอน/จัดกิจกรรม
3.	**ขั้นกำหนดลักษณะบทเรียน STEM Education** (ทั้งศึกษาด้วยตัวเองและผ่านการอบรม)	- Problem Based Learning(ปัญหาเป็นฐาน) - Project Based Learning (โครงงานเป็นเป็นฐาน) - Research Based Project Learning(การเรียนรู้จากโครงงานฐานการวิจัย)	- ได้ลักษณะบทเรียนรูปแบบต่างๆ **(หากครูทราบวิธีการ เข้าใจหลักการ ข้ามไปขั้นตอนที่ 5)**

ตารางที่ 4.1 ตารางวิเคราะห์ขั้นตอน รูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถในการออกแบบบทเรียน STEM Education(ต่อ)

ขั้น	ปัจจัยนำเข้า	กระบวนการ	ผลลัพธ์
4.	**ขั้นการได้บทเรียน STEM Education**	- Problem Based Learning(ปัญหาเป็นฐาน) **เฉพาะออกแบบชิ้นงาน** - Project Based Learning (โครงงานเป็นเป็นฐาน) **ออกแบบและสร้างชิ้นงาน** - Research Based Project Learning(การเรียนรู้จากโครงงานฐานการวิจัย) **วิเคราะห์การทำงาน**	- ครูเข้าใจบทเรียนลักษณะต่างๆ - ได้บทเรียน STEM Education **(ครูสามารถออกแบบบทเรียนได้หลังการฝึกอบรม)**
5.	**ขั้นตรวจสอบบทเรียน STEM Education**	- ทีมวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ วิพากษ์ ให้คำแนะนำ(ณ หลังการอบรม) - ทีมวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ วิพากษ์ ให้คำแนะนำ(โดยใช้ Social Network)	- ครูแก้ไข ปรับปรุง บทเรียนที่ผ่านการแนะนำ - ได้บทเรียนที่พร้อมนำไปทดลองใช้(ครั้งที่ 1)
6.	**ขั้นทดลองใช้บทเรียน (ครั้งที่ 1)**	- นำบทเรียนไปใช้สอน/จัดกิจกรรม(ครั้งที่ 1) - ทดสอบก่อนเรียน(ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน) - สอน/จัดกิจกรรมตามแผน - ทดสอบหลังเรียน (วัดผลด้านความรู้-เข้าใจ-การปฏิบัติ) - ทีมวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ สังเกตการสอน ณ โรงเรียน ขณะทำการสอน นิเทศ ประเมิน - ทีมวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ สังเกตการสอน ผ่านการบันทึกผลสอน(VDO Clip) นิเทศ ประเมิน(ผ่าน Social Network)	- ผลการทดลองใช้บทเรียน(ครั้งที่ 1) - ผลการทดสอบก่อนเรียน - ร่องรอยการจัดกิจกรรมการสอน VDO Clip,ภาพถ่าย,ผลการนิเทศ - ผลการทดสอบหลังเรียน - ข้อเสนอแนะ จากทีมวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ จากการสังเกตการสอน ณ โรงเรียน - ข้อเสนอแนะ จากทีมวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ - ผ่านการบันทึกผลสอนจาก VDO Clip (ผ่าน Social Network)

ตารางที่ 4.1 ตารางวิเคราะห์ขั้นตอน รูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถในการออกแบบบทเรียน STEM Education(ต่อ)

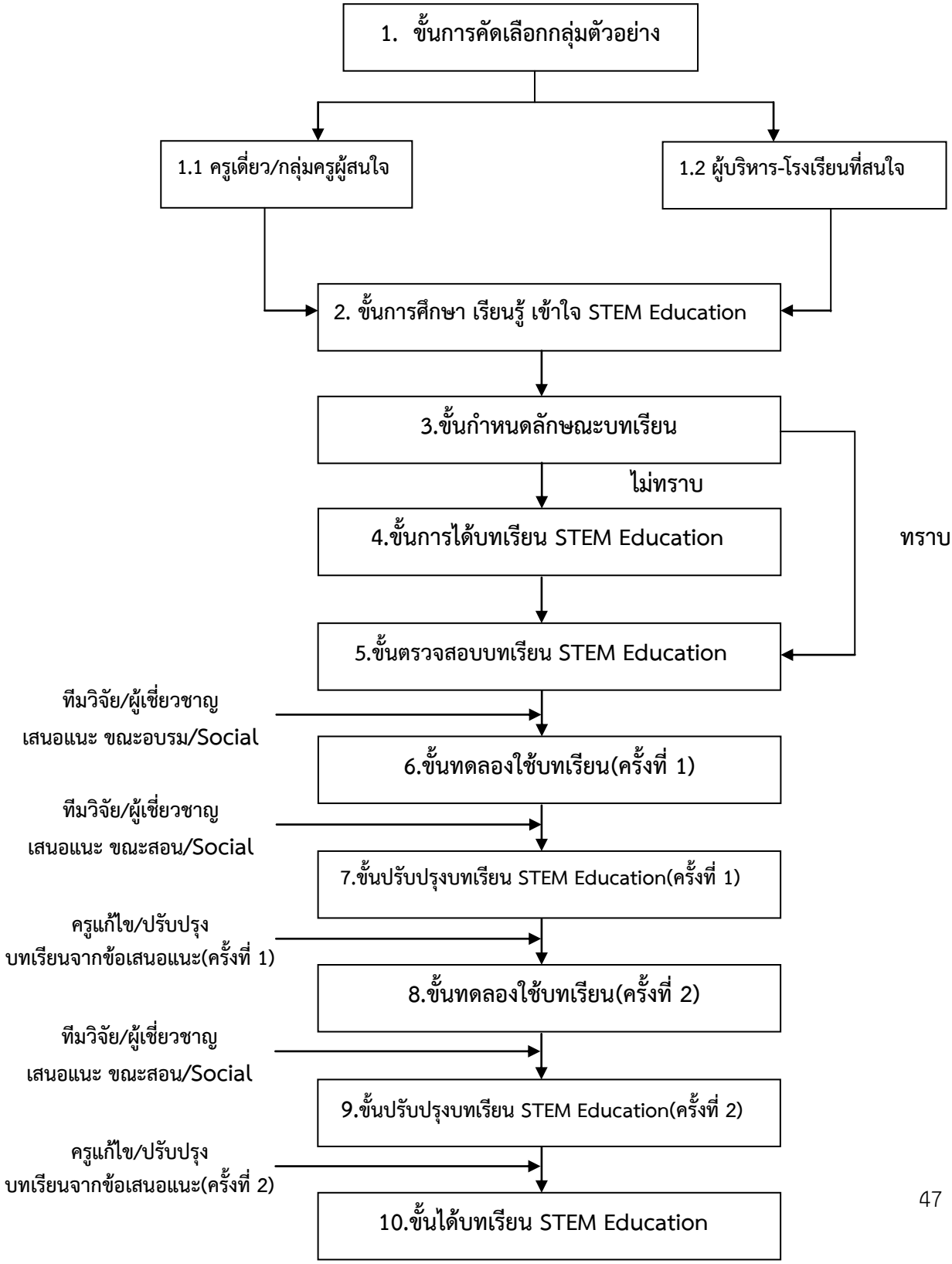
ขั้น	ปัจจัยนำเข้า	กระบวนการ	ผลลัพธ์
7.	**ขั้นปรับปรุงบทเรียน STEM Education(จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1)**	- ครู ปรับปรุง แก้ไข จากข้อเสนอแนะ ของทีมวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ จากการสังเกตการสอน ณ โรงเรียน - ครู ปรับปรุง แก้ไข จากข้อเสนอแนะ จากทีมวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ - ผ่านการบันทึกผลสอน จาก VDO Clip (ผ่าน Social Network)	- บทเรียน STEM Education **(ที่ได้รับการปรับปรุง แก้ไข พร้อมนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2)**
8.	**ขั้นทดลองใช้บทเรียน (ครั้งที่ 2)**	- นำบทเรียนไปใช้สอน/จัดกิจกรรม(ครั้งที่ 2) - ทดสอบก่อนเรียน(ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน) - สอน/จัดกิจกรรมตามแผน - ทดสอบหลังเรียน (วัดผลด้านความรู้-เข้าใจ-การปฏิบัติ) - ทีมวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ สังเกตการสอน ณ โรงเรียน ขณะทำการสอน นิเทศ ประเมิน - ทีมวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ สังเกตการสอน ผ่านการบันทึกผลสอน(VDO Clip) นิเทศ ประเมิน(ผ่าน Social Network)	- ผลการทดลองใช้บทเรียน(ครั้งที่ 2) - ผลการทดสอบก่อนเรียน - ร่องรอยการจัดกิจกรรมการสอน VDO Clip,ภาพถ่าย,ผลการนิเทศ - ผลการทดสอบหลังเรียน - ข้อเสนอแนะ จากทีมวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ จากการสังเกตการสอน ณ โรงเรียน - ข้อเสนอแนะ จากทีมวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ จากการสังเกตการสอน ณ โรงเรียน - ผ่านการบันทึกผลสอน จาก VDO Clip (ผ่าน Social Network)

ตารางที่ 4.1 ตารางวิเคราะห์ขั้นตอน รูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถในการออกแบบบทเรียน STEM Education(ต่อ)

ขั้น	ปัจจัยนำเข้า	กระบวนการ	ผลลัพธ์
9.	**ขั้นปรับปรุงบทเรียน STEM Education(จากการทดลองใช้ครั้งที่ 2)**	- ครู ปรับปรุง แก้ไข จากข้อเสนอแนะ ของทีมวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ จากการสังเกตการสอน ณ โรงเรียน - ครู ปรับปรุง แก้ไข จากข้อเสนอแนะ จากทีมวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ - ผ่านการบันทึกผลสอน จาก VDO Clip (ผ่าน Social Network)	- บทเรียน STEM Education **(ที่ได้รับการปรับปรุง แก้ไข จากการทดลองใช้ครั้งที่ 2)**
10.	**ขั้นได้บทเรียน STEM Education ที่มีความสมบูรณ์ (จากการทดลองใช้ และปรับปรุง 2 ครั้ง)**	บทเรียนที่มีความสมบูรณ์ - จากการตรวจสอบของทีมวิจัย และ ผู้เชี่ยวชาญ (จากการเสนอแนะ และปรับปรุง 2 ครั้ง) - ผลสัมฤทธิ์(จากแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน) - ความพึงพอใจครู/นักเรียน (จากแบบประเมิน)	- **“คู่มือ/ชุดการจัดกิจกรรม STEM Education”**

ภาพที่ 3 แผนผังขั้นตอน รูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถ

ในการออกแบบบทเรียน STEM Education



ตอนที่ 5 สรุปบทเรียนสะเต็มศึกษาที่ได้ระหว่างการพัฒนารูปแบบฯ มีดังนี้

5.1 บทเรียนสะเต็มศึกษาที่ได้ทั้งหมดจำนวน 20 เรื่อง ดังรายชื่อต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงจำนวนบทเรียนสะเต็มศึกษาที่ได้ระหว่างการพัฒนารูปแบบฯ

ลำดับ	ชื่อบทเรียน	โรงเรียนที่ออกแบบ
1	จรวดขวดน้ำ	ชิตใจชื่น
2	รถพลังยาง	ชิตใจชื่น
3	พีระมิด	ชิตใจชื่น
4	ปรัชญาบีม	บ้านนา
5	การออกแบบวงจรควบคุมหุ่นยนต์บีม	บ้านนา
6	การเขียนโปรแกรมเพื่อบังคับหุ่นยนต์บีม	บ้านนา
7	การออกแบบหุ่นยนต์บีม	บ้านนา
8	การสร้างหุ่นยนต์บีม	บ้านนา
9	หุ่นยนต์แมวไล่นก	สามโคก
10	ชุบโลหะด้วยไฟฟ้า	สามโคก
11	ออกแบบหุ่นยนต์	สามโคก
12	เครื่องนับนักเรียนเข้าออกห้องสมุด	สามโคก
13	เซตระบบไฟฟ้า	สามโคก
14	พัดลมอัตโนมัติ	สามโคก
15	เฮลิคอปเตอร์	มาบตาพุด
16	รถยางยืด	มาบตาพุด
17	แท่นรับน้ำหนัก	มาบตาพุด
18	เกมส์ PPT	มาบตาพุด
19	ออกแบบเว็บเพจ	มาบตาพุด
20	ออกแบบรูปทรง	มาบตาพุด

5.2 ผลประเมินคุณภาพบทเรียนสะเต็มศึกษาที่ได้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีดังนี้

ตารางที่ 5.2 **แสดงผลประเมินคุณภาพบทเรียนสะเต็มศึกษาที่ได้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ระหว่างการพัฒนารูปแบบฯ**

ลำดับ	ชื่อบทเรียน	โรงเรียนที่ออกแบบ	ระดับคุณภาพ
1	จรวดขวดน้ำ	ชิตใจชื่น	พอใช้
2	รถพลังยาง	ชิตใจชื่น	พอใช้
3	พีระมิด	ชิตใจชื่น	พอใช้
4	ปรัชญาบีม	บ้านนา	พอใช้
5	การออกแบบวงจรควบคุมหุ่นยนต์บีม	บ้านนา	ดี
6	การเขียนโปรแกรมเพื่อบังคับหุ่นยนต์บีม	บ้านนา	ดี
7	การออกแบบหุ่นยนต์บีม	บ้านนา	พอใช้
8	การสร้างหุ่นยนต์บีม	บ้านนา	พอใช้
9	หุ่นยนต์แมวไล่นก	สามโคก	พอใช้
10	ชุบโลหะด้วยไฟฟ้า	สามโคก	พอใช้
11	ออกแบบหุ่นยนต์	สามโคก	พอใช้
12	เครื่องนับนักเรียนเข้าออกห้องสมุด	สามโคก	พอใช้
13	เซตระบบไฟฟ้า	สามโคก	พอใช้
14	พัดลมอัตโนมัติ	สามโคก	พอใช้
15	เฮลิคอปเตอร์	มาบตาพุด	ดี
16	รถยางยืด	มาบตาพุด	พอใช้
17	แท่นรับน้ำหนัก	มาบตาพุด	พอใช้
18	เกมส์ PPT	มาบตาพุด	พอใช้
19	ออกแบบเว็บเพจ	มาบตาพุด	พอใช้
20	ออกแบบรูปทรง	มาบตาพุด	พอใช้

4)สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ผลจากการวิจัย สรุปได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา โดยการรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอน สถานศึกษาที่เป็นศูนย์สะเต็มศึกษา ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อศึกษาข้อมูลการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ได้ผลดังนี้

1.1 รูปแบบการจัดการสอนสะเต็มศึกษา จากการเก็บข้อมูลจากโรงเรียนศูนย์สะเต็มศึกษา ในกลุ่มตัวอย่างพบว่า รูปแบบการจัดการสอนสะเต็มศึกษาที่ทำการจัดการสอนนั้นแบ่งเป็น 2 รูปแบบ และ 3 ลักษณะ ดังนี้

1.1.1 รูปแบบการสอนสะเต็มศึกษาที่เป็นทางการ คือ การกำหนดให้มีวิชาสะเต็มในหลักสูตรการเรียนในระดับชั้น กล่าวคือ จัดให้มีการสอนสะเต็มเป็นรายวิชาบังคับที่คิดหน่วยกิต ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะใช้วิชาโครงงาน เป็นรายวิชาสะเต็ม จำนวน 1 หน่วยกิต เรียนสัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง

1.1.2 รูปแบบการสะเต็มศึกษาที่ไม่เป็นทางการ สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1**.1.2.1 การบูรณาการสะเต็มศึกษาในรายวิชา** คือ ผู้สอนที่สอนในรายวิชาใด วิชาหนึ่ง คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ เมื่อถึงเนื้อหาวิชาที่สามารถบูรณาการเนื้อหาของวิชาอื่นเข้าไปได้ ผู้สอนก็จะจัดกิจกรรมการสอนหรือ การบูรณาการเนื้อหาสะเต็มศึกษาเข้าไปในรายวิชา และเนื้อหาวิชาที่ตนเองสามารถประยุกต์กิจกรรมหรือวิธีการสอนด้วยตัวผู้สอนเองคนเดียว ไม่เกี่ยวข้องกับครูผู้สอนวิชาอื่น

1.1.2.2 การบูรณาการสะเต็มศึกษาข้ามสาขาวิชา ในลักษณะการจัดกิจกรรมวิชาการ หรือ ชุมนุมกิจกรรม คือ ใช้วิชาชมรม หรือ ช่วงเวลาที่เป็นวิชาเลือกโดยจัดให้นักเรียนที่มีความสนใจในกิจกรรมสะเต็มศึกษา เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมร่วมกับครู

2. ผลการศึกษา ความพึงพอใจ ของครูต่อ การจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ภาพรวมทั้ง 12 ด้าน ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบฯ ภาพรวมทั้ง 10 ด้าน ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54

4. รูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถในการออกแบบบทเรียน STEM Education ประกอบไปด้วย 10 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง 2) ขั้นการศึกษาเรียนรู้ เข้าใจ STEM Education 3) ขั้นกำหนดลักษณะบทเรียน STEM Education 4)ขั้นการได้บทเรียน STEM Education 5)ขั้นตรวจสอบบทเรียน STEM Education 6) ขั้นทดลองใช้บทเรียน (ครั้งที่ 1) 7)ขั้นปรับปรุงบทเรียน STEM Education(จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1) 8)ขั้นทดลองใช้

บทเรียน (ครั้งที่ 2) 9) ขั้นปรับปรุงบทเรียน STEM Education(จากการทดลองใช้ครั้งที่ 2) และ 10) ขั้นได้บทเรียน STEM Education ที่มีความสมบูรณ์(จากการทดลองใช้ และ ปรับปรุง 2 ครั้ง)

5. จำนวนบทเรียนสะเต็มศึกษาที่ได้ระหว่างการพัฒนารูปแบบฯ จากกลุ่มตัวอย่าง 4 โรงเรียน ได้บทเรียนทั้งหมด 20 บทเรียน และ ภาพรวมของบทเรียนจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในเกณฑ์ พอใช้

อภิปรายผลการวิจัย

1. **ผลการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา** สามารถสรุปได้ คือ มีการจัดการศึกษา ใน 2 รูปแบบ 3 ลักษณะ คือ การจัดในรูปแบบที่เป็นทางการ โดย จัดเป็นหลักสูตรหรือรายวิชาโดยเรียนแบบนับหน่วยกิต และ การจัดในรูปแบบไม่เป็นทางการโดย จัดในลักษณะการบูรณาการโดยผู้สอนคนเดียว และ การบูรณาการข้ามสาขาวิชาโดยร่วมกับวิชาอื่นในลักษณะ ชุมนุม หรือ ชมรม จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่า การจัดการศึกษายังไม่มีรูปแบบที่ชัดเจน นั่นคือ ยังไม่มีหลักสูตร หรือเนื้อหาการเรียนที่ทำให้สถานศึกษา สามารถนำไปเป็นแนวปฏิบัติได้ ซึ่งแต่ละแห่งจัดกิจกรรมแบบที่เอื้อต่อสภาพแวดล้อม ผู้เรียน และงบประมาณของแต่ละแห่ง จึงทำให้ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรโดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงเรียนขนาดเล็ก

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจของครูต่อการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา จากผลศึกษาอาจเป็นเพราะ การที่ครูได้นำแนวการจัดการสอนตามรูปแบบฯ ไปพัฒนาบทเรียนสะเต็มศึกษาของตนเอง และนำไปจัดกิจกรรมการสอนทำให้เกิดความเข้าใจ และ การเตรียมความพร้อมที่ดีในการจัดกิจกรรม และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เช่น

- ผู้บริหาร ครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้ หรือ นโยบายและ สถานที่อะไ รต่างๆ ล้วนมีผลกับการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา
- การอบรมให้ความรู้กับผู้สอนก่อนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีความสำคัญอย่างมาก
- บุคคลภายนอกที่มีประสบการณ์ หรือ มีความรู้ในด้านสะเต็มศึกษา จะทำเรื่องง่ายให้เป็นเรื่องยาก บางทีครูความรู้ไม่ถึง คิดตั้งนานแต่พอผู้มีความรู้แนะนำ ใช้เวลาไม่ถึง 5 นาที
- ควรมีการทดลองใช้บทเรียนสะเต็มศึกษาก่อนการนำไปทดลองจริงกับนักเรียน และควรมีผู้ทรงคุณวุฒิ หรือ วิศวกร ช่วยชี้แนะในการออกแบบบทเรียนสะเต็มศึกษา
- การจัดคาบสอน และเวลาที่ใชในการจัดกิจกรรม ควรเพิ่มมากยิ่งขึ้น และให้ต่อเนื่องกันไม่แยกช่วงเวลา เช่น ภาคทฤษฎี 1 ชั่วโมง และ ไปจัดภาคปฏิบัติ แยกอีก 1 ชั่วโมง
- ลักษณะผู้เรียนที่สังเกต หากเป็นนักเรียนสายวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ จะใชเวลาในการคิด วางแผน ออกแบบเป็นเวลานาน และไม่ค่อยหล้าลงมือปฏิบัติ ซึ่งจะส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม และส่วนใหญ่ ไม่เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ ซึ่งต่างจากนักเรียนในสายศิลปะ หรือภาษาที่จะไม่ใช้เวลาในการออกแบบหรือวางแผนมากนัก แต่จะทดลองนำเอาอุปกรณ์มาต่อ มาลองผิดลองถูกจนสำเร็จมากกว่า โดยไม่คำนึงถึงทฤษฎี หรือ สิ่งที่จะตามมาว่าได้หรือไม่ได้ คือจะมุ่งหน้าทำอย่างเดียว

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบฯ จากผลการศึกษาอาจเป็นเพราะ การที่ผู้สอนมีความเข้าใจ และ ได้ในแนวทางการจัดการสอนตามรูปแบบฯ ไปพัฒนาบทเรียนสะเต็มศึกษา และนำไปจัดกิจกรรมการสอนกับผู้เรียนจนทำให้เกิดผลสำเร็จในการจัดกิจกรรม

- การเรียนแบบนี้ได้ใช้ความคิดทีเป็นระบบ มีการช่วยกันออกความคิดเห็นในการทำงาน แม้จะไม่เห็นด้วยกันในบางประเด็น ก็จะต้องพยายามหาเหตุผล หรือ ความรู้ที่มาแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกัน
- วิชานี้ได้ฝึกทำ ฝึกปฏิบัติ ทำให้เกิดทักษะ นอกเหนือจากการเรียนทฤษฎี ในการออกแบบบางครั้งผลมันออกมาไม่เป็นไปตามที่วางแผนไว้ ก็ทำให้มีประสบการณ์ สามารถแก้ไขปัญหาในการเรียนครั้งต่อไปได้
- บางครั้งก็ไม่เข้าใจ เพราะเนื้อหาค่อนข้างยาก และเวลาในการทำกิจกรรมมีน้อย แต่เป็นคาบที่ใกล้เลิกเรียน ทำให้ต้องเรียนต่อในช่วงเวลาเลิกเรียนบางครั้งกว่าจะเสร็จก็เย็นมาก เพราะต้องการจะมำให้เสร็จ แก้ไขปัญหาที่เกดขึ้นให้ได้
- เวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอ เพราะกว่าจะเตรียมอุปกรณ์และออกแบบ ถึงปฏิบัติก็หมดเวลาแล้ว ในบางกิจกรรมก้ต้องเร่งเพราะกลัวไม่ทันเวลา
- เวลาปฏิบัติมีปัญหาอย่างเช่น เวลาทากาว กาวไม่แห้ง กว่าจะแห้งใช้เวลานานมาก และทำให้ไม่เสร็จ หรือต้องรีบทดลองทั้งๆที่กาวยังไม่แห้งทำให้อุปกรณ์หลุด หรือการบัดกรี ต่อวงจรไม่เคยทำมาก่อนทำให้บัดกรีไม่ติด วงจรไม่ทำงาน
- การเรียนแบบนี้สนุก และไม่น่าเบื่อ อยากให้ทุกวิชามีกิจกรรมแบบนี้เพราะทำให้เราลงได้ลงมือปฏิบัติจริงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

4. รูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถในการออกแบบบทเรียน STEM Education จากผลการศึกษาอาจเป็นเพราะ การใช้รูปแบบฯที่พัฒนาขึ้น ได้อาศัยหลักการวิจัยแบบกระบวนการศึกษาบทเรียน(Lesson Study) และ การติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ (Social Network) ซึ่งทำให้กระบวนการติดตามผล และ การประเมินผลระหว่างการทำวิจัยและพัฒนารูปแบบฯ ได้ผลเป็นอย่างดี แม้จะต้องใช้เวลานานแต่วิธีการตามรูปแบบฯ ถือว่าเหมาะสมและสามารถนำไปปรับใช้กับสถานศึกษาได้เป็นอย่างดี

5. จำนวนบทเรียนสะเต็มศึกษาที่ได้ระหว่างการพัฒนารูปแบบฯ จากผลการศึกษาสถานศึกษาที่ตอบรับเข้าร่วมโครงการ มีจำนวนมากแต่ประสบปัญหาในการดำเนินการวิจัย ทำให้ส่งผลต่อจำนวนบทเรียนที่ได้ และ กระบวนการพัฒนารูปแบบจำเป็นต้องอาศัยเวลา และการดำเนินการเป็นเวลานาน อาจเป็นเพราะเวลาเปิด-ปิด ภาคการศึกษาของสถานศึกษาในระดับมัธยมศึกษา และ ระดับมหาวิทยาลัยไม่ตรงกันส่งผลให้คณะผู้วิจัยมีความจำเป็นต้องเลื่อนแผนการดำเนินการ และ บุคลากรด้านสะเต็มศึกษา เช่น วิศวกร ช่างเทคนิค หรือ สาขาอาชีพอื่นๆที่เกี่ยวข้องยังมีจำนวนไม่มาก ซึ่งบุคลากรเหล่านี้จะต้องเข้ามามีบทบาทกับกระบวนการออกแบบและพัฒนาบทเรียนสะเต็มศึกษา เป็นอย่างยิ่ง

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่เสนอไปแล้วนั้น คณะผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การนำรูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถด้านการออกแบบบทเรียน STEM Education โดยการศึกษาบทเรียนและเครือข่ายออนไลน์ควรมีการประยุกต์รูปแบบให้เหมาะสมกับบริบทของแต่ละโรงเรียน

2. การออกแบบการเรียนการสอนตามรูปแบบ การนำไปใช้ควรพิจารณาตามเนื้อหาการเรียนการสอนและประสบการณ์ของผู้เรียน ทั้งนี้ผู้สอนจะ ต้องใช้กระบวนการศึกษาบทเรียน และการใช้เครือข่ายชุมชนพัฒนาวิชาชีพในการดำเนินการจึงจะมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. สถานศึกษาควรประเมินความพร้อมในทุกระดับ ตั้งแต่ ผู้บริหาร นโยบาย บุคลากร สถานที่ และงบประมาณ เพื่อตอบสนองต่อการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาเนื่องจากต้องเอื้อต่อทุกๆฝ่าย และลดปัญหาที่เกิดขึ้น

2. การจัดทำหลักสูตรแกนกลางในด้านที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาและกำหนดตัวชี้วัด ด้านสาระการเรียนรู้และการประเมินผลที่ชัดเจน จะทำให้สถานศึกษาสามารถนำไปจัดกิจกรรมหรือรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาได้อย่างสะดวก

3. ควรมีการพัฒนารูปแบบการ จัดกิจกรรมสะเต็มศึ กษาแบบบูรณาการกับสาระการเรียนสาระอื่นๆในสถานศึกษาต่อไป ตามบริบทที่เหมาะสมกับแต่ละที่

5)ผลผลิต(Output)

5.1 ผลงานนำเสนองานวิจัยระดับนานาชาติและผลงานตีพิมพ์

Artnarong Manosuttirit(2016). ***A Study of STEM Education in Thai High School.*** Oral Presentation in International Conference on STEM Education(iSTEM Ed 2016)6-8 July 2016, Pattaya, Chonburi , Thailand.

Artnarong Manosuttirit(2016).***A Study of Teaching STEM Education in Thai High School***. Thammasart International Journal of Science and Technology. Vol 21 No.5

5.2 การจดสิทธิบัตร

- ไม่มี-

5.3 ผลงานเชิงพาณิชย์

- ไม่มี-

5.4 ผลงานเชิงสาธารณะ

ได้แนวทางการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา จำนวน 20 เรื่อง สำหรับสถานศึกษา และ ผู้บริหาร ครู บุคลากรทางการศึกษาที่สนใจ หรือ บุคคลทั่วไปที่สนใจ ซึ่งจะเผยแพร่แนวทางกิจกรรมสะเต็มศึกษาในรูปแบบออนไลน์

รายงานสรุปการเงิน

เลขที่โครงการระบบบริหารงานวิจัย (NRMS 13 หลัก) ๒๕๕๘A๑๐๘๐๒๐๒๖

สัญญาเลขที่ 131/2558

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล(งบประมาณแผ่นดิน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

มหาวิทยาลัยบูรพา

ชื่อโครงการ รูปแบบการพัฒนาครูมัธยมศึกษาให้มีความสามารถด้านการออกแบบบทเรียน STEM Education โดยการศึกษาบทเรียนและเครือข่ายสังคมออนไลน์

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้ได้รับทุน ดร.อาจณรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์

รายงานในช่วงต้นตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน 2558 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2558

ระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี 6 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2557 ถึง 31 มีนาคม 2560

จำนวนเงินที่ได้รับ

งวดที่ 1(50%)	258,000	บาท	เมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2558
งวดที่ 2 (40%)	186,408	บาท	เมื่อวันที่ 3 ธันวาคม 2558
งวดที่ 3 (10%)	51,780	บาท	เมื่อวันที่ 30 เมษายน 2560
รวม	517,800	บาท	

รายจ่าย

รายการ	งบประมาณที่ตั้งไว้	งบประมาณที่ใช้จริง	จำนวนเงินคงเหลือ/เกิน
1.ค่าตอบแทน	103,560	103,560	-
2.ค่าจ้าง	274,800	274,800	-
3.ค่าใช้สอย	29,440	29,440	-
4.ค่าครุภัณฑ์	-	-	-
5.ค่าวัสดุ	100,000	100,000	-
6.ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	10,000	10,000	-
รวม	517,800	517,800	-

(.....)

ลงนามหัวหน้าโครงการผู้รับทุน

บรรณานุกรม(Biblography)

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. สำนักงาน. 2546. *ข้อเสนอยุทธศาสตร์การผลิตและพัฒนาครู:ปฏิรูปครู ปฏิรูปการเรียนรู้.* เอกสารประกอบการประชุม.

สุมน อมรวิวัฒน์. 2546. ปรัชญาและแนวคิดของการพัฒนาครูและเครือข่าย. สานปฏิรูป. 6(65): 79-80.

ทิศนา แขมมณี. (2551). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ.* กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิมพ์ครั้งที่ 7.

ฉลอง ทับศรี. (2543). *จิตวิทยาการเรียนรู้.* เอกสารประกอบการสอน.

ฉลอง ทับศรี. (2539). *จิตวิทยาพุทธิปัญญาเพื่อการออกแบบการเรียนการสอน.* เอกสารประกอบการสอน.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2550). *จิตวิทยาทั่วไป.* กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. พิมพ์ครั้งที่ 3 พิมพ์ครั้งที่ 7.

กองฝึกอบรม กรมที่ดิน กระทรวงมหาดไทย.(2553).*แนวทางการพัฒนารายบุคคล.* กองการพิมพ์ กรมที่ดิน กระทรวงมหาดไทย กรุงเทพมหานคร.

งานพัฒนาบุคลากร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์." *แนวความคิดและหลักการเกี่ยวกับการฝึกอบรม ".* เอกสารประกอบการบรรยาย.

อาภรณ์ ภู่วิทยพันธุ์.(2552). *การจัดทำแผนพัฒนารายบุคคล(Individual plan).* กรุงเทพฯ

http://portal.in.th/learninghome/pages/12384/ . (2553). *การพัฒนาบุคลากร คืออะไร ?*

http://www.tu.ac.th/org/ofrector/person/train/handbook/training.html .*แนวความคิดเกี่ยวกับการพัฒนาบุคคลและการฝึกอบรม* . งานพัฒนาบุคลากร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

http://www.train355311.freehomepage.com/lesson5/vitee-training.htm . *วิธีการฝึกอบรม*

ชุลีกร บุตรโคตร(2556).*คุณภาพการศึกษาเด็กไทยต่ำจนน่าห่วง 'จาตุรนต์'สั่งเร่งเพิ่มคะแนนสู้กับอาเซียน*.ศูนย์ข้อมูล&ข่าวสืบสวนเพื่อสิทธิพลเมือง.กรุงเทพ เข้าถึงได้จาก http://www.tcijthai.com/tcijthai/view.php?ids=2919 สืบค้นเมื่อ 28/9/2556

ชนิตา รักษ์พลเมือง และคณะ(2547).*สภาวะการขาดแคลนครูระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. รายงานการวิจัยเอกสาร เรื่อง สภาวะการขาดแคลนครูระดับการศึกษาขั้น .สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.กรุงเทพฯ เข้าถึงโดย http://www.onec.go.th/onec_backoffice/uploads/Book/608-file.pdf สืบค้นเมื่อ 28/9/2556

นฤมล ยุตาคม และ พรทิพย์ ไชยโส (2551). การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการเพื่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542.เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46: สาขาศึกษาศาสตร์ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์, หน้า 80-88 เข้าถึงโดย http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/data51/KC4608010.pdf สืบค้นเมื่อ 28/9/2556

อภิสิทธิ์ ธงไชยและคณะ (2555).ผู้เรียบเรียง.เอกสารประกอบการบรรยายพิเศษ เรื่อง Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education: Preparing students for the 21st Century. โดย Prof. Dr. Edward R. Reeve.15 พฤษภาคม 2555 ณ ห้องประชุม สนั่น สุมิตร สสวท. เข้าถึงโดย http://specialproject.ipst.ac.th/index.php/module-styles/news?id=141 สืบค้นเมื่อ 10/9/2556

รักษ์พล ธนานุวงศ์ (2556).ผู้เรียบเรียง. รายงานสรุปการอบรม STEM Education .โดย Prof. Mitchell Nathan.10-11 มกราคม 2556 เข้าถึงโดย http://dpst-apply.ipst.ac.th/specialproject/images/IPST_Global/document/STEM_Workshop_Report.pdf สืบค้นเมื่อ 17/9/2556

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.(2538).*เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*(พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ.สุวีริยาสาส์น

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย(2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. ;วารสารนักบริหาร มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.ปีที่ 33 ฉบับที่ 2 เมษายน-มิถุนายน 2556 หน้า 49-56 เข้าถึงโดย http://www.bu.ac.th/knowledgecenter/executive_journal/april_june_13/pdf/aw07.pdf สืบค้นเมื่อ 22/9/2556

อุทุพร จามรมาน(2530).แบบสอบถาม : การสร้างและการใช้.กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Murphy, Tony P.; Mancini.-Samuelson, Gina J. (2013).Graduating STEM Competent and Confident Teachers: The Creation of a STEM Certificate for Elementary Education Majors. Journal of College Science Teaching. Nov/Dec2012, Vol. 42 Issue 2, p18-23. 6p. เข้าถึงได้จาก http://ehis.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=69df69d0-3a98-4793-80c6- c04ead1b31a6%40sessionmgr12&vid=2&hid=5 สืบค้นเมื่อ 23/9/2556

Wheland, Ethel R.; Donovan, William J.; Dukes, J. Thomas; Qammar, Helen K.; Smith, Gregory A.; Williams, Bonnie L. (2013).Green Action Through Education: A Model for Fostering Positive Attitudes About STEM. Journal of College Science Teaching. Jan/Feb2013, Vol. 42 Issue 3, p46-51. 6p. เข้าถึงได้จาก http://content.ebscohost.com/pdf27_28/pdf/2013/JTH/01Jan13/84617753.pdf?T=P&P=AN&K=84617753&S=R&D=ehh&EbscoContent=dGJyMNLr40SeqLI40dvuOLCmr0ueqK5Ssai4SLWWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGtt1CyrrZLuePfgeyx44Dt6flA สืบค้นเมื่อ 23/9/2556

Packard, Becky Wai-Ling; Tuladhar, Charu; Lee, Jin-Sol.(2013) . Advising in the Classroom:

How Community College STEM Faculty Support Transfer-Bound Students. Journal of College Science Teaching Mar/Apr2013, Vol. 42 Issue 4, p14-20. 7p. เข้าถึงได้จาก http://content.ebscohost.com/pdf29_30/pdf/2013/JTH/01Mar13/85698530.pdf?T=P&P=AN&K=85698530&S=R&D=ehh&EbscoContent=dGJyMNLr40SeqLI40dvuOLCmr0ueqK5Sr6y4S7SWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGtt1CyrrZLuePfgeyx44Dt6fIA สืบค้นเมื่อ 23/9/2556

Schuster, Dwight.(2013). In Pursuit of Sustainable STEM Certification Program. Journal of College Science Teaching. Mar/Apr2013, Vol. 42 Issue 4, p38-45. 8p. เข้าถึงได้จาก http://content.ebscohost.com/pdf29_30/pdf/2013/JTH/01Mar13/85698534.pdf?T=P&P=AN&K=85698534&S=R&D=ehh&EbscoContent=dGJyMNLr40SeqLI40dvuOLCmr0ueqK9Srqi4Sq6WxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGtt1CyrrZLuePfgeyx44Dt6fIA สืบค้นเมื่อ 23/9/2556

Wyss, Vanessa L.; Heulskamp, Diane; Siebert, Cathy J.(2012). Increasing middle school student interest in STEM careers with videos of scientists. International Journal of Environmental & Science Education. Oct2012, Vol. 7 Issue 4, p501-522. 22p. 5 Charts. เข้าถึงได้จาก http://content.ebscohost.com/pdf29_30/pdf/2012/23V6/01Oct12/88857783.pdf?T=P&P=AN&K=88857783&S=R&D=ehh&EbscoContent=dGJyMNLr40SeqLI40dvuOLCmr0ueqLBSrq64SraWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGtt1CyrrZLuePfgeyx44Dt6fIA สืบค้นเมื่อ 23/9/2556

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในโครงการวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในโครงการวิจัย

ลำดับ	รายนาม	ตำแหน่ง/ต้นสังกัด
1.	รองศาสตราจารย์ยืน ภู่วรวรรณ	ผู้ทรงคุณวุฒิ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2.	ดร.อ้อมใจ ไทรเมฆ	ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
3.	รองศาสตราจารย์ ดร.สฤษดิ์พงษ์ ลิมปิษเฐียร	สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
4.	ดร.อภิสิทธิ์ ธงไชย	ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมกฤตย์ ชมสุวรรณ	รองคณบดีฝ่ายยุทธศาสตร์และพัฒนา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
6.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วศิณี อิสรเสนา ณ อยุธยา	โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายประถม)
7.	ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย	โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม)
8.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลาธิป สมาหิโต	ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
9.	ดร.อานันท์ สีห์พิทักษ์เกียรติ	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
10.	ดร.จักรกฤช ตรรกพานิช	ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
11.	คุณจิรวร บุญมี	วิศวกรฝ่ายผลิตอาวุโส บริษัท TT FUJI TOOL SUPPORT จำกัด
12.	คุณชูเกียรติ สุภาพ	วิศวกรอาวุโส บริษัท ตรีเพชรอีซูซุ จำกัด

ภาคผนวก ข

รายนามสถานศึกษาที่ให้ข้อมูลในด้านการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา

รายนามสถานศึกษาที่ให้ข้อมูลในด้านการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา

ลำดับ	สถานศึกษา	
1.	โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย	จ.กรุงเทพมหานคร
2.	โรงเรียนชลราษฎรอำรุง	จ.ชลบุรี
3.	โรงเรียนศรีบุณยานนท์	จ.นนทบุรี
4.	โรงเรียนสุรนารี	จ.นครราชสีมา
5.	โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย	จ.นครปฐม
6.	โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	จ.เชียงใหม่
7.	มหาวิทยาลัยราชภัฏอยุธยา	จ.พระนครศรีอยุธยา

ภาคผนวก ค
แบบประเมินและแบบฟอร์มต่างๆที่ใช้ในโครงการวิจัย

แบบประเมินความเห็นของครูต่อการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

****

คำชี้แจง ให้คุณครูประเมิน ตอบคำถามจากรายการประเมินและให้ข้อคิดเห็นแก่นักวิจัยทีละประเด็น

ชื่อครู.....วิชา.....ระดับ.....

โรงเรียน.....

ข้อ	รายการ	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง(3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1.	การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง (การประเมินสถานศึกษา)					
2.	การสร้างความรู้ความเข้าใจสะเต็มศึกษา (ก่อนสอน)					
3.	การกำหนดลักษณะบทเรียน หรือกิจกรรมการสอนสะเต็มศึกษา (ความเข้าใจของครู ก่อนอบรมหรือศึกษาด้วยตนเอง)					
4.	การออกแบบกิจกรรมการสอนสะเต็มศึกษา (ควาเข้าใจ และ การเตรียมการสอน/จัดกิจกรรม)					
5.	การตรวจสอบบทเรียนสะเต็มศึกษา (ตรวจสอบโดย PLC/ผู้เชี่ยวชาญ)					
6.	การทดลองใช้บทเรียนสะเต็มศึกษา (ทดลองกลุ่มเล็ก ก่อนสอนจริง ครั้งที่ 1)					
7.	การปรับปรุงบทเรียน สะเต็มศึกษา(จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1)					
8.	การทดลองใช้บทเรียนสะเต็มศึกษา (ทดลองกลุ่มใหญ่ ในการสอนจริง)					
9.	การบันทึกผลการใช้บทเรียน สะเต็มศึกษา (จากการทดลองใช้ครั้งที่ 2)					
10.	ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติตามวงรอบ					
11.	การติดต่อสื่อสารผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือ Social Network					
12.	ปัญหา อุปสรรค ในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ท่านพบ/เสนอแนะ					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม.....

แบบสอบถามผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

****

คำชี้แจง ให้ผู้เรียนประเมิน ตอบคำถามจากรายการประเมินและให้ข้อคิดเห็นแก่นักวิจัยทีละประเด็น

ชื่อกิจกรรม.....วิชา.....ระดับ.....

โรงเรียน.....

ข้อ	รายการ	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1.	การเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา					
2.	ปัญหา อุปสรรค ที่มีต่อการเรียนโดยใช้ภาษาอังกฤษ					
3.	ความรู้สึกที่มีต่อการเรียนในรูปแบบสะเต็มศึกษา					
4.	ประโยชน์ คุณค่า ต่อการเรียนในรูปแบบสะเต็มศึกษา					
5.	ความรู้ ความสามารถที่ได้หลังจากเรียนโดยรูปแบบนี้					
6.	ความสามารถของคณะครูผู้สอน (ความพร้อม)					
7.	การปรับตัว การแก้ไขปัญหา ต่อการเรียนรูปแบบนี้					
8.	ความแตกต่างเมื่อเทียบกับวิชาอื่นๆ					
9.	การถูกถ่ายคลิปวีดีโอขณะเรียน					
10.	ความพึงพอใจโดยรวม ต่อการเรียนรูปแบบนี้					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม..... .....

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้(บทเรียน)สะเต็มศึกษา ครั้งที่ .....

โรงเรียน ..... อำเภอ..... จังหวัด.....

วัน เดือน ปี ที่ออกแบบ .....

1. ทีมงานออกแบบ

1.1 ชื่อ สกุล..... กลุ่มสาระการเรียนรู้.....

สอนวิชาระดับ.....

1.2 ชื่อ สกุล..... กลุ่มสาระการเรียนรู้.....

สอนวิชา/ระดับ.....

1.3 ชื่อ สกุล..... กลุ่มสาระการเรียนรู้.....

สอนวิชา/ระดับ.....

1.4 ชื่อ สกุล..... กลุ่มสาระการเรียนรู้.....

สอนวิชา/ระดับ.....

2. วัตถุประสงค์ของบทเรียน และการวัดประเมินผล

2.1.....

.....

.....

2.2 .....

.....

.....

2.3 .....

.....

.....

การวัดและประเมินผล(ที่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ลักษณะบทเรียน

3.1 สำหรับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ .....ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด ..... คาบเรียน

(หมายเหตุ .....)

3.2 ชิ้นงานคือ ..... (วาดรูปหน้าถัดไป)

โดยมี เงื่อนไข/ข้อกำหนด ของชิ้นงาน ดังนี้

3.2.1 วัสดุ/อุปกรณ์ สิ่งของที่ใช้

.....

.....

.....

.....

3.2.2 เงื่อนไข ของชิ้นงาน (เช่น ใช้กฎ กติกา เดียวกัน ในการสร้างชิ้นงาน)

.....

.....

.....

.....

3.2.3 เกณฑ์ หรือ ข้อกำหนดในการสร้าง ตัดสิน หรือ แข่งขัน (เช่น ความสำเร็จของผลงาน เวลาที่ใช้ หรือ ระยะทาง น้ำหนัก)

.....

.....

.....

.....

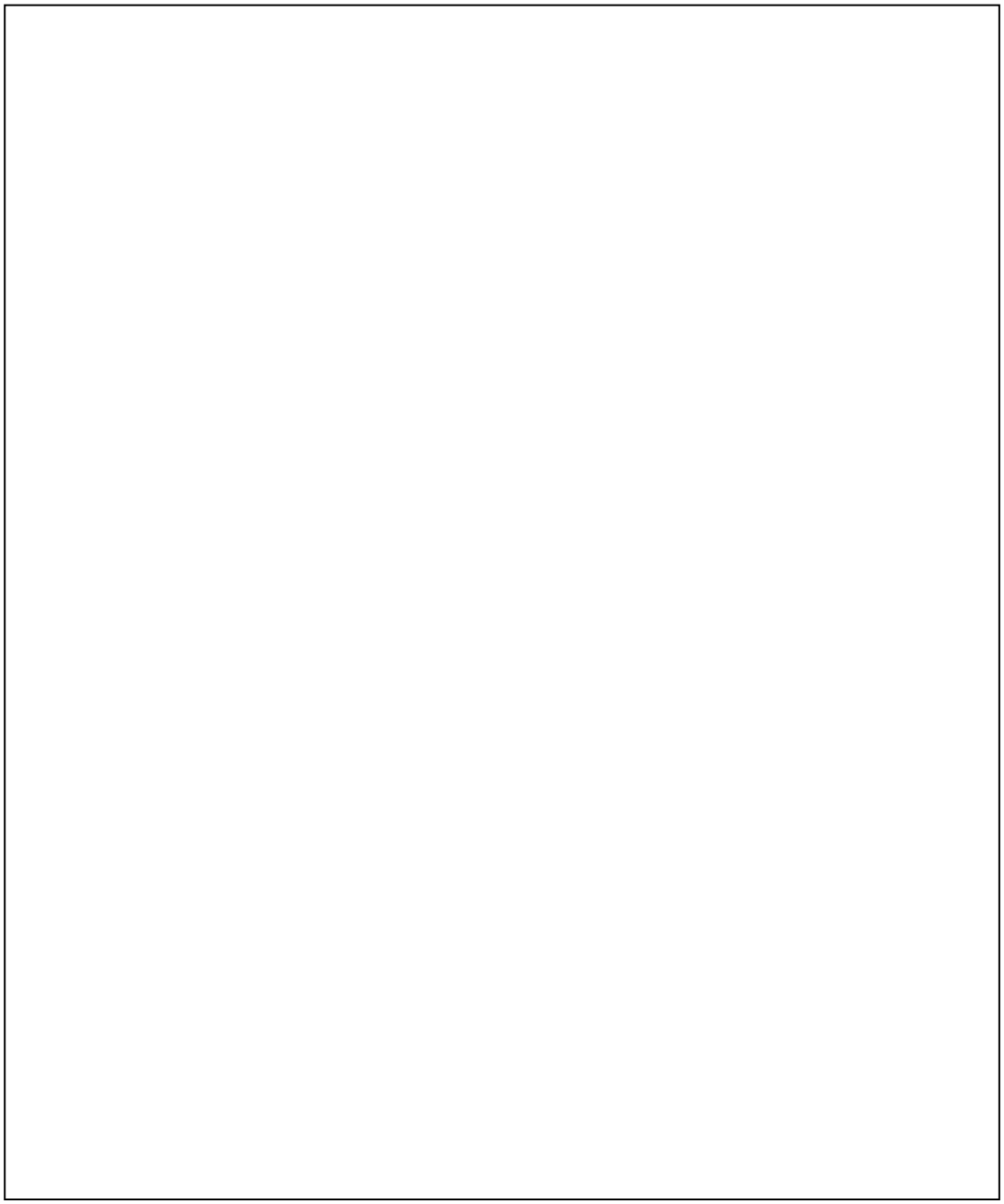
3.2.4 รายละเอียด อื่นๆ เพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....



(พื้นที่วาดรูป ชิ้นงาน หรือ ต้นแบบโครงร่าง)

4. องค์ความรู้ที่นำมาใช้ออกแบบและอธิบายการทำงาน ของชิ้นงาน

4.1 กฎ/ทฤษฎี/หลัก ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่นำมาใช้

.....

.....

.....

.....

4.2 การผสมผสานองค์ความรู้ตามข้อ 1 เพื่อใช้ออกแบบชิ้นงาน

.....

.....

.....

.....

4.3 วิธีการที่เหมาะสมที่จะให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้องค์ความรู้ดังกล่าว คือ นักเรียนได้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง แล้วนำมาลงมือปฏิบัติจริง และนำเสนอชิ้นงาน

.....

.....

.....

.....

5. การออกแบบเชิงวิศวกรรม

5.1 วิธีการที่เลือกและเหมาะสมกับผู้เรียน แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

.....

.....

5.2 การพัฒนาทักษะการเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้างชิ้นงาน จะใช้วิธีการ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5.3 การพัฒนาทักษะการเลือกเทคโนโลยีที่ใช้สร้างชิ้นงาน จะใช้วิธีการอย่างไร

.....

.....

.....

.....

5.4 การพัฒนาทักษะการปฏิบัติ(ทักษะช่าง) จะใช้วิธีการอย่างไร

.....

.....

.....

.....

5.5 การพัฒนาวิเคราะห์และจัดทำแผนปฏิบัติงาน จะใช้วิธีการ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

6. แผนการเรียนรู้ที่ออกแบบ(กำหนดการสอน/หัวข้อเรื่อง/เวลาที่ใช้

คาบเรียนที่ 1-2 หัวข้อ.....เวลาที่ใช้.....คาบเรียน

คาบเรียนที่ 3-4 หัวข้อ.....เวลาที่ใช้.....คาบเรียน

คาบเรียนที่ 5-6 หัวข้อ.....เวลาที่ใช้.....คาบเรียน

คาบเรียนที่ .....หัวข้อ.....เวลาที่ใช้.....คาบเรียน

คาบเรียนที่ .....หัวข้อ.....เวลาที่ใช้.....คาบเรียน

คาบเรียนที่ .....หัวข้อ.....เวลาที่ใช้.....คาบเรียน

คาบเรียนที่ .....หัวข้อ.....เวลาที่ใช้.....คาบเรียน

คาบเรียนที่ .....หัวข้อ.....เวลาที่ใช้.....คาบเรียน

7. ข้อเสนอแนะ จากคณะนักวิจัย/ผู้ทรงคุณวุฒิ ในการปรับปรุงครั้งที่ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. บันทึกหลังการนำแผนการจัดกิจกรรมไปใช้ ครั้งที่ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

ผู้ประสานงาน

...../...../.....

แบบประเมินการออกแบบ(บทเรียน)กิจกรรมสะเต็มศึกษา

****

คำชี้แจง ให้ประเมิน ให้คะแนนจากรายการประเมินและให้ข้อคิดเห็นกิจกรรมสะเต็มศึกษา

รายละเอียดผู้ประเมิน ชื่อ .....สกุล.....

สาขาที่เชี่ยวชาญหรือมีความถนัด.....สังกัด.....

ชื่อกิจกรรม.....วิชา.....ระดับ.....

โรงเรียน.....

ข้อ	รายการ	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1.	หัวข้อกิจกรรมมีความเหมาะสม					
2.	วัตถุประสงค์ของบทเรียนสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา					
3.	การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
4.	ลักษณะบทเรียนมีความเหมาะสม					
5.	องค์ความรู้ที่นำมาใช้ออกแบบและอธิบายการทำงาน					
6.	กำหนดการสอนที่ใช้ในการจัดแผนการเรียนรู้กับเวลาที่ใช้					
7.	ผลการประเมินกิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยภาพรวม					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง

เอกสารนำเสนองานวิจัยในงานประชุมวิชาการนานาชาติ

เอกสารตีพิมพ์งานวิจัยลงในวารสารนานาชาติ

Research Article

A Study of Teaching STEM Education in Thai High School

Artnarong Manosuttirit *
Faculty of Education, Department of Innovation and Educational Technology
Burapha University, Saensuk, Muang , Chonburi 20131,Thailand

Abstract

This research aimed to study the condition of STEM teaching in Thai high schools that apply various STEM education techniques and to determine the development guidelines for STEM teaching and teacher preparedness for STEM instructional design.

The qualitative methods employed were intensive data collection, content analysis, in-depth interviews, and focus group discussion. The key informants were 1) Experts in STEM education, science, and technology and professional educators in higher education level 2) Administrators and teachers who involved in 7 STEM schools under the control of the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. 3) Students who studied STEM subjects in sampled schools. The data were analyzed by inductive method and verified by triangulation technique in order to find relevant data and factors to create a model for STEM teaching and teacher development.

The results show that STEM teaching in Thai high schools can be divided into two types.

1) Formal teaching that completely applies STEM education with course curriculum and compulsory credit requirements.

2) Informal teaching that integrates STEM subjects into additional courses or group activities without any restriction or credit requirements.

The findings also suggest that STEM education still need supports and effective management from relevant parties. The school administrators and policy makers should clearly define the teaching objectives and develop formal STEM curriculum to make it easy for implementation. STEM teaching and learning activities should be collaboratively carried out and should not impose additional teaching burden. The students should have appropriate place and time for learning. The schools should have enough budget to conduct learning activities. In addition, there are still lack of instructional media and centralized support and monitoring.

Keywords: Teaching STEM Education; Thai High Schools

***Correspondence** : m_artnarong@hotmail.com DOI 10.14456/tijsat.2016.32

1. Introduction

Science, Technology, Engineering and Mathematics or STEM is vital for manpower development and technology and innovation enhancement, which can elevate economic status of Thailand from middle-income group to higher level. Thus, encouraging young generation to pay attention on STEM is considered very essential.

STEM education is a learning approach focusing on an integration of science, technology, engineering, and mathematics knowledge. It emphasizes real-life problem solving with an aim to enhance students' experience, skill, creativity, and preparedness to apply scientific, mathematical, and technological know-how, which leads to innovative development in the future. Its teaching styles are fun and beneficial for future career. STEM education helps develop manpower with problem-solving skill, creativity, and ability to invent innovation. Therefore, it is the key foundation of innovative skill development and important mechanics of national economic enhancement. It can also contribute to knowledge linkage between work and life.

Raising social awareness of the importance of STEM education is a part of the mechanics to develop skilled manpower in scientific, technological, and innovative fields for the civil society and is also the way to listen to the opinions of related organizations, agencies, and partners especially those who use the outputs of STEM education and involve with manpower development, which can ultimately drive the national innovation policy in Thailand [1].

The National STEM Education Center is an agency under the supervision of the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST) which is operated by the board of directors headed by the director of IPST. There are 5 working groups in this center, which include 1) STEM awareness promotion 2) STEM education networking 3) Teacher capacity development for STEM integrated learning 4) STEM learning activity development and 5) STEM learning performance monitoring and supporting, that work together to drive STEM education and give support to the Regional STEM Education Center and school network. The support which is given by IPST consists of the media and exhibition to raise awareness and provide knowledge about STEM education, development curriculum for administrators, teachers, and provincial educational officers, trainer development and mentor network, and monitoring and evaluation system. The STEM education network in Thailand includes National STEM Education Center, Regional STEM Education Center, and STEM school network, which are main operational agencies. Apart from that, there are academic mentor network in universities, educational supervisor network, academic teaching mentor network, STEM ambassador network, iSTEM system, and STEM Hall of Fame that team up to support and drive STEM teaching and learning in schools throughout the country.

IPST STEM education network aims to drive practical STEM education in Thailand by collaborating with relevant organizations in governmental and private sectors through National STEM Education Center (NSEC) and Regional STEM Education Center (RSEC) established in 12 provinces nationwide. IPST will mobilize supports from its network to promote learning management in science, mathematics, engineering, and technology in order to systematically improve scientific, mathematical, and technological learning quality of Thai students. The structure of IPST STEM education network consists of National STEM Education Center, 13 Regional STEM Education Centers, and 6 network schools per one Regional STEM Education Center [2].

STEM education is essential for national scientific and technological development. Its network can develop the key drivers which are high school students to

become a major force for country development. Teachers are also significant factor introducing STEM education to students. Therefore, it is necessary to build and enhance teachers' understanding in STEM instructional design so that they are able to design and carry out appropriate STEM lessons and activities which can effectively develop students' readiness for everyday life situations.

2. Research Objectives

2.1 To study the condition of STEM teaching in Thai high schools

2.2 To determine the development guidelines for STEM teaching and teacher preparedness for STEM instructional design.

3. Population and sample

The population of this research was experts in STEM education, science, and technology, professional educators in higher education level, school administrators, teachers, and students from STEM schools under the control of the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.

The samples could be divided as follows.

The samples who provided information on STEM education policy, STEM teaching and learning, and teacher development approach were 9 experts and professional educators in STEM education, science, technology.

The samples who provided information on the condition of STEM teaching and learning as well as STEM teacher development were administrators, teachers, and students from STEM schools under the control of the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.

4. Research Framework

This present research focus on qualitative methods applying in-depth interview to collect data from relevant informants. The document, research, and theories associated with STEM education were also reviewed to develop the research framework shown in Figure 1.

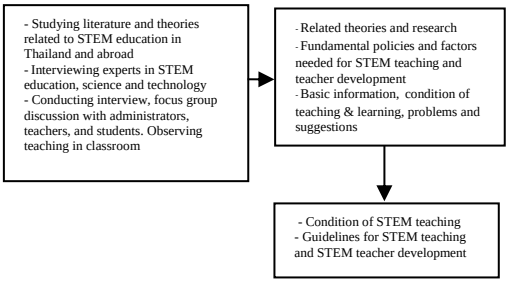


Figure 1. Research Framework.

5. Research Tools

The research tool was semi-structured interview form, which was used to record data from in-depth interview and focus group discussion with the sampled informants.

6. Research Methodology

6.1 Reviewing document, research, and theories related to STEM education in Thailand and abroad in order to find basic information for data synthesis.

6.2 Studying the instructional context of STEM education in 6 schools and 1 university under the control of the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. In each school, 6-10 administrators and teachers responsible for STEM courses and 3-5 students taking STEM courses were selected to provide information. The data were collected by in-depth interview and focus group discussion.

6.3 Interviewing 11 experts and professional educators in STEM education, science, and technology to collect information regarding STEM education policy, instructional design, and teacher development.

6.4 Synthesizing the obtained data. Verifying the data validation by triangulation

technique. Then, the relevant factors were analyzed and summarized to develop the guidelines for STEM teaching and teacher development.

7. Results

7.1 STEM teaching and learning formats: The data obtained from the sampled schools in STEM education network suggests that the formats of STEM teaching and learning can be categorized into 2 types.

7.1.1 Formal STEM teaching and learning: STEM subjects with compulsory credit requirement are assigned in the curriculum. Most of them are project subject with one compulsory credit (2 hours per week). The responsible teams are appointed and work together to form teaching plan. The teaching team, which consists of academic deputy director, head of learning, and STEM-trained teachers, will collaborate to plan and carry out learning activities as well as determine the group of students who are proficient in science and mathematics (Gifted Class). STEM class will focuses on an actual student project and an integration of science, mathematics, engineering, and technology into instructional activities. After completing one semester, each student or group of students must finish at least one STEM project. This kind of teaching and learning will be successful in the schools with potential and readiness because it requires compulsory credit, the students pay attention to learning, the teachers are well-prepared, and the responsible team are usually assigned one semester in advance.

7.1.2 Informal STEM teaching and learning can be divided into the following.

7.1.2.1 STEM integration with regular course: The teachers apply STEM activities or integrate STEM knowledge into the regular subjects such as science, technology, and mathematics on their own without collaboration with others. They may provide the students with further knowledge from other related subjects to increase understanding and enhance additional skills and abilities. This kind of teaching and learning is convenient because it does not require much preparation and can be managed by one teacher. Moreover, the nature of science subjects can be easily integrated with mathematical and technological knowledge. However, the teachers need to be proficient and ready to integrate other relevant knowledge into their responsible subjects. STEM education is not completely integrated because it is all done and executed by only one teacher who focuses on teaching responsible subject and sometimes needs to roughly give integrated knowledge for further content studies and additional activities.

7.1.2.2 STEM integration across disciplines in forms of academic activities: The students who are interested in STEM education will be encouraged to join elective courses, academic activities, or special club with teachers. This kind of integration emphasizes collaboration between students and teachers in determining the objectives of each activity and executing sub-projects. A limited number of students with various characteristics, from different classes and educational programs are selected to join the activity. This is implemented in form of elective subject and additional activity without credit requirement so there are limited time for teachers and students to plan the activity together. Mostly, they will do a small group activity that is simple and easy for the students to apply their existing knowledge. This kind of teaching requires 1-2 teachers to manage the activity. With limitation in content integration, specialized details, and professional supports, the activity should not be complicated and easy enough for every student to work together. This teaching format is normally used to develop a pilot project before it is evolved into a more formal one.

7.2 STEM teaching and learning condition: It was found that there are many factors that require supports and modification. The details are as follows.

7.2.1 Educational policy and curriculum: Each school cannot determine the direction and format of STEM instruction because it lack enough information and understanding in STEM education management and there is no clear guidelines provided. This makes each school worried that STEM instruction may affect the teaching and learning of other subjects, especially in terms of limited studying time which is not conducive to any other activities.

7.2.2 Integration and collaboration: As there is no clear curriculum and policy, it is not possible to determine details of STEM teaching and activities in term of time, credit, place, and budget. Many schools still have not received financial support or have to use their own budget. This is an ongoing problem that needs to be solved.

7.2.3 Responsible teachers: STEM education is a new concept that needs time to understand and adopt. Normally, the teachers already have a lot of responsibilities to take care of. If they are assigned to handle STEM teaching, they will have more burdens and it may have an effect on their daily jobs. Therefore, nobody are willing to take responsibility in this respect. This point should be clearly understood and personnel tasks should be certainly defined.

7.2.4 Support from responsible organizations: Many schools carry out their own STEM instruction and activities without correct guidance and support so they are not certain whether what they did are right or wrong. This situation leads to some mistakes in STEM teaching and has an impact on related factors, including place, budget, teaching personnel, teacher training and development, which are all vital to STEM education advancement.

7.3 STEM instructional guidelines: The data obtained from the experts and schools in STEM education network can be concluded as follows.

7.3.1 Open approach and horizontal learning should be applied. The teachers should control the situation, listen to the students' opinions, and allow the students to speak, think, practice, and research on their own.

7.3.2 Any surrounding topics can be applied to STEM activities, especially in application field as everything is already integrated. STEM activities should be opened without any limitation and should focus on problem-solving methods, concepts, and processes.

7.3.3 The teachers of each subject should design the activity together in holistic manner. All involved aspects should not be split and inserted with irrelevant ones. The teachers should emphasize understanding on integration, skills, and ways of thinking.

7.3.4 Activities need to be challenging. They should not be too difficult or too easy. The challenge should be moderate and appropriate with environment and restriction.

7.3.5 STEM should be used with other instructional activities and teaching methods in order to respond to skill and ability requirements such as using STEM together with project-based teaching to practice 21st century skills, critical thinking, and project executing.

7.3.6 Activities should be flexible and suitable for educational environment. They should neither have rigid format nor add burden to the teachers and students. All of the activities should be blended in routine work and inserted in regular class content concerning problem-solving in daily life and practical situation in the community.

8. Discussion

Although the government and the Ministry of Education are pushing STEM education onto the national policy and agenda that drive the teaching and learning of science and technology to the expected direction, the readiness of relevant factors and the impacts that may occur should be taken into account upon determination of the policy and development approach. This is similar to Chamras Inthapalaporn et al (2015), who gave the recommendation about STEM teaching and learning that there should be the research and development on STEM instructional ability of elementary teachers and the research and development on teacher development approach in terms of instructional management and evaluation [3]. The learning management ability, teacher development, and effective evaluation should be emphasized and developed in order to achieve maximum performance from STEM policy implementation.

9. Acknowledgement

This present research was financially supported by the Research Grant of Burapha University through National Research Council of Thailand (Grant no. 131/2558)

10. References

[1] National Legislative Assembly.2015, Report of Policy Recommendation STEM Education Proactive policy Youth development and manpower in science, technology, engineering and mathematics; http://library.senate.go.th/ document / Ext11101/ 11101417_0003. PDF, Jan. 12, 2015.

[2] The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST) 2015, STEM Education Network:http://www.stemdthailand.org, Jan. 8, 2015.

[3] Chamras Inthapalaporn, et al., The Study Guideline for Learning Management of the STEM Education for Elementary Student, Veridian E-Journal, Silpakorn University, Vol.8, No.1, January-April 2015.