การสอนวิชาฟิสิกส์โดยใช้แนวการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม เรื่อง แสงที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมขนาดกลาง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

The Effects of Teaching Physics by STEM Approach in the Topic of Light on Science Process Skills and Scientific Attitudes of Mathayom Suksa V Students of Middle Sized Secondary Schools in Phra Nakhon Si Ayutthaya Province

ฐายิกา ชูสุวรรณ[1] **ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์**[2]

[1] นักศึกษาปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
thayika2530@gmail.com

[2]อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
Tweesak.Chi@stou.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษา เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางไทรวิทยา อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม เรื่อง แสง และการศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางไทรวิทยา อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการหาข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าที กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางไทรวิทยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 38 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม จากโรงเรียนขนาดกลาง ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เครื่องมือที่ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แนวการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม

ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมขนาดกลาง ที่เรียนภายใต้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.05 และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังกล่าวที่เรียนภายใต้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

คำสำคัญ: แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์

ABSTRACT

The purposes of this research were to compare science process skills of Mathayom Suksa 5 students of a Middle Size School located in Ayutthaya Province between before and after learning with the use of STEM approach in the topic of light; and compare scientific Attitudes of the students before and after learning with the use of STEM approach in the topic of light. The research sample consisted of 38 Mathayom Suksa 5 students at Bangsai Witthaya school. The employed treatment instrument was learning management plans using STEM approach. The data collection instruments consisted of a science process skills test, and a scientific Attitudes assessment scale. The statistics used for data analysis were the mean, standard deviation, and t-test.

The research finding were that the post-learning science process skills of Mathayom Suksa students V students who learned under the learning management with the use of STEM approach were significantly higher than their pre-learning science process skills at .05 level; and the post-learning scientific Attitudes of the students who learned under the learning management with the use of STEM approach were significantly higher than their pre-learning scientific Attitudes at .05 level.

Keywords: STEM Approach Science Process Skills Scientific Attitudes Physics

1. บทนำ

กระทรวงศึกษาธิการมีหน้าที่หลักในการจัดการศึกษา โดยได้กำหนดแผนการปฏิรูปการศึกษาทั้งระบบ (พ.ศ. 2558 – 2564) เพื่อพัฒนากำลังคนให้มีขีดความสามารถและศักยภาพในการแข่งขันบนเวทีโลก มีแผนการผลิตและพัฒนากำลังคนเพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขัน ที่เน้นการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม การสร้างองค์ความรู้ใหม่และนวัตกรรม ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของชาติ (พ.ศ.2557) ที่ให้ความสำคัญในการพัฒนาคนอย่างยั่งยืน รัฐบาลให้ความสำคัญต่อการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นฐานในการพัฒนาประเทศ โดยร่วมกับโรงเรียนในส่งเสริมการบูรณาการองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) ผลิตกำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีให้สามารถแข่งขันได้ในระดับนานาชาติ อีกทั้งการเตรียมนักเรียนให้พร้อมกับชีวิตในศตวรรษที่ 21 เป็นเรื่องสำคัญของกระแสการปรับเปลี่ยนทางสังคมที่เกิดขึ้นในศตวรรษที่ 21 ที่จะส่งผลต่อวิถีการดำรงชีพของสังคมอย่างทั่วถึง ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เด็กในศตวรรษที่ 21 นี้ มีความรู้ ความสามารถ และทักษะจำเป็น ซึ่งเป็นผลจากการปฏิรูปเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนการเตรียมความพร้อมด้านต่างๆ ตามแผนการปฏิรูปการศึกษาทั้งระบบ (พ.ศ.2558 – 2564) ยังเน้นการจัดการศึกษาเพื่อส่งเสริมนักเรียนเกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 (สสวท: 2558 : หน้า.3) กิจกรรมการเรียนรู้

แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ในรูปแบบโครงงาน หรือการพัฒนานวัตกรรมสามารถสร้างเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ถ้าครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ทำงานร่วมกัน เรียนรู้การหาที่ติ ฝึกคิดวิเคราะห์ หาที่ชมหรือเสนอวิธีการใหม่ ฝึกคิดเชิงสร้างสรรค์ เป็นจัดการเรียนการสอนเข้าใกล้แนวคิดสะเต็มศึกษามากขึ้น มนตรี จุฬาวัฒนทล (2558 : หน้า 16) ได้กล่าวว่าสะเต็มศึกษา คือ วิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้นตั้งแต่อนุบาลประถมศึกษา มัธยมศึกษาไปจนถึงอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา สะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิธีคิดการตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะการหาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สาขาต่างๆ มาบูรณาการกัน เพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญ ๆ ที่พบในชีวิตจริง สะเต็มศึกษา จึงมักเน้นการทำโครงการแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ โดยวิธีบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ก่อให้เกิดเทคโนโลยีที่ใช้ประโยชน์

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2558 : หน้า 3) สะเต็มศึกษาเป็นการต่อยอดหลักสูตรที่บูรณาการ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรม เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง จุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการเรียนรู้แบบสะเต็ม คือการผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีของผู้เรียน ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจเป็นการฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การเรียนรู้ตามแนวคิดนี้สอดคล้องกับนโยบายแผนการผลิตและพัฒนากำลังคน เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันด้านสาขาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็ม นักเรียนที่ได้พัฒนาทักษะทางด้านวิชาเหล่านี้จะส่งผลถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ภพ เลาหไพบูลย์ (2542 : หน้า 12) กล่าวว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์หมายถึงความรู้สึกนึกคิดที่ได้จากการกระทำในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆ เพื่อศึกษาหาความรู้ให้ได้ผลดี จะเห็นได้ว่าการสอนโดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม นำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สาขาต่างๆ มาบูรณาการกัน เพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญ ๆ ที่พบในชีวิตจริง มักเน้นการแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ โดยวิธีบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ก่อให้เกิดเทคโนโลยีที่ใช้ประโยชน์ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าและเลือกอาชีพที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มในอนาคต

นอกจากนี้จากการประเมินจากข้อสอบวัดมาตรฐานการเรียนรู้ต่างๆ เช่น PISA (Programme for Internationl Student Assessment) ซึ่งดำเนินการโดยองค์การความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา หรือ OECD สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560 : หน้า 2) กล่าวว่าผลการตอบข้อสอบวิทยาศาสตร์ จำแนกตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ PISA 2015 มี 3 ด้าน 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการแปลความหมายข้อมูล 3) การใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการตอบข้อสอบพบว่านักเรียนทำข้อสอบในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ได้มากที่สุด (39.1%) ส่วนด้านการ

ประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะที่นักเรียนทำข้อสอบได้น้อยกว่าสมรรถนะอื่น ๆ (33.2%) เมื่อเปรียบเทียบกับ PISA 2012 จะเห็นว่าใน PISA 2015 นักเรียนทำข้อสอบได้ในสัดส่วนที่น้อยลงในทุกสมรรถนะ ซึ่งข้อมูลผลของ PISA เป็นตัวบ่งชี้หนึ่งในการจัดลำดับความสามารถใน การแข่งขันของประเทศ

จากผลคะแนน PISAที่ลดลงตั้งแต่ปี 2012 - 2015 ของโรงเรียนขนาดกลางในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นตัวบ่งชี้ว่านักเรียนยังมีขาดทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา และจากการสำรวจสถิติจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายแรกเข้าห้องเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ของโรงเรียนขนาดกลางในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 - 2559 จำนวนนักเรียนที่เรียนสายวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์น้อยลงทุกปี จากการสอบถามนักเรียน พบว่านักเรียนเห็นวิชาวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องไกลตัว มองเป็นวิชาที่ยากและคิดว่าไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ทำให้ขาดแรงบันดาลใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อความสนใจลดลงส่งผลต่อความรู้สึกที่ต้องการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมที่ฝึกฝนเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลต่ออาชีพที่เลือกเรียนในอนาคตของนักเรียน มีผลให้แรงงานในอนาคตขาดนักเรียนที่เรียนต่อทางด้านสายสะเต็ม ศึกษา ซึ่งจะไม่สอดรับกับนโยบายของรัฐบาล วรรณพงษ์ เตรียมโพธิ์ และ อาทร นกแก้ว (2556 : หน้า 23) กล่าวว่านักเรียนแต่ละคนไม่เหมือนกันในมิติต่างๆ และจุดหมายของการเรียนรู้ สะเต็ม คือการเรียนเพื่อให้เข้าใจและนำไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตได้

ปัญหาที่พบผู้วิจัยเลือกวิธีการสอนแนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็มนำมาจัดกิจกรรมการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางไทรวิทยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อเพิ่มเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน โดยผู้วิจัยได้พิจารณาแล้วว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็มมีความสอดคล้องต่อปัญหาที่ผู้วิจัยพบ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำการสอนแนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็มมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอน อย่างแรกเพื่อสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นการเพิ่มความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น ซึ่งส่งผลต่อการมีพฤติกรรมในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง และจากการศึกษาเอกสารรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการสอนแนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็มของพลศักดิ์ แสงพรมศรี (2558) ประภาณี ราญมีชัย (2558) ณัฏชยานันต์ เกตุศรีศักดา (2559) และนิตยา ภูผาบาง (2559) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการสอนแนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และการสอนนี้ยังสอดคล้องกับความต้องการเปลี่ยนแปลงไปและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 บนฐานความรู้ทางเทคโนโลยี การเพิ่มความแข็งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และความมั่นคงของประเทศ

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางไทรวิทยา อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม เรื่อง แสง

2.2 เปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางไทรวิทยา อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียน การสอนวิชาฟิสิกส์โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม เรื่อง แสง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมขนาดกลาง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 253 คน จาก 9 โรง ได้แก่ โรงเรียนบางปะหัน โรงเรียนอุทัย โรงเรียนนครหลวง โรงเรียนลาดบัวหลวง โรงเรียนวิเชียร โรงเรียนวังน้อย โรงเรียนบางไทรวิทยา โรงเรียนบางปะอิน โรงเรียนบางซ้าย

กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางไทรวิทยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ปีการศึกษา 2559 ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 38 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองศึกษากลุ่มเดียวสอบก่อน-หลังการทดลอง (One-Group Pretest-Posttest Design) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : หน้า 249)

T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง มีดังนี้

X แทน การจัดการศึกษาแบบสะเต็ม

T1 แทน การทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง สอบก่อนที่จัดกระทำการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม

T2 แทน การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สอบหลังที่จัดกระทำการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (pre-test) โดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2. ดำเนินการทดลองโดยผู้วิจัยปฏิบัติการสอนจำนวน 16 ชั่วโมงรวม 4 สัปดาห์

3. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียน (post-test) นำข้อมูลที่ได้มาทดสอบทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมือ

แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็มที่พัฒนาขึ้นเขียนตามวิธีและขั้นตอน ซึ่งมีขั้นตอนในกรดำเนินการดังนี้

1. นำแผนการเรียนการสอนตามแนวคิดการสอนโดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแสง จำนวน 4 แผน เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและโครงสร้างประเมินความเหมาะสม ระหว่างการจัดแผนการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่ามีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

2. สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแสง แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 70 ข้อ โดยแบ่งเป็น 13 ทักษะทักษะละ 5 ข้อ เพื่อใช้จริงจำนวน 40 ข้อ และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงด้านเนื้อหา โดยหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หาค่าความตรงด้านเนื้อหา โดยหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) พบว่ามีค่าระหว่าง (0.67-1.00)

3. ทดลองใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ สพม.3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยเลือกห้องเรียนที่กลุ่มตัวอย่างใกล้เคียงกัน จำนวน 48 คน

4. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป พบว่ามีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.21 - 0.73 และอำนาจจำแนก (r) 0.20 – 0.42

5. นำผลคะแนนของการทดลองใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ ที่คัดเลือกไว้ไปวิเคราะห์หาความเที่ยง (Reliability) ชนิดสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach Coefficient) วัดความสอดคล้องภายในของแบบวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.80

6. สร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาเอกสารหลักสูตร คู่มือประเมินผลหลักสูตร เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างแบบวัดเจตคติ และตัวอย่างแบบวัดเจตคติที่สร้างตามวิธีของลิเกต (Likert' Method)

7. นำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวนทั้งสิ้น 30 ข้อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน โดยแบ่งเป็นหัวข้อย่อยตามลักษณะพฤติกรรมที่แสดงถึงการมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 6 พฤติกรรม ตรวจสอบความตรงด้านเนื้อหา โดยหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) พบว่ามีค่าระหว่าง (0.67-1.00)

8. นำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์จำนวน 30 ข้อ ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 48 คน ซึ่งได้ผ่านการเรียนตามเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง ครั้งนี้มาก่อนแล้ว

9. นำผลคะแนนของการทดลองใช้แบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์จำนวน 30 ข้อ ไปวิเคราะห์หาความเที่ยง (Reliability) ชนิดสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach Coefficient) วัดความสอดคล้องภายในของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.87

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม เรื่อง แสง วิชาฟิสิกส์ ว 30203 การจัดการเรียนสอนโดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม จำนวน 4 แผนจัดการเรียนรู้ เวลา 16 ชั่วโมง
2. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางไทรวิทยา อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม เรื่องแสง โดยใช้การทดสอบค่าที (t)
2. เปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางไทรวิทยา อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม เรื่องแสง โดยใช้การทดสอบค่าที (t)

4. ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนบางไทรวิทยาอำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม เรื่อง แสง

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	$\overline{X}$	S.D.	D	$S.D._D$	t	Sig.
ก่อนเรียน	15.55	3.06	5.29	2.35	13.89*	0.000
หลังเรียน	20.84	2.98				

* p <.05

จากตารางที่ 1.1 พบว่าคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 15.55 คะแนน (S.D.=3.06) และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 20.84 คะแนน (S.D.=2.98) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตารางที่ 1.2 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางไทรวิทยา อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในแต่ละด้าน (n=38)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทางวิทยาศาสตร์	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความคิดเห็น	อันดับ
ทักษะขั้นพื้นฐาน				
1.การสังเกต	79.82	0.35	ดีมาก	1
2.การวัด	77.19	0.40	ดีมาก	2
3.การคำนวณ	25.31	0.45	ต่ำกว่าเกณฑ์	13
4.การจำแนกประเภท	74.64	0.43	ดี	3
5.การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา	43.61	0.44	ต่ำกว่าเกณฑ์	8
6.การจัดกระทำและสื่อความหมาย	65.91	0.34	ค่อนข้างดี	4
7.การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	42.86	0.35	ต่ำกว่าเกณฑ์	9
ทักษะขั้นผสมผสาน				
8.การพยากรณ์	55.26	0.42	พอใช้	6
9.การตั้งสมมติฐาน	61.4	0.41	ปานกลาง	5
10.การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	50.88	0.38	ผ่านเกณฑ์	7
11.การกำหนดและควบคุมตัวแปร	40.35	0.47	ต่ำกว่าเกณฑ์	10
12.การทดลอง	28.82	0.42	ต่ำกว่าเกณฑ์	12
13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	31.29	0.38	ต่ำกว่าเกณฑ์	11
เฉลี่ยรวม	**52.10**	**0.40**	**ผ่านเกณฑ์**	

จากตารางที่ 1.2 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใน ภาพรวมอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ มีค่าเฉลี่ย 52.10 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า อยู่ในระดับดี มาก 2 ข้อ อยู่ในระดับดี 1 ข้อ อยู่ในระดับดีค่อนข้างดี 1 ข้อ อยู่ในระดับปานกลาง 1 ข้อ อยู่ในระดับ พอใช้ 1 ข้อ อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ 1 ข้อ และอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ 6 ข้อ โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความรู้ด้านทักษะการสังเกตอยู่ในอันดับแรก มีค่าเฉลี่ย 79.82 มีความรู้ด้าน ทักษะการวัดในอันดับรองลงมา ส่วนทักษะด้านการคำนวณอยู่ในอันดับสุดท้าย มีค่าเฉลี่ย 25.31

ตารางที่ 1.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางไทรวิทยา อำเภอบางไทรจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ก่อนเรียนและหลังเรียน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ทักษะขั้นพื้นฐาน				
1.การสังเกต	56.14	0.51	79.82	0.35
2.การวัด	61.32	0.50	77.19	0.40
3.การคำนวณ	17.54	0.76	25.31	0.45
4.การจำแนกประเภท	47.36	0.86	74.64	0.43
5. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	38.64	0.75	43.61	0.44
6.การจัดกระทำและสื่อความหมาย	51.02	0.94	65.91	0.34
7.การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	35.09	0.78	42.86	0.35
8.การพยากรณ์	40.32	0.65	55.26	0.42
ทักษะขั้นผสมผสาน				
9.การตั้งสมมติฐาน	47.35	0.64	61.4	0.41
10.การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	40.31	0.63	50.88	0.38
11.การกำหนดและควบคุมตัวแปร	28.07	0.67	40.35	0.47
12.การทดลอง	21.93	0.56	28.82	0.42
13.การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	20.37	0.82	31.29	0.38
เฉลี่ยรวม	**38.88**	**0.70**	**52.10**	**0.40**

จากตารางที่ 1.3 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายด้าน พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเพิ่มขึ้นทุกด้านทั้ง 13 ทักษะ

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางไทรวิทยา อำเภอบางไทรจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม เรื่อง แสง

ตารางที่ 2.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน (n=38)

การทดสอบ	$\bar{X}$	S.D.	D	$S.D._D$	t	Sig.
ก่อนเรียน	2.80	0.45				
หลังเรียน	3.87	0.37	1.07	0.52	12.79*	0.000

* p <.05

จากตารางที่ 2.1 พบว่าคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.80 คะแนน (S.D.=0.45) และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 3.87 คะแนน (S.D.=0.37) พบว่าเจตคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตารางที่ 2.2 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางไทรวิทยา อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในแต่ละด้าน (n=38)

เจตคติทางวิทยาศาสตร์	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความคิดเห็น	อันดับ
1.ความอยากรู้อยากเห็น	3.93	1.01	มาก	2
2.ความมีเหตุผล	3.82	0.85	มาก	4
3.ความใจกว้าง	4.18	0.89	มาก	1
4.ความซื่อสัตย์	3.78	1.01	มาก	5
5.ความเพียรพยายาม	3.67	0.91	มาก	6
6.ความละเอียดรอบคอบ	3.84	0.83	มาก	3
ค่าเฉลี่ยรวม	3.87	0.92	มาก	

จากตารางที่ 2.2 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.87 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า อยู่ในระดับมาก โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้านความใจกว้างอยู่ในอันดับแรก มีค่าเฉลี่ย 4.18 ด้านความอยากรู้อยากเห็นอยู่ในอันดับรองลงมามีค่าเฉลี่ย 3.93 ส่วนเจตคติด้านความเพียรพยายามในอันดับสุดท้าย ค่าเฉลี่ย 3.67

ตารางที่ 2.3 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางไทรวิทยา อำเภอบางไทรจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ก่อนการเรียนและหลังการเรียน ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=38)

เจตคติทางวิทยาศาสตร์	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1.ความอยากรู้อยากเห็น	2.53	0.98	3.93	1.01
2.ความมีเหตุผล	2.98	1.14	3.82	0.85
3.ความใจกว้าง	3.35	0.94	4.18	0.89
4.ความซื่อสัตย์	3.18	0.91	3.78	1.01
5.ความเพียรพยายาม	2.54	0.85	3.67	0.91
6.ความละเอียดรอบคอบ	2.20	0.69	3.84	0.83
ค่าเฉลี่ยรวม	2.80	0.68	3.87	0.92

จากตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายด้าน พบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเพิ่มขึ้นทุกด้านทั้ง 6 ด้าน

5. การอภิปรายผล

หลังจากวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว สามารถนำผลนั้นมาอภิปรายตามวัตถุประสงค์การวิจัยได้ดังต่อไปนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางไทรวิทยา อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ก่อนเรียน โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม เรื่อง แสง มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 15.55 คะแนน (S.D.= 3.06) และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 20.66 คะแนน (S.D.=2.95) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ภาพรวมอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ มีค่าเฉลี่ย 52.10 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า อยู่ในระดับดี มาก 2 ข้อ อยู่ในระดับดี 1 ข้อ อยู่ในระดับดีค่อนข้างดี 1 ข้อ อยู่ในระดับปานกลาง 1 ข้อ อยู่ในระดับ พอใช้ 1 ข้อ อยู่

ในระดับผ่านเกณฑ์ 1 ข้อ และอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ 6 ข้อ โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความรู้ด้านทักษะการสังเกตอยู่ในอันดับแรก มีค่าเฉลี่ย 79.82 มีความรู้ด้าน ทักษะการวัดในอันดับรองลงมา ส่วนทักษะด้านการคำนวณอยู่ในอันดับสุดท้าย มีค่าเฉลี่ย 25.31ในส่วนรายด้าน พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเพิ่มขึ้นทุกด้าน ทั้ง 13 ทักษะทั้งนี้เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ แต่ละแผนส่งเสริมให้นักเรียนหาข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดโดยการแสวงหาความรู้เพื่อนำความรู้ไปแก้ไขปัญหา เพื่อพัฒนาหรือปรับปรุง โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ เพื่อนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ออกแบบวางแผนทดลอง เพื่อนำข้อมูลมาพิจารณาเพื่อออกแบบวิธีการหรือประดิษฐ์เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดขึ้นอย่างเป็นระบบได้จากการปฏิบัติและฝึกฝนจริงทำให้เกิดทักษะขึ้น แต่ก็พบว่ายังทักษะที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งทักษะที่ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ได้แก่ การคำนวณ การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งส่วนใหญ่เป็นทักษะขั้นผสมผสาน แต่ทักษะทัก 13 ทักษะมีเพิ่มขึ้นจากการได้รับการสอนโดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา ในส่วนทักษะที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ยังต้องใช้การฝึกฝนเพื่อให้เกิดความชำนาญ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ณัฏชยานันต์ เกตุศรีศักดา (2559 : หน้า 1-10) ที่ได้ศึกษาเรื่องศึกษาผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงและการได้ยิน พบว่า เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับ พลศักดิ์ แสงพรมศรี (2558 : หน้า 401) ศึกษาเรื่องศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ พบว่าศึกษาการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับ ประภาณี รามีชัย (2558 : หน้า 401) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้าเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนที่ได้รับการสอนในรูปแบบสะเต็ม พบว่าศึกษาการเปรียบเทียบผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษานักเรียนที่ได้รับการสอนในรูปแบบสะเต็มศึกษามีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังกล่าว ก่อนเรียนโดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม เรื่อง แสง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 80.16 คะแนน (S.D.=6.41) และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 80.08 คะแนน (S.D.=5.39) คะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.87 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า อยู่ในระดับมาก โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้านความใจกว้างอยู่ในอันดับแรก มีค่าเฉลี่ย 4.18 ด้านความอยากรู้อยากเห็นอยู่ในอันดับรองลงมามี

ค่าเฉลี่ย 3.93 ส่วนเจตคติด้านความเพียรพยายามในอันดับสุดท้าย ค่าเฉลี่ย 3.67 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายด้าน พบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเพิ่มขึ้นทุกด้านทั้ง 6 ด้าน ทั้งนี้เนื่องจาก 1) ด้านความอยากรู้อยากเห็น นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นในการแก้ไขปัญหาสถานการณ์เกิดการแข่งขันระหว่างกลุ่ม โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการสืบหาความรู้ เกิดแนวคิดใหม่ๆ 2) ด้านความมีเหตุผล นักเรียนจะต้องนำข้อมูลที่สืบค้นจากความรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มาสนับสนุนเพื่อแก้ไขสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ 3) ด้านความใจกว้างนักเรียนมีการทำงานกลุ่มร่วมกัน เกิดการรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม มีการวิพากษ์วิจารณ์ เพื่อหาข้อมูลที่สรุป 4) ด้านความซื่อสัตย์นักเรียนนำเสนอข้อมูล วิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานจากความเป็นจริงเพื่อนำข้อมูลมาวิพากษ์วิจารณ์และนำมาใช้ในการปรับปรุงชิ้นงานให้ดีขึ้น ซึ่งจะเกิดขึ้นในขั้นสร้าง ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหา 5) ด้านความเพียรพยายาม เนื่องจากการสร้างชิ้นงานหรือสร้างวิธีการแก้ไขปัญหาอาจจะพบกับอุปสรรคหรือไม่ประสบความสำเร็จนักเรียนต้องมีความเพียรพยามเพื่อให้ถึงเป้าหมาย 6) ด้านยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยานหรือเหตุผลที่เพียงพอแต่ละกลุ่มได้มีการนำเสนอหน้าชั้นเรียนได้รับทราบผลการปฏิบัติงานของแต่ละกลุ่ม ทราบข้อดีข้อด้อยและการปรับปรุงแก้ไข เพื่อพัฒนาให้ดีขึ้น ยอมรับข้อมูลจากกลุ่มอื่นๆ มาพิจารณา และนำเสนอแนวทางแก้ไขของกลุ่มตน

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ พบว่าสามารถพัฒนาได้ทั้งทางด้านความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความเพียรพยายามยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยาน เนื่องจากเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นความรู้สึกของแต่ละบุคคลที่แสดงออกมาในรูปพฤติกรรมที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ช่วยให้บุคคลเกิดการแสวงหาความรู้อย่างไม่มีที่สิ้นสุดรวมทั้งมีอิทธิพลต่อการพัฒนาความคิดและพฤติกรรมตลอดจนการตัดสินใจ ซึ่งสอดคล้องแนวคิด จำนง ทองช่วย (2551:26) ได้กล่าวไว้ว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์หมายถึงความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อการคิดการกระทำและการตัดสินใจที่แสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรมซึ่งนักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาด้านอื่นๆเพื่อศึกษาหาความรู้ให้ได้ผลดีและทำให้นักวิทยาศาสตร์มีความรู้ความเข้าใจทางด้านวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น สอดคล้องแนวคิด ประยงค์ ประจงไสย (2551:43) เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อการคิด การกระทำและการตัดสินใจในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงออกให้เห็นทางพฤติกรรมทางด้านความอยากรู้อยากเห็น ความเพียรพยายามความมีเหตุผล ความระเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้างและเต็มใจรับฟังความคิดใหม่ และสอดคล้องกับแนวคิด ภพ เลาหไพบูลย์ (2542:12) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดการกระทำในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆเพื่อศึกษาหาความรู้ให้ได้ผลดี

6. สรุปผลการวิจัย

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางไทรวิทยา อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ก่อนเรียน โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม เรื่อง แสง มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 15.55 คะแนน (S.D. =3.06) และมีคะแนนหลัง

เรียนเฉลี่ยเท่ากับ 20.84 คะแนน (S.D. =2.98) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ภาพรวมอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ มีค่าเฉลี่ย 52.10 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า อยู่ในระดับดี มาก 2 ข้อ อยู่ในระดับดี 1 ข้อ อยู่ในระดับดีค่อนข้างดี 1 ข้อ อยู่ในระดับปานกลาง 1 ข้อ อยู่ในระดับ พอใช้ 1 ข้อ อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ 1 ข้อ และอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ 6 ข้อ โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความรู้ด้านทักษะการสังเกตอยู่ในอันดับแรก มีค่าเฉลี่ย 79.82 มีความรู้ด้าน ทักษะการวัดในอันดับรองลงมา ส่วนทักษะด้านการคำนวณอยู่ในอันดับสุดท้าย มีค่าเฉลี่ย 25.31 ในส่วนรายด้าน พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเพิ่มขึ้นทุกด้าน ทั้ง 13 ทักษะ

2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังกล่าว ก่อนเรียนโดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม เรื่อง แสง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 80.16 คะแนน (S.D. =6.41) และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 80.08 คะแนน (S.D. =5.39) คะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.87 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า อยู่ในระดับมาก โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้านความใจกว้างอยู่ในอันดับแรก มีค่าเฉลี่ย 4.18 ด้านความอยากรู้อยากเห็นอยู่ในอันดับรองลงมามีค่าเฉลี่ย 3.93 ส่วนเจตคติด้านความเพียรพยายามในอันดับสุดท้าย ค่าเฉลี่ย 3.67 ในส่วน รายด้านพบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเพิ่มขึ้นทุกด้านทั้ง 6 ด้าน

7. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1 การจัดการเรียนการสอนแนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็มในชั่วโมงแรกเป็นสิ่งจำเป็นมากที่ครูผู้สอนควรอธิบายแต่ละขั้นของการทำกิจกรรมในแนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็มให้นักเรียนเข้าใจให้ชัดเจน และใช้คำถามคอยกระตุ้นไปสู่คำตอบ

2. การจัดการเรียนการสอนแนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม ควรให้เวลาเพียงพอแก่การเรียนรู้ ไม่จำกัดเวลาในการทำกิจกรรม ไม่ควรทำกิจกรรมเพื่อการแข่งขัน ครูจึงควรมีเวลาให้นักเรียนในการปรึกษาในชั่วโมงว่าง

3. การจัดการเรียนการสอนแนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็มในขั้นค้นหาและการระดมสมองอาจมีการจัดเป็นศูนย์การศึกษาแต่ละศูนย์ให้นักเรียนศึกษา

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำวิจัยลักษณะเดียวกันกับตัวแปรอื่นๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในกาคิดอย่างมีวิจารณญาณ พัฒนาการคิดขั้นสูงตามแนวคิดของบลูม เป็นต้น

2. สามารถนำไปใช้ในชั่วโมงอื่นนอกจากชั่วโมงเรียน เช่น กิจกรรมชุมนุม กิจกรรมลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ วิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ เนื่องจากไม่ถูกจำกัดเรื่องเวลา ตัวชี้วัด ผลการเรียนรู้

3. สามารถแทรกกระบวนการสอนวิทยาศาสตร์ในขั้นค้นหาและระดมสมอง เช่น การสอนแบบ 5E การใช้ปัญหาเป็นฐาน ช่วยเพิ่มทักษะทางวิทยาศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

กมลวรรณ พฤฒินันทกุล. (2557, กันยายน- ตุลาคม). กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมนำมาใช้ในห้องเรียน**.สสวท** , 42(190), 9.สืบค้นจาก http://emagazine.ipst.ac.th/

เกียรติคุณ มนตรี และ จุฬา วัฒนทล. (ตุลาคม – ธันวาคม , 2558). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม. **สสวท**, 42(185) , 16.

จุฑาภรณ์ อุมาสะ. (2556). **ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ที่มีต่อทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่.6.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

จำนง ทองช่วย. (2551). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การสอนรูปแบบซิปปาร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ,สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล. (2557, เมษายน - มิถุนายน). การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. **สุทธิปริทัศน์**, 28 (86) , 355.

ณัฏติยาภรณ์ หยกอุบล.(2555). **สอนให้คิดด้วยจิตวิทยาศาสตร์**. น.189.บุ๊คพอยท์วิชาการ.

ดารารัตน์ ชัยพิลา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2. **ศึกษาศาสตร์**, 27 (2) , 96-109.

นวลจิตต์ เชาวกีรพงศ์. (2557). **การพัฒนาแสวงหาความรู้ทางวิทยาสาสตร์.ในเอกสารการสอนชุดวิชาสารัตถะ วิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์(หน่วยที่5หน้าที่5-6 ถึง 5-88)**. นนทบุรี : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.

นิตยา ภูผาบาง. (2559). **การใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. ชลบุรี : สาขาวิชาเคมีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา

ประภาณี ราญมีชัย. (2558). **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม** ปีที่ 9 ฉบับพิเศษ เมษายน พ.ศ. 2558 หน้า 401

พลศักดิ์ แสงพรมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. **ศึกษาศาสตร์** มหาวิทยาลัยมหาสารคาม , 9 (ฉบับพิเศษ) , 401.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. **นักบริหาร Executive Journal**, 33(2) ,49-56.

มนตรี จุฬาวัฒนทล. (2556, พฤศจิกายน-ธันวาคม). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม.**สสวท** ,42(185),18 สืบค้นจาก http://physics.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/2/2014/11/STEMEdu_IPSTMag185.pdf

วราภรณ์ สีดำเน้น. (2550). **การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วรรณพงษ์ เตรียมโพธิ์ และ อาทร นกแก้ว. (2556). STEM. นวัตกรรม, 8 (32), 10.สืบค้นจาก http: / / www. il. mahidol. ac. th/ th/ images/ stories/ e-documents/NewsLetter32.pdf

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). **คู่มือกิจกรรมสะเต็ม ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6.** กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.**แนวคิดของการวัดประเมินผลวิทยาศาสตร์**.สืบค้นจาก http://sa.ipst.ac.th/?p=682

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน. **ศึกษาศาสตร์**. มหาวิทยาลัยนเรศวร , 17 (3) , 154-160.

สุธีระ ประเสริฐสรรพ์.(2559). **ถอดรหัสการสอนสะเต็ม.** สงขลา. ศิลป์โฆษณา จำกัด หน้า 58

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (พฤศจิกายน-ธันวาคม 2556). **เทคโนโลยีและวิศวกรรมคืออะไรในสะเต็มศึกษา**.

Afif Hafez Zeidan & Majdi Rashed Jayosi. (2015,November). **World Journal of Education**, 5(1) , 13. Retrieved from http://www.sciedu.ca/journal/index.php/wje/article/view/5890

Alpaslan Sahin. (2014, October). **stem education** : Understandin g the changINg landscape. A practice-based model of STEM teaching"STEM Students on the Stage (SOS)TM , Sense Publishers ,10. Retrieved from https://www.sensepublishers.com/media/2349-a-practice-based-model-of-stem-teaching.pdf

Hidayati Parida. (2558: 181) . **Proceeding of International Seminar on Science Education**. Yogyakarta State University, October 31st 2015

Robert M. Capraro, Mary Margaret Capraro and James R. Morgan. (2013). **STEM Project-Based Learning**. p. 65.SENSE PUBLISHERS.