

การพัฒนารูปแบบการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของ ครูในโรงเรียน ระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี*

The Development of the Model of Using Science Equipment of Teachers in Secondary Schools in Ubon Ratchathani Province



^{1*}ปทุมทิพย์ ผลโยธย, ¹อมร เทศสกุลวงศ์ และ ²เผ่าไทย วงศ์เหลา

^{1*}Patoomthip Polyon, Amorn Thedsakhulwong and Paothai Wonglao

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Ubon Ratchathani Rajabhat University, Thailand

^{1*}Corresponding Author. Email: porty_b@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนารูปแบบการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 242 คน หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จำนวน 25 คน ผู้เชี่ยวชาญสำหรับพัฒนารูปแบบ จำนวน 8 คน และผู้ทรงคุณวุฒิสำหรับประเมินรูปแบบจำนวน 17 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์เชิงลึก แบบบันทึกการสนทนากลุ่มและแบบประเมิน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี มี 3 ด้าน ประกอบด้วย การเรียนรู้ การจัดการ และนโยบาย การรายงานรูปแบบในเทอมของ หลักการ วัตถุประสงค์ การดำเนินการและเงื่อนไขความสำเร็จ ดังนี้ 1) หลักการ: รูปแบบนี้ใช้หลักการมีส่วนร่วมของครูที่สอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี กับสถาบันอุดมศึกษาของรัฐในท้องถิ่น 2) วัตถุประสงค์: รูปแบบที่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในจังหวัดอุบลราชธานี 3) การดำเนินการ: รูปแบบที่ได้จะนำไปใช้ในการดำเนินการ



พัฒนา การเรียนรู้ การจัดการ และนโยบาย 4) เงื่อนไขความสำเร็จ: รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมาจะประสบความสำเร็จได้ จะต้องประกอบด้วยเงื่อนไขหลายด้าน เช่น ครูต้องตระหนักรู้ถึงความสำคัญของการทำปฏิบัติการ ครูต้องมีความชำนาญใน การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ โรงเรียนต้องมีการบริหารจัดการเครื่องมือในห้องปฏิบัติการอย่างเป็นระบบ โรงเรียนต้องจัดตั้งงบประมาณในการจัดหาเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ให้มีจำนวนเพียงพอ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องมีการสร้างความร่วมมือระหว่างครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน ระดับมัธยมศึกษา กับสถาบันอุดมศึกษาภาครัฐในท้องถิ่น จากผลการประเมินรูปแบบที่สร้างขึ้นดังกล่าวโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า รูปแบบมีความเหมาะสมในระดับมากและเป็นไปได้ในระดับมาก

คำสำคัญ: เครื่องมือวิทยาศาสตร์; การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์; ครูวิทยาศาสตร์; โรงเรียนมัธยมศึกษา

Abstract

The purpose of this research was to study the development of a model for using science equipment of teachers in secondary schools. The study was used with the sampling groups of 242 science teachers teaching in secondary schools in the Ubon Ratchathani province. The target group for this study was 25 heads of learning stands, science departments. In this work, the designed model was considered by 8 experts in science equipment and was evaluated by the other 17 professionals. Tools for collecting data were questionnaires, in-depth interviews, focus groups and the model evaluation. The collected data were analyzed by using percentage, mean, standard deviation, and content analysis. The research findings was that the developed model for using science equipment of teachers in secondary schools in the Ubon Ratchathani province comprised 3 elements including learning, management and policy. The model was reported in terms of principle, objective, operation and success condition as following. 1) Principle: this model uses the principles of participation of teachers teaching science in secondary schools in Ubon Ratchathani province and local higher education institutions. 2) Objective: the model was intended to develop the use of science equipment of teachers in secondary schools in the Ubon Ratchathani province. 3) Operation: the model will be used to develop learning, management and policy. 4) Success condition: this developed model will be successful by doing many conditions, for example, teachers must be aware of the importance of practice, teachers must have expertise in using science equipment, the school must have systematic management of laboratory equipment, the school must establish a budget to provide sufficient science equipment, and relevant agencies must establish cooperation between science teachers in secondary schools with local government higher education institutions. From the evaluation results of the model created by the experts, the model is appropriate at a high level and is possible at a high level.

Keywords: Science Equipment; Use of Science Equipment; Science Teachers; Secondary School

บทนำ

เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยในการตอบโจทย์ และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ หมายถึง อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางวิทยาศาสตร์รวมถึงการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและการวิจัยเชิงทฤษฎี (Hackmann, 2013) เครื่องมือวิทยาศาสตร์ใช้ในการทดสอบหรือสอบเทียบรวมถึงพิสูจน์หลักการทางกายภาพและชีวภาพ ความสัมพันธ์ต่างๆ ด้วยวิธีการวัด การเก็บข้อมูล การบันทึก การแปลงสัญญาณ การวัดข้อมูลซ้ำ การตรวจสอบยืนยันข้อมูล โดยปกติแล้ว ผลการวิเคราะห์จะออกมาทั้งในเชิงปริมาณหรืออยู่ในรูปของตัวเลข และเชิงคุณภาพเป็นการตรวจสอบว่ามีหรือไม่มี จากการศึกษาของ (Blosser, 1990) พบว่า การที่นักเรียนได้ทำการทดลอง เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตในรายละเอียด และช่วยกระตุ้นความสนใจเรียน และการทำการทดลองซ้ำๆ ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการคิดที่นำไปสู่การเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ (Jantarakantee, 2016) พบว่าการกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการตั้งสมมติฐาน วางแผน ออกแบบการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง นำไปสู่คำตอบของปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง ในส่วนของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ (Ware, 1999) พบว่า ในประเทศกำลังพัฒนาขาดแคลนเครื่องมือวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์ทางด้านปฏิบัติการ ตลอดจนการฝึกฝนการใช้งาน รวมถึงการดูแลและบำรุงรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับการวิจัยของ (Nuannin, 2005) พบว่า ปัญหาเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์มีหลายปัจจัยด้วยกันได้แก่ การติดตั้งในสถานที่ที่ไม่เหมาะสม เครื่องมือวิทยาศาสตร์มีความซับซ้อนการใช้งานรวมถึงการซ่อมค่อนข้างยุ่งยาก เทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงเร็ว ค่าใช้จ่ายในการซ่อมและซ่อมบำรุงสูง มีการประยุกต์ใช้ในการทำงานด้านอื่นน้อย ทางบริษัทที่ขายเครื่องมือให้หลีกเลี่ยงการถ่ายทอดเทคโนโลยี นักวิทยาศาสตร์ขาดความชำนาญ ปัจจัยสุดท้ายคือเครื่องมือมีการใช้งานน้อย ขาดระบบการบริหารจัดการที่ดีทำให้เครื่องมืออยู่ในสภาวะนิ่งและไม่มีการใช้งานร่วมกัน

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในยุคนี้ โรงเรียนจำเป็นที่จะต้องมียุทธศาสตร์สำหรับการทดลอง ให้ทั้งครูอาจารย์และนักเรียนได้ใช้งานอย่างครบถ้วน จากการวิจัยของ (Saramas, 2018) พบว่า ในอดีตเครื่องมือวิทยาศาสตร์มีไม่เพียงพอสำหรับให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการใช้งานอย่างทั่วถึง ทำให้เป็นข้อจำกัดในการเรียนรู้ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์รวมถึงสื่อการเรียนการสอนจะเป็นตัวกระตุ้นให้การเรียนวิทยาศาสตร์มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้นและช่วยให้นักเรียนเห็นภาพจริงจากการลงมือปฏิบัติทำให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย เป็นพื้นฐานในการต่อยอดการเรียนรู้ไปเป็นกระบวนการศึกษาวิทยาศาสตร์ ทั้งการตั้งคำถามหรือสมมติฐานแล้วทำการทดลองเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีราคาสูงทำให้บางโรงเรียนที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกลขาดงบประมาณในการจัดซื้อหรือเมื่อมีการจัดซื้อและได้เครื่องมือมาแล้ว สิ่งที่เกิดขึ้นคือครุขาดความมั่นใจในการใช้งาน การดูแลและบำรุงรักษา ทำให้ครูหลีกเลี่ยงที่จะสอนวิทยาศาสตร์โดยให้มีการทดลอง (Sumrall, 1997) ซึ่งมีหลายปัจจัยด้วยกัน คือ การสอนวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนทำการทดลองทำให้ครูต้องทำงานมากขึ้น ต้องรับผิดชอบในเรื่องการเก็บ และทำความสะอาด

หลังการทำการกิจกรรม เกิดเสียงดังจากการพูดคุยในขณะที่นักเรียนทำการทดลอง ครูขาดความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ ต้องใช้เวลามากขึ้นในการทดลองและการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์มีไม่เพียงพอ

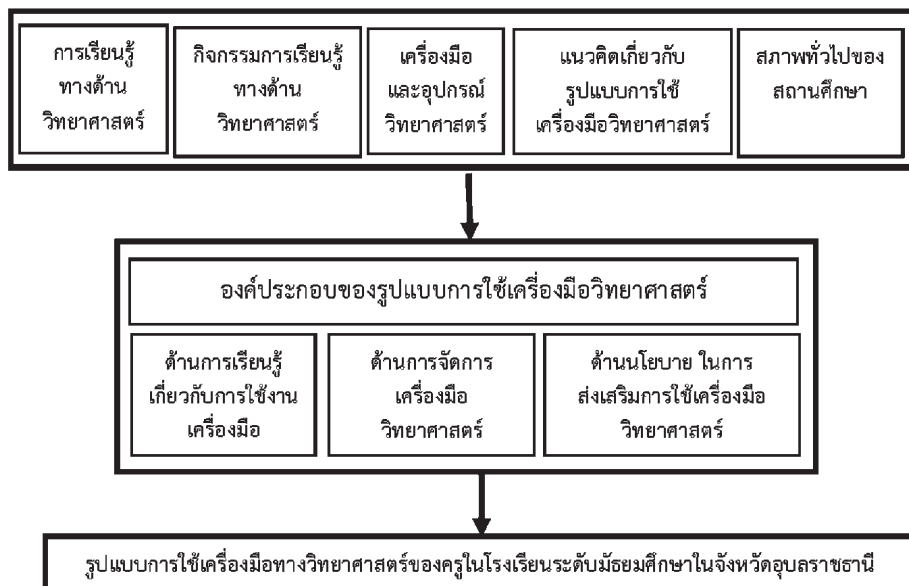
นอกจากนี้ การพัฒนาการเรียนการสอนในโรงเรียนตาม พ.ร.บ. การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 เน้นการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยครูเป็นผู้ช่วยส่งเสริมแนะแนวทางให้เกิดองค์ความรู้แก่ผู้เรียน ทั้งยังจัดหาแหล่งการเรียนรู้ทั้งแหล่งภายในห้องเรียนและภายนอกห้องเรียนโดยนำเอาเทคโนโลยี มาผสมผสานให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ให้มากที่สุด ทางรัฐบาลได้เล็งเห็นความสำคัญในเรื่องการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงได้มีการอนุมัติจัดซื้อเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ทางโรงเรียน ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการสำรวจการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานีในเบื้องต้น พบว่า ครูผู้สอนยังขาดความเชี่ยวชาญในการใช้เครื่องมือด้านวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์ รวมถึงการจัดการ การจัดเก็บและดูแลบำรุงรักษา จึงทำให้มีการใช้งานได้ไม่เต็มศักยภาพหรือไม่มีการใช้งาน โดยสภาพของเครื่องมือยังอยู่ในสภาพเดิมเหมือนตอนที่ได้รับมา ทำให้การใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีอยู่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด ทำให้การถ่ายทอดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนไม่เต็มศักยภาพและไม่เกิดการเรียนรู้ในทางปฏิบัติ อาจส่งผลให้นักเรียนขาดความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ในที่สุด

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาารูปแบบการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี เพื่อให้เกิดความพร้อมในการจัดการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ สามารถส่งเสริมแนะแนวทางให้เกิดองค์ความรู้แก่ผู้เรียน โดยใช้เทคโนโลยีมาผสมผสานให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาสภาพการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี เพื่อพัฒนารูปแบบการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในจังหวัดอุบลราชธานี และเพื่อประเมินรูปแบบการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในจังหวัดอุบลราชธานี

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี
2. เพื่อพัฒนารูปแบบการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี
3. เพื่อประเมินรูปแบบการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี

กรอบแนวคิด



ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้มีวิธีการวิจัย 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเชิงปริมาณ ประชากรคือครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี ปีการศึกษา 2561 จำนวน 642 คน จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้วิธีการหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างด้วยตารางของ (Krejcie and Morgan, 1970) และคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (Proportional Stratified Random Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 242 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการนำแบบสอบถามไปให้กลุ่มเป้าหมายตอบ จากนั้นนำไปวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วแปรผลโดยนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาเชิงคุณภาพ ประชากรคือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งมีตำแหน่งเป็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนมัธยมศึกษาที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในแต่ละอำเภอในจังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 25 โรงเรียน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในจังหวัดอุบลราชธานี เป็นระยะของการพัฒนารูปแบบด้วยการสนทนากลุ่ม กลุ่มเป้าหมายเลือกแบบเจาะจงจากผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ของครู และด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 คน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องมือวิทยาศาสตร์จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนมัธยมศึกษา ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนมัธยมศึกษา สาขาเคมี ชีววิทยา และ ฟิสิกส์ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบบบันทึกการสนทนากลุ่ม และการจัดสนทนากลุ่มโดยเปิดโอกาสให้กลุ่มเป้าหมายทุกคนมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบ และผู้วิจัยบันทึกข้อมูลด้วยอุปกรณ์บันทึกภาพ อุปกรณ์บันทึกเสียง วิเคราะห์ข้อมูล โดยการนำข้อมูลที่ได้นำวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและสังเคราะห์ผลที่ได้ตามกรอบของเนื้อหา บรรยายการจัดกิจกรรมสนทนากลุ่มดังกล่าวแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 บรรยายการจัดกิจกรรมการสนทนากลุ่ม

ระยะที่ 3 การประเมินรูปแบบการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในจังหวัดอุบลราชธานี เป็นการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบจากผู้ทรงคุณวุฒิ กลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และการศึกษาวิทยาศาสตร์ จำนวน 17 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยนำเอกสารรูปแบบและการประเมินไปมอบให้ผู้ทรงคุณวุฒิ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย เลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วแปรผลโดยนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะตามวิธีการดำเนินวิจัยดังนี้

1. ผลการวิจัยสภาพการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานีโดยรวม แสดงในตารางที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมของสภาพการใช้เครื่องมืออยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.65$) และเมื่อพิจารณาแต่ละด้าน พบว่า ด้านการส่งเสริมกระบวนการศึกษาวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับสูงสุด ($\bar{X} = 3.89$) รองลงมา คือ ด้านการพัฒนาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมากเหมือนกัน ($\bar{X} = 3.73$) และด้านการจัดการเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับต่ำสุด คือ ระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.32$)

ตารางที่ 1 สภาพการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี (N = 242)

ลำดับ	สภาพการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1	ด้านการส่งเสริมกระบวนการศึกษาวิทยาศาสตร์	3.89	0.95	ดี
2	ด้านการพัฒนาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์	3.32	1.06	ปานกลาง
3	ด้านการพัฒนาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์	3.73	0.81	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม		3.65	0.91	ดี

2. จากผลการวิจัยในข้อ 1. ได้นำมาพัฒนารูปแบบ ในระยะที่ 2 ผลการพัฒนารูปแบบการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี พบว่า

1) *หลักการของรูปแบบ* คือ การดำเนินการแบบมีส่วนร่วมของครูที่สอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานีกับหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง ทั้งหน่วยงานอุดมศึกษาภาครัฐในท้องถิ่นหรือจังหวัดใกล้เคียง โรงเรียนต้นแบบ โรงเรียนแกนนำด้านการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดการพัฒนาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

2) *วัตถุประสงค์ของรูปแบบ* ได้แก่ เพื่อพัฒนาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานีด้านการเรียนรู้ด้าน การจัดการ และด้านนโยบาย

3) การดำเนินการ ประกอบด้วย

ก. การพัฒนาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนรู้ มีการดำเนินการที่ประกอบด้วย การสร้างความตระหนักรู้แก่ครูถึงความสำคัญในการทำปฏิบัติการ การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์การให้ความรู้กับครูในเรื่องการใช้งาน การซ่อมแซมในเบื้องต้น และการดูแลบำรุงรักษาเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยการจัดอบรมให้กับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ การอบรมการสร้างปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับหลักสูตร การอบรมการสร้างเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์อย่างง่ายจากวัสดุอุปกรณ์ที่หาได้ภายในท้องถิ่น การอบรมการทำโครงการวิทยาศาสตร์ อบรมการจัดทำคู่มือปฏิบัติการ สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Vasinayanuwatana, et al., 2018; Akuma and Callaghan, 2016)

ข. การพัฒนาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดการ มีการดำเนินการที่ประกอบด้วย สถานที่ ขนาดห้อง ขนาดของโต๊ะสำหรับติดตั้งเครื่องมือควรเลือกให้เหมาะสมตามข้อกำหนดของเครื่องมือแต่ละชนิดหรือตามสภาพแวดล้อมทั่วไป เช่น ห้องต้องปราศจากฝุ่น ละออง แสงแดดส่องถึง ระบบน้ำและไฟฟ้าเหมาะสมกับการจัดตั้งเครื่องมือ การจัดการเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ มีการจัดทำคู่มือการใช้งาน การดูแลบำรุงรักษาเบื้องต้น ข้อควรระวังและพึงปฏิบัติในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ การจัดทำตาราง ตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ การจัดทำตารางการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ประจำเครื่องทุกเครื่อง (log book) จัดตั้งผู้ดูแลและบำรุงรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ จัดทำตารางลงบันทึกประวัติการซ่อมและซ่อมบำรุงเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Narupai, 2011)

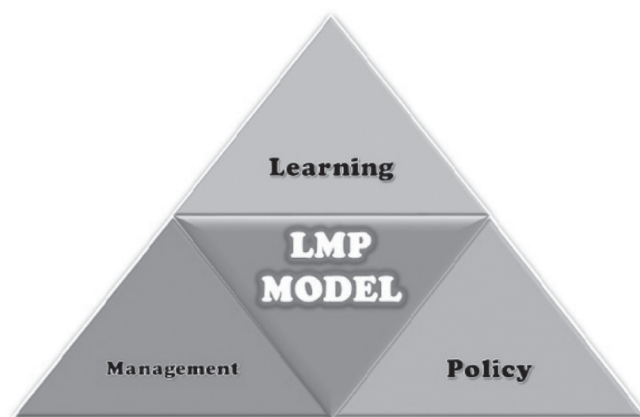
ค. การพัฒนาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ด้านนโยบาย มีการดำเนินการที่ประกอบด้วย การจัดหาเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ให้เพียงพอต่อการเรียนการสอน มีความทันสมัย โดยให้สอดคล้องกับหลักสูตรและบริบทของโรงเรียน ส่งเสริมให้มีการเรียนการสอนปฏิบัติการที่เป็นรูปธรรม โดยนักเรียนสามารถทำปฏิบัติการได้จริง โดยเพิ่มระยะเวลาการทำปฏิบัติการให้มากขึ้น ส่งเสริมให้ครูได้เข้ารับการอบรมการใช้งานเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์โดยหน่วยงานต้นสังกัด สร้างเครือข่ายเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์สำหรับโรงเรียน โดยโรงเรียนที่มีความพร้อมหรือโรงเรียนขนาดใหญ่เป็นแกนหลักในการให้ความช่วยเหลือหรือ แลกเปลี่ยน การใช้เครื่องมือแก่โรงเรียนขนาดเล็ก สร้างระบบพี่เลี้ยงคอยให้คำปรึกษาและแนะนำเกี่ยวกับการใช้การสร้าง รวมถึงการจัดซื้อเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ขอความร่วมมือจากหน่วยงานอุดมศึกษา ภาครัฐในท้องถิ่นหรือจังหวัดใกล้เคียง จัดตั้งหน่วยพัฒนาและซ่อมบำรุงเครื่องมือวิทยาศาสตร์ตามศักยภาพของแต่ละหน่วยงาน สร้างเครือข่ายการพัฒนาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในสื่อสังคมออนไลน์ สร้างศูนย์ปฏิบัติการ การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ โดยจัดเป็นศูนย์ทดสอบทักษะด้านปฏิบัติการ จัดประชุมสร้างความเข้าใจกับผู้บริหารโรงเรียนเครือข่าย ในการสร้างต้นแบบโรงเรียนเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างปฏิบัติการที่สอดคล้องกับเนื้อหา และกระจายสู่โรงเรียนขนาดเล็ก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Driel, et al., 2001)

4) *เงื่อนไขความสำเร็จ* ได้แก่ สร้างความตระหนักรู้แก่ครูถึงความสำคัญในการทำปฏิบัติการ และ การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูต้องมีความรู้ ความเข้าใจและสามารถใช้งานเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชำนาญ การบริหารจัดการเครื่องมือทาง วิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ หน่วยงานอุดมศึกษาภาครัฐในท้องถิ่นต้องมีบทบาทในการให้ความช่วยเหลือใน เรื่องการให้ความรู้ การฝึกอบรมและปฏิบัติแก่ครู โรงเรียนต้องมีการตั้งงบประมาณในการจัดหาเครื่องมือ ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีจำนวนเพียงพอต่อการเรียนการสอน และส่งเสริมให้ครูได้ เข้าร่วมอบรมการใช้ การบำรุงรักษา การสร้างเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ สร้างเครือข่ายในสื่อสังคมออนไลน์ เพื่อเป็นการเชื่อม ต่อความรู้และปรับปรุงความรู้ให้มีความทันสมัยอยู่เสมอ โดยเชิญผู้เชี่ยวชาญ ผู้มีความรู้ความสามารถเข้า ร่วมกลุ่ม และคอยให้ความรู้ คำปรึกษา ตลอดจนข้อเสนอแนะ รวมถึงข่าวการอบรมต่างๆ จากองค์กรประกอบ ต่างๆ ที่ได้ในระยยะที่ 1 และ 2 นำมาสร้าง รูปแบบการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับ มัธยมศึกษา ในจังหวัดอุบลราชธานี หรือ เรียกว่า LMP Model ดังแสดงเป็นแผนภาพในรูปที่ 2 สามารถ อธิบายในแต่ละส่วนได้ดังนี้

L คือ การเรียนรู้ (Learning) หมายถึง การสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือทาง วิทยาศาสตร์ผ่านการอบรมในเรื่องต่างๆ แก่ครู เช่น การซ่อมแซมและการดูแลบำรุงรักษาเครื่องมือทาง วิทยาศาสตร์ในเบื้องต้น วิธีการใช้งาน เพื่อพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ การอบรมการสร้าง ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ การสร้างเครื่องมือวิทยาศาสตร์อย่างง่ายจากวัสดุอุปกรณ์ที่ได้ภายในท้องถิ่น อบรมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์โดยการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ภายในโรงเรียน อบรมการจัดทำ คู่มือปฏิบัติการให้มีรูปแบบเช่นเดียวกับคู่มือปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา เพื่อให้เกิดการใช้ งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์อย่างเต็มประสิทธิภาพ

M คือ การจัดการ (Management) หมายถึง การดำเนินการด้านการจัดการเครื่องมือทาง วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนให้เป็นระบบที่ชัดเจน ทำให้เครื่องมือวิทยาศาสตร์มีอายุการใช้งานที่ยาวนานมากยิ่งขึ้น เป็นการจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุด โดยการ ดำเนินการด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านสถานที่ ด้านบุคลากร ด้านงบประมาณด้านการจัดซื้อเครื่องมือวิทยาศาสตร์ และวัสดุอุปกรณ์ ด้านการจัดเก็บเครื่องมือวิทยาศาสตร์และวัสดุอุปกรณ์

P คือ นโยบาย (Policy) หมายถึง หลักการ และ แบบแผนความคิดที่ใช้เป็นหลักยึดในการปฏิบัติ เพื่อเป็นแนวทางการดำเนินการเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนเพื่อให้เกิด ประสิทธิภาพสูงสุด



รูปที่ 2 รูปแบบการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียน
ระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี (LMP model)

รูปแบบการพัฒนาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานีที่ได้ไปทำเป็นแบบประเมินความเหมาะสมและเป็นไปได้โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ผลการประเมินรูปแบบ แสดงในตารางที่ 2 ซึ่งพบว่า ภาพรวมของรูปแบบมีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.27$) และมีความเป็นไปได้ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.63$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า องค์ประกอบด้านการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.28$) มีความเป็นไปได้ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.88$) องค์ประกอบด้านการจัดการ มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.20$) มีความเป็นไปได้ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.36$) และองค์ประกอบด้านนโยบายมีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.33$) มีความเป็นไปได้ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.64$) ทั้งนี้ ในด้านการจัดการที่มีความเป็นไปได้ค่อนข้างน้อยนั้น เนื่องมาจากมีข้อจำกัดทางด้านงบประมาณ ด้านบุคลากร และด้านสถานที่

ตารางที่ 2 ผลการประเมินรูปแบบการพัฒนาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี

องค์ประกอบ	ความเหมาะสม			ความเป็นไปได้		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
ด้านการเรียนรู้	4.28	0.74	ดี	3.88	0.73	ดี
ด้านการจัดการ	4.20	0.81	ดี	3.36	0.60	ปานกลาง
ด้านนโยบาย	4.33	0.63	ดี	3.64	0.70	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.27	0.71	ดี	3.63	0.66	ดี

อภิปรายผล

สภาพการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานีโดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านจะพบว่า ด้านส่งเสริมกระบวนการศึกษาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงสุด เนื่องจากการทำปฏิบัติการทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้จากการทำงานเป็นกลุ่ม เกิดการวางแผนการทดลองอย่างเป็นระบบ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ได้ลงมือปฏิบัติจริง รูปแบบการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ

1. ด้านการเรียนรู้ เป็นการให้ความรู้กับครูในเรื่องการใช้งาน การซ่อมแซมในเบื้องต้น และการดูแลบำรุงรักษาเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ โดยการจัดอบรมให้กับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ การอบรมการสร้างปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับหลักสูตร การอบรมการสร้างเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์อย่างง่ายจากวัสดุอุปกรณ์ที่หาได้ภายในท้องถิ่น การอบรมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์โดยการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในโรงเรียนเป็นฐานเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่

2. ด้านการจัดการ โดยการจัดระบบการบริหารจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ในด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านสถานที่ที่เหมาะสมต่อการจัดวางเครื่องมือ ด้านบุคลากร จัดผู้ดูแลเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ด้านงบประมาณ โดยการจัดสรรงบประมาณสำหรับจัดซื้อ ซ่อม และซ่อมบำรุงเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดซื้อเครื่องมือวิทยาศาสตร์ วัสดุอุปกรณ์ โดยการจัดทำระเบียบเครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อสำรวจเครื่องมือวิทยาศาสตร์จัดแยกเครื่องมือชำรุด และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้งานได้สำหรับตั้งงบประมาณในการวางแผนการจัดซื้อ ด้านการจัดเก็บเครื่องมือวิทยาศาสตร์วัสดุอุปกรณ์ โดยการแยกประเภทการจัดเก็บ จัดวางเครื่องมือวิทยาศาสตร์ แยกเครื่องมือวิทยาศาสตร์ชำรุดออกจากเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่สามารถใช้งานได้ จัดทำคู่มือ ตารางการใช้งาน ตารางการซ่อมบำรุง การทำประวัติการซ่อม

3. ด้านนโยบาย โดยการจัดงบประมาณเพื่อจัดหาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมการสอนปฏิบัติการ สร้างเครือข่ายแกนนำ สร้างระบบพี่เลี้ยง ขอความร่วมมือจากสถาบันอุดมศึกษาภาครัฐในท้องถิ่น จัดตั้งหน่วยพัฒนาและซ่อมบำรุงเครื่องมือวิทยาศาสตร์ สร้างเครือข่ายการพัฒนาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในสื่อสังคมออนไลน์ สร้างศูนย์ปฏิบัติการการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ จัดประชุมสร้างความเข้าใจกับผู้บริหารโรงเรียนเครือข่าย

ในการประเมินรูปแบบการพัฒนาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี พบว่า รูปแบบมีความเหมาะสมในระดับมาก และมีความเป็นไปได้ในระดับมาก มีความเป็นไปได้ในการปฏิบัติจริงอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ภาครัฐโดยกระทรวงศึกษาธิการ ควรเสนอแนะ ให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ส่งเสริม ประสาน และจัดให้มีการพัฒนาบุคลากร การฝึกอบรมครู อาจารย์ เกี่ยวกับการเรียนการสอนและการค้นคว้าวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ ร่วมกับสถาบันอุดมศึกษาของรัฐในท้องถิ่น นำไปปรับใช้ ทั้งในจังหวัดอุบลราชธานีและจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีบริบทใกล้เคียงกัน

2. ภาครัฐโดยกระทรวงศึกษาธิการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และสถาบันอุดมศึกษาในท้องถิ่น ควรกระตุ้นให้ครูเกิดความตระหนักถึงความสำคัญในการทำปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในโรงเรียนอย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยการสร้างกลยุทธ์การวัดผล ที่เน้นคำตอบที่ได้จากการทำปฏิบัติการ

3. ภาครัฐโดยกระทรวงศึกษาธิการควรให้การสนับสนุนทางด้านนโยบายและงบประมาณแก่โรงเรียนในการจัดซื้อเครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ให้มีจำนวนเพียงพอสำหรับการเรียนการสอน ตรงตามหลักสูตร และความต้องการของครู รวมถึงส่งเสริมให้สถาบันอุดมศึกษาของรัฐในท้องถิ่น เข้ามามีบทบาทในการอบรมการใช้ การดูแลบำรุงรักษา การสร้างเครื่องมือวิทยาศาสตร์จากวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่น เพื่อพัฒนาใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครู

4. ภาครัฐโดยกระทรวงศึกษาธิการควรมีการกำหนดแผนการและดำเนินการตามแผนในการจัดการเรียนการสอนแบบเรียนรู้จากการปฏิบัติ (Learning by doing) ปรับสัดส่วนการเรียนรู้เนื้อหาให้น้อยลง และเพิ่มเวลาในการทำปฏิบัติการให้มากยิ่งขึ้น เพื่อกระตุ้นให้ครูเกิดความตื่นตัวในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น และการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่ใช่เรื่องที่น่าเบื่อหน่ายสำหรับนักเรียนอีกต่อไป

5. หน่วยพัฒนาและซ่อมบำรุงเครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เป็นหน่วยงานภาครัฐที่มีความพร้อมทั้งบุคลากร สถานที่ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ สามารถผลักดันผลการวิจัยนี้ไปสู่การปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม รองรับการนำร่องเป็นแกนหลักเพื่อใช้รูปแบบนี้สำหรับโรงเรียนในจังหวัดอุบลราชธานี และ 4 จังหวัดในเขตอีสานใต้ได้แก่ ศรีสะเกษ อำนาจเจริญ โยธธร และมุกดาหาร หากได้รับทุนอุดหนุนจากกระทรวงศึกษาธิการและสสวท.

6. การนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ ไม่ว่าจะทั้งหมดหรือนำเฉพาะบางส่วนไปใช้ควรมีการศึกษาข้อมูลต่างๆ อย่างชัดเจน และนำไปทดลองปฏิบัติ เพื่อความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้ให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัยรูปแบบการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานีต่อยอดในระยะยาว โดยเฉพาะในประเด็นผลที่เกิดขึ้นจากการนำรูปแบบไปใช้ทั้งในเชิงสำรวจและเชิงลึก เพื่อเพิ่มความสมบูรณ์ของการศึกษานี้
2. ควรมีการศึกษาวิจัยรูปแบบการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดอื่นๆ ในทุกภูมิภาค และผลการศึกษาที่ได้มาสังเคราะห์ร่วมกันเพื่อให้เกิดเป็นรูปแบบการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในระดับภูมิภาคหรือระดับประเทศ
3. ควรมีการศึกษาวิจัยยุทธศาสตร์การพัฒนสมรรถนะครูการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ของครูในการทำปฏิบัติการนำไปสู่การพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการปฏิบัติมากกว่าการท่องจำหรือการเรียนรู้แบบท่องจำโดยสถาบันอุดมศึกษาในท้องถิ่น เพื่อนำยุทธศาสตร์ที่ได้มาจัดทำเป็นแผนงานดำเนินการเพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่โลกยุคใหม่
4. ควรมีการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาตัวชี้วัดการพัฒนาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของครูในด้านต่างๆ ที่ครอบคลุมและสอดคล้องกับบริบท
5. ควรมีการส่งเสริมสถาบันอุดมศึกษาภาครัฐในท้องถิ่นแต่ละภูมิภาค ให้มีการจัดตั้งหน่วยพัฒนาและซ่อมบำรุงเครื่องมือวิทยาศาสตร์ เพื่อจัดอบรมเสริมสร้างทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ การซ่อมแซมเบื้องต้น และการสร้างเครื่องมือวิทยาศาสตร์ หรือการนำเสนอนวัตกรรมใหม่ๆ เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับครู

References

- Akuma F.V. and Callaghan R. (2016). Framework for Reducing Teaching Challenges Relating to Improvisation of Science Education Equipment and Materials in Schools. *EURASIA J. Math., Sci Tech.*, 12(10), 2697–2717.
- Blosser P.E. (1990). *The Role of the Laboratory in Science Teaching. Research Matters - to the Science Teacher: National Association for Research in Science Teaching*. Retrieved September, 2018, from <https://www.narst.org/publications/research/labs.cfm>
- Driel J.H.V., Beijaard D. and Verloop N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 137-158.

- Hackmann W.D. (2013). Scientific instruments. In Hessenbruck A. (ed.). *Reader's Guide to the History of Science*. Routledge pp. 675–677.
- Jantarakantee E. (2016). Science Instruction for Promoting Creative Thinking Skills. *Research and Development Journal Suan Sunandha Rajabhat University*, 8(1), 205-217.
- Krejcie R.V. and Morgan D.W. (1970). Determining Sample Size for Research Activities, *Psychological Measurement*: 607-610.
- Narupai S. (2011). Development of medical device management systems, maintenance agencies, Pa Daet Hospital Management Group, Chiang Rai Province. 12th HA National Forum 15-18 March 2011 IMPACT Convention Center Muangthong Thani.
- Nuannin P. (2005). Problems and obstacles in the use of scientific instruments. *The Journal of the Royal Institute of Thailand*, 30(4), 1170-1175.
- Saramas, S. (2018). *The importance of science equipment, scientific instruments and teaching materials to the modern education*. Retrieved September, 2018, from <http://intereducation.co.th/th/2018/08/09/>
- Sumrall W.J. (1997). Why Avoid Hands-on-Science?, *Science Scope*, 20(4), 16-19.
- Vasinayanuwatana T., Pinthong T. and Faikhamta C. (2018). Current trends on science teacher development, *Journal of Graduate Studies Valaya Alongkorn Rajabhat University*, 12(2), 82-104.
- Ware S.A. (1999). *Science and Environment Education Views from Developing Countries*. World Bank, Human Development Network Secondary Education Series. Retrieved September, 2018, from [http://web.worldbank.org/archive/website00243B/WEB/PDF/ WARE1999.PDF](http://web.worldbank.org/archive/website00243B/WEB/PDF/WARE1999.PDF)