

การพัฒนาชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์เป็น
เครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวทางสะเต็มศึกษา

Development of a Learning Media Kit on Sound Wave and Light using
Smartphone sensors as Measurement Tools according to the
Engineering Design Process for STEM Education Learning Management

Received : 2024-05-11

Revised : 2024-07-17

Accepted : 2025-04-10

ผู้วิจัย ขาติ ทีฆะ¹

Chat Teeka

chat_tee@dusit.ac.th

สุทัศน์ จันบัวลา²

Sutas Janbuala

ยุทธนา พิมพ์ทองงาม³

Yutthana Pimthongngam

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ (1) เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ (3) เพื่อทดลองใช้และประเมินผลการใช้ชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้ชุดสื่อการเรียนรู้ ได้แก่ 1) ครูผู้สอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ โรงเรียน A จำนวน 4 ท่าน และ โรงเรียน B จำนวน 4 ท่าน 2) นักศึกษาครูจำนวน 12 คน และ 3) นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียน A จำนวน 50 คน และโรงเรียน B จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คู่มือครูและใบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ชุดสื่อการเรียนรู้ แบบประเมินประสิทธิภาพชุดสื่อการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน และความก้าวหน้าทางการเรียน

ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยครั้งนี้สามารถนำมาทดลองวัดค่าตัวแปรและพารามิเตอร์ที่ต้องการศึกษาต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำและมีความเที่ยงตรง (2) ผลการประเมินประสิทธิภาพชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ทโฟน

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

Assistant Professor Dr. Program in General Science Faculty of Science and Technology Suan Dusit University

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

Assistant Professor Dr. Program in General Science Faculty of Science and Technology Suan Dusit University

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

Assistant Professor Dr. Faculty of Science and Technology Suan Dusit University

เซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ประกอบด้วย สารสำคัญ/สาระการเรียนรู้ และวิธีการวัดและประเมินผล การเรียนรู้กับกลุ่มเป้าหมาย และมีความเหมาะสมอยู่ในมากที่สุด ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้กับการเรียนรู้บนพื้นฐานสมรรถนะ ชุดอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้ และ คู่มือและกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีค่าคะแนนการประเมินเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.512 ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด และ (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง สำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความก้าวหน้าทางการเรียนครูผู้สอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์โรงเรียน A มีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ ($\langle g \rangle_{\text{คลื่นเสียง}} = 0.73$, $\langle g \rangle_{\text{แสง}} = 0.81$) สูงกว่าโรงเรียน B ($\langle g \rangle_{\text{คลื่นเสียง}} = 0.67$, $\langle g \rangle_{\text{แสง}} = 0.79$) นักศึกษาครูมีความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง แสง ($\langle g \rangle = 0.68$) มีค่าสูงกว่า เรื่อง คลื่นเสียง ($\langle g \rangle = 0.67$) และ นักเรียนโรงเรียน A มีความก้าวหน้าทางการเรียน ($\langle g \rangle_{\text{คลื่นเสียง}} = 0.68$, $\langle g \rangle_{\text{แสง}} = 0.66$) สูงกว่านักเรียนโรงเรียน B ($\langle g \rangle_{\text{คลื่นเสียง}} = 0.61$, $\langle g \rangle_{\text{แสง}} = 0.59$) ตามลำดับ

คำสำคัญ ชุดสื่อการเรียนรู้คลื่นเสียงและแสง สมาร์ทโฟนเซนเซอร์ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

Abstract

This research aimed at the following objectives: (1) to design and develop a learning media set on sound waves and light using a smartphone sensor as a measuring tool based on the engineering design process for STEM education learning management; (2) to evaluate the efficiency of the learning media set on sound waves and light using a smartphone sensor as a measuring tool based on the engineering design process for STEM education learning management; and (3) to trial and evaluate the use of the learning media set on sound waves and light using a smartphone sensor as a measuring tool based on the engineering design process for STEM education learning management. The population and samples used in the trial use of the learning media set were 1) 4 physics teachers from School A and 4 from School B; 2) 12 student teachers; and 3) 50 high school students from School A and 45 from School B. The research instruments consisted of the learning media set on sound waves and light using a smartphone sensor as a measuring tool based on the engineering design process for STEM education learning management, the teacher's manual and learning activity record sheets for the learning media set, the learning media set efficiency evaluation form, and the learning achievement test. The statistics used in the research were mean, standard deviation, *t*-test, and the normalized gain.

The research found that: 1) Learning media set on sound waves and light using Smartphone sensors as measuring tools according to the engineering design process for organizing learning according to STEM education guidelines which developed in this research can be used to measure various variables and parameters that need to be studied with accuracy and precision. 2) The results of evaluating the effectiveness of the learning media set on sound waves and light using Smartphone sensors as measurement tools according to the engineering design process for organizing learning according to the STEM education approach, found that, it

was appropriate at a high level, consisting of essential content/learning content, and methods for measuring and evaluating learning outcomes with target groups and is most appropriate, consisting of learning objectives Learning activities with competency-based learning. The Learning equipment set and manual and learning activities. The total average evaluation score was 4.55, and the standard deviation was 0.512, which is in the highest quality criteria. 3) Learning achievement of organizing learning with learning media sets on sound waves and light. For learning management according to the STEM approach, after class was significantly higher than before class at the .05 level. The normalized gain for the physics content teachers at School A had higher ($\langle g \rangle = 0.73$, $\langle g \rangle = 0.81$) than physics content teacher of School B ($\langle g \rangle = 0.67$, $\langle g \rangle = 0.79$). Student teachers had normalized gain on the light topic ($\langle g \rangle = 0.68$) than the sound wave topic ($\langle g \rangle = 0.67$), and students of School A had higher normalized gain ($\langle g \rangle = 0.68$, $\langle g \rangle = 0.66$) than students of School B ($\langle g \rangle = 0.61$, $\langle g \rangle = 0.59$), respectively.

Keywords sound and light media set Smartphone sensors engineering design process STEM Education

บทนำ

ความเจริญก้าวหน้าในด้านเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้แนวคิดในการจัดการศึกษาแตกต่างจากเดิม ปัจจุบันการจัดการศึกษาทุกระดับให้ความสำคัญกับความสามารถในการคิดขั้นสูงของผู้เรียน เช่น การคิดเพื่อหาทางออกของปัญหา การคิดวิพากษ์วิจารณ์ การคิดหลากหลายและแปลกใหม่ โดยเฉพาะแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (Shanta & Wells, 2022; สุพรรณิ ชาญประเสริฐ, 2557) เป็นทักษะการคิดเชิงออกแบบที่สำคัญที่ผู้เรียนต้องออกแบบและพัฒนาชิ้นงานตามขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้ง 6 ขั้นตอน ในการพัฒนาชิ้นงาน การหาความรู้และการมีทักษะการอยู่ร่วมกับผู้อื่นในการพัฒนาชิ้นงานด้วยศาสตร์การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่ต้องบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 ให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันให้ได้ ตลอดจนสามารถนำความรู้ด้านการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ในปัจจุบันและอนาคตเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อการดำเนินชีวิตของคนในทุกช่วงวัย ไม่ว่าจะเป็นด้านเกษตร การเงิน การแพทย์ อุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้นักเรียนจำเป็นต้องมีความรู้และทักษะที่ไม่เพียงแต่สามารถใช้งานเทคโนโลยีได้เท่านั้น แต่จะต้องเป็นผู้สร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ โดยใช้เทคโนโลยีได้ด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) จึงมีความจำเป็นต้องมีการจัดรูปแบบการเรียนรู้และใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่เป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หนึ่งในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการคิดที่สำคัญคือ การเรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Coding) เนื่องจากการเขียนเป็นการถ่ายทอดความคิดให้ผู้อื่นรับรู้ และเข้าใจสิ่งที่ผู้เขียนต้องการจะสื่อหรือเผยแพร่ การเขียนโปรแกรมก็เช่นกัน เพราะสามารถเขียนสัญลักษณ์หรือรหัสคำสั่งเพื่อบอกผู้อื่นให้ทำงานตามที่ต้องการ หรือสั่งให้คอมพิวเตอร์ปฏิบัติตามคำสั่ง การเขียนโปรแกรมที่ดีจึงต้องมีการคิดวิเคราะห์และเขียนอย่างชัดเจนเป็นขั้นตอน ส่งผลทำให้นักเรียนมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและเป็นเหตุเป็นผล ทำให้เกิดทักษะการแก้ไขปัญหาได้ดียิ่งขึ้น (Vasconcelos & Kim, 2022) ในกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เล็งเห็นความสำคัญของการเรียน Coding จึงได้นำบอร์ด Arduino ซึ่งเป็นบอร์ดที่พัฒนาขึ้นเพื่อพัฒนากระบวนการคิด ทั้งการคิดเชิงระบบ การคิดเชิงวิเคราะห์และการคิดเชิงสร้างสรรค์ เริ่มจากนักเรียนคิดการเขียนโปรแกรมขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาหรือใช้งาน ช่วงนี้จะเกิดการคิดเชิงสร้างสรรค์ขึ้น และเพื่อใช้แก้ไขปัญหาดังกล่าวก็จะเกิดการคิดเชิงระบบ โดยมีการกำหนดลำดับขั้นตอนของการทำงาน ขั้นตอนใดควรมาก่อนขั้นตอนใดควรมาทีหลัง พร้อมกันนั้นก็เกิดความคิดว่าจะปรับขั้นตอนอย่างไรให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดลำดับการทำงานแบบใหม่ที่ดีกว่าเดิม ซึ่งการปรับขั้นตอนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นก็เป็นส่วนกระตุ้นให้เกิดความคิดเชิง

สร้างสรรค์ ส่วนการคิดเชิงวิเคราะห์จะเกิดขึ้นในขั้นตอนทดสอบการทำงานหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม ว่าสาเหตุของการทำงานที่ผิดพลาดเกิดขึ้นได้อย่างไรและปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้ทำงานได้อย่างถูกต้อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ปัจจุบันได้นำสมาร์ตโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดปริมาณทางฟิสิกส์ที่ในการจัดการเรียนการสอนเรื่องต่าง ๆ กันอย่างแพร่หลาย เช่น แรงลอยตัว แม่เหล็กไฟฟ้า เสียง แสง และการมองเห็น ซึ่งเป็นการพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้สร้างและสามารถต่อยอดเทคโนโลยีได้ด้วยการเรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานสำคัญในการออกแบบเชิงวิศวกรรม การส่งเสริมการคิดแบบมีเหตุผล ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และช่วยให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในสิ่งต่าง ๆ ได้ตามต้องการ (Yin et al., 2022; Putra et al., 2023)

สมาร์ตโฟนเซนเซอร์ไม่เพียงเป็นเครื่องมือที่ส่งเสริมการเรียนรู้ Coding แต่ยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือวัดปริมาณทางฟิสิกส์ ซึ่งความรู้ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้ทางฟิสิกส์ที่มีการค้นพบข้อมูลใหม่ ๆ ต้องอาศัยเครื่องมือวัดที่เที่ยงตรง แม่นยำ โดยการนำสมาร์ตโฟนเซนเซอร์มาใช้เป็นเครื่องมือวัดยังอยู่ในวงแคบ ๆ นักเรียนยังไม่สามารถเข้าถึงการเรียนรู้การใช้งานอุปกรณ์เหล่านี้ โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแต่ยังขาดอุปกรณ์เครื่องมือวัดในการทดลองจึงส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไม่บรรลุตามเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน ด้วยเหตุผลดังกล่าวคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำสมาร์ตโฟนเซนเซอร์มาใช้ในการพัฒนาการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามกระบวนการสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดเชิงการออกแบบและได้ลงมือปฏิบัติจริง

สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการกระบวนการให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ทั้ง 4 วิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรม มาใช้แก้ปัญหาค้นคว้าที่พบในชีวิตประจำวัน เพื่อเพิ่มพูนความรู้ให้กับผู้เรียนได้มีพื้นฐานความรู้ในการดำเนินชีวิต และมีคุณสมบัติในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนที่สนใจจะศึกษาต่อหรือทำงานต่อในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีรวมทั้งนำไปสู่การสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ใหม่ ๆ ในอนาคต จุดเด่นของการจัดการศึกษาตามแนวคิดสะเต็ม คือ การนำขั้นตอนของการออกแบบเชิงวิศวกรรมรวมเข้ากับการเรียนการสอนในอีก 3 วิชา ที่มีสอนอยู่แล้วตามแบบปกติในสถานศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนี้จะเป็นวิธีการหรือขั้นตอนในการสร้างสรรค์วิธีการวางแผนการแก้ปัญหา นำสาระสำคัญจากวิชาต่าง ๆ มาออกแบบผลงาน ภายใต้เงื่อนไขหรือข้อแม้กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ จะช่วยเสริมสร้างทักษะ อย่างรอบด้าน อาทิ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เนื่องจากขณะทำกิจกรรม ผู้เรียนต้องนำความรู้แต่ละวิชามาออกแบบขั้นตอนกระบวนการ หรือเครื่องมือเพื่อแก้ปัญหา มีความสำคัญกับการดำรงชีวิต เพื่อตอบสนองความต้องการ หรือเพื่อผลิตเทคโนโลยีใหม่ ๆ (Shanta & Wells, 2022; สุพรรณิ ชาญประเสริฐ, 2557)

ดังนั้นคณะผู้วิจัยมีความสนใจและแนวคิดที่จะจัดการเรียนรู้ด้วยชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ตโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงตามมาตรฐานสะเต็มศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความพึงพอใจของผู้เรียน โดยคณะผู้วิจัยเลือกใช้เนื้อหา เรื่อง คลื่นเสียงและแสง ในการทำวิจัยเนื่องจากเป็นเนื้อหาที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ตโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ตโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

3. เพื่อทดลองใช้และประเมินผลการใช้ชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ทโฟน เซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การออกแบบและพัฒนาชุดสื่อการเรียนรู้

ในการออกแบบและพัฒนาชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาชุดสื่อการเรียนรู้อิงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย (1) ต้นแบบชุดสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียง 5 โมดูล และ (2) ต้นแบบชุดสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แสง 3 โมดูล เปรียบเทียบผลการทดลองต้นแบบชุดการเรียนรู้กับค่าทางทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. การหาประสิทธิภาพชุดสื่อการเรียนรู้

นำต้นแบบชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ทั้ง 8 โมดูล ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านประเมินในประเด็นดังนี้ (1) จุดประสงค์การเรียนรู้ (2) สาระสำคัญ/สาระการเรียนรู้ (3) ชุดสื่อการเรียนรู้และคู่มือเอกสารประกอบการเรียนรู้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง คลื่นเสียงและแสง (4) ชุดอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้ (5) คู่มือและกิจกรรมการเรียนรู้ และ (6) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วิเคราะห์ผลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. การทดสอบใช้ชุดสื่อการเรียนรู้

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบแผนการทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental designs) ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัย One Group Pretest-Posttest Design

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย 1) ครูผู้สอนเนื้อหาทรายวิชาฟิสิกส์โรงเรียน A จำนวน 4 ท่าน และ โรงเรียน B จำนวน 4 ท่าน 2) นักศึกษาครูจำนวน 12 คน และ 3) นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียน A จำนวน 50 คน และโรงเรียน B จำนวน 45 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ ชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
2. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ คู่มือและแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง คลื่นเสียงและแสง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมของครู และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสังกัด สพฐ. ในกรุงเทพมหานคร และนักศึกษาครู มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ดังนี้

1. ปฐมนิเทศ ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้ครู นักศึกษาครู และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบ และอธิบายถึงบทบาทหน้าที่

2. คณะผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแนวคิดสะเต็มศึกษา ในเนื้อหา เรื่อง คลื่นเสียงและแสงจำนวน 30 ข้อ โดยมีระยะเวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ตโฟน เซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
4. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้แล้วทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง คลื่นเสียงและแสง จำนวน 30 ข้อ โดยมีระยะเวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
5. คณะผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์ผลด้วยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแนวคิดสะเต็มศึกษา มาวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- 2) เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้สถิติการทดสอบที ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent group) และความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized gain)

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาชุดสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง

จากผลการออกแบบและสร้างชุดสื่อวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใช้สมาร์ตโฟน เซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้ (1) ชุดสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียง ต้นแบบทั้ง 5 โมดูล และ (2) ชุดสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แสง ต้นแบบทั้ง 3 โมดูล สามารถทำการวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในเนื้อหาต่าง ๆ ได้อย่างง่ายและมีค่าความแม่นยำสูง

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของชุดสื่อการเรียนรู้และคู่มือเอกสารประกอบการเรียนรู้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง คลื่นเสียงและแสง

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพชุดสื่อการเรียนรู้และคู่มือเอกสารประกอบการเรียนรู้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\bar{x}$	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. จุดประสงค์การเรียนรู้								
1.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	4	5	4.80	0.447	มากที่สุด
1.2 ประเมินผลได้	5	4	5	4	4	4.40	0.548	มาก
1.3 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	4	5	4.60	0.548	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.60	0.514	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ/สาระการเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.40	0.548	มาก

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\bar{x}$	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
2.2 ใจความสาระการเรียนรู้ถูกต้อง	4	4	5	5	5	4.60	0.548	มากที่สุด
2.3 มีความชัดเจน น่าสนใจ	5	4	5	4	5	4.60	0.548	มากที่สุด
2.4 เวลาเรียนเหมาะสมกับเนื้อหา	4	4	4	4	5	4.20	0.447	มาก
เฉลี่ย						4.45	0.523	มาก
3. ชุดสื่อการเรียนรู้และคู่มือเอกสารประกอบการเรียนรู้กระบวนการเรียนรู้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง คลื่นเสียงและแสง								
3.1 เนื้อหาเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.548	มากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.548	มากที่สุด
3.3 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	4	4	4.20	0.447	มาก
3.4 ระยะเวลามีความเหมาะสม	4	4	5	4	5	4.40	0.548	มาก
3.5 เน้นการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	4	5	4.80	0.447	มากที่สุด
3.6 ชุดทดลองสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	5	4	5	4	5	4.60	0.548	มากที่สุด
3.7 ผลการทดลองประกอบชุดทดลองสอดคล้องกับเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในหัวข้อต่าง ๆ	5	4	5	4	5	4.60	0.548	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.54	0.519	มากที่สุด
4. ชุดอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้								
4.1 สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.447	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.548	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.70	0.497	มากที่สุด
5. คู่มือและกิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.447	มากที่สุด
5.2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	4	4	4.20	0.447	มาก
5.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.548	มากที่สุด
5.4 สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.548	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.55	0.497	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผลเรียนรู้								
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.548	มากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.548	มากที่สุด
6.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.40	0.548	มาก
6.4 มีเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน	4	4	5	4	4	4.20	0.447	มาก
เฉลี่ย						4.45	0.523	มาก
โดยภาพรวมเฉลี่ย						4.55	0.512	มากที่สุด

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพชุดสื่อการเรียนรู้และคู่มือเอกสารประกอบการเรียนรู้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ตโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัด ไปให้

ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ประกอบด้วย สาระสำคัญ/สาระการเรียนรู้ และวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้กับกลุ่มเป้าหมาย และมีความเหมาะสมอยู่ในมากที่สุด ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้กับการเรียนรู้บนพื้นฐานสมรรถนะ ชุดอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้ และ คู่มือและกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีค่าคะแนนการประเมินเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.512 ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด แสดงว่าเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตลอดจนชุดสื่อการเรียนรู้และคู่มือเอกสารประกอบการเรียนรู้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ชุดทดสอบของการวิจัยในครั้งนี้

3. ผลการทดลองใช้และประเมินผลการใช้ชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1) กลุ่มตัวอย่าง ครูผู้สอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที่ ค่า Normalized gain และระดับนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียน A และ B

ชุดทดลอง	โรงเรียน	การทดสอบ	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{D}$	S.D. _D	<g>	t	Sig. (1-tailed)
คลื่นเสียง	A	Pretest	7.63	0.52	1.75	0.71	0.73	7.00*	0.000
		Posttest	9.38	0.52					
	B	Pretest	7.50	0.58	1.75	1.26	0.67	2.78*	0.034
		Posttest	9.25	0.96					
แสง	A	Pretest	7.00	1.31	2.50	1.51	0.81	4.68*	0.001
		Posttest	9.50	0.54					
	B	Pretest	8.00	0.82	1.50	0.58	0.79	5.20*	0.007
		Posttest	9.50	0.58					

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าคะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแนวคิดสะเต็มศึกษาของทั้ง 2 โรงเรียนมีค่าคะแนนไม่แตกต่างกันมากนัก หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัด ของครูผู้สอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ทั้ง 2 โรงเรียน พบว่าค่าคะแนนของทั้ง 2 โรงเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้และค่าคะแนนของครูโรงเรียน A หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแนวคิดสะเต็มศึกษามีค่าสูงกว่าค่าคะแนนของครูโรงเรียน B อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าหรือพัฒนาการทางการเรียนรู้พบว่าครูผู้สอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์โรงเรียน A มีความก้าวหน้าหรือพัฒนาการทางการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้ (<g>คลื่นเสียง = 0.73, <g>แสง = 0.81) สูงกว่าโรงเรียน B (<g>คลื่นเสียง = 0.67, <g>แสง = 0.79) ทั้งในเรื่อง คลื่นเสียงและแสง

2) กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาครู

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที ค่า Normalized gain และระดับนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาครู

ชุดทดลอง	การทดสอบ	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{D}$	S.D. _D	<g>	t	Sig. (1-tailed)
คลื่นเสียง	Pretest	4.39	0.86	3.79	0.74	0.67	31.53*	0.000
	Posttest	8.18	1.04					
แสง	Pretest	4.39	0.86	3.79	0.74	0.68	31.53*	0.000
	Posttest	8.18	1.04					

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าคะแนนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักศึกษาครูสูงกว่าก่อนเรียนทั้งในเรื่อง คลื่นเสียงและแสง และความก้าวหน้าทางการเรียนหรือพัฒนาการทางการเรียนรู้ เรื่อง แสง (<g> = 0.68) มีค่าสูงกว่า เรื่อง คลื่นเสียง (<g> = 0.67)

3) กลุ่มตัวอย่างนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที ค่า Normalized gain และระดับนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโรงเรียน A และ B

ชุดทดลอง	โรงเรียน	การทดสอบ	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{D}$	S.D. _D	<g>	t	Sig. (1-tailed)
คลื่นเสียง	A	Pretest	4.37	0.73	3.82	0.66	0.68	56.51*	0.0000
		Posttest	8.19	0.77					
	B	Pretest	3.74	0.98	3.83	0.94	0.61	36.88*	0.0000
		Posttest	7.57	0.57					
แสง	A	Pretest	4.09	0.91	3.89	0.80	0.66	47.42*	0.0000
		Posttest	7.98	0.87					
	B	Pretest	3.65	1.01	3.74	0.94	0.59	36.05*	0.0000
		Posttest	7.39	0.73					

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าคะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนโรงเรียน A มีค่าคะแนนสูงกว่านักเรียนโรงเรียน B หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ตโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัด พบว่าค่าคะแนนสอบของนักเรียนทั้ง 2 โรงเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้และค่าคะแนนของนักเรียนโรงเรียน A หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแนวคิดสะเต็มศึกษา (<g>คลื่นเสียง = 0.68, <g>แสง = 0.66) มีค่าสูงกว่าค่าคะแนนของนักเรียนโรงเรียน B (<g>คลื่นเสียง = 0.61, <g>แสง = 0.59) เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าหรือพัฒนาการทางการเรียนรู้ทั้งในเรื่อง คลื่นเสียงและแสง

อภิปรายผล

1. ผลการพัฒนาชุดสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง

ในการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดย (1) การทดลองการหาอัตราเร็วเสียงในท่อปลายปิด 1 ด้าน โดยใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของ Hirth, Kuhn, & Müller (2015) (2) การทดลองบีตเสียง ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของ Kuhn, Vogt, and Hirth (2014) (3) การทดลองความถี่และความเข้มเสียง ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของ Hirth, Gröber, Kuhn, & Müller (2016) (4) การทดลองการสั่นพ้องเสียง ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของ Castro-Palacio et al. (2013) (5) การทดลองการแทรกสอดแบบเสริมของคลื่นเสียง ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของ González & González (2016) (6) การทดลองการวัดปริมาณความเข้มคลื่นแสง ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของ Klein et al (2014) และ Sans et al (2015) (7) การทดลอง Spectrophotometer ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของ Grasse, Torcasio & Smith (2016) และ (8) การทดลองการดูดกลืนแสงสี ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของ Kuntzleman & Jacobson (2016) นั้นแสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถใช้เป็นเครื่องมือวัดแทนการใช้เครื่องมือวัดแบบดั้งเดิม เพราะเทคโนโลยีสมาร์ทโฟนสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือวัดได้ในทุกที่ทุกเวลาที่ต้องการทำการทดลองได้เลย อีกทั้งผลการทดลองที่ได้มีความแม่นยำและเที่ยงตรงสูงและเป็นที่ยอมรับกันในระดับสากลอีกด้วย

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของชุดสื่อการเรียนรู้และคู่มือเอกสารประกอบการเรียนรู้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง คลื่นเสียงและแสง

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ประกอบด้วย สารสำคัญ/สาระการเรียนรู้ และวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้กับกลุ่มเป้าหมาย และมีความเหมาะสมอยู่ในมากที่สุด ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้กับการเรียนรู้บนพื้นฐานสมรรถนะ ชุดอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้ และ คู่มือและกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีค่าคะแนนการประเมินเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.512 ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด แสดงว่าเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตลอดจนชุดสื่อการเรียนรู้และคู่มือเอกสารประกอบการเรียนรู้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัด มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ชุดทดสอบของการวิจัยในครั้งนี้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ พลศักดิ์ แสงพรมศรี ประสาท เนืองเฉลิม และปิยะเนตร จันทธีระติกุล (2558) และ Tseng et al (2013)

3. ผลการทดลองใช้และประเมินผลการใช้ชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ผลค่าคะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแนวคิดสะเต็มศึกษาของทั้ง 3 กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ครูผู้สอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ นักศึกษาครู และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีค่าคะแนนไม่แตกต่างกันมากนัก หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดด้วยชุดสื่อวัตกรรมการเรียนรู้มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Kaps & Stallmach (2022) Kaps, Splith & Stallmach (2021) และ Monteiro & Marti (2022) ที่ประยุกต์ใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดในการทดลองส่งผลให้นักศึกษามีผลการเรียนเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียนของครูผู้สอนเนื้อหาฟิสิกส์

และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียน A มีค่าความก้าวหน้าทางเรียนสูงกว่าโรงเรียน B เนื่องจากครูผู้สอนเนื้อหาฟิสิกส์และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียน A ได้ผ่านการประยุกต์ใช้สมาร์ทโฟนเซนเซอร์ในการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ตามวิธีการทดลองของ Çoban & Erol (2019) จึงสามารถนำสมาร์ตโฟนมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้ดีกว่าครูผู้สอนเนื้อหาฟิสิกส์และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียน B ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสมาร์ตโฟนเซนเซอร์สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือวัดในการทดลองวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี (Hochberg, Kuhn & Muller, 2018; Hochberg et al, 2020; Kuhn & Vogt, 2013) เพราะค่าที่วัดได้มีความแม่นยำและเที่ยงตรง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมาร์ตโฟนเซนเซอร์เป็นเครื่องมือวัดในการออกแบบและสร้างชุดสื่อวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้ง 8 โมดูล นั้นสามารถวัดค่าได้อย่างแม่นยำและเที่ยงตรง ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเห็นประโยชน์จากการวิจัยในครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้ในสาระและสถานการณ์อื่น ๆ เช่น สาระการเรียนรู้เทคโนโลยี เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

คณะผู้วิจัยจึงเห็นประโยชน์ในการผลวิจัยในครั้งนี้ไปต่อยอดและพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนการสอนด้านการออกแบบและเทคโนโลยี (สะเต็มศึกษา) ไปใช้ในการจัดการแผนการเรียนการสอนในสาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เนื่องจากเซนเซอร์การวัดค่าปริมาณต่าง ๆ เช่น เซนเซอร์การวัดค่าความเร่ง (Accelerometer sensor) เซนเซอร์วัดค่าสนามแม่เหล็ก เป็นต้น ที่มีอยู่เมนบอร์ดสมาร์ตโฟนนั้นมีความแม่นยำและเที่ยงตรงในการวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ สูงและเป็นที่ยอมรับกันทั่วโลก สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือได้ทุกที่เวลา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยการพัฒนาชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียงและแสง โดยใช้ Smartphone sensors, Arduino, Micro-Bit และ KidBright เป็นเครื่องมือวัดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมในแผนงานวิจัยพื้นฐาน-มหาวิทยาลัยสวนดุสิต สัญญาทุนเลขที่ FF66-5-003 ที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์เรียบร้อยแล้ว เลขที่รับรอง SDU-RDI-SHS 2023-030 รหัสโครงการ SHS028/2566

บรรณานุกรม

- Castro-Palacio, J.C., Velázquez-Abad, L., Giménez, M.H., & Monsoriu, J.A. (2013). "Using a mobile phone acceleration sensor in physics experiments on free and damped harmonic oscillations", *American Journal of Physics*. 81(6), 472 – 475.
- Çoban, A., & Erol, M. (2019). Teaching and determination of kinetic friction coefficient using smartphones. *Physics Education*, 54, 025019.
- González, M.Á., & González, M.Á. (2016). "Smartphones as experimental tools to measure acoustical and mechanical properties of vibrating rods", *European Journal of Physics*. 37, 045701.
- Grasse, E.K., Torcasio, M.H., & Smith, A.W. (2016). "Teaching UV-Vis spectroscopy with a 3D-printable smartphone spectrophotometer", *Journal of Chemical Education*. 93, 146–151.
- Hirth, M., Gröber, S., Kuhn, J., & Müller, A. (2016). "Harmonic resonances in metal rods – easy experimentation with a smartphone and tablet PC". *The Physics Teacher*. 54, 163-167.
- Hirth, M., Kuhn, J., & Müller, A. (2015). "Measurement of sound velocity made easy using harmonic resonant frequencies with everyday mobile technology", *The Physics Teacher*. 53(2), 120–121.
- Hochberg, K., Kuhn, J., & Muller, A. (2018). Using smartphones as experimental tools—effects on interest, curiosity, and learning in physics education. *Journal of Science Education and Technology*, 27(5), 385–403.
- Hochberg, K., Becker, S., Louis, M., Klein, P., & Kuhn, J. (2020). Using smartphones as experimental tools—a follow-up: Cognitive effects by video analysis and reduction of cognitive load by multiple representations. *Journal of Science Education and Technology*, 29(2), 303–317.
- Kaps, A., & Stallmach, F. (2022). Development and didactic analysis of smartphone-based experimental exercises for the smart physics lab. *Physics Education*, 57, 045038.
- Kaps, A., Splith, T., & Stallmach, F. (2021). Implementation of smartphone-based experimental exercises for physics courses at universities. *Physics Education*, 56, 035004.
- Monteiro, M., & Marti, A.C., (2022). Resource Letter MDS-1: Mobile devices and sensors for physics teaching. *American Journal of Physics*, 90(5), 328–343.
- Klein, P., Hirth, M., Gröber, S., Kuhn, J., & Müller, A. (2014). "Classical experiments revisited: smartphones and tablet PCs as experimental tools in acoustics and optics", *Physics Education*. 49(4), 412–418.
- Kuhn, J., & Vogt, P. (2013). "Smartphones as experimental tools: different methods to determine the gravitational acceleration in classroom physics by using everyday devices", *European Journal of Physics Education*. 4(1), 16–27.
- Kuhn, J., Vogt, P., & Hirth, M. (2014). "Analyzing the acoustic beat with mobile devices", *The Physics Teacher*. 52, 248 – 249.
- Kuntzleman, T.S. & Jacobson, E.C. (2016). "Teaching Beer's law and absorption spectrophotometry with a smart phone: A substantially simplified protocol", *Journal of Chemical Education*. 93, 1249–1252.

- Putra, P.D.A., Sulaeman, N.F., and Wahyuni, S.S. (2023). "Exploring students' critical thinking skills using the engineering design process in a physics classroom", *Asia-Pacific Education Research*. 32(1), 141-149.
- Sans, J.A., Manjón, F.J., Cuenca-Gotor, V., Giménez-Valentín, M.H., Salinas, I., Barreiro, J.J., ... Gomez-Tejedor, J. A. (2015). "Smartphone: a new device for teaching Physics", *1st International Conference on Higher Education Advances, HEAd'15*, 415-422.
- Shanta, S. and Wells, J.G. (2022). "T/E design based learning: Assessing student critical thinking and problem solving abilities", *International Journal of Technology and Design Education*. 32, 267-285.
- Tseng, K.-H., Chang, C.-C., Lou, S.-J., and Chen, W.-P. (2013). "Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment", *International Journal of Technology Design Education*. 23, 87-102.
- Vasconcelos, L. and Kim, C. (2022). "Preservice science teachers coding science simulations: epistemological understanding, coding skills, and lesson design", *Educational technology research and development*. 70, 1517-1549
- Yin, Y., Khaleghi, S., Hadad, R., and Zhai, X. (2022). "Developing effective and accessible activities to improve and assess computational thinking and engineering learning", *Education Technology Research and Development*. 70, 951-988.
- พลศักดิ์ แสงพรมศรี ประสาท เนื่องเฉลิม และ ปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล. (2558). "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ", *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*. 9(ฉบับพิเศษ), 401 – 418.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สุพรรณิ ขาญประเสริฐ. (2557). "สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21", *นิตยสาร สสวท*. 42(186), 3 – 5.