

Mobile Learning Innovation Design Experience in the Digital Age: A Case Study of Clean Energy Teachers for Change

ประสบการณ์การออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้แบบโมบายล์เลิร์นนิ่งในยุคดิจิทัล กรณีศึกษา ครูพลังงานสะอาดเพื่อการเปลี่ยนแปลง

Chalida Joongpan and Yada Atanan*

ชลิดา จูงพันธ์ และ ญาดา อรรถอนันต์

Faculty of Learning Sciences and Education, Thammasat University
คณะวิทยาการการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

*Corresponding author: yada.ata@lsed.tu.ac.th

Received April 18, 2024 ■ Revised July 15, 2024 ■ Accepted July 20, 2024 ■ Published August 26, 2024

Abstract

The research aimed to explore the experience of designing innovative mobile learning for environmental education among secondary school teachers during the COVID-19 pandemic. This research was a qualitative study that collected data through in-depth interview. The target group for the research comprised secondary school teachers participating in the Clean Energy Teachers for Change Project, totaling 10 individuals. The research spanned from January to July 2023. Thematic analysis was used to analyze the data. The research results revealed two main themes regarding teachers' experiences in designing mobile learning innovation. The first one was experiences prior to designing innovative learning media; teachers selected content for the learning innovation design based on local environmental issues and chose to develop it as mobile learning due to its suitability for students' current lifestyles. The second one was experiences during the development of innovative media; It was found that interpersonal interactions and work atmosphere helped inspire teachers in their work. The findings underscore the significant contributions of design thinking and Professional Learning Community (PLC) engagement to the success of innovative learning designs for teachers.

Keywords: innovative learning, mobile learning, environmental education

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาประสบการณ์ในการออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาในรูปแบบโมบายล์เลิร์นนิ่งของครูระดับมัธยมศึกษาในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพซึ่งรวบรวมผลวิจัยมาจากการสัมภาษณ์เชิงลึกกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยประกอบด้วยครูมัธยมศึกษาในโครงการครูพลังงานสะอาดเพื่อการเปลี่ยนแปลง จำนวน 10 ท่าน ดำเนินการวิจัยในระหว่างเดือนมกราคม-กรกฎาคม พ.ศ. 2566 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยทฤษฎีการวิเคราะห์แก่นสาระ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นประเด็นหลักเกี่ยวกับประสบการณ์ในการออกแบบ นวัตกรรมการเรียนรู้แบบโมบายล์เลิร์นนิ่ง 2 ประเด็น คือ 1) ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นก่อนออกแบบสื่อ นวัตกรรมการเรียนรู้ พบว่าครูเลือกเนื้อหาที่ใช้ในการออกแบบนวัตกรรมเรียนรู้จากปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน และเลือกรูปแบบในการพัฒนาเป็นแบบโมบายล์เลิร์นนิ่งเนื่องจากมีความเหมาะสมกับวิถีชีวิตของนักเรียนในปัจจุบัน 2) ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนาสื่อ นวัตกรรม พบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและบรรยากาศในการทำงานช่วยสร้างแรงบันดาลใจในการทำงานของครู ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่า การออกแบบสื่อ นวัตกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการคิดเชิงออกแบบและการสร้างชุมชนทางวิชาชีพมีส่วนช่วยอย่างยิ่งให้การออกแบบสื่อ นวัตกรรมการเรียนรู้ของครูประสบความสำเร็จ

คำสำคัญ: การออกแบบนวัตกรรมเรียนรู้, โมบายล์เลิร์นนิ่ง, สิ่งแวดล้อมศึกษา

บทนำ (Introduction)

วิกฤตสิ่งแวดล้อมนับเป็นปัญหาสำคัญที่ถูกนำมากล่าวถึงอยู่เรื่อย ๆ ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา (Sithichok, 2016) สถานการณ์ดังกล่าวเป็นผลจากการเติบโตของเศรษฐกิจอุตสาหกรรม และการพัฒนาอย่างก้าวกระโดดของเทคโนโลยีที่จำเป็นต้องมีการใช้พลังงานจำนวนมากในการขับเคลื่อน ปัจจุบันมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล ดังจะสังเกตได้จากข้อมูลของหน่วยงานด้านพลังงานของประเทศสหรัฐอเมริกา (Energy Information Administration (EIA) ที่พบว่า ปริมาณการใช้พลังงานทั่วโลกเพิ่มขึ้นจาก 300 เป็น 450 Quadrillion Btu ภายในเวลาเพียง 10 ปี และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเป็น

645 Quadrillion Btu ภายในปี 2568 ที่กำลังจะมาถึงนี้ ปริมาณการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วนี้เป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกับจำนวนพลังงานที่เหลืออยู่ทั่วโลก (Cheenka-chorn, 2007) ประกอบกับช่วง 50 ปีที่ผ่านมา โลกกำลังเผชิญกับวิกฤตภาวะโลกร้อนที่ทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ จนส่งผลให้รัฐบาลทั่วโลกพยายามค้นหาและพัฒนานวัตกรรมเกี่ยวกับพลังงานทดแทนที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาเป็นทางเลือกใหม่ ๆ ให้กับประชาชน (Mathew, 2022; Rehm, 2023) ในขณะที่เดียวกันรัฐบาลก็จำเป็นต้องมีมาตรการในการดูแลสิ่งแวดล้อมอย่างครอบคลุมทุกด้านทั้งในด้านการบังคับใช้กฎหมายเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม การรณรงค์ให้เกิดการตระหนักถึง

ปัญหาสิ่งแวดล้อม และการให้ความรู้ประชาชนเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Eilks, 2015) ยิ่งไปกว่านั้นยังมีการกำหนดแนวทางการพัฒนาประเทศไปในลักษณะของการพัฒนาอย่างยั่งยืนรักษาสมดุลของการขยายตัวทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่ทำให้การเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมกลายเป็นประเด็นที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ในปัจจุบัน (Biermann et al., 2022)

ความพยายามในการส่งเสริมให้ประชาชนตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมปรากฏให้เห็นอย่างเป็นรูปธรรมในราวปี 1972 ณ กรุงสต็อกโฮล์ม (Stockholm) ประเทศสวีเดน จากการประชุมสหประชาชาติว่าด้วยการพัฒนาและสิ่งแวดล้อมที่เริ่มมีการชี้ให้เห็นความสำคัญของการมีหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษาในโรงเรียน มาจนถึงการประชุมนานาชาติว่าด้วยเรื่องสิ่งแวดล้อมศึกษา (The Inter-Government Conference on Environmental Education) ซึ่งที่ประชุมมีมติเรียกร้องให้รัฐบาลทั่วโลกบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมลงไปในการเรียนการสอนทุกระดับชั้น (Spinola, 2015) การเริ่มต้นเรียกร้องดังกล่าวทำให้เกิดการดำเนินโครงการด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา เช่น การเกิดขึ้นของโรงเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษา (Eco-schools) ที่มุ่งมั่นสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมให้กับนักเรียนผ่านปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่ในชุมชน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ และทำโครงการที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมในชุมชนผ่านการสัมผัสปัญหาจริง (Department of Environmental Quality Promotion, 2014) นอกจากนี้โรงเรียนในภูมิภาคต่างๆ ทั่วโลกได้สอดแทรกแนวคิดด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาและการพัฒนาที่ยั่งยืนจำนวนมาก ผ่านโครงการในรูปแบบต่าง ๆ จำนวนมาก เช่น Outdoor Education, Eco Regeneration, Go Green Initiatives โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างให้ผู้เรียนมีความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมมีความตระหนักรู้ตลอดจนมีทักษะที่จะรับมือกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในสถานการณ์โลกในปัจจุบันได้ (Igbokwe, 2016) ความพยายามผลักดันให้เกิดความตระหนักเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมจากอดีตจนถึงปัจจุบันส่งผลให้การเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมกลายเป็นประเด็นสำคัญที่ถูกนำมาพูดคุยในห้องเรียนภายใต้ความเชื่อที่ว่า การส่งเสริมความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อมจะช่วยให้ผู้เรียนตระหนักถึงปัญหา และสามารถตัดสินใจในการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้นในชีวิตจริง (Uralovich et al., 2023) อย่างไรก็ตามยังมีงานวิจัยบางส่วนที่ระบุเช่นเดียวกันว่า การจัดการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาที่ผ่านมายังคงมีข้อจำกัดและมีความท้าทายในการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถจัดการสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม (Ardoin et al., 2020; Kyburz-Graber, 2019)

การจัดการเรียนการสอนด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาสามารถทำได้หลายแนวทาง เช่น การศึกษานอกสถานที่ การแสดงบทบาทสมมติและเกม การปลูกพืชเลี้ยงสัตว์ การทำโครงการเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในชุมชน ไปจนถึงการศึกษาปัญหาสิ่งแวดล้อม

ในชุมชน (Sitthichok, 2016) จากตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่า การเรียนการสอนด้านสิ่งแวดล้อมศึกษานั้นมักจะต้องอิงกับบริบทของพื้นที่ หรือสถานการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ อย่างไรก็ตาม ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาการจัดการเรียนการสอนด้านสิ่งแวดล้อมศึกษานับว่ามีความท้าทายอย่างยิ่ง ทั้งนี้เนื่องจากทั่วโลกเกิดสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 ความรุนแรงการแพร่ระบาดของโรคทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของผู้คนในหลายรูปแบบโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ของการศึกษาที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนให้เป็นแบบออนไลน์ทั้งหมด (Pokhrel & Chhetri, 2021) การเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันนับเป็นทั้งวิกฤติและโอกาสที่เกิดขึ้นกับบุคลากรทางการศึกษา กล่าวคือสถานการณ์ที่ต้องจำกัดการเดินทางบีบบังคับให้ผู้เรียนและผู้สอนจำเป็นต้องสื่อสารผ่านทางออนไลน์ ไม่สามารถมีปฏิสัมพันธ์ได้อย่างสมบูรณ์ (Dube, 2020) กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเรียนการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาต้องดำเนินการอย่างมีข้อจำกัด สถานการณ์ดังกล่าวจึงทำให้ผู้สอนจำเป็นต้องออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้แบบใหม่ ๆ ที่เอื้อให้ผู้เรียนยังสามารถสัมผัสประสบการณ์เรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นนวัตกรรมทางการสอนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตลอดจนสื่อการสอนรูปแบบใหม่ ๆ จึงเกิดขึ้นในช่วงเวลานี้เช่นเดียวกัน (Adedoyin & Soykan, 2023; Mahmood, 2021; Persada et al., 2019)

นวัตกรรมทางการศึกษาและสื่อการสอนในแต่ละยุคสมัยมักจะสอดคล้องไปกับการพัฒนาของเทคโนโลยี และวิถีชีวิตของผู้คนในสังคม ในช่วงศตวรรษที่ 21 ระบบการสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ถูกพัฒนาอย่างรวดเร็ว บุคคลที่อยู่ในเจนเนอเรชันวาย (Generation Y) หรือผู้ที่อายุน้อยกว่านั้น (ผู้ที่เกิดหลังปี พ.ศ. 2523) เป็นกลุ่มคนที่มีความคุ้นเคยกับเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นอย่างดีเนื่องจากเติบโตมาในสภาพสังคมที่การพัฒนาของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นไปอย่างสมบูรณ์ อุปกรณ์ในการติดต่อสื่อสารออนไลน์ทั้งคอมพิวเตอร์ และโทรศัพท์มือถือถูกพัฒนาให้มีความคมชัด และรวดเร็วทั้งภาพและเสียง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโทรศัพท์มือถือที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันในฐานะอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronics) ที่มีความสามารถหลายอย่าง ทั้งการติดต่อสื่อสาร การสร้างความบันเทิง และการค้นหาข้อมูลตลอดจนองค์ความรู้ต่าง ๆ โทรศัพท์มือถือเข้ามามีบทบาทในฐานะส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ในชั้นเรียนอย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเข้ามามีบทบาทในฐานะอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการเรียนรู้แบบโมบายล์เลิร์นนิง (Mobile learning) หรือเอ็มเลิร์นนิง (M-learning) ที่ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ ในปัจจุบัน (Tangpondparsert, 2020)

โมบายล์เลิร์นนิ่งหรือเอ็มเลิร์นนิ่งมาจากการรวมกันของคำว่า เอ็มหรือโมบายล์ (Mobile) ซึ่งหมายถึง อุปกรณ์สารสนเทศที่ใช้ในการสื่อสารและสามารถพกพาไปได้ในสถานที่ต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (Computer notebook) และคอมพิวเตอร์แบบเขียน (Tablet PC) รวมกับคำว่า เลิร์นนิ่ง (Learning) ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้ที่เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคลอันเกิดเนื่องมาจากการได้รับประสบการณ์หรือได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้ต่าง ๆ (Tangpondparsert, 2020; Liu et al., 2014) โดยเฉพาะการใช้เทคโนโลยีมือถือและอินเทอร์เน็ตมีส่วนสำคัญที่เข้ามาช่วยเชื่อมโยงการสื่อสารและการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น การใช้สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตจึงเป็นส่วนเสริมที่ถูกใช้ประโยชน์ให้เป็นทรัพยากรทางการศึกษาเนื่องจากการยอมรับของเทคโนโลยีมือถือเป็นเครื่องมือใหม่สำหรับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของผู้เรียน (Al-Bashayreh et al., 2022) ทำให้การเรียนรู้แบบเคลื่อนที่เข้ามาขยายการเข้าถึงการศึกษาอิเล็กทรอนิกส์และการศึกษาทางไกล ซึ่งองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อความตั้งใจของพฤติกรรมการใช้งานและการเรียนรู้ผ่านมือถือของผู้เรียนก็คือ การรับรู้ถึงคุณภาพของระบบ คุณภาพของการใช้งาน คุณภาพของข้อมูลและความสะดวกในการใช้งาน โดยการเห็นประโยชน์ที่ชัดเจนร่วมกับความตั้งใจที่จะใช้งาน นำไปสู่การเรียนรู้ผ่านมือถือแบบเคลื่อนที่ (Hameed et al., 2024) ดังนั้น โมบายล์เลิร์นนิ่งจึงเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่มีข้อดีหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคดิจิทัลสถานการณ์โควิด 19 เนื่องจากเป็นวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ส่วนบุคคล การเรียนรู้สามารถเกิดขึ้นได้ในทุกสถานที่ และเกิดขึ้นได้ตามอรรถยาศัยตลอดเวลา ดังนั้น ผู้เรียนจึงมีอิสระในการเลือกเวลาและสถานที่ในการเรียนรู้ ยิ่งไปกว่านั้นการพัฒนาอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีต่าง ๆ ยังเอื้ออำนวยให้ครูผู้สอนสามารถออกแบบการเรียนรู้แบบโมบายล์เลิร์นนิ่งได้หลากหลายรูปแบบ

ทั้งยังสามารถออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้สอนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน และผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้นได้อย่างรวดเร็วอีกด้วย (Liu et al., 2014; Ozdamli & Cavus, 2011) ซึ่งทำให้การเรียนรู้ผ่านโมบายล์เลิร์นนิ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ทางการศึกษาในช่วงสถานการณ์โควิด 19 ที่ถูกใช้ในการแก้ปัญหาการเรียนรู้ที่สำคัญ อย่างไรก็ตาม การใช้งานจริงผ่านการเรียนรู้แบบเคลื่อนที่ที่ยังต้องมีการวางแผนเกี่ยวกับการวัดคุณภาพ รวมถึงการปรับปรุงและพัฒนาความสามารถในการใช้งานและการเรียนรู้แบบมือถือ ซึ่งถือได้ว่าเป็นบทบาทสำคัญที่จะช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Almaiah et al., 2022)

ความท้าทายในการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมที่จำเป็นต้องอ้างอิงกับบริบทพื้นที่ ต้องอาศัยการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตลอดจนสถานการณ์โควิดที่บีบบังคับให้ครูผู้สอนต้องสร้างนวัตกรรมด้านการเรียนการสอนรูปแบบใหม่จึงทำให้เกิดคำถามที่น่าสนใจว่าในสถานการณ์ดังกล่าวครูผู้สอนมีการปรับตัวเพื่อสร้างสื่อการสอนด้านสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง และมีประสบการณ์ในการออกแบบการเรียนการสอนภายใต้สถานการณ์ที่กดดันและเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันอย่างไร

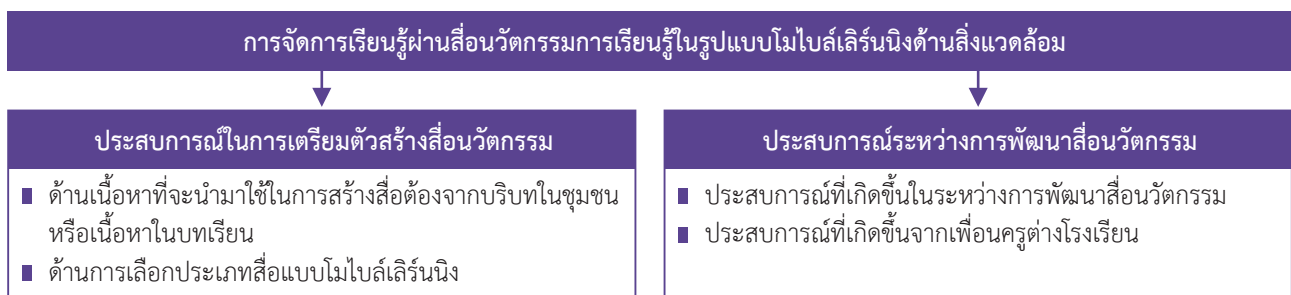
ดังนั้น งานวิจัยนี้ดำเนินการบนความมุ่งหวังว่าผลการวิจัยจะช่วยให้เห็นเส้นทางการออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาของครูในสถานการณ์ที่ยากลำบากเพื่อให้สามารถนำไปเป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการอบรมครู และเป็นฐานข้อมูลสำหรับผู้สนใจให้พอเห็นข้อควรตระหนักในการออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้ที่จำเป็นจะต้องคำนึงถึงหรือต้องเตรียมตัวให้พร้อมก่อนการออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย (Objective)

เพื่อศึกษาประสบการณ์การออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาแบบโมบายล์เลิร์นนิ่งของครูระดับมัธยมศึกษาในยุคดิจิทัล

กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework)

Figure 1
Conceptual Framework
กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

งานวิจัยนี้ให้ความสำคัญกับการศึกษาประสบการณ์ในการทำงานของครูระดับมัธยมศึกษาที่มีทั้งความรู้ ความเข้าใจ ตลอดจนความรู้สึกลึกภายในที่เกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน ดังนั้น จึงเลือกใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพผ่านการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) ที่เน้นการพูดคุยตัวต่อตัวระหว่างนักวิจัยและผู้เข้าร่วมการวิจัย เพื่อทำความเข้าใจความรู้สึก สำนึกความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมการวิจัยที่อาจแสดงออกผ่านทางสีหน้า แววตา หรือถ้อยคำที่สื่อสารออกมา การวิจัยนี้เก็บข้อมูลอยู่ระหว่างเดือนมกราคม-กรกฎาคม พ.ศ. 2566 มีผู้เข้าร่วมการวิจัย คือ ครูผู้สอนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ไม่เคยมีประสบการณ์ในการออกแบบสื่อการสอนแบบโมบายล์เลิร์นนิ่งจำนวน 10 คน ทั้งนี้เพื่อทำความเข้าใจว่าการจัดการเรียนรู้ผ่านสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบโมบายล์เลิร์นนิ่งด้านสิ่งแวดล้อมส่งผลต่อการเตรียมตัวสร้างสื่อนวัตกรรม และการออกแบบสื่อนวัตกรรมของครูอย่างไรบ้าง โดยมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ผู้เข้าร่วมการวิจัย

กำหนดจำนวนผู้เข้าร่วมวิจัยนี้ดำเนินการตามแนวทางของ Nastasi and Schensul (2005) ซึ่งระบุว่า ในการสัมภาษณ์เชิงลึก ควรกำหนดกลุ่มตัวอย่างในระหว่าง 5-30 คนเท่านั้น โดยงานวิจัยนี้มีผู้เข้าร่วมในโครงการจำนวน 10 คน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อนหรือความกำกวมเกินกว่าความจำเป็น ผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมดผ่านการรับสมัครมาด้วยความสมัครใจ ในแง่คุณสมบัติผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกท่านมีประสบการณ์พื้นฐานคล้ายคลึงกันในเรื่องของการออกแบบสื่อการสอน กล่าวคือ เป็นครูในระดับมัธยมศึกษาที่ต้องสอนเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมอย่างน้อย 2 รายวิชา มีประสบการณ์ในการสอนมาไม่น้อยกว่า 3 ปี สามารถสื่อสารภาษาไทยได้ ไม่เคยมีประสบการณ์ในการทำสื่อการสอนกลุ่มโมบายล์เลิร์นนิ่งและเป็นครูผู้สอนที่เข้าร่วมโครงการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ของคณะวิทยาการการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ดังนั้น ทุกท่านจึงมีฐานความรู้ในการออกแบบสื่อการสอนที่อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน

เนื่องจากผู้เข้าร่วมไม่เคยออกแบบสื่อการสอนแบบโมบายล์เลิร์นนิ่งมาก่อน ดังนั้น ในการวิจัยนี้จึงมีการออกแบบการอบรมเพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบสื่อให้กับผู้วิจัยผ่านการอบรมการออกแบบสื่อการสอนด้านพลังงานสะอาดในโครงการเดียวกันคือโครงการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เพื่อพลังงานสะอาดโดยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่มุ่งเน้นการสร้างทักษะการรู้เท่าทันการใช้พลังงานและขับเคลื่อนให้เกิดสื่อการสอนที่ส่งเสริมให้ตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยกิจกรรมหลักของโครงการ คือ กิจกรรมพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ด้านพลังงานแบบสร้างสรรค์ (Innovative projects for energy literacy) ซึ่งจะเปิดโอกาสให้ครูระดับชั้นมัธยมศึกษาได้ออกแบบและพัฒนาสื่อการสอนในรูปแบบต่าง ๆ โดยผู้เข้า

ร่วมโครงการทุกท่านได้ผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการใน 3 หัวข้อ ได้แก่ 1) การตระหนักรู้ด้านพลังงาน (Energy literacy) และ สะเต็มศึกษา (STEM education) 2) พลังงานสะอาดในวิถีชุมชน 3) การออกแบบกระบวนการเรียนรู้และการออกแบบสื่อ โดยมีผลผลิตหลังจบโครงการเป็นสื่อการสอน และกระบวนการเรียนรู้พร้อมทั้งแผนการเรียนรู้ (Lesson plan) โดยในระหว่างการออกแบบสื่อการสอนมีการเปิดพื้นที่ให้มีโอกาสพบผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ และเนื้อหาด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อให้สามารถพัฒนาสื่อที่มีความถูกต้องในด้านเนื้อหาไปพร้อม ๆ กับมีความเหมาะสมและสามารถดึงดูดใจกับนักเรียนได้ในเวลาเดียวกัน มีการเปิดพื้นที่ให้ครูแต่ละกลุ่มได้นำเสนอสื่อการสอนที่ตนเองกำลังพัฒนาให้เพื่อนต่างโรงเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ยิ่งไปกว่านั้นตลอดระยะเวลาในการออกแบบสื่อการสอนยังมีนักศึกษาที่เรียกว่าพันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้ (School partners) ซึ่งหมายถึง นักศึกษาที่มีทักษะในการทำงานในชุมชน มีความรู้ด้านการอำนวยความสะดวกและการทำสื่อ คอยเป็นคนให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวก และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ดังนั้น การเตรียมตัวในการออกแบบสื่อการสอนในแต่ละขั้นตอน จึงไม่ได้เกิดขึ้นด้วยตนเองทั้งหมด แต่เป็นการทำงานร่วมกับเพื่อนร่วมทีม ผู้เชี่ยวชาญ และตัวแทนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้งานจริงอีกด้วย โดยสามารถสรุปการเตรียมความรู้ในการออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้ของคุณครูในโครงการดัง Figure 2

กระบวนการเก็บข้อมูล

ภายหลังจากผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (รหัสโครงการที่ 141/2565) และได้รับอนุญาตจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการดำเนินงานวิจัยทุกท่านแล้ว ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์ผู้เข้าร่วมการวิจัยคนละ 1 ครั้ง ครั้งละ 45 นาที - 1 ชั่วโมง ประเด็นคำถามที่ผู้วิจัยให้ความสนใจประกอบไปด้วยเรื่องราวที่เกิดขึ้นกับผู้เข้าร่วมโครงการ 4 ประเด็น ได้แก่ 1) ที่มาของสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบ 2) ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเตรียมตัวออกแบบสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้จนถึงช่วงเวลาที่จะออกแบบและพัฒนาสื่อการสอนจนสำเร็จ 3) การใช้งานสื่อในชั้นเรียน และ 4) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของครูหลังจากการออกแบบ ทั้งนี้มีการสอบถามเกี่ยวกับบุคคลที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบสื่อการสอนในแต่ละขั้นตอนด้วย เพื่อให้เห็นบริบทรอบข้างที่เกิดขึ้นกับผู้เข้าร่วมอย่างรอบด้านมากยิ่งขึ้น โดยในขั้นตอนการสัมภาษณ์มีการเน้นย้ำถึงอิสระในการตอบคำถามที่ผู้เข้าร่วมสามารถเลี่ยงที่จะไม่ตอบคำถามที่ตนเองไม่สบายใจได้ตามที่ต้องการ อย่างไรก็ตาม ใ้การสัมภาษณ์ผู้เข้าร่วมทั้ง 10 ท่าน พบว่า ทุกท่านยินดีตอบคำถามทุกข้อ โดยไม่มีเงื่อนไข ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกของแต่ละท่านจะถูกบันทึกลงในเครื่องบันทึกเสียง โดยมีการขออนุญาตจากผู้ถูกสัมภาษณ์ก่อนเสมอ จากนั้นข้อมูลที่ได้จากการบันทึกเสียง

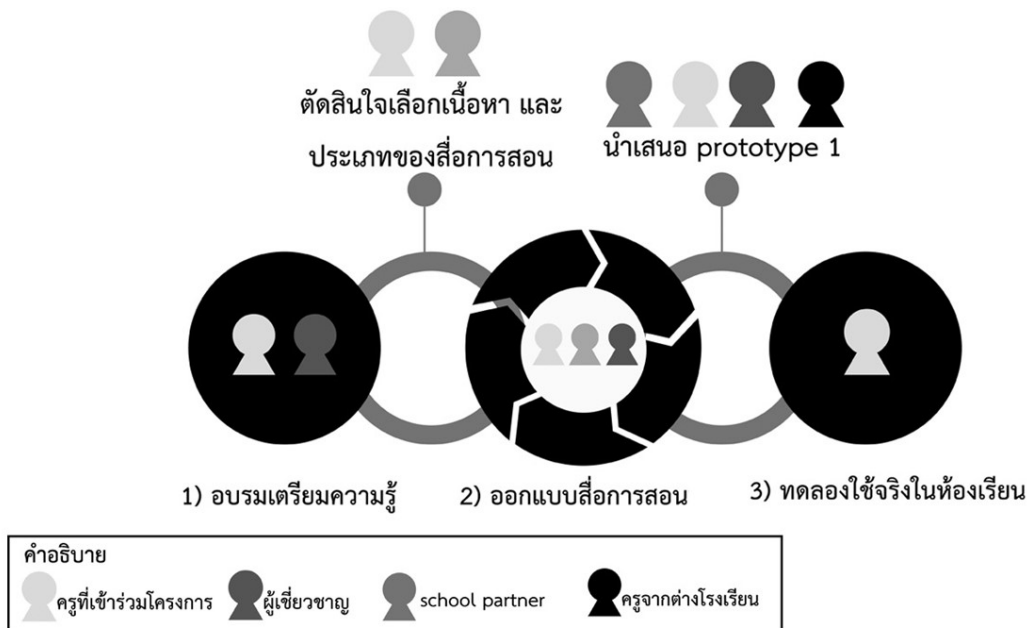
จะถูกถอดนำไปถอดเทปโดยใช้ชื่อสมมุติแทนชื่อของผู้ถูกสัมภาษณ์แต่ละท่าน ในทุก ๆ ตำแหน่งที่มีการเอ่ยชื่อผู้ถูกสัมภาษณ์ ข้อมูลที่ถูกถอดเทปทั้งหมดจะถูกนำไปบันทึกลงใน

แบบบันทึกการเก็บข้อมูล (Case record form) เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลการวิจัย ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลอยู่ระหว่างเดือนมกราคม-กรกฎาคม พ.ศ. 2566

Figure 2

Summary of the Innovative Learning Design Process From the Clean Energy Teachers for Change Project

สรุปกระบวนการออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้ของครูในโครงการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เพื่อพลังงานสะอาด



การวิเคราะห์ผลการวิจัย

ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์แก่นสาระ (Thematic analysis) เป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลไปพร้อม ๆ กับการเก็บข้อมูลการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลเริ่มต้นจากการนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาถอดเทปแบบคำต่อคำ จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้จากการถอดเทปมาอ่านทวนเพื่อให้เห็นภาพรวม และทำการแปลงข้อมูลให้เป็นรหัส (Coding) เพื่อจำแนกข้อมูลออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามความหมายที่คล้ายคลึงกัน ข้อมูลที่คล้ายคลึงกันจะถูกจัดอยู่ในประเด็น (Theme) เดียวกัน จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบความถูกต้องจากผู้ให้ข้อมูลอีกครั้ง ก่อนนำเสนอผลการศึกษาทั้งหมดในลำดับถัดไป

ผลการวิจัย (Results)

เพื่อให้สามารถอธิบายประสบการณ์ในการออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้ของครูผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยอย่างครอบคลุมตั้งแต่ผู้เข้าร่วมการวิจัยเริ่มต้นคิดสู่นวัตกรรมการเรียนรู้ออกไปจนถึงขั้นตอนที่สามารถออกแบบสื่อการสอนได้จนสำเร็จ งานวิจัยนี้จึงแบ่งการนำเสนอประสบการณ์ในการออกแบบสื่อการสอนของผู้เข้าร่วมการวิจัยออกเป็น

2 ส่วน ได้แก่ ประสบการณ์ในช่วงการเตรียมตัวสร้างนวัตกรรมการเรียนรู้สื่อการสอน และประสบการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนาสื่อการสอน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ประสบการณ์ในการเตรียมตัวสร้างสู่ออนวัตกรรม การสอน

ผลจากการสัมภาษณ์ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยเกี่ยวกับการเตรียมความพร้อมก่อนสร้างสื่อการสอนปรากฏ 2 ประเด็นหลักที่ผู้เข้าร่วมให้ความสำคัญ และคิดว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องมีการออกแบบสื่อ ได้แก่ 1) เนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการสร้างสื่อต้องจากบริบทในชุมชนหรือเนื้อหาในบทเรียน และ 2) การเลือกประเภทสื่อแบบโมบายล์เลิร์นนิ่งเนื่องจากจุดเด่นด้านงบประมาณและเข้าถึงง่าย โดยรูปแบบสื่อโมบายล์เลิร์นนิ่งเป็นรูปแบบที่เข้าถึงพฤติกรรมของผู้เรียนในยุคดิจิทัล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 เนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการสร้างสื่อต้องจากบริบทในชุมชนหรือเนื้อหาในบทเรียน

การเลือกเนื้อหาและองค์ความรู้นับเป็นหัวใจสำคัญที่สุดในการออกแบบสื่อการสอนทุกประเภท เนื่องจากองค์ความรู้เป็นสาร (Messages) สำคัญที่ผู้สอนต้องการถ่ายทอดสู่ผู้เรียน สื่อการสอนมักถูกนำมาใช้ทำหน้าที่หลายประการในชั้นเรียน บางกรณีสื่อการสอนทำหน้าที่แทนครูผู้สอน

บางกรณีทำหน้าที่ขยายเนื้อหาที่สอนให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น การทำสื่อการสอนแต่ละครั้งจึงจำเป็นต้องเลือกเนื้อหาอย่างพิถีพิถัน ในกรณีขององค์ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมศึกษานับเป็นประเด็นที่มีเนื้อหากว้างขวางครอบคลุมตั้งแต่ปรากฏการณ์ธรรมชาติ ปัญหาสิ่งแวดล้อม ไปจนถึงปัญหาสังคม และเศรษฐกิจ ดังนั้นจึงเป็นองค์ความรู้ที่สามารถสอดแทรกอยู่ในหลายวิชา และสามารถกล่าวถึงได้อย่างหลากหลายแง่มุม อย่างไรก็ตาม ผลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกครูที่เข้าร่วมโครงการนี้ พบว่า ครูที่เข้าร่วมโครงการนี้เลือกเนื้อหาที่จะนำมาใช้ทำสื่อการสอนจากเหตุผลเพียง 2 ลักษณะ คือ กลุ่มที่เลือกเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับสิ่งที่กำลังสอนในบทเรียน และกลุ่มที่เลือกเนื้อหาโดยอ้างอิงจากบริบทในชุมชน

กลุ่มที่เลือกเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับประเด็นที่กำลังสอนในบทเรียนให้เหตุผลว่า การเลือกประเด็นที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอนจะทำให้สามารถนำสื่อการสอนดังกล่าวมาใช้ในห้องเรียนได้ทันที เช่น ครู J ให้ข้อมูลว่า “เรามีเนื้อหาบทเรียนของเราเกี่ยวกับเรื่องพลังงานอยู่ก่อนแล้วครับ ก็รู้สึกว่ามันก็น่าจะเอามาพัฒนาสื่อของตนเองได้บ้าง” สอดคล้องกับครู K ที่กล่าวว่า “พอดีครู K ก็สอนในรายวิชาฟิสิกส์แล้วที่นั่นมันก็มีเนื้อหาในส่วนในเรื่องพลังงานความร้อนที่เราจะต้องสอนเขาอยู่แล้วก็เลยคิดว่าตัวนี้น่าจะสอดแทรกเข้าไปได้”

ขณะที่ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยกลุ่มที่ 2 เลือกเนื้อหาโดยอ้างอิงกับบริบทของชุมชนโดยเฉพาะประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพลังงานสะอาดที่ถูกนำมาใช้ในชุมชน เช่น พลังงานโซลาร์เซลล์ที่มีการทำเป็นสื่อการสอนในหลายโรงเรียน เนื่องจากพลังงานโซลาร์เซลล์ปัจจุบันนับเป็นพลังงานที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในสังคมไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่การเกษตรต่าง ๆ เช่น ครู A ที่กล่าวว่า “เพราะโรงเรียนเราก็จะมีติดโซลาร์รูด้วย มันเลยเป็นเรื่องใกล้ตัวด้วยครับ เด็กทุกคนจะได้เข้าใจง่าย ๆ” ขณะที่ครู B และครู C เลือกทำสื่อเกี่ยวกับพลังงานชีวมวล เนื่องจากโรงเรียนของครู B และครู C เป็นพื้นที่ที่มีสินค้าส่งออกเป็นข้าว และมีการนำเอาแกลบและฟางข้าวมาแปรรูปเป็นพลังงานชีวมวลกันอย่างแพร่หลาย การทำสื่อเกี่ยวกับพลังงานชีวมวลของครูทั้ง 2 ท่าน จึงมีความพิเศษในแง่ของเนื้อหาที่เน้นหนักไปที่พลังงานชีวมวลที่แปรรูปมาจากข้าวโดยเฉพาะ ดังบทสัมภาษณ์ของครู B ต่อไปนี้ “ที่เราเลือกเป็นพลังงานชีวมวลนะคะ เพราะว่าด้วยจังหวัดของเราประชากรส่วนใหญ่อะ ก็จะทำนาข้าวแล้วก็มันก็จะมีความแกลบฟางข้าวเยอะ แล้วก็อีกอย่างหนึ่งก็คือ ในพื้นที่ของจังหวัดเราก็มีสินค้าอีกอย่างก็คือ ข้าวฮาง แล้วที่นี้ก็เลยทำให้พวกแกลบฟางข้าวฟางข้าวเนี่ยคะมันเหลือใช้ปริมาณมาก ซึ่งมันกลายมาเป็นชีวมวลที่เหลือคะ เราก็เลยเลือกหัวข้อเป็นเกี่ยวกับพลังงานชีวมวลนะคะ” (Teacher B, personal communication, May 7, 2023)

สอดคล้องกับครู D และครู E ที่เลือกทำสื่อที่เกี่ยวข้องกับพลังงานชีวมวลเนื่องจากเป็นพลังงานทดแทนที่พบได้แพร่หลายในพื้นที่ และเป็นเนื้อหาที่ถูกทำเป็นสื่อการสอนค่อนข้างน้อย ดังที่ครู D กล่าวว่า “อันที่จริงในจังหวัดเรามันมีพลังงานสะอาดอื่น ๆ อยู่เนอะ พลังงานน้ำก็มี พลังงานพวกแก๊สชีวมวลก็พอมีอยู่คะ แต่คือพลังงานที่เป็นชีวมวลจากเศษพืชเหลือใช้ยังไม่ค่อยเห็นใครทำเป็นสื่อการสอน เราก็เลยสนใจว่า มันเป็นเรื่องนักเรียนเราเพราะมันเป็นพวกเศษวัสดุทางการเกษตรเหลือใช้จากที่พ่อแม่ของ ถ้าเรามาศึกษาแล้วก็เจาะจงทางด้านชีวมวลที่เป็นพืชท้องถิ่นในจังหวัดก็น่าจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันนักเรียนของเราที่เลยสนใจทำด้านนี้” (Teacher D, personal communication, May 15, 2023)

1.2 การเลือกประเภทสื่อแบบโมบายล์เลิร์นนิ่งเนื่องจากจุดเด่นด้านงบประมาณและเข้าถึงง่าย

การพัฒนาของเทคโนโลยีทำให้สื่อการสอนในปัจจุบันมีความหลากหลายเพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจน ท่ามกลางสื่อการสอนที่มีความหลากหลายเหล่านั้น สื่อการสอนในกลุ่มโมบายล์เลิร์นนิ่งนับเป็นสื่อการสอนอีกประเภทหนึ่งที่มีความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ จากการสัมภาษณ์ผู้เข้าร่วมวิจัย พบว่า เหตุผลของการเลือกสื่อในลักษณะโมบายล์เลิร์นนิ่งมีสาเหตุหลักเนื่องมาจากจุดเด่นในด้านงบประมาณ และการเข้าถึงง่ายของเทคโนโลยี โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยส่วนหนึ่งให้ข้อมูลว่า โมบายล์เลิร์นนิ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีข้อได้เปรียบหลายประการ เช่น มีต้นทุนที่ใช้ในการพัฒนาค่อนข้างต่ำ สามารถอัปเดตข้อมูลเพิ่มเติมได้ค่อนข้างง่าย ดังนั้น ข้อมูลในสื่อการสอนจึงสามารถปรับปรุงให้ทันสมัยได้เสมอ ยิ่งไปกว่านั้นยังสามารถนำเสนอข้อมูลในหลากหลายลักษณะ เช่น ในกรณีของเว็บแอปพลิเคชัน (Web application) ที่สามารถแทรกข้อมูลทั้งที่เป็นข้อความ ภาพ คลิปวิดีโอ และเกม สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้โดยง่าย ดังบทสัมภาษณ์ของครู A ที่กล่าวว่า “เลือกเป็นเว็บแอปพลิเคชันเพราะเวลาอัปเดตเขามันทำง่ายกว่า ถ้าอย่างเว็บบอร์ดเกมมันทำใหม่ปุ๊บต้องทำทั้งหมดเลย หรือว่าใช้อุปกรณ์ต้นทุนเยอะอะไร ขณะที่เว็บแอปพลิเคชันมันทันสมัยอัปเดตง่าย ข้อมูลบางอย่างก็สามารถเอามาจากที่อื่น ๆ เช่น เอาเกมมาจากโปรแกรมเวิร์ดวอลล์ (Wordwall) มาใส่ได้ด้วยครับ” (Teacher A, personal communication, April 4, 2023)

ในขณะที่ผู้เข้าร่วมโครงการอีกกลุ่มหนึ่งเลือกทำสื่อการสอนแบบโมบายล์เลิร์นนิ่งเนื่องจากการเข้าถึงง่ายของเทคโนโลยี โดยผู้เข้าร่วมทั้งหมดให้ข้อมูลสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันว่า ปัจจุบันนักเรียนทุกคนสามารถเข้าถึงโทรศัพท์มือถือได้อย่างง่าย นักเรียนบางคนมีแนวโน้มที่จะใช้โทรศัพท์มือถือตลอดเวลาในฐานะเครื่องมือที่ให้ความรู้ และความบันเทิง ยกเว้นแต่จะไม่ให้ใช้เทคโนโลยีดังกล่าว ดังนั้น ครูจำนวนมาก

จึงปรับเปลี่ยนแนวคิดเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนรู้วิธีการใช้โทรศัพท์มือถือในฐานะเครื่องมือสร้างการเรียนรู้ สื่อการสอนที่ปรากฏในโทรศัพท์มือถือจึงสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของครูอย่างลงตัว ดังที่ครู C ให้ข้อมูลว่า “ทุกวันนี้เด็กเค้าใช้โทรศัพท์เยอะเราก็เลยเหมือนเหมือนอยากให้มันเป็นสื่อที่เข้าถึงง่าย แล้วก็ด้วยตัวเว็บแอปพลิเคชันเราก็เห็นว่ามันสามารถใส่สื่อการเรียนการสอน หรือใส่ลูกเล่นให้น่าสนใจได้เยอะแยะ โดยเฉพาะที่เป็นเกมหรือที่เป็นแบบทดสอบซึ่งมันจะทำให้เด็กสามารถเรียนรู้ได้เอง ทำให้เขามีความสนใจแล้วก็สามารถที่จะเรียนรู้ได้ไวขึ้นนะคะ” (Teacher C, personal communication, April 10, 2023)

2. ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนาสื่อนวัตกรรมการเรียนการสอน

หลังจากเตรียมพร้อมในการออกแบบสื่อการเรียนการสอนทั้งในด้านเนื้อหาและการเลือกประเภทของสื่อการเรียนการสอนแล้ว ในขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนการสอนก็นับว่าเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญและมีความท้าทายอย่างยิ่งในการทำงาน เนื่องจากครูผู้สอนต้องมีความพร้อมทั้งในแง่แนวคิดเนื้อหา และใช้เทคโนโลยีในการทำให้สื่อการเรียนการสอน ผลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญร่วมโครงการ พบว่า ประสบการณ์สำคัญที่ผู้เชี่ยวชาญเอ่ยถึงไม่ใช่ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสื่อการเรียนการสอนโดยตรง แต่เป็นประสบการณ์ที่เกิดขึ้นกับผู้คนที่อยู่รอบตัว และเป็นผู้คนที่มีส่วนช่วยอย่างยิ่งในการผลักดันให้สื่อการเรียนการสอนประสบความสำเร็จ โดยผู้เชี่ยวชาญการวิจัยได้กล่าวถึง 2 ประสบการณ์สำคัญ ได้แก่ ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญและพันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้ และประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจากเพื่อนครูต่างโรงเรียน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญและพันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้

เนื่องจากการออกแบบสื่อการเรียนการสอนในครั้งนี้ไม่ได้มีแต่ครูที่ทำหน้าที่เป็นผู้พัฒนาสื่อการเรียนการสอนเพียงคนเดียวเท่านั้นแต่เป็นการทำงานร่วมกันของคน 3 กลุ่ม คือ ครูผู้สอนผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมศึกษา และพันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้ ดังนั้น จึงนับว่าเป็นการทำงานที่ครูมีเพื่อนคู่คิดไปตลอดเส้นทางการออกแบบสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

รูปแบบการออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องนี้เป็นการทำงานโดยอิงกับหลักการคิดเชิงออกแบบที่เป็นแนวคิดในการพัฒนานวัตกรรมโดยอิงฐานข้อมูลที่เกิดมาจกปัญหาที่พบจริงในบริบทชีวิตประจำวัน การออกแบบนวัตกรรมผ่านแนวคิดนี้มีขั้นตอนการทำงาน 5 ขั้นตอน โดยในแต่ละขั้นตอนเป็นการทำงานระหว่างครูในทีม พันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้ และผู้เชี่ยวชาญเป็นระยะ ๆ โดยครูจะต้องเริ่มเข้าไปเก็บข้อมูลจากชุมชน หรือข้อมูลจากผู้เรียนในท้องถิ่นว่ามีเนื้อหา

แบบใดที่ต้องการให้ความสำคัญ หรือควรนำมาสอนในท้องถิ่น (ทำความเข้าใจปัญหา (Empathize) และระบุปัญหา (Define)) ซึ่งในขั้นตอนนี้พันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้ที่เคยทำงานในลักษณะของการเก็บข้อมูลในชุมชนจะเข้าไปช่วยเสนอแนะแนวทางในการสัมภาษณ์หรือการรวบรวมข้อมูล จากนั้นจึงช่วยกันสรุปปัญหาสำคัญที่ควรนำมาใช้ในการทำสื่อ เลือกประเภทของสื่อที่เหมาะสม จากนั้นจึงนำเสนอข้อมูลผ่านการสำรวจและวิเคราะห์อย่างรอบด้านกับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้ซักถามรายละเอียดอีกรอบ ให้ความเห็นเพิ่มเติม และเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงเนื้อหา และออกแบบแนวคิดในการพัฒนาสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง (Ideate) เมื่อได้แนวทางโครงสร้างแนวคิดในการพัฒนาสื่อแล้วครูแต่ละโรงเรียนจะเริ่มทำสื่อต้นแบบ (Prototype) เพื่อนำไปทดลองใช้ในนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง แต่ก่อนที่จะนำสื่อไปทดลองใช้ต้องมีการเข้าพบผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งเพื่อให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสื่อที่ผลิตออกมาว่าควรปรับปรุงเนื้อหา หรือปรับปรุงรายละเอียดอื่น ๆ ในสื่ออีกหรือไม่ จากนั้นสื่อต้นแบบที่ออกแบบแล้วจะถูกนำไปใช้จริงในกลุ่มตัวอย่าง (Test) เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างได้นำเสนอความคิดเห็น และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนรู้ผ่านสื่อนวัตกรรมที่ได้สร้างขึ้นเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงเป็นสื่อการเรียนการสอนที่สมบูรณ์หรือวนกลับเข้าไปในกระบวนการทำความเข้าใจปัญหาอีกครั้ง จนกระทั่งได้สื่อนวัตกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องที่มีความพร้อมในการใช้งานมากที่สุด

ผลจากการสัมภาษณ์แสดงให้เห็นว่าการทำงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญและพันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้มีผลอย่างยิ่งต่อความสำเร็จของโครงการวิจัย โดยครูที่เข้าร่วมโครงการแสดงความคิดเห็นในลักษณะที่สอดคล้องกัน คือ การมีผู้เชี่ยวชาญ และมีพันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้ในการทำโครงการทำให้ครูมีความมั่นใจในการทำงานมากยิ่งขึ้น ช่วยให้การพัฒนาสื่อมีความชัดเจน และกลุ่มลูกมากขึ้น ดังบทสัมภาษณ์ของครู C ที่บรรยายถึงการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาในการทำงานนวัตกรรมการเรียนรู้นี้ อันเกิดเนื่องมาจากการรับฟังคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญว่า “ในส่วนของการเรียงลำดับเรื่องราวเอาจริง ๆ เราก็ปรับแก้กันหลายรอบมากกว่าที่แบบมันจะลงตัวเพื่อให้มันกระชับด้วยแล้วก็เรื่องเกมเรื่องก็มีน้องที่เป็นพันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้ เสนอว่าบางทีถ้าเราใส่แบบตัวหนังสือเยอะเกินไป มันก็อ่านยาก ด้วยถ้าเล่นในโทรศัพท์ เราก็กับน้องทีม พันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้ พอทำแล้วก็ลองเข้าดูเราก็คิดว่ามันแบบมันสามารถเห็นภาพได้ชัดใหม่ เล่นแล้วเป็นยังไง มันก็เลยมีการปรับแก้อะไรตรงเนี่ยก็ค่อนข้างเยอะก็โชคดีคะ มีวิทยากรดี ให้คำแนะนำตลอดเลย” (Teacher C, personal communication, April 10, 2023)

นอกจากนี้ ยังมีครูผู้เชี่ยวชาญร่วมโครงการสะท้อนอีกด้วยว่า การทำงานร่วมกับทีมผู้เชี่ยวชาญด้วยบรรยากาศสบาย ๆ

เป็นกันเองทำให้ลดช่องว่างในแง่ของความสนิทสนมและรู้สึกว่าการสามารถพูดคุยได้โดยง่าย ดังบทสัมภาษณ์ของครู F ที่บรรยายถึงความสบายใจในการทำงานร่วมกับทีมผู้เชี่ยวชาญว่า “มันเป็นโครงการที่ทำให้เราสบายใจ เหมือนมีคนคอยพยุงเราตลอด โดยเฉพาะในเรื่องของความคิดด้วย ปกติถ้าเราไม่เข้าใจหรืออะไรอย่างนี้ ถ้าเป็นโครงการอื่นเราอาจจะไม่กล้าถาม แต่นี่เรากล้าที่จะเล่าว่าเรามีปัญหาแบบนี้ ๆ อาจารย์รู้ อาจารย์ก็จะบอก อาจารย์ไม่รู้ อาจารย์ก็จะหาให้ เรารู้สึกแฮปปี้กับสิ่งนี้มากเลย ว่าเหมือนกับเราเรียนรู้ไปพร้อมกัน” (Teacher F, personal communication, April 10, 2023)

สอดคล้องกับครู B ที่บรรยายถึงแนวทางการทำงานในการให้คำปรึกษาของผู้เชี่ยวชาญที่มีการเว้นระยะเวลาไม่ให้เกิดความกดดันมากเกินไป ทำให้ครูมีเวลาตกผลึกและทำงานได้อย่างเต็มที่ นอกจากนี้ ยังมีทีมพันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้ที่คอยช่วยแก้ไขปัญหานักงาน และให้คำแนะนำในทุกขั้นตอนทำให้สามารถทำสื่อสำเร็จในที่สุด “ครู B มองว่าทีมทำงานดีมาก ซัพพอร์ตเราดีมากในความรู้สึกมันอบอุ่นมากเลยค่ะที่เราได้ทุกอย่างที่ต้องการ แล้วก็มีการวางระยะเป็นขั้นเป็นตอนแล้วก็ได้ไม่ได้ให้เวลาที่กระชั้นเกินไป มีเวลาให้เราได้เรียนรู้ได้ปรับได้แบบพัฒนาสื่อได้เต็มที่แล้วก็มีส่วน ๆ ที่แบบคอยสนับสนุน (Support) เราตลอดก็คือพอเราทักถามอะไรไปหรือขอความช่วยเหลือไปเนี่ย นื่องก็ให้ความร่วมมือทุกครั้งที่เราเป็นการติดตามงาน แล้วนื่องเค้าก็จะมีข้อเสนอแนะ (Feedback) ให้เรา เพื่อให้เราทำงานได้ดีขึ้นด้วยค่ะ” (Teacher B, personal communication, April 10, 2023)

นอกจากนี้ ยังมีครูหลายท่านสะท้อนอีกด้วยการมีทีมผู้เชี่ยวชาญ และมีทีมพันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้ทำให้รู้สึกไม่โดดเดี่ยวในการทำงาน ทำให้รู้สึกว่าการตนเองสามารถที่จะทำสื่อได้จริง ดังนั้นจึงเป็นทั้งแรงกระตุ้นให้ทำงาน และเป็นพื้นที่ปลอดภัยที่ทำให้ครูรู้สึกอีกด้วยว่าตนเองจะสามารถทำสื่อได้จริงแม้ไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อนก็ตาม ดังบทสัมภาษณ์ของครู E ที่บรรยายถึงความรู้สึกของตนเองในการทำงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญว่า “ทางโครงการเคยบอกว่ายากทำอะไรเดี่ยวจะมีทีมคอยซัพพอร์ต เราก็กกล้าที่จะลองทำอะไรเดี่ยวๆ ถ้าให้เราไปทำเองไปเริ่มเองเนี่ย คิดว่าคงไม่ทำแน่ ๆ”

จากการสัมภาษณ์ครูที่เป็นกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยนี้ พบว่า ทุกคนแสดงความเห็นใกล้เคียงกันว่าทีมผู้เชี่ยวชาญและการมีทีมพันธมิตรนวัตกรรมเรียนรู้ นับเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งที่ช่วยให้สามารถผลิตสื่อการสอนจนสำเร็จได้ในที่สุด โดยเป็นส่วนที่ช่วยในการสร้างกรอบแนวคิดในการทำงานให้ชัดเจน สร้างทั้งความมั่นใจ สร้างบรรยากาศในการทำงานที่ผ่อนคลายแต่ช่วยกระตุ้นให้ครูรู้สึกอยากทำงานต่อให้สำเร็จได้ในที่สุด

2.2 ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจากเพื่อนครูต่างโรงเรียน

นอกจากประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญและพันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้แล้ว ประสบการณ์ที่ผู้เข้าร่วมในโครงการสะท้อนในลักษณะที่ใกล้เคียงกัน คือ ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจากการได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ และนำเสนอชิ้นงานนวัตกรรมต้นแบบให้กับเพื่อนต่างโรงเรียน นอกจากนั้น ยังมีโอกาสทดลองเล่นให้ข้อเสนอแนะ และให้กำลังใจครูผู้เข้าร่วมโครงการท่านอื่น ๆ ดังจะเห็นได้จากผลการสัมภาษณ์ครูที่บรรยายความรู้สึกในลักษณะที่ใกล้เคียงกัน คือ การได้เห็นผลงานของครูท่านอื่นช่วยให้เกิดแรงกระตุ้นและแรงบันดาลใจให้รู้สึกอยากพัฒนาผลงานของตนเอง ดังที่ครู G พูดถึงการปรับปรุงงานนวัตกรรมของตนเอง อันเนื่องมาจากการได้เห็นการนำเสนอนวัตกรรมของครูท่านอื่น ๆ ดังบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้ “ยิ่งพอไปเห็นของคนอื่นแล้ว ยิ่งรู้สึกว่าจะทำไมเขาทำแบบนั้นได้แล้วเราทำไม่ได้นะ (หัวเราะ) ก็เลยแบบรู้สึกว่ามันก็แบ่งขั้นตอนกันว่าเดี่ยวเรามาทำ คลิปวิดีโอการ์ตูนนะ ย่อยเนื้อหาให้อยู่ในคลิปนะ เอาเนื้อหามาลงตัวเว็บ แล้วก็ทำเรื่องพวกสออะไรอย่างนี้ด้วย...ก็เลยรู้สึกว่ามันเป็นแรงบันดาลใจเหมือนกันที่โรงเรียนอื่น ๆ เขาทำกันแล้วก็แบบอยากทำเป็นบ้างครับ ก็เลยลอง ลองดูแล้วก็ทำได้เข้าใจแล้วว่ามันทำยังไง มีกระบวนการประมาณไหน” (Teacher G, personal communication, April 11, 2023)

นอกจากทำให้เกิดแรงบันดาลใจให้ต้องการพัฒนางานนวัตกรรมของตนเองให้ดีขึ้นแล้ว ยังมีครูหลายท่านที่สะท้อนในบทสัมภาษณ์ว่า การได้เห็นนวัตกรรมของครูท่านอื่นช่วยให้เห็นแนวทางใหม่ ๆ ในการทำงานในลักษณะใหม่ ๆ ดังบทสัมภาษณ์ของครู H ที่บรรยายอย่างละเอียดถึงการมองเห็นข้อจำกัดของสื่อที่ตนเองผลิตขึ้น และยังคงสะท้อนถึงความมุ่งมั่นในการพัฒนานวัตกรรมของตนเองในอนาคตดังบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้ “ที่ไปดูของเพื่อนนะแบบมีประโยชน์มาก...คือ เราเห็นข้อจำกัดของแอปพลิเคชันที่ถูกทำให้มันเป็นภาระของเครื่องอุปกรณ์แต่เว็บแอปพลิเคชันของครูคนอื่นรู้สึกชอบมากค่ะ เราก็คิดว่าถ้าคราวหน้าเราทำเว็บแอปพลิเคชันที่เปิดใช้ในคอมได้ง่าย เขาจะสามารถเรียนรู้ที่บ้านตรงไหนก็ได้ค่ะ เวลาไหนก็ได้ที่เขาสะดวกมันก็เลยคิดว่าเราก็คิดว่าตรงเนี่ยเป็นค่อนข้างเป็นประโยชน์และอาจจะพัฒนาต่อสำหรับเด็กที่ขาดโอกาสในอนาคต” (Teacher Aon, personal communication, April 4, 2023)

นอกจากนี้ ยังมีครูที่สะท้อนอีกด้วยว่าในระหว่างการพัฒนาวัตกรรมการเกิดความรู้สึกโดดเดี่ยวในการทำงานจนกระทั่งมีการนำเสนอชิ้นงานนวัตกรรมและได้รับเสียงสะท้อนในลักษณะชื่นชมทำให้มีแรงบันดาลใจในการทำงานนวัตกรรมให้สำเร็จ ดังบทสัมภาษณ์ของครู I ที่บรรยายดังต่อไปนี้ “ใช่ ตอนที่ทำอะคะก็รู้สึกว่าจะหัวคะ เพราะสื่อการสอนมันใช้ระยะเวลายาวนานมากในการสร้าง บางทีพอมันทำด้วยความว่าแหวกกันเฉพาะเพื่อนครูในโรงเรียนก็รู้สึกว่าจะ เฮ้อ มันยากจัง แต่พอเราไป

นำเสนอในวงที่มีเพื่อนต่างโรงเรียนแล้วมีคนที่ยอมรับว่า ไอ้มันน่ารัก มาเลย มันมีคุณค่าขึ้นมา เราที่รู้สึกแบบว่า เฮ้ย! เออ มันดีจริง ๆ เหนือค่ะ ถือว่าไม่ได้ ไม่ได้แบบไปรู้สึกถึงคำยินยอม แต่ว่าสิ่งที่เรา แล้วมันพบว่าเอาไปใช้ประโยชน์กับเขาได้และตอนนั้นก็เป็นที่จุด โคลแม็กซ์เหมือนกัน” (Teacher I, personal communication, April 11, 2023)

จากข้อมูลทั้งหมดที่มาจากการสัมภาษณ์ครูผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ความสำเร็จในการพัฒนาสื่อ การสอน และนวัตกรรมการเรียนรู้ไม่ได้เกิดจากการเข้าใจเนื้อหา อย่างลึกซึ้งหรือการมีความรู้ด้านสื่อและเทคโนโลยีเท่านั้น แต่การได้รับข้อเสนอแนะและกำลังใจจากคนภายนอกทั้งที่เป็น ผู้เชี่ยวชาญ และผู้มีประสบการณ์ที่ใกล้เคียงกันนับว่ามีความ สำคัญอย่างยิ่งในพัฒนาสื่อการสอนให้ประสบความสำเร็จ

อภิปรายผล (Discussion)

สื่อการเรียนการสอนนับเป็นองค์ประกอบสำคัญในการจัดการ การเรียนการสอนของครูนับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน สื่อการสอน มีส่วนช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ ที่ตั้งไว้ หรือในบางกรณีอาจทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยขยาย เนื้อหาส่วนที่ซับซ้อนให้สามารถเข้าใจง่ายมากขึ้นไปจนถึงทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสำหรับบรรจุนเนื้อหาที่มีความซับซ้อนให้ผู้เรียนสามารถกลับไปทบทวนเนื้อหาที่เรียนได้ในภายหลัง ดังนั้น การส่งเสริมให้ครูผู้สอนรู้วิธีการพัฒนาสื่อการเรียน การสอนในรายวิชาของตนเองอย่างสม่ำเสมอจึงมีความสำคัญ อย่างยิ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนของครู (Chanthra et al., 2021) อย่างไรก็ตาม การสร้างสื่อการสอน เป็นกระบวนการทำงานที่มีความท้าทายอย่างยิ่งสำหรับครูผู้สอน เนื่องจากจำเป็นต้องค่อย ๆ ทดลองบ้างจจัยที่มีความเกี่ยวข้อง หลายประการ เช่น ลักษณะของผู้เรียน เนื้อหาของหลักสูตร สถานการณ์ในขณะนั้น บริบทของสังคมไปจนถึงภาระงานของ ครู การสร้างสื่อการสอนแต่ละครั้งจึงนับเป็นประสบการณ์ที่มีความ สำคัญยิ่งของครูผู้สอนในฐานะที่ต้องอาศัยการวางแผน อย่างรัดกุม และต้องเผชิญกับความท้าทายต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มคิด ทำสื่อไปจนกระทั่งสามารถออกแบบสื่อการสอนแต่ละประเภท จนสมบูรณ์ในที่สุด (Damjub, 2023)

ประสบการณ์ในการออกแบบนวัตกรรมสื่อการสอนที่ ปรากฏให้เห็นในงานวิจัยนี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ช่วงเวลาสำคัญ ได้แก่ ช่วงเวลาที่ครูเตรียมตัวออกแบบสื่อการสอน และช่วงเวลา ที่ครูพัฒนาสื่อการสอนจนกระทั่งสำเร็จ ผลการสัมภาษณ์เชิงลึก กับครูผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้ง 10 คน แสดงให้เห็นว่า ในช่วงเตรียมตัว ออกแบบสื่อการสอน ประสบการณ์ที่ปรากฏให้เห็นเป็นประเด็น หลักที่ครูให้ความสนใจ คือ ประสบการณ์ในการเลือกเนื้อหา และประสบการณ์ในการเลือกประเภทของสื่อการสอน โดยในแง่ประสบการณ์ในการเลือกเนื้อหาที่ถูกนำมาใช้ทำสื่อนั้นมี

ความน่าสนใจคือครูส่วนใหญ่ที่เข้าร่วมการวิจัยนี้ไม่ได้เลือก เนื้อหาโดยอิงกับเรื่องราวที่อยู่ในหลักสูตรเท่านั้น แต่เลือก เนื้อหาโดยอิงกับบริบทด้านทรัพยากรธรรมชาติ หรือปัญหา สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในชุมชนเป็นหลัก การเลือกเนื้อหาโดยอิง กับบริบทด้านสิ่งแวดล้อมในชุมชนสอดคล้องกับข้อเสนอของ UNESCO (1987) ในปฏิญญาสากลเบลเกรด ที่กล่าวถึง หลักการข้อหนึ่งในการจัดการเรียนรู้แบบสิ่งแวดล้อมศึกษาว่า ควรเน้นให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับสถานการณ์สิ่งแวดล้อม เน้นให้ ผู้เรียนได้เห็นความซับซ้อนของปัญหาสิ่งแวดล้อม อันจะนำมาสู่ การพัฒนาทักษะการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในที่สุด (Joongpan & Putwattana, 2020; Uralovich et al., 2023) นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับข้อเสนอของนักวิชาการที่กล่าวว่า สื่อการสอน ด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาที่ดีที่สุด คือ สื่อการสอนที่เป็นสิ่งแวดล้อม รอบตัวของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจสิ่งเนื้อหา ผ่านสิ่งที่ป็นรูปธรรมได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น ดังนั้น จึงอาจ กล่าวได้ว่า การเลือกเนื้อหาในการสร้างสื่อการสอนโดยอิงกับ ผู้คนและบริบทด้านสิ่งแวดล้อมในชุมชนของผู้เข้าร่วมโครงการ ในครั้งนี้เป็นการตัดสินใจที่เหมาะสมอย่างยิ่งในการจัดการ การเรียนการสอนด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา (Sitthichok, 2016; Thomas et al., 2019; Ardoin et al., 2020)

ในแง่ของการเลือกประเภทของสื่อ นั้น ผู้เข้าร่วมการวิจัย ครั้งนี้เลือกสื่อประเภทโมบายล์เลิร์นนิ่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อ ในลักษณะที่เป็นเว็บแอปพลิเคชันเนื่องจากสาเหตุในแง่ของ งบประมาณในการสร้างสื่อที่ค่อนข้างต่ำ ความสามารถด้าน เทคโนโลยีของสื่อที่สามารถปรับปรุง เปลี่ยนแปลงข้อมูลได้เรื่อย ๆ อีกทั้งยังเป็นสื่อการสอนที่มีจุดเด่นสำคัญ คือ สามารถเข้าถึง ได้ง่ายจากที่ใด เวลาใดก็ได้ และยังสามารถจูงใจผู้เรียนได้ จากการมีลักษณะข้อมูลที่มีความหลากหลาย เป็นได้ทั้งภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว ไปจนถึงเกมแบบต่าง ๆ ยิ่งไปกว่านั้นผู้เรียน ในปัจจุบันมีโทรศัพท์มือถือเป็นของตนเอง และนิยมค้นคว้า ข้อมูลต่าง ๆ จากโทรศัพท์มือถืออยู่แล้ว ดังนั้น จึงใช้โทรศัพท์ มือถือทำหน้าที่เป็นสื่อการสอนได้โดยง่าย ข้อได้เปรียบของการ ใช้สื่อการสอนแบบโมบายล์เลิร์นนิ่งที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยสะท้อน ให้เห็นผ่านบทสัมภาษณ์ในงานวิจัยนี้สอดคล้องกับข้อค้นพบ ของนักวิชาการหลายท่านที่กล่าวถึงธรรมชาติของผู้เรียนในยุค ปัจจุบันที่เป็นประชากรในเจนเนอเรชันซี (Generation Z) ว่าเป็น กลุ่มคนที่ชอบการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง ชอบทำงานในลักษณะบุคคลมากกว่าการทำงานเป็นกลุ่ม อีกทั้ง เป็นกลุ่มคนที่ต้องการอิสระในการทำงาน และต้องการความ ยืดหยุ่นค่อนข้างสูง (Mazurek, 2019 ; Persada et al., 2019) ดังนั้น สื่อการสอนประเภทโมบายล์เลิร์นนิ่งที่สามารถใช้งานจาก ที่ใดก็ได้ และเป็นสื่อการสอนที่เน้นการใช้งานคนเดียวจึงมีความ เหมาะสมกับผู้เรียนที่เป็นคนในเจนเนอเรชันซีอย่างยิ่ง

ในแง่ของประสบการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนา

สื่อการสอนจนกระทั่งสามารถออกแบบสื่อการสอนได้จนสำเร็จนั้น ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า ประสบการณ์สำคัญที่เป็นประเด็นหลักของผู้เข้าร่วมการวิจัยแต่ละท่านไม่ใช่ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสื่อโดยตรง แต่เป็นประสบการณ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากครอบครัวของผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยมีคน 2 กลุ่มที่ถูกกล่าวถึงในงานวิจัยนี้ ได้แก่ 1) ผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำแนะนำในการพัฒนาสื่อกับพันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้และ 2) เพื่อนครูต่างโรงเรียนที่เป็นนักศึกษาที่มีความสนใจในการทำงานกับชุมชน การออกแบบกระบวนการเรียนรู้และการออกแบบสื่อ โดยผู้เข้าร่วมการวิจัยได้บรรยายถึงประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคนทั้ง 2 กลุ่ม ว่า ในการออกแบบสื่อการสอนตั้งแต่เริ่มต้นทำความเข้าใจประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนเพื่อนำมาพัฒนาเป็นสื่อการสอนจนกระทั่งสามารถทำสื่อการสอนได้สำเร็จนั้น ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับความช่วยเหลือ ได้แลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น และได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ และ พันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ การพูดคุยกับผู้เชี่ยวชาญและพันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เข้าร่วมฯ สามารถผ่านอุปสรรคในการทำสื่อเมื่อมีข้อติดขัดในแง่ของเทคโนโลยีหรือเกิดความไม่แน่ใจในแง่ของเนื้อหา ตลอดจนเป็นช่องทางสำคัญในการช่วยระดมความคิดจากผู้เข้าร่วมฯ สามารถตัดสินใจเลือกแนวทางในการพัฒนาสื่อได้อย่างเหมาะสมกับเนื้อหาที่ตนเองให้ความสนใจมากที่สุด

การระดมความคิด การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และให้ความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญเมื่อเกิดความภาวะติดขัดในการทำสื่อการสอนที่ปรากฏในงานวิจัยนี้เกิดขึ้นจากความตั้งใจของโครงการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เพื่อพลังงานสะอาดโดยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่ดำเนินโครงการภายใต้กรอบแนวคิดการคิดเชิงออกแบบที่ให้ความสำคัญกับการออกแบบนวัตกรรมโดยอ้างอิงกับบริบทของปัญหา และให้ความสำคัญกับการระดมความคิด การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การช่วยกันมองหาทางเลือกที่ดีที่สุดเพื่อให้ได้นวัตกรรมที่เหมาะสมกับการแก้ไขปัญหามากที่สุด (Klahan & Ponegrn, 2023; Sisamud et al., 2022; Chaowarat, 2022; Wongbumru et al., 2022) ข้อมูลจากผลการวิจัยจึงช่วยยืนยันให้เห็นว่าการเปิดพื้นที่ให้มีการพูดคุยระหว่างผู้ออกแบบสื่อการสอน และคนภายนอกนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง และเป็นขั้นตอนที่จะละเอียดไม่ได้เลยในการออกแบบนวัตกรรมผ่านการคิดเชิงออกแบบ

นอกจากผู้เชี่ยวชาญและพันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้จะเป็นคนที่มีส่วนช่วยหนุนเสริมให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถออกแบบสื่อได้จนประสบความสำเร็จแล้ว เพื่อนครูต่างโรงเรียนก็นับเป็นบุคคลอีกกลุ่มหนึ่งที่มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาสื่อการสอนในครั้งนี้ ข้อมูลจากบทสัมภาษณ์แสดงให้เห็นว่า ผู้เข้าร่วมการวิจัยรู้สึกว่าคุณเองได้รับแรงบันดาลใจจากการได้

เห็นสื่อการสอนของเพื่อนครูต่างโรงเรียน นอกจากนั้น ยังรู้สึกว่าคุณเองไม่ได้ทำงานอย่างโดดเดี่ยว และรู้สึกได้รับกำลังใจจากการที่มีเพื่อนครูจากต่างโรงเรียนกล่าวชมเชยผลงานของตนเอง ดังนั้น การเปิดพื้นที่ให้เกิดการแลกเปลี่ยนกันของเพื่อนครูต่างโรงเรียน จึงนับว่าเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญและช่วยสร้างผลกระทบเชิงบวกต่อผู้เข้าร่วมอย่างชัดเจน

ความรู้สึกเชิงบวกของผู้เข้าร่วมโครงการทั้งการได้รับแรงบันดาลใจ ความรู้สึกไม่โดดเดี่ยว และการได้รับกำลังใจจากเพื่อนครูต่างโรงเรียนมีความใกล้เคียงกับแนวคิดที่เรียกว่า ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional learning community: PLC) ที่หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในกลุ่มผู้ที่ประกอบวิชาชีพหรือมีประสบการณ์ร่วมกันเข้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สนับสนุน และทำงานร่วมกันโดยมีจุดมุ่งหมายหรือค่านิยมร่วมบางประการซึ่งในกรณีของวิชาชีพครูนั้นค่านิยมร่วมที่มักจะมีร่วมกันคือมุ่งพัฒนาศักยภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน (Othman et al., 2019) กระบวนการสร้างชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นมาอย่างยาวนานในหลายพื้นที่ทั่วโลก ทั้งยังเป็นกระบวนการที่ทีมงานวิจัยหลายชิ้นช่วยยืนยันว่ามีส่วนช่วยอย่างยิ่งในการพัฒนาวิชาชีพครูได้อย่างยั่งยืน (Chanani & Nethanomsak, 2022) ทั้งนี้เนื่องจากอาชีพครูเป็นอาชีพที่มักจะต้องเผชิญกับภาวะโดดเดี่ยวในระหว่างปฏิบัติงาน ต้องแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าด้วยตนเองอยู่เสมอ ดังนั้นการเกิดขึ้นของพื้นที่การพูดคุยที่ประกอบไปด้วยผู้มีประสบการณ์และเผชิญปัญหาใกล้เคียงกันจึงช่วยลดความโดดเดี่ยว และช่วยให้ครูได้เรียนรู้จากผู้อื่น และได้รับความช่วยเหลืออย่างเหมาะสม และตรงกับความต้องการของตนเองด้วยในเวลาเดียวกัน งานวิจัยนี้จึงนับว่าเป็นงานวิจัยอีกชิ้นหนึ่งที่ช่วยยืนยันประสิทธิภาพของชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพได้อย่างชัดเจน

นอกจากประเด็นที่เกี่ยวข้องกับบุคคลที่อยู่รอบตัวผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งผู้เชี่ยวชาญ พันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้ และเพื่อนครูต่างโรงเรียนแล้ว ผู้วิจัยยังสังเกตเห็นอีกด้วยว่า ในบทสัมภาษณ์มีผู้เข้าร่วมการวิจัยบางท่านกล่าวถึงบรรยากาศในการพูดคุยทั้งในกลุ่มเพื่อนครู และการพูดคุยกับผู้เชี่ยวชาญและพันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้ว่าเป็นไปอย่างผ่อนคลาย ไม่กดดัน ไม่เร่งรีบ และช่วยกระตุ้นให้เกิดความรู้สึกทางบวกตลอดการทำงาน การสร้างบรรยากาศที่ผ่อนคลายเช่นนี้สอดคล้องกับข้อเสนอของ Caine and Caine (2010) ที่กล่าวถึงองค์ประกอบของกระบวนการสร้างชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพไว้หลายประการรวมถึงการเกิดดวงการสร้างชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพในสภาวะตื่นตัวที่ผ่อนคลาย (Relaxed alertness) คือ เป็นสภาวะที่ผู้เข้าร่วมกระบวนการรู้สึกผ่อนคลาย ปลอดภัย รู้สึกว่า พื้นที่ในการพูดคุยสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่โดยไม่ถูกตัดสิน แต่ขณะเดียวกันก็มีกระบวนการบางอย่างที่กระตุ้นให้เกิดความตื่นตัว และความรู้สึกตื่นตัวเล็กน้อย

เพื่อให้เกิดแรงบันดาลใจในการพัฒนาผลงานของตนเองด้วยเช่นเดียวกัน

สรุปผล (Conclusion)

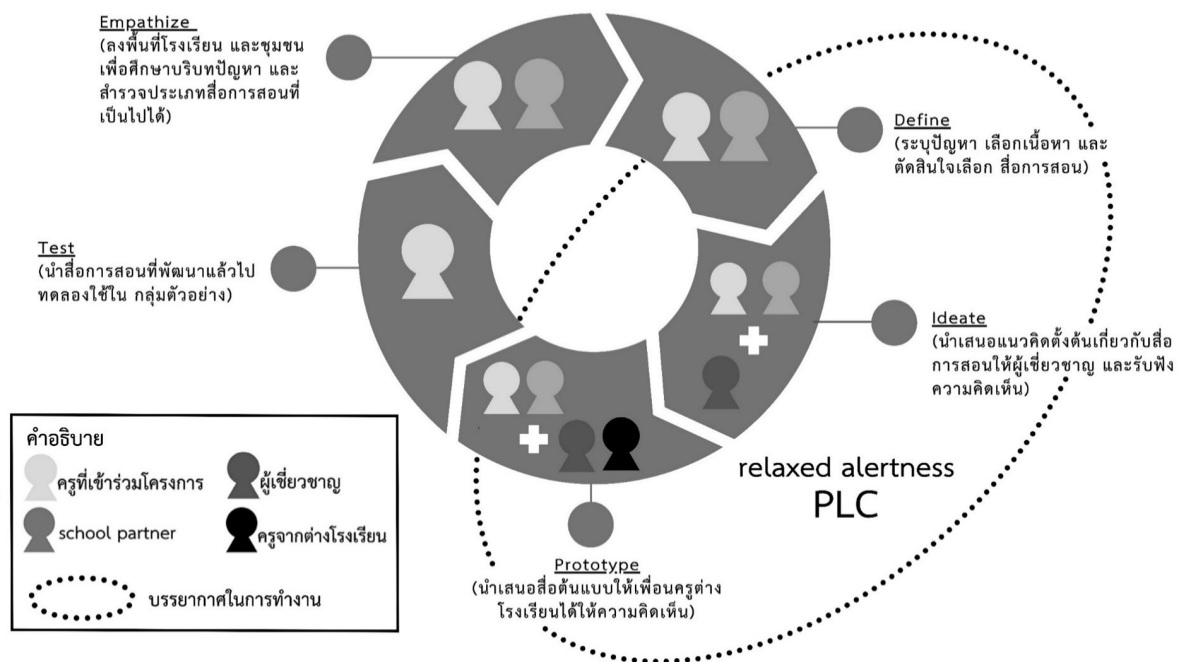
กล่าวโดยสรุป ข้อมูลทั้งหมดจากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า ประสบการณ์ตลอดจนความท้าทายในการออกแบบสื่อการสอนแบบโมบายล์เลิร์นนิ่งด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาของครูระดับมัธยมศึกษาเกิดขึ้นตั้งแต่ก่อนเริ่มต้นคิดสื่อการสอน เลือกเนื้อหา และมีความท้าทายมาเรื่อย ๆ จนกระทั่งออกแบบสื่อการสอนได้สำเร็จ ผู้เข้าร่วมการวิจัยนิยมออกแบบสื่อการสอนโดยอิงกับบริบทที่เกิดขึ้นในชุมชนเนื่องจากเชื่อว่าจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงกับชีวิตตนเองได้ง่าย ขณะที่การเลือกสื่อการสอนแบบ

โมบายล์เลิร์นนิ่งนั้นเกิดขึ้นเนื่องจากผู้เข้าร่วมการวิจัยเชื่อว่าเป็นสื่อการสอนที่มีจุดเด่นในแง่ของงบประมาณ ความง่ายในการแก้ไขข้อมูล และความเหมาะสมกับตัวผู้เรียน งานวิจัยนี้ยังแสดงให้เห็นอีกด้วยว่า นอกจากครูจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาและเทคโนโลยีในการทำสื่อการสอนแล้ว บุคคลรอบข้างก็มีผลอย่างยิ่งต่อการออกแบบสื่อการสอนของครู โดยสามารถเป็นทั้งคนที่ช่วยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยให้ข้อเสนอและกระตุ้นให้ครูเกิดแรงบันดาลใจจนสามารถทำสื่อการสอนได้สำเร็จในที่สุดด้วย อย่างไรก็ตาม การเกิดพื้นที่แลกเปลี่ยนกับบุคคลภายนอกนั้นต้องเป็นพื้นที่ที่มีความผ่อนคลายที่ต้นตัวเพื่อให้ครูไม่รู้สึกกดดัน และรู้สึกมีแรงบันดาลใจในการทำงานไปพร้อมกัน โดยสามารถสรุปข้อค้นพบที่ได้จากงานวิจัย Figure 3

Figure 3

Teacher's Interaction in the Media Design Process Within This Research

ปฏิสัมพันธ์ของครูในระหว่างการออกแบบสื่อนวัตกรรม



จาก Figure 3 แสดงให้เห็นถึงการปฏิสัมพันธ์ของครูในระหว่างการออกแบบสื่อนวัตกรรมโดยผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design thinking) ตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ โดยเริ่มจาก 1) การทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายหรือผู้เรียน พร้อมทั้งสำรวจปัญหาและความสำคัญในเรื่องของพลังงานภายในพื้นที่ รวมถึงสำรวจประเด็นสื่อการเรียนการสอนที่เป็นไปได้ของพื้นที่ 2) ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากการนำข้อมูลที่ได้จากการทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายในมิติต่าง ๆ พร้อมทั้งวิเคราะห์เนื้อหาที่จะนำเสนอกับผู้เรียน นำมาสู่การริเริ่มแนวคิดของการตัดสินใจเลือกสื่อนวัตกรรมที่เหมาะสม 3) นำเสนอแนวคิดของสื่อนวัตกรรมโดยทำการออกแบบโครงสร้างสื่อนวัตกรรม

โดยระหว่างทางของการออกแบบและพัฒนาจะมีการติดตามและสะท้อนความคิดเห็นเพื่อให้งานนวัตกรรมสื่อที่ออกแบบขึ้นมาสมบูรณ์ที่สุด 4) นำเสนอตัวร่างสื่อต้นแบบและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในมิติต่าง ๆ กับเพื่อนครูต่างโรงเรียน พร้อมทั้งรับฟังผลสะท้อนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งในด้านสื่อและเนื้อหา 5) นำสื่อนวัตกรรมที่พัฒนานำไปใช้กับผู้เรียนเพื่อสร้างการเรียนรู้เรื่องพลังงานของพื้นที่ของตนเอง โดยระหว่างทางในการดำเนินการออกแบบสื่อนวัตกรรมตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบจะมีผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านสื่อและเนื้อหา พันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้ที่เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีคอยสนับสนุนช่วยเหลือในระหว่างการทำงานเพื่อสร้างบรรยากาศต้นตัวที่ผ่อนคลาย

(Relaxed alertness) ให้ครูที่ออกแบบสื่อวัตกรรมการรู้สึกว่าพื้นที่ปลอดภัยในการพูดคุยสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่โดยไม่ถูกตัดสินและคอยสนับสนุนช่วยเหลือให้ระหว่างทางในการออกแบบสื่อวัตกรรมการสำเร็จตามเป้าหมายในการสร้างการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

■ ข้อเสนอแนะ (Recommendations)

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. สำหรับครูผู้สอนประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมงานวิจัยนี้ให้ความสำคัญกับการทำความเข้าใจประสบการณ์ของครูในการออกแบบสื่อวัตกรรมการเรียนรู้นั้น จึงสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับทำความเข้าใจวิธีคิด และความรู้สึกของครูผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ได้ดีขึ้น

2. สำหรับผู้บริหารสถานศึกษา งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการสร้างสื่อวัตกรรมการเรียนรู้จำเป็นต้องอาศัยสภาพแวดล้อมและระบบสนับสนุนที่มีความพร้อม ยิ่งไปกว่านั้นยังแสดงให้เห็นอีกด้วยว่า การสร้างชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาศักยภาพของครูผู้สอน ดังนั้นผู้บริหารสถานศึกษาจึงควรให้การสร้างพื้นที่ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสร้างระบบสนับสนุนให้เหมาะสม

3. สำหรับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดอบรมพัฒนาศักยภาพของครู ผลการวิจัยมีการค้นพบความสำคัญของการสร้างบรรยากาศในการอบรม ดังนั้น จึงเป็นฐานข้อมูลสำหรับผู้ที่จะทำการอบรมครูในอนาคตด้วยว่าควรจัดสภาพแวดล้อมอย่างไรบ้าง

4. สำหรับผู้กำหนดนโยบาย งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาศักยภาพครูจำเป็นต้องใช้ปัจจัยหลายอย่างหนุนเสริมให้ประสบความสำเร็จ และต้องอาศัยเวลาในการทำงานเพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลง ดังนั้น การกำหนดนโยบายจึงควรคำนึงถึงข้อจำกัดของครู และควรวางระบบสนับสนุนให้สอดคล้องกับแนวนโยบายที่มอบให้ด้วย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ข้อค้นพบจากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่านอกจากบุคคลจะมีส่วนทำให้การออกแบบสื่อการสอนประสบความสำเร็จแล้วการสร้างบรรยากาศผ่อนคลายที่ต้นตอวันเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการออกแบบสื่อการสอน และทำให้ครูเกิดความรู้สึกลดภัยในการทำงานร่วมกับเพื่อนครูต่างโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญและพันธมิตรนวัตกรรมการเรียนรู้ดังนั้นจึงน่าสนใจว่าบรรยากาศดังกล่าวมีลักษณะเช่นใด มีองค์ประกอบอย่างไร มีกระบวนการออกแบบวงสนทนาอย่างไร ทั้งนี้เพื่อเป็นฐานข้อมูลนำไปใช้ในการออกแบบวงสนทนาสร้างชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพในอนาคต

■ กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกท่านในการให้ข้อมูลอย่างดียิ่ง ขอขอบคุณคณะวิทยากรการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์หน่วยงานต้นสังกัดผู้อำนวยการศูนย์ประสานงานด้านสถานที่วิจัยและข้อมูลในการวิจัยขอขอบคุณโครงการพัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เพื่อพลังงานสะอาดที่ช่วยสร้างแรงบันดาลใจ และกระตุ้นให้เกิดคำถามวิจัยจนกลายเป็นงานวิจัยชิ้นนี้

■ เอกสารอ้างอิง (References)

Adedoyin, O. B., & Soykan, E. (2023). Covid-19 pandemic and online learning: the challenges and opportunities. *Interactive Learning Environments*, 31(2), 863-875. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1813180>

Al-Bashayreh, M., Almajali, D., Altamimi, A., Masa'deh, R. E., & Al-Okaily, M. (2022). An empirical investigation of reasons influencing student acceptance and rejection of mobile learning apps usage. *Sustainability*, 14(7), Article 4325. <https://doi.org/10.3390/su14074325>

Almaiah, M. A., Hajje, F., Shishakly, R., Lutfi, A., Amin, A., & Awad, A. B. (2022). The role of quality measurements in enhancing the usability of mobile learning applications during COVID-19. *Electronics*, 11(13), Article 1951. <https://doi.org/10.3390/electronics11131951>

Ardoin, N. M., Bowers, A. W., & Gaillard, E. (2020). Environmental education outcomes for conservation: A systematic review. *Biological Conservation*, 241, Article 108224. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224>

Biermann, F., Hickmann, T., Sénit, C. A., Beisheim, M., Bernstein, S., Chasek, P., Grob, L., Kim, R. E., Kotzé, L. J., Nilsson, M., Llanos, A. O., Okereke, C., Pradhan, P., Raven, R., Sun, Y., Vijge, M. J., Vuuren, D. v., & Wicke, B. (2022). Scientific evidence on the political impact of the Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability*, 5(9), 795-800. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-00909-5>

Caine, G., & Caine, R. (2010). *Strengthening and enriching your professional learning community: The art of learning together*. ASCD.

Chanani, S., & Nethanomsak, T. (2022). Is PLC really good for the development of Thai education? *Research and Development Journal Suan Sunandha Rajabhat University*, 14(1), 68-81. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/irdssru/article/view/253188>

Chantra, R., Whattananarong, K., & Satienchaiyakit, P. (2021). Development of learning management model for enhancing the media production skills. *Rajapark Journal*, 15(42), 301-317. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/RJPJ/article/view/253065>

Chaowarat, P. (2022). Application of design thinking process in video design based on cultural heritage of Kae Dum, Maha Sarakham Province. *Journal of Architecture, Design and Construction*, 4(1), 13-24. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/Jadc/article/view/254402>

Cheenkachorn, K. (2007). *Phalangngān munwīan* [Renewable energy]. TPA Publishing.

Damjub, W. (2023). Animation media design for teaching development. *Interdisciplinary Sripatum Chonburi Journal (ISCJ)*, 9(1), 1-20. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/ISCJ/article/view/262303>

Department of Environmental Quality Promotion. (2014). *Khūmū rōngriān singwætōm surksā phūa kānphatthanā yāng yangyūm tōn bandai chet khan... khruangmū kanchat krabūankān rānrū* [Eco-school manual: The 7 steps learning process. Department of Environmental Quality Promotion]. Department of Environmental Quality Promotion.

Dube, B. (2020). Rural online learning in the context of COVID-19 in South Africa: Evoking an inclusive education approach. *Multidisciplinary Journal of Educational Research*, 10(2), 135-157. <https://doi.org/10.17583/remie.2020.5607>

Eilks, I. (2015) Science education and education for sustainable development – Justifications, models, practices and perspectives. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(1), 149-158. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1313a>

- Hameed, F., Qayyum, A., & Khan, F. A. (2024). A new trend of learning and teaching: Behavioral intention towards mobile learning. *Journal of Computers in Education*, 11(1), 149-180. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40692-022-00252-w>
- Igbokwe, B. (2016). *Environmental literacy assessment: Assessing the strength of an environmental education program (ecoschools) in Ontario secondary schools for environmental literacy acquisition* [Unpublished doctoral dissertation]. University of Windsor.
- Joongpan, C., & Putwattana, N. (2020). A study of instructional methods for environmental education in Eco-school: A case study of schools in Phatum Thani Province. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 11(1), 115-130. <https://doi.org/10.14456/jstel.2020.7>
- Klahan, P., & Ponegrn, W. (2023). Development learning activities based on a design thinking process and project based learning to enhance innovators in grade 10 students. *Journal of Education Studies*, 49(2), 1-16. <https://doi.org/10.58837/CHULA.EDUCU.49.2.13>
- Kyburz-Graber, R. (2019). 50 years of environmental research from a European perspective. *The Journal of Environmental Education*, 50(4-6), 378-385. <https://doi.org/10.1080/00958964.2019.1704559>
- Liu, M., Scordino, R., Geurtz, R., Navarrete, C., Ko, Y., & Lim, M. (2014). A look at research on mobile learning in K-12 education from 2007 to the present. *Journal of research on Technology in Education*, 46(4), 325-372. <https://doi.org/10.1080/15391523.2014.925681>
- Mahmood S. (2021). Instructional strategies for online teaching in COVID-19 pandemic. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 3(1), 199-203. <https://doi.org/10.1002/hbe2.218>
- Mathew, M. D. (2022). Nuclear energy: A pathway towards mitigation of global warming. *Progress in Nuclear Energy*, 143, 104080. <https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2021.104080>
- Mazurek, M. (2019). Generation Z as a challenge for the traditional corporate culture in Poland. *Kwartalnik Kolegium Ekonomiczno-Społeczne, Studia i Prace*, 1(37), 167-180. <https://econjournals.sgh.waw.pl/kwes/article/view/2164>
- Nastasi, B. K., & Schensul, S. L. (2005). Contributions of qualitative research to the validity of intervention research. *Journal of School Psychology*, 43(3), 177-195. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2005.04.003>
- Othman, S., Jamian, R., Sabil, M., Said, R., & Omar, R. (2019). A professional learning community strategy towards students' achievements. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 7(7), 16-28. https://www.ijcc.net/images/vol7iss7/7702_Othman_2019_E_R.pdf
- Ozdamli, F., & Cavus, N. (2011). Basic elements and characteristics of mobile learning. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 28, 937-942. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.11.173>
- Persada, S. F., Miraja, B. A., & Nadlifatin, R. (2019). Understanding the generation z behavior on D-learning: A unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT) approach. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(5), 20-33. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i05.9993>
- Pokhrel, S., & Chhetri, R. (2021). A literature review on impact of COVID-19 pandemic on teaching and learning. *Higher Education for the Future*, 8(1), 133-141. <https://doi.org/10.1177/2347631120983481>
- Rehm, T. E. (2023). Advanced nuclear energy: The safest and most renewable clean energy. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 39, Article 100878. <https://doi.org/10.1016/j.coche.2022.100878>
- Sisamud, K., Wannapiroon, P., & Palee, P. (2022). Development of the hybrid learning model with design thinking process to develop the creativity. *Journal of Humanities and Social Sciences Thonburi University*, 17(1), 108-120. <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/trujournal/article/view/259475>
- Sitthichok, T. (2016). The learning process of environmental education in place of education. *Journal of Humanities and Social Sciences, Thaksin University*, 11(special), 177-197. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/HUSOTSU/article/view/154620>
- Spinola, H. (2015). Environmental literacy comparison between student taught in Eco-school and ordinary schools in the Madeira Island region of Portugal. *Science Education International*, 26(3), 395-416. <http://hdl.handle.net/10400.13/1361>
- Tangpondparsert, P. (2020). Mobile learning: A new mobile learning and teaching method in 21st century. *Journal of Education, Silpakorn University*, 18(1), 90-105. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/suedujournal/article/view/185206>
- Thomas, R. E. W., Teel, T., Bruyere, B., & Laurence, S. (2019). Metrics and outcomes of conservation education: A quarter century of lessons learned. *Environmental Education Research*, 25(2), 172-192. <https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1450849>
- UNESCO. (1987). *Report of the director-general on the activities of the organization in 1984-1985 communicated to Member States and the executive board in accordance with Article VI.3.b of the Constitution* [General conference]. 24th session UNESCO, Paris, France. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000070759>
- Uralovich, K. S., Toshmamatovich, T. U., Kubayevich, K. F., Sapaev, I., Saylaubaevna, S. S., Beknazarova, Z., & Khurramov, A. (2023). A primary factor in sustainable development and environmental sustainability is environmental education. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 21(4), 965-975. https://cjes.guilan.ac.ir/article_7155.html
- Wongbumru, T., Saguansub, V., & Maksirisuk, P. (2022). Design of Rangsit Prayunsak Canal's learning space through the design thinking process. *Journal of the Faculty of Architecture King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang*, 35(2), 144-163. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/archkmitl/article/view/258843>