



Journal of Human Rights and Peace Studies

journal homepage: <https://www.tci-thaijo.org/index.php/HRPS/index>



Designing learning activities on climate change through Metaverse media with Spatial Audio to promote environmental awareness among high school students in Khon Kaen Province

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านสื่อ Metaverse ด้วย Spatial Audio ในการส่งเสริมความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดขอนแก่น

Sarayoot Ratsamee / สราวุธ รัตมี

Faculty of Education, Khon Kaen University, Thailand

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประเทศไทย

Email: Sarayoot.r@kkumail.com

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received: 06-Dec-2024

Revised: 20-May-2025

Accepted: 07-Jul-2025

Keywords:

Metaverse, Climate Change, Environmental Awareness, Sustainable Development Goals

This research aimed to 1) study the effect of learning activities on climate change via Metaverse media with spatial audio in promoting environmental awareness of high school students in Khon Kaen Province and 2) study the satisfaction of high school students in Khon Kaen Province towards learning activities on climate change via Metaverse media with spatial audio. The research used a research and development (R&D) model. The sample group was 170 high school students in grades 4 and 5 from schools under the Office of the Secondary Education Service Area, Khon Kaen. The study was conducted both simultaneously and in small groups according to the social studies class schedule. The research instruments were 1) a learning management plan, 2) Metaverse media with spatial audio, 3) a knowledge and understanding test, and 4) a satisfaction assessment form. The statistics used for analysis were mean ($\bar{x}$), standard deviation (S.D.), percentage,

and t-test. The results of the study found that 1) after learning through Metaverse media, students had significantly higher environmental knowledge and awareness scores about climate change at the .01 level compared to their pre-learning scores, and 2) students had the highest level of satisfaction ($\bar{x} = 4.81$, S.D. = 0.32). This study indicates that the integration of metaverse technology into environmental learning can promote youth civic awareness in realizing environmental rights, environmental justice, and citizen participation towards sustainable development goals in the future.

บทคัดย่อ

คำสำคัญ:

เมตาเวิร์ส, การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, ความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม, เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านสื่อ Metaverse ด้วย Spatial Audio ในการส่งเสริมความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดขอนแก่น และ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดขอนแก่นที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านสื่อ Metaverse ด้วย Spatial Audio การวิจัยใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนา (R&D) กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5 จากโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาขอนแก่น จำนวน 170 คน ดำเนินการทั้งแบบเข้าพร้อมกันและแยกกลุ่มย่อยตามตารางเรียนในรายวิชาสังคมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) สื่อ Metaverse ด้วย Spatial Audio 3) แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจ 4) แบบประเมินความพึงพอใจ ใช้สถิติในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ร้อยละ (%) และการทดสอบค่าที (t-test) ผลการศึกษา พบว่า 1) หลังการเรียนรู้ผ่านสื่อ Metaverse นักเรียนมีคะแนนความรู้และความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนก่อนเรียน และ 2) นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.81$, S.D. = 0.32) การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการบูรณาการเทคโนโลยี Metaverse เข้ากับการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมสามารถส่งเสริมจิตสำนึกพลเมืองเยาวชนในการตระหนักรู้ถึงสิทธิด้านสิ่งแวดล้อม ความยุติธรรมด้านสิ่งแวดล้อม และการมีส่วนร่วมของพลเมืองต่อเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนในอนาคต

บทนำ

ในโลกยุคศตวรรษที่ 21 สถานการณ์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก (Climate Change) เป็นปรากฏการณ์ที่กำลังส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อโลกในปัจจุบัน และกลายเป็นหนึ่งในปัญหาที่มีความสำคัญระดับโลก การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบของอุณหภูมิอากาศและสภาพภูมิอากาศโดยรวมที่เกิดขึ้นในระยะยาว ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) สู่บรรยากาศ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂), มีเทน (CH₄), และไนตรัสออกไซด์ (NO₂) ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming) และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่รุนแรงขึ้น (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], n.d.) ซึ่งเกิดจากการสะสมของก๊าซเรือนกระจกที่มนุษย์ปล่อยจากกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล การตัดไม้ทำลายป่า และการเกษตรที่ไม่ยั่งยืน (Stern, 2007) สาเหตุเหล่านี้ทำให้บรรยากาศร้อนขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงในระดับอุณหภูมิของโลก และนำไปสู่ผลกระทบที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ สถานการณ์ภูมิอากาศโลกในปี 2024 ยังคงมีความรุนแรงจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยมีเหตุการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งและรุนแรงมากขึ้น เช่น พายุ ไฟป่า และภัยธรรมชาติอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดความเสียหายมหาศาลทั้งในด้านเศรษฐกิจและชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชน โดยเฉพาะในประเทศไทยที่ผ่านมา พบว่า ในปัจจุบันกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างรุนแรง จากรายงานศึกษาของ ฌูว์ริคม พันธวงศ์ภักดี (2567) ศูนย์วิจัยและสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG Move) จากกรณีวิกฤตน้ำท่วมภาคเหนือ ในปี 2024 ที่ผ่านมา โดยมีสาเหตุหลักจากปรากฏการณ์ลานีญา ที่ทำให้ฝนตกหนักกว่าปกติ และอุณหภูมิลดลงทั่วประเทศ (Anticipatory report [ACAPS], 2024) ทำให้เกิดความเสียหายอย่างมหาศาลต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน ส่งผลต่อเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาจากการบริหารโครงสร้างพื้นฐานของเมืองที่ไม่สามารถอยู่ร่วมกับธรรมชาติได้อย่างสมดุล ทำให้การปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศและการจัดการน้ำอย่างยั่งยืน เป็นเรื่องที่ไม่อาจเลี่ยงได้ในยุคนี้ ดังนั้นประเทศไทยต้องเริ่มก้าวข้ามแนวคิดดั้งเดิมและมุ่งเน้นการพัฒนาแนวทางที่บูรณาการหลากหลายด้าน โดยเริ่มต้นจากการสร้างความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและการรักษาสภาพภูมิอากาศให้มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิต

ทำให้ในปัจจุบันองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศ ได้ดำเนินการด้านการบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ยังคงเป็นเรื่องท้าทายอย่างมาก ที่ต้องเร่งรัดการดำเนินการเพื่อลดการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก และปรับตัวให้พร้อมรับมือกับภัยธรรมชาติที่รุนแรงขึ้น องค์กรต่าง ๆ รวมทั้งองค์การสหประชาชาติ (UN) ได้เรียกร้องให้ประเทศต่าง ๆ มุ่งมั่นในการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) โดยเฉพาะในเรื่องของการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนและเพิ่มการใช้พลังงานทดแทนอย่างเร่งด่วน โดย ศาสตราจารย์ ดร. กิตติพงษ์ กิตยารักษ์ ได้กล่าวว่า ปัญหาเรื่องสภาพอากาศเป็นประเด็นสำคัญและจะอยู่คู่กับประชาคมโลกไปอีกยาวนาน โดยภายใต้อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) : COP 22 หรือความตกลงปารีส ประเทศสมาชิกให้คำมั่นว่าจะ

ช่วยกันลดอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกไม่ให้เกิน 1.5-2.0 องศาเซลเซียส ซึ่งในการประชุมเดือนพฤศจิกายนปี 2024 ที่ผ่านมา ทุกประเทศได้ทำการเปิดเผยข้อมูลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปี (Thaipublica, 2024)

ตามที่ Nationally Determined Contribution (NDC) หรือการมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนดขึ้น แต่เชื่อว่าหลายประเทศไม่สามารถดำเนินการดังกล่าวได้ ซึ่งจะส่งผลให้มีความเข้มข้นมากขึ้นและกระทบต่อหลายวงการ โดยเฉพาะต้นทุนทางการเงินและเศรษฐกิจทั่วโลก ดังนั้น การแก้ไขปัญหาต้องอาศัยทุกองค์ประกอบขับเคลื่อนไปด้วยกัน โดยเฉพาะในประเด็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแหล่งพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์หรือพลังงานลม จะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แม้ว่าหลายประเทศจะหันมาร่วมมือกันและมุ่งมั่นเพื่อเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ภายในปี 2050 แต่จำเป็นต้องลดการปล่อยก๊าซลงครึ่งหนึ่งให้ได้ภายในปี 2030 เพื่อไม่ให้ภาวะโลกร้อนสูงขึ้นเกิน 1.5 องศาเซลเซียส การผลิตเชื้อเพลิงฟอสซิลก็ต้องลดลงประมาณร้อยละ 6 ต่อปี ระหว่างปี 2020-2030 (United Nations, Department of Economic and Social Affairs [UN DESA], 2023)

การใช้ห้องเรียนเสมือนจริงในรูปแบบ Metaverse กำลังได้รับความสนใจมากขึ้นในโลกการศึกษา เนื่องจากเทคโนโลยีนี้สามารถสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริงที่สามารถเข้าถึงผู้เรียนในหลากหลายสถานที่ทั่วโลก พร้อมกับการบูรณาการสื่อการสอนในโลกเสมือนจริงด้วย Metaverse Spatial จนกลายเป็นชุมชนโลกเสมือนจริงที่สามารถผสานวัตถุรอบตัวและสภาพแวดล้อมให้เชื่อมต่อกันเป็นหนึ่งเดียว เพื่อให้นักเรียนสามารถสื่อสาร ทำกิจกรรมและมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันอย่างไร้ขอบเขตในโลกดิจิทัล โดยอาศัยเทคโนโลยี AR และ VR เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ที่ลึกซึ้งและสมจริงยิ่งขึ้นในเนื้อหาทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศ (Carone et al., 2025) จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ดียิ่งขึ้น เช่น การจำลองสถานการณ์ของโลกในอนาคต หากไม่สามารถแก้ไขการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ (United Nations, Department of Economic and Social Affairs [UN DESA], 2023) สถานการณ์เหล่านี้สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนตระหนักถึงผลกระทบและการกระทำที่จำเป็นในการช่วยลดปัญหาภูมิอากาศในโลกจริง สอดคล้องกับแผนการขับเคลื่อนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนสำหรับประเทศไทย (Thailand's SDG Roadmap) โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนซึ่งถือเป็นกลุ่มที่เปราะบางและมีสิทธิในการเติบโตในสิ่งแวดล้อมที่ปลอดภัยและยั่งยืน ตามที่ระบุไว้ในอนุสัญญาว่าด้วยสิทธิเด็กแห่งสหประชาชาติ (UNCRC) เด็กมีสิทธิที่จะได้รับการให้ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลกระทบต่ออนาคตของตนเอง ในขณะเดียวกัน แนวคิดเรื่องความเป็นธรรมด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Justice) ได้เน้นย้ำว่า ทุกคนโดยไม่คำนึงถึงอายุ เพศ เชื้อชาติ หรือสถานะทางเศรษฐกิจ ควรมีสิทธิในการรับรู้ เข้าถึงข้อมูล และมีส่วนร่วมในการตัดสินใจด้านสิ่งแวดล้อมอย่างเท่าเทียมกัน ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนข้อที่ 13 ขององค์การสหประชาชาติ การส่งเสริมความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมในนักเรียนจึงไม่ใช่เพียงการให้ความรู้ แต่ยังเป็นการสร้าง “พลเมืองตื่นรู้” ที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และตระหนักถึงสิทธิและหน้าที่ของตนในการปกป้องสิ่งแวดล้อมด้วย โดยเฉพาะใน

บริบทของการเรียนรู้แบบใหม่ที่ผสมผสานเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง (Metaverse) และเสียงเชิงพื้นที่ (Spatial Audio) ที่ช่วยกระตุ้นประสบการณ์การเรียนรู้เชิงลึกและการมีส่วนร่วมทางอารมณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การวิจัยเรื่องนี้จึงต้องการแสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีที่เชื่อมโยงโลกเสมือนจริงกับการศึกษาเรื่องภูมิอากาศนั้นมีประสิทธิภาพในการกระตุ้นความสนใจและการรับรู้ของผู้เรียน ซึ่งอาจนำไปสู่การพัฒนาแนวทางการสอนที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืนและมีผลกระทบที่ดีต่อการตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เป็นความหวังของสังคมในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านสื่อ Metaverse ด้วย Spatial Audio ในการส่งเสริมความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดขอนแก่น
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดขอนแก่นที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านสื่อ Metaverse ด้วย Spatial Audio

บททบทวรรณกรรม

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านสื่อ Metaverse ด้วย Spatial Audio ในการส่งเสริมความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดขอนแก่น ได้ทบทวนแนวคิดการวิจัยดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change)

กรรณิการ์ ธรรมพานิชวงศ์ และคณะ (2567) ได้อธิบายว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของลักษณะอากาศเฉลี่ยหรือความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศอย่างมีนัยสำคัญและต่อเนื่องเป็นทศวรรษหรือนานกว่านั้น ซึ่งตามคำนิยามของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติหรือจากกิจกรรมของมนุษย์ก็ได้ ในขณะที่คำนิยามตามกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ได้นิยามไว้ว่า การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งทางตรงหรือทางอ้อมที่ทำให้องค์ประกอบของบรรยากาศของโลกเปลี่ยนแปลง ความสนใจเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพิ่งเริ่มได้รับความ

สนใจเป็นวงกว้างไม่นานมานี้ เนื่องจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสร้างความเสี่ยงเป็นวงกว้าง ซึ่งส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ ทั้งด้านอุณหภูมิที่สูงขึ้น ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้น รวมถึงมลพิษทางอากาศที่แปรปรวนอย่างต่อเนื่อง

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัญหาที่กำลังมีผลกระทบต่อประเทศไทยอย่างชัดเจน ประเทศไทยเผชิญกับอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น ความถี่ของเหตุการณ์อากาศสุดขั้วที่มากขึ้น และระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น (The Nation, 2024) ผลกระทบหลักที่พบ เช่น 1) ประเทศไทยมีอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดคลื่นความร้อนที่มีความรุนแรงขึ้นในหลายพื้นที่ ซึ่งมีผลกระทบทั้งต่อการเกษตรและสุขภาพของประชาชน โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนที่มีอุณหภูมิสูงมากขึ้น 2) เหตุการณ์อากาศสุดขั้ว การเกิดพายุ น้ำท่วม และภัยแล้งที่มีความรุนแรงมากขึ้น ส่งผลกระทบต่อภาคเกษตรกรรมและชุมชนชายฝั่ง โดยเฉพาะในพื้นที่กรุงเทพฯ ที่มีความเสี่ยงจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล 3) การเกษตรในประเทศไทยที่มีการผลิตข้าวและพืชผลสำคัญอื่น ๆ ต้องเผชิญกับภัยแล้ง ความร้อน และฝนตกที่ไม่แน่นอน ซึ่งทำให้ผลผลิตลดลงและเกิดความไม่มั่นคงทางอาหาร 4) พื้นที่ชายฝั่งภาคใต้และภาคกลางของประเทศไทยกำลังเผชิญกับการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ซึ่งส่งผลกระทบต่อชุมชนที่อาศัยอยู่ตามชายฝั่งและทำให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่ง รวมถึง 5) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลให้เกิดฝนที่ไม่สม่ำเสมอ ส่งผลกระทบต่อการจัดการทรัพยากรน้ำในประเทศ โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งที่มีการขาดแคลนน้ำในหลายพื้นที่ (Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, Ministry of Natural Resources and Environment, 2023)

2. เมตาเวิร์ส (Metaverse) และสื่อ Spatial Audio

ในปัจจุบันคำว่า “เมตาเวิร์ส” (metaverse) หรือในภาษาไทย “จักรวาลอนมิติ” ได้รับการบัญญัติจากราชบัณฑิตยสภาเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ. 2564 โดยหมายถึง โลกเสมือนที่สร้างขึ้นด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เช่น สภาพความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality: VR) และสภาพความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality: AR) ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นหรือสัมผัสโลกดิจิทัลที่ซ้อนทับกับโลกจริงได้ผ่านแอปพลิเคชันหรืออุปกรณ์เฉพาะ (Thairath Online, 2021)

สิวภรณ์ เจริญวงศ์ และคณะ (2561) ได้กล่าวถึง การออกแบบห้องเรียนเสมือนจริง (Virtual Classroom) ที่ผ่านมามีลักษณะดังนี้ 1) Learning is Fun การออกแบบให้ผู้เรียนมีความสุขและไม่เครียด นักเรียนจะได้เล่นเกมในรายวิชาที่จะสามารถออกแบบในลักษณะนี้ได้ 2) Multimedia นักเรียนจะเรียนรู้บทเรียนจากภาพและเสียง สามารถควบคุมขั้นตอนของของการเรียนรู้ได้ด้วยปลายนิ้วสัมผัสของตนเอง 3) Asynchronous learning เป็นการออกแบบการเรียนที่ไม่จำเป็นจะต้องมีครูผู้สอนอยู่กับผู้เรียนในเวลาและสถานที่เดียวกัน ครูจะจัดทำ/รวบรวม “บทเรียนออนไลน์” ซึ่งใช้เรียนที่ไหนก็ได้เวลาใดก็ได้ตามแต่ผู้เรียนจะสะดวก บทเรียนมีให้เลือกมากมายและเชื่อมโยงไปยังบทเรียนอื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกัน และ 4) Electronic Library เป็นห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ ผู้เรียนสามารถค้นหาสิ่งที่ต้องการจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทั่วโลกได้ (Charoenwong et al., 2018)

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) ได้กลายเป็นหัวข้อสำคัญใน

การศึกษาและสื่อสารต่อสาธารณชน โดยเฉพาะในกลุ่มเด็กและเยาวชนที่ถือเป็นผู้ได้รับผลกระทบในระยะยาวจากวิกฤตดังกล่าว หลายประเทศได้พัฒนาแนวทางการสื่อสารเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านสื่อที่หลากหลาย อย่างไรก็ตาม งานวิจัยหลายชิ้น เช่น งานวิจัยของ Monroe et al. (2017) และ Corner and Clarke (2017) และสุกัญญา เสรีนนท์ชัย (2562) ชี้ให้เห็นว่า สื่อที่ใช้กับเด็กและเยาวชนมักเน้นการให้ข้อมูลเชิงปริมาณหรือวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว ขาดการเชื่อมโยงทางอารมณ์หรือประสบการณ์ส่วนบุคคล ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างความเข้าใจเชิงทฤษฎีกับความตระหนักรู้ และการลงมือปฏิบัติอย่างแท้จริง รวมถึงการสื่อสารที่ไร้รูปแบบภาพนิ่งหรือข้อความแบบดั้งเดิม ยังไม่สามารถแข่งขันกับความสนใจของเยาวชนในยุคดิจิทัลที่คุ้นชินกับสื่อที่มีความสมจริงสูงและมีลักษณะปฏิสัมพันธ์ (interactive media) สำหรับเด็กและเยาวชนซึ่งอยู่ในช่วงพัฒนาการทางความคิดและอารมณ์ จึงควรคำนึงถึงความน่าสนใจ การเข้าถึง และการมีส่วนร่วมทางอารมณ์ (emotional engagement) ซึ่งจะนำไปสู่การเกิดจิตสำนึกพลเมือง (civic consciousness) และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในระยะยาว ด้วยเหตุนี้ การออกแบบสื่อที่มีความสมจริง เช่น โลกเสมือนจริง (Metaverse) และการใช้เสียงเชิงพื้นที่ (Spatial Audio) จึงเป็นแนวทางใหม่ที่น่าสนใจในการกระตุ้นการเรียนรู้และสร้างประสบการณ์ใกล้เคียงกับความจริง อันจะช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและตระหนักถึงผลกระทบในระดับที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

3. เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ของสหประชาชาติ

ประเทศไทยมุ่งมั่นในการขับเคลื่อนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ทั้ง 17 เป้าหมาย โดยมุ่งเน้นการพัฒนาอย่างยั่งยืนเชิงพื้นที่ (SDG localization) (United Nations, Department of Economic and Social Affairs [UN DESA], 2023) ซึ่งมีความสอดคล้องในระดับสูงกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ของประเทศไทย และวางแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 13 โดยเฉพาะเกี่ยวกับประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UN Environment Programme [UNEP], 2024) สำหรับการศึกษาให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับ เป้าหมายที่ 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Action) ซึ่งมุ่งเน้นให้ประชาชนทุกกลุ่ม โดยเฉพาะเยาวชน มีความตระหนักรู้ เข้าใจ และสามารถมีส่วนร่วมในการรับมือกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับพื้นที่ของตน แม้ว่า SDGs ทุกเป้าหมายจะมีความสำคัญต่อการพัฒนาที่ยั่งยืนโดยรวม แต่ในการออกแบบสื่อการเรียนรู้ของงานวิจัยนี้จะเน้นการสื่อสารเฉพาะในประเด็นของ SDG 13 เป็นหลัก โดยมีการเชื่อมโยงกับเป้าหมายที่ 4 การศึกษาที่มีคุณภาพและเป้าหมายที่ 16 สังคมสงบสุข ยุติธรรม และไม่แบ่งแยก เป็นองค์ประกอบรอง ในขณะเดียวกัน การเรียนรู้ในลักษณะนี้ยังส่งเสริมสมรรถนะด้านการเป็นพลเมืองดิจิทัล (digital citizenship) ที่มีจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถเข้าใจปัญหาในระดับโลกเชื่อมโยงกับท้องถิ่นได้อย่างมีวิจารณญาณ อันเป็นคุณลักษณะที่สอดคล้องกับหลักการของเป้าหมายย่อยที่ 4.7 และสิทธิของเด็กตามอนุสัญญาว่าด้วยสิทธิเด็กของสหประชาชาติ (United Nations Development Programme [UNDP], 2024)

4. การสร้างความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาพลเมืองที่มีความรับผิดชอบต่อโลกยุคใหม่ โดยเฉพาะในกลุ่มเด็กและเยาวชน ซึ่งเป็นช่วงวัยที่มีศักยภาพในการเรียนรู้และปรับเปลี่ยนพฤติกรรมมากที่สุด จากวรรณกรรมจำนวนมาก พบว่า การปลูกฝังความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมในกลุ่มเด็กและเยาวชน ไม่เพียงเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เชิงเนื้อหาเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมถึง ค่านิยม ทักษะและพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นองค์รวม ซึ่งสามารถอธิบายผ่านกรอบแนวคิด Environmental Literacy Framework ของ Disinger and Roth (1992) ที่เน้นองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบธรรมชาติและผลกระทบของการกระทำมนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อม ทักษะ (Skills) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ข้อมูลและตัดสินใจอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะ (Attitude) การตระหนักถึงคุณค่าของธรรมชาติและความเป็นในการปกป้องและการลงมือทำ (Action) ความสามารถในการลงมือปฏิบัติอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อสิ่งแวดล้อมในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) งานวิจัยนี้ให้ความสำคัญกับการสร้างความตระหนักรู้ในระดับ “การเปลี่ยนแปลงทัศนคติและพฤติกรรม” (Transformative Awareness) โดยเฉพาะใน 3 มิติสำคัญ ได้แก่ 1) การรับรู้ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เป็นธรรม (Environmental Justice) 2) สิทธิเด็กในการมีสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย (Child Rights to Environment) สอดคล้องกับอนุสัญญาว่าด้วยสิทธิเด็ก (UNCRC) และ 3) ความเกี่ยวข้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนข้อที่ 13 (SDG 13)

นอกจากนี้ ทฤษฎีการวางแผนพฤติกรรม (Theory of Planned Behavior: TPB) ของ Ajzen (1991) ก็เป็นแนวคิดที่สามารถนำมารองรับการออกแบบการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ โดยเน้นว่า “เจตคติ” และ “แรงจูงใจจากสังคม” เป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงเพื่อสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกัน

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้อยู่ในรูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research & Development) ซึ่งเป็นวิธีการที่นำเอาองค์ความรู้มาพัฒนาเป็นวิธีการในการสร้างความตระหนักรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

แบบแผนการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Pre Experimental Design) ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองด้วยกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pretest-Posttest Design) (Srisa-ard, 2017)) ดังนี้

ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัย

ทดสอบการเรียนรู้	กระบวนการทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
T_1	X	T_2

เมื่อ T_1 คือ การทดสอบก่อนเรียน
X คือ กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่อ Metaverse ด้วย Spatial Audio
 T_2 คือ การทดสอบหลังเรียน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5) ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาขอนแก่น ปีการศึกษา 2567 ซึ่งมีการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาสังคมศึกษาที่สามารถบูรณาการเนื้อหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และสามารถเข้าร่วมการทดลองใช้สื่อการเรียนรู้ในรูปแบบ Metaverse ด้วย Spatial Audio ได้

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนในจังหวัดขอนแก่น จำนวนทั้งสิ้น 170 คน ได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ระดับชั้นละ 85 คน การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างดำเนินการ โดยความร่วมมือกับครูผู้สอนในรายวิชาสังคมศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาด้านสิ่งแวดล้อม กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดได้รับการชี้แจงข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แผนการจัดการเรียนรู้ ออกแบบโดยอิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยบูรณาการเนื้อหาเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และกิจกรรมการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ผ่านสื่อ Metaverse จำนวน 2 ชั่วโมง มีคะแนนที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยค่าเฉลี่ยของแผนการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 4.95 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

2) สื่อการเรียนรู้ในรูปแบบ Metaverse ด้วย Spatial Audio เป็นสื่อจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนที่ผู้เรียนสามารถโต้ตอบได้ในเชิงพื้นที่ (Immersive Experience) และมีการออกแบบระบบเสียงเชิงพื้นที่ (Spatial Audio) เพื่อเพิ่มความสมจริงในการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีคะแนนที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่า ด้านเนื้อหา ($\bar{x} = 4.71$, S.D. = 0.31) ด้านการออกแบบเชิงเทคนิค ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.29) ด้านการมีปฏิสัมพันธ์ ($\bar{x} = 4.75$, S.D. = 0.25) และด้านการนำไปใช้จริง ($\bar{x} = 4.80$, S.D. = 0.27) โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.74$,

S.D. = 0.28)

3) แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับสาเหตุ ผลกระทบ และการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีการตรวจสอบเครื่องมือโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (p) อยู่ในช่วง 0.40 - 0.75 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (r) อยู่ระหว่าง 0.30 - 0.65 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร Kuder-Richardson 20 (KR-20) เท่ากับ 0.81 ประกอบด้วย 3 ประเด็น ได้แก่ ประเด็นที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ จำนวน 7 ข้อ ประเด็นที่ 2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 7 ข้อ และประเด็นที่ 3 การป้องกันและแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 6 ข้อ ออกแบบให้ครอบคลุมระดับการเรียนรู้ตาม Bloom's Taxonomy ในระดับความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) และการประยุกต์ใช้ (Application) โดยเน้นให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และประเมินผลในแง่มุมต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

4) แบบประเมินความพึงพอใจ เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) เพื่อวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่าน Metaverse จำนวน 10 ข้อ ครอบคลุมเกี่ยวกับด้านเนื้อหาและความรู้ ด้านการออกแบบสื่อและเทคโนโลยี ด้านกระบวนการเรียนรู้และการมีส่วนร่วม และด้านความพึงพอใจโดยรวม

ระยะเวลาการวิจัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 อยู่ในช่วงเวลา 2 สัปดาห์ โดยจัดกิจกรรมรวมจำนวน 4 ครั้ง ตามตารางเรียนปกติของรายวิชาสังคมศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยมีกระบวนการ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) การสำรวจ สังเคราะห์สภาพปัญหา และความต้องการ (Survey research) ผ่านการศึกษาข้อมูลเอกสารและสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการศึกษาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วย อาจารย์มหาวิทยาลัย นักการศึกษา และนักวิชาการในพื้นที่จังหวัดขอนแก่นในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น รวมถึงครูผู้สอน จำนวน 2 คน ซึ่งมีประสบการณ์การสอนเกี่ยวกับเนื้อหาสิ่งแวดล้อม และนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4-5 ที่สนใจและมีประสบการณ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 8 คน รวมทั้งสิ้น 10 คนโดยอาศัยการเลือกตัวอย่างกรณีหลากหลาย (Maximum Variation Sampling) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายและครอบคลุมในมิติที่เกี่ยวข้องกับความต้องการและปัญหาในการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ

2) การออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ (Product design) นำผลการสัมภาษณ์จากขั้นตอนที่ 1 มาออกแบบพัฒนา (ออกแบบวิจัย) และวางแผน กำหนดวัตถุประสงค์ วิธีการ และทรัพยากรในการพัฒนาห้องเรียนเสมือนจริง เพื่อให้เกิดความน่าสนใจและสนุกสนาน และเกิดผลลัพธ์ที่เหมาะสม

3) การทดลองใช้ (Field Testing) เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและประสิทธิภาพ ได้แก่ การ

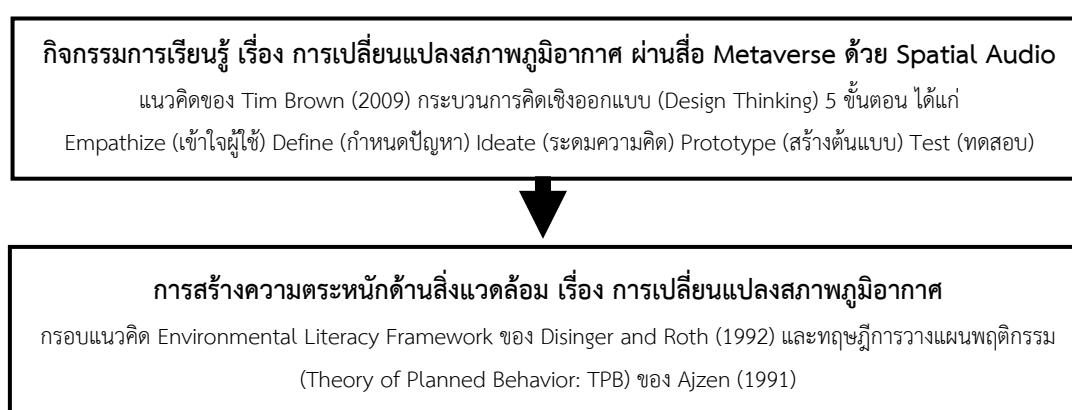
ทดลองในกลุ่มเป้าหมายขนาดเล็ก (Pilot Group) เพื่อประเมินคุณภาพเบื้องต้น จำนวน 10 คน โดยใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) นำข้อคิดเห็นไปพัฒนาปรับปรุงห้องเรียนเสมือนจริง และการทดลองกลุ่มขนาดใหญ่ (Expanded Pilot Testing) จำนวน 170 คน เพื่อพิจารณาผลจากการใช้ห้องเรียนเสมือนจริง โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ดังนี้ 1) แนะนำและชี้แจงวัตถุประสงค์ของกิจกรรมให้ผู้เรียนเข้าใจ 2) การประเมินผลความรู้ความเข้าใจและความพึงพอใจก่อนเข้าร่วมกิจกรรม 3) นักเรียนทดลองเข้าใช้งานระบบ Metaverse พร้อมกับการรับฟังเสียงเชิงพื้นที่ (Spatial Audio) เพื่อเรียนรู้เนื้อหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 4) การเรียนรู้ผ่านกิจกรรมเสมือนจริงที่ออกแบบให้มีการโต้ตอบและสำรวจข้อมูลภายในโลก Metaverse 5) การประเมินผลความรู้ความเข้าใจและความพึงพอใจหลังสิ้นสุดกิจกรรม และ 6) แบบประเมินความพึงพอใจ เพื่อประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำไปพัฒนาและปรับปรุงต่อไป

4) การเผยแพร่ผลิตภัณฑ์ (Product deploy) ได้แก่ การเผยแพร่ ถ่ายทอด และนำเสนอ (Presentation) ไปสู่ชุมชน สังคมและประเทศชาติ หรือพัฒนาต่อยอดการผลิต จำหน่าย และการนำไปใช้ (Application)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณคะแนนจากแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจ ด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และการทดสอบค่าที (T-test) เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากการสังเกตและแบบบันทึกหลังสอนมาวิเคราะห์ แล้วนำเสนอในรูปแบบข้อมูลเชิงพรรณนา จากนั้นการสรุปผลการ เก็บรวบรวมข้อมูลในรูปแบบที่นำเสนอได้ชัดเจน โดยใช้แผนภาพ ตาราง หรือข้อความที่สรุปผลการวิเคราะห์

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ผลการวิจัย

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผ่านสื่อ Metaverse ด้วย Spatial Audio ในการส่งเสริมความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดขอนแก่น มีผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ผลการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านสื่อ Metaverse ด้วย Spatial Audio ในการส่งเสริมความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดขอนแก่น จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนวิจัยและพัฒนา (R&D) ที่ใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) พบว่า การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้รับการพัฒนาโดยมีพื้นฐานจากผลการสำรวจและสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องในด้านการจัดการเรียนรู้สิ่งแวดล้อม ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความต้องการของกลุ่มเป้าหมายอย่างชัดเจนในการออกแบบกิจกรรมดังนี้

ขั้นที่ 1 Empathize (เข้าใจและใส่ใจผู้ใช้) ทำให้เกิดความเข้าใจปัญหาหลักของผู้เรียน เช่น ขาดความสนใจในเนื้อหาเพราะสื่อการเรียนไม่ดึงดูด เนื่องจากเนื้อหาปกติไม่สามารถถ่ายทอดความเชื่อมโยงเหล่านี้ได้อย่างชัดเจน นำไปสู่การค้นพบความต้องการของผู้เรียน เช่น ต้องการมีประสบการณ์ที่สมจริงและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากขึ้น รวมถึงความเบื่อหน่ายในการเรียนรู้ ซึ่งมีได้เกิดจากสื่อการเรียนรู้อย่างเดียว แต่ยังรวมถึงการเรียนที่เน้นท่องจำ ไม่มีการมีส่วนร่วม ไม่เห็นภาพจริงของผลกระทบ และไม่มีการจำลองสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตตนเอง ส่งผลให้ขาดแรงจูงใจและความตระหนักรู้ ทำให้ได้ข้อมูลเชิงลึกที่เป็นแนวทางสำหรับขั้นตอนถัดไป

ขั้นที่ 2 Define (กำหนดปัญหา) ผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นปัญหาโดยตั้งอยู่บนข้อมูลจากผู้เรียนและครูไม่ได้ชี้หน้าว่าเครื่องมือใดคือคำตอบ แต่เน้นการสะท้อนความท้าทายในการจัดการเรียนรู้ ทำให้พบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายยังขาดความเข้าใจและจิตสำนึกด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในหลากหลายมิติ ทั้งด้านสิ่งแวดล้อม ความเป็นธรรม และสิทธิมนุษยชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรูปแบบการเรียนรู้เดิมที่ไม่สามารถกระตุ้นการมีส่วนร่วมเชิงลึกหรือถ่ายทอดความเชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการสัมภาษณ์และวิเคราะห์กลุ่มตัวอย่าง ทำให้ได้คำอธิบายปัญหาที่ชัดเจนและสามารถสื่อสารได้ง่ายขึ้นในการสร้างกรอบแนวทางสำหรับการระดมความคิดที่ตอบโจทย์ปัญหาผู้ใช้ เพื่อลดความคลุมเครือในการพัฒนาการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 Ideate (ระดมความคิด) ดำเนินการทั้งหมด 3 ครั้ง โดยมีผู้เข้าร่วม ได้แก่ ครูผู้สอน นักเรียน อาจารย์มหาวิทยาลัย และนักการศึกษา รวมทั้งสิ้น 10 คน ใช้เทคนิค “SCAMPER” และ “Mind Mapping” เพื่อแตกแนวคิดและออกแบบกิจกรรมเสมือนจริง สรุปแนวคิดได้ว่า สื่อการเรียนรู้อาจต้องส่งเสริมความตระหนักรู้ในระดับวิเคราะห์และสังเคราะห์ การมีส่วนร่วมของผู้เรียนในสถานการณ์สมมติและความสามารถในการถ่ายทอดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างรอบด้าน สร้าง Metaverse ที่จำลองสถานการณ์จริง เช่น เมืองที่ถูกน้ำท่วม ใช้ Spatial Audio เพื่อจำลองเสียง

ธรรมชาติ เพิ่มการมีส่วนร่วมด้วยเกมหรือกิจกรรมเสริม เช่น การปลูกป่าเสมือน และออกแบบห้องเรียนแบบ ผสมผสานการเรียนการสอนปกติกับประสบการณ์เสมือนจริงในโลกเสมือนจริง

ขั้นที่ 4 Prototype (สร้างต้นแบบ) จากผลการวิเคราะห์ Empathize และ Define ผู้วิจัยพบว่าผู้เรียนต้องการสื่อที่ “มีความสมจริง กระตุ้นความรู้สึก และมีปฏิสัมพันธ์” ทำให้แนวคิดหลักเป็นการสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่เล่าเรื่องแบบมีอารมณ์ผ่านเสียงรอบทิศทาง (Spatial Audio) บนแพลตฟอร์ม Metaverse โดยดำเนินการสร้างต้นแบบทั้งหมด 3 รอบการพัฒนา (Iterative Prototyping) ครั้งที่ 1 พัฒนาต้นแบบเริ่มต้น เพิ่มเสียงที่ชัดเจน/ลดความซับซ้อนของฉาก ครั้งที่ 2 ทดลองใช้งานกับครูและนักเรียนกลุ่มย่อย มีการเพิ่มระบบนำทาง และปรับเนื้อหาภาษาให้ง่ายขึ้น และครั้งที่ 3 ทดลองต้นแบบเวอร์ชันสมบูรณ์ มีลักษณะสำคัญ คือ เพิ่มเสียงรอบทิศทางแบบ Spatial Audio ช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกอยู่ในเหตุการณ์ มีจุดเรียนรู้ (Knowledge nodes) ที่คลิกแล้วมีเสียงบรรยายพร้อมภาพเคลื่อนไหวและมีระบบสะสมคะแนน (badge) สำหรับผู้เรียน การเข้าถึงและใช้งานผ่านลิงก์ <https://www.spatial.io> โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม มีคู่มือการใช้งาน และแบบฟอร์มประเมินภายหลังการใช้งาน

ขั้นที่ 5 Test (ทดสอบและปรับปรุง) สื่อการเรียนรู้และกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นส่งผลในเชิงบวกต่อนักเรียนในหลายมิติ กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 2 สะท้อนถึงการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม โดยเฉพาะความเข้าใจในระดับวิเคราะห์และประเมินค่า ซึ่งถือเป็นระดับความคิดขั้นสูงตามแนวคิดของ Bloom's Taxonomy นอกจากนี้ นักเรียนยังแสดงออกถึงความสนใจในการเรียนรู้เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด และมีความคิดเห็นว่า Spatial Audio ทำให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้เสมือนจริงและน่าติดตามมากยิ่งขึ้น จากข้อมูลสะท้อนกลับดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงต้นแบบในประเด็นสำคัญ เช่น การเพิ่มคำบรรยายประกอบเสียงเพื่อรองรับผู้เรียนที่มีข้อจำกัดด้านการฟัง การลดความซับซ้อนของกิจกรรมบางส่วนให้เหมาะสมกับเวลาเรียน และการเพิ่มแบบฝึกหัดสรุปบทเรียนแบบโต้ตอบเพื่อเสริมการสะท้อนคิด สิ่งเหล่านี้ล้วนช่วยพัฒนาสื่อการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนอย่างแท้จริง

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การทดสอบ	n	$\bar{x}$	S.D.	T	dx	Sig.
Pre-Test	170	13.11	6.12	11.53	169	0.01*
Post-Test	170	18.64	2.03			

* $p \leq .01$ (คะแนนเต็ม 20)

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ ($\bar{x} = 13.11$, S.D. = 6.12) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ ($\bar{x} = 18.64$, S.D. = 2.03) สรุปได้ว่า นักเรียนมีผลคะแนนการทดสอบหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความพึงพอใจของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดขอนแก่นที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านสื่อ Metaverse ด้วย Spatial Audio ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมาย แปลผลคะแนนได้ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ห้องเรียนเสมือนจริง

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1. สื่อห้องเรียนเสมือนจริงช่วยเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างชัดเจนและมีประสิทธิภาพ	4.87	0.32	มากที่สุด
2. สื่อห้องเรียนเสมือนจริงมีการนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างเป็นระบบและเข้าใจง่าย	4.75	0.40	มากที่สุด
3. การใช้เทคโนโลยีในห้องเรียนเสมือนจริงช่วยเพิ่มความสนใจและความมีส่วนร่วมในเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	4.92	0.25	มากที่สุด
4. สื่อห้องเรียนเสมือนจริงช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking) และการแก้ปัญหาของผู้เรียนเกี่ยวกับปัญหาสภาพภูมิอากาศ	4.65	0.30	มากที่สุด
5. ห้องเรียนเสมือนจริงช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกัน (Collaboration) ของผู้เรียนในการแก้ปัญหาสภาพภูมิอากาศ	4.89	0.28	มากที่สุด
6. ความสามารถในการใช้สื่อห้องเรียนเสมือนจริงทำให้ผู้เรียนเข้าใจและเห็นภาพผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในโลกจริงได้ดีขึ้น	4.73	0.35	มากที่สุด
7. สื่อห้องเรียนเสมือนจริงช่วยสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	4.78	0.33	มากที่สุด
8. การเรียนรู้ผ่านห้องเรียนเสมือนจริงช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะดิจิทัลที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคตได้	4.81	0.37	มากที่สุด
9. สื่อห้องเรียนเสมือนจริงมีผลต่อความตระหนักในการรับรู้เข้าถึงข้อมูล และมีส่วนร่วมในการตัดสินใจด้านสิ่งแวดล้อม	4.84	0.29	มากที่สุด

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
10. โดยรวมแล้ว สื่อห้องเรียนเสมือนจริงที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้รู้สึกว่ามีความรู้ความเข้าใจในการมีส่วนร่วมในการรักษาสิ่งแวดล้อมมากขึ้น	4.90	0.31	มากที่สุด
สรุปความพึงพอใจโดยภาพรวม	4.81	0.32	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดขอนแก่นที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านสื่อ Metaverse ด้วย Spatial Audio พบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย 4.81 (S.D. = 0.32) โดยส่วนใหญ่มองว่า การใช้เทคโนโลยีในห้องเรียนเสมือนจริงช่วยเพิ่มความสนใจและมีส่วนร่วมในเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.92 (S.D. = 0.25)

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มุ่งเน้นการออกแบบและทดลองใช้ห้องเรียนเสมือนจริงในรูปแบบสื่อ Metaverse ด้วย Spatial Audio เพื่อส่งเสริมความตระหนักรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีกระบวนการวิจัยตามแนวทางการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ Empathize, Define, Ideate, Prototype และ Test โดยแต่ละขั้นตอนสะท้อนให้เห็นถึงการพัฒนาระบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ทั้งในด้านการต้องการอารมณ์ ความเข้าใจ และปฏิสัมพันธ์กับบริบทการเรียนรู้ในโลกเสมือนจริงซึ่ง ช่วยให้สามารถพัฒนาสื่อการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับโลกจริงและสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้

ขั้น Empathize จากการเก็บข้อมูลเชิงลึกในกลุ่มเป้าหมายนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่านักเรียนมีความต้องการเรียนรู้ผ่านสื่อที่สามารถกระตุ้นความสนใจ และแสวงหาประสบการณ์ที่แตกต่างจากห้องเรียนแบบดั้งเดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมีส่วนร่วมในสถานการณ์สมมติที่ใกล้เคียงกับโลกจริง ทั้งนี้ นักเรียนสะท้อนปัญหาด้านการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมว่า ขาดการมีส่วนร่วม ขาดบริบทในการตัดสินใจ และไม่เข้าใจผลกระทบเชิงสังคมอย่างถ่องแท้ ข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ Brown (2009) ที่เน้นการออกแบบโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (user-centered design) และนำไปสู่แนวคิดในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เสมือนจริงที่เน้นการมีบทบาทและตัดสินใจมากกว่าการให้ข้อมูลเพียงอย่างเดียว

ขั้น Define จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการสัมภาษณ์ และการสะท้อนความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า ส่วนใหญ่มองว่าเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นเรื่องที่ห่างไกลจากชีวิตประจำวัน และมักถูกสื่อสารในลักษณะที่เป็นข้อมูลวิทยาศาสตร์หรือภาพรวม ทำให้ขาด

ความเชื่อมโยงกับผลกระทบเชิงสังคม และไม่เข้าใจว่าตนเองเกี่ยวข้องกับปัญหานี้อย่างไร รวมถึงไม่มีแรงจูงใจในการเรียนรู้ เนื่องจากไม่เห็น บทบาทของตนเองในการมีส่วนร่วมกับการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบของ Sterling (2001) จึงเป็นโจทย์สำคัญในการออกแบบพื้นที่การเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงกับประสบการณ์ของตนเองได้ และความท้าทายในการตั้งโจทย์ที่ไม่ตื้นเกินไปหรือซับซ้อนเกินไป ทำให้ต้องพิจารณาอย่างรอบคอบว่าการนิยามปัญหานั้นจะต้องมีความชัดเจนพอที่จะนำไปออกแบบกิจกรรมในขั้นถัดไป แต่ไม่ตื้นจนขาดมิติของการคิดวิเคราะห์ในประเด็นสังคมและจริยธรรม เช่น “การเรียนรู้เรื่องโลกร้อน” อาจไม่เพียงพอ จึงต้องขยายประเด็นให้ครอบคลุมเรื่องสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ แม้จะมีอุปสรรค ผู้วิจัยสามารถนิยามปัญหาการเรียนรู้หลักได้สำเร็จ คือ “ผู้เรียนขาดความเข้าใจเชิงระบบเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบทางสังคมที่ตามมา และไม่เห็นความเชื่อมโยงระหว่างบทบาทของตนเองกับการแก้ปัญหาในระดับปัจเจกและสังคม”

ขั้น Ideate ในระหว่างการระดมความคิด ผู้วิจัยพบประเด็นปัญหาหลักคือ ความยากในการออกแบบประสบการณ์เสมือนจริงที่มีความหมายให้กับผู้เรียนในประเด็นที่ซับซ้อนแม้จะมีข้อมูลที่ชัดเจนจากขั้น Define แต่การแปลงข้อมูลเหล่านั้นให้กลายเป็นแนวทางการเรียนรู้ในโลก Metaverse ที่ดึงดูดใจและส่งผลกระทบต่ออารมณ์ ความรู้สึก และการตระหนักรู้ของผู้เรียน โดยเฉพาะเมื่อคำนึงถึงข้อจำกัดด้านอายุ ระดับความเข้าใจ และความคุ้นเคยกับเทคโนโลยีของผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย อุปสรรคสำคัญในขั้นตอนนี้ เช่น การจำกัดกรอบความคิดที่เน้นเฉพาะเทคโนโลยีมากเกินไป ให้ความสำคัญกับฟังก์ชันของแพลตฟอร์ม Metaverse มากกว่าการออกแบบสาระการเรียนรู้ ทำให้แนวคิดบางประการขาดมิติด้านจิตวิทยาการเรียนรู้หรือหลักการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ แม้จะมีข้อจำกัดและอุปสรรค แต่กระบวนการ Ideate ในครั้งนี้ประสบความสำเร็จในหลายด้าน ได้แก่ การเชื่อมโยงแนวคิดเชิงนามธรรมกับสถานการณ์สมมุติที่จับต้องได้ ผู้เรียนต้องร่วมกันตัดสินใจในฐานะพลเมืองกลุ่มต่าง ๆ ซึ่งช่วยกระตุ้นการคิดเชิงระบบและการมองหลายมิติ และการเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเสนอแนะหรือประสบการณ์ที่ตนอยากเรียนรู้ เป็นต้น แนวทางการออกแบบเหล่านี้สอดคล้องกับหลักของ constructivist learning design (Pande and Bharathi, 2020)

ขั้น Prototype ได้พัฒนาต้นแบบห้องเรียนเสมือนจริงที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปอยู่ในสถานการณ์ ผ่านการใช้ภาพและเสียงที่มีความสมจริง ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยกระตุ้นทางประสาทสัมผัสที่ส่งผลต่ออารมณ์และการรับรู้ ทำให้ผู้เรียนตอบสนองต่อสื่อการเรียนรู้ในระดับสูง โดยเฉพาะในด้านความรู้สึกมีตัวตนในสถานการณ์ (sense of presence) และการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจแบบมีเหตุผล (Sundar, 2020) ส่งผลต่อคะแนนทดสอบความรู้ความเข้าใจหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างไรก็ตาม จากทดลองการใช้งาน Spatial Audio และการเคลื่อนไหวของภาพกราฟิกที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้แทนภาพลักษณะจริงของผู้ใช้งานบนอินเทอร์เนต (Avatar) ยังมีความล่าช้าบางช่วง (latency) โดยเฉพาะเมื่อนักเรียนเข้าสู่ระบบพร้อมกันหลายคน นักเรียนบางคนใช้อุปกรณ์ที่ไม่รองรับระบบ Metaverse ได้เต็มประสิทธิภาพ เช่น โทรศัพท์มือถือรุ่นเก่า หรือสัญญาณอินเทอร์เน็ต และผู้สอนมีข้อจำกัดในการควบคุมพฤติกรรมผู้เรียนในโลกเสมือน ซึ่งแตกต่างจากห้องเรียนปกติที่มีระบบระเบียบมากกว่า รวมถึงการมีประสบการณ์เสมือนจริงมีส่วนช่วยเพิ่มความตระหนักรู้ในประเด็นปัญหา แต่ยังไม่สามารถวัดได้ชัดเจนว่าผู้เรียนจะ

นำไปสู่การลงมือปฏิบัติจริงในชีวิตประจำวันมากขึ้น และผู้เรียนบางคนให้ความสำคัญกับความสะดวกมากกว่าการวิเคราะห์ประเด็นสังคมเชิงลึก อาจต้องออกแบบคำถามและภารกิจให้กระตุ้นการคิดไตร่ตรอง (reflective thinking) มากขึ้น

และขั้น Test หนึ่งในประเด็นปัญหาที่พบได้ชัดในขั้นนี้คือ ระดับความเข้าใจและความพร้อมทางเทคโนโลยีของผู้เรียนที่ไม่เท่ากัน โดยเฉพาะผู้เรียนบางกลุ่มที่ยังไม่คุ้นชินกับแพลตฟอร์มเสมือนจริงหรือมีความวิตกกังวลเมื่อต้องใช้เทคโนโลยีใหม่ ทำให้ช่วงเริ่มต้นของการเรียนรู้ใน Metaverse เกิดความสับสน ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ออกแบบไว้ให้มีลักษณะโต้ตอบสูง (interactive) นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้เรียนบางส่วนเน้นเพียงความเพลิดเพลินจากภาพกราฟิกและเสียงมากกว่าประเด็นเนื้อหา ส่งผลให้การสะท้อนคิด (reflection) หลังการเรียนรู้ในบางกลุ่มยังไม่ลึกซึ้งตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ไว้ในระดับการรับรู้ทางสังคมและสิ่งแวดล้อม แต่การทดสอบยังแสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในหลายด้าน ได้แก่ ผู้เรียนส่วนใหญ่มีระดับความตระหนักรู้ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในประเด็นผลกระทบทางสังคมจากปัญหาสิ่งแวดล้อม ผู้เรียนสามารถสะท้อนความรู้สึกต่อบทบาทของตนเองในฐานะพลเมืองโลก ผ่านการสนทนาและการสะท้อนคิดหลังจบกิจกรรม รูปแบบการเรียนรู้แบบ immersive learning ส่งผลต่อการจดจำและสร้างความเข้าใจในระดับลึก โดยเฉพาะเมื่อนักเรียนได้เผชิญสถานการณ์จำลองที่มีความซับซ้อนและต้องตัดสินใจอย่างมีเหตุผล สอดคล้องกับแนวคิดของ Kolb (1984) ที่ชี้ว่า การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรงจะส่งเสริมการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งกว่าการเรียนรู้จากการรับฟังหรืออ่านอย่างเดียว และยังสะท้อนผลการศึกษาของ Freina and Ott (2015) ที่พบว่าการเรียนรู้ในโลกเสมือนจริงมีผลต่อการสร้างแรงจูงใจและความผูกพันในการเรียนรู้

และจากผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พบว่า โดยรวมผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ซึ่งชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของสื่อห้องเรียนเสมือนจริง (Metaverse) ที่มีการผนวกเสียงรอบทิศทางในการจูงใจผู้เรียนและสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายอย่างลึกซึ้ง ในเชิงของการส่งเสริมความตระหนักรู้ (Environmental Awareness) ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของกิจกรรมนี้ ผลการวิจัยพบว่า สื่อ Metaverse มีบทบาทสำคัญในการช่วยให้ผู้เรียนสามารถเห็นภาพรวมของปัญหา เช่น ความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมของมนุษย์กับผลกระทบทางสภาพภูมิอากาศ การกระจายตัวของผลกระทบที่ไม่เท่าเทียมในระดับโลกไปจนถึงผลกระทบต่อชุมชนท้องถิ่น สิ่งเหล่านี้เป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาจิตสำนึกต่อปัญหาที่อยู่รอบตัว (consciousness) ซึ่งเป็นรากฐานของทักษะสิ่งแวดล้อม (Critical Environmental Literacy) ตามแนวทางของ Stables and Bishop (2001) อย่างไรก็ดี แม้ผลการประเมินจะอยู่ในระดับสูงสุดทุกด้าน ผู้วิจัยมีข้อพิจารณาบางประการที่ควรพิจารณาในเชิงวิพากษ์ ได้แก่ 1) ระดับความพึงพอใจที่สูงอาจสะท้อนผลของความตื่นตัวจากเทคโนโลยีใหม่ (novelty effect) มากกว่าความเข้าใจหรือการเปลี่ยนแปลงเชิงลึกในระยะยาว 2) การที่ผู้เรียนรู้สึกเข้าใจหรือเห็นภาพ อาจไม่เพียงพอในการพิจารณาว่าการเปลี่ยนแปลงด้านค่านิยมหรือพฤติกรรมจริงหรือไม่ ซึ่งอาจต้องมีการประเมินในระยะยาวหรือการวิจัยแบบติดตามผล (longitudinal research) และ 3) การเรียนรู้ที่มุ่งเน้นความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมควรเชื่อมโยงกับการมีส่วนร่วมทางสังคม (civic participation) ดังนั้นจึงอาจต้องมีการ

ออกแบบกิจกรรมในขั้นถัดไปที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงมือทำจริง (action-oriented learning) เช่น การรณรงค์ การจัดนิทรรศการ หรือการนำเสนอข้อเสนอเชิงนโยบายในระดับชุมชนหรือโรงเรียน และในด้านการเชื่อมโยงกับบริบททางสังคม ผลการวิจัยนี้สะท้อนมุมมองใหม่ว่า เทคโนโลยี Metaverse ไม่เพียงเป็นเครื่องมือเพื่อความบันเทิงหรือการศึกษาด้านเทคนิคเท่านั้น แต่สามารถใช้เป็นพื้นที่ในการสร้างพลเมืองสิ่งแวดล้อม (eco-citizenship) ที่เข้าใจปัญหาในเชิงโครงสร้าง เห็นผลกระทบอย่างทั่วถึง และพร้อมจะสื่อสารหรือมีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงในระดับท้องถิ่นและโลก ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมาย SDG 13, SDG 4 และ SDG 16 อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเสริมสร้างสิทธิเด็กในการเรียนรู้ การตระหนักรู้ถึงสิทธิในการมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมที่ดี และการเข้าใจโครงสร้างความเหลื่อมล้ำทางสิ่งแวดล้อมที่อาจได้รับผลกระทบ ทั้งนี้แม้จะยังไม่ถึงขั้นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือการมีส่วนร่วมในระดับนโยบาย แต่กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการมีประสบการณ์ตรงนี้มีศักยภาพในการต่อยอดไปสู่การสร้างวัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและความเป็นพลเมืองเชิงวิพากษ์ในระยะยาว

บทสรุป

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านสื่อ Metaverse ด้วย Spatial Audio มีประสิทธิภาพสูงในการส่งเสริมความรู้ ความเข้าใจ และความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนเรียน ทั้งยังได้รับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด สะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของเทคโนโลยีในการสร้างแรงจูงใจและประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายและเชิงประจักษ์ ลักษณะเด่นของนวัตกรรมนี้อยู่ที่การผนวก Spatial Audio ที่ออกแบบให้เคลื่อนที่ตามตำแหน่งของผู้เรียนในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (3D) ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถไต่ขึ้นเหตุการณ์ที่จำลองขึ้นในบริบทต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวและตำแหน่งของผู้เรียนในพื้นที่เสมือน (Metaverse) สร้างการมีส่วนร่วมในระดับประสาทสัมผัสที่ลึกกว่าการเรียนรู้ผ่านการมองเห็นเพียงอย่างเดียว กระบวนการออกแบบกิจกรรมตามแนวคิดเชิงออกแบบ ผสานกับการจำลองสถานการณ์เชิงซ้อน โดยให้นักเรียนรับบทบาทผู้เรียนรู้ที่ต้องเข้าใจบริบททางสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม ก่อนจะร่วมกันออกแบบข้อเสนอเชิงนโยบายผ่านการอภิปรายในห้องเรียนเสมือน ซึ่งประกอบด้วยโซนต่างๆ การเรียนรู้ในลักษณะนี้จึงไม่ใช่เพียงการถ่ายทอดข้อมูล แต่เป็นการฝึกคิดเชิงระบบ การวิเคราะห์ประเด็นความยุติธรรมเชิงโครงสร้าง และการประเมินผลกระทบในอนาคต ซึ่งสามารถนำไปต่อยอดในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมในอนาคตได้อย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. เพิ่มการออกแบบกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติ (Action-Based Learning) ร่วมกับ Metaverse เพื่อส่งเสริมพลเมืองสิ่งแวดล้อม การสร้างเนื้อหาสารสนเทศด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อเสริมพลังในการสร้างพลเมืองสิ่งแวดล้อม ที่ไม่เพียงตระหนักรู้ แต่สามารถลงมือเปลี่ยนแปลงได้จริง
2. เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มที่ใช้สื่อ Metaverse กับกลุ่มที่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบเดิม เพื่อวัดประสิทธิภาพของสื่อ Metaverse อย่างชัดเจนมากขึ้น ควรดำเนินการวิจัยแบบกึ่งทดลอง โดยมีการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบที่สามารถยืนยันประสิทธิภาพของสื่อได้อย่างมีนัยสำคัญ
3. ศึกษาผลกระทบในระยะยาวต่อพฤติกรรมและการมีส่วนร่วมทางสังคมด้านสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนแม้ว่าการใช้ Metaverse จะช่วยสร้างความตระหนักรู้ได้ดีในระยะสั้น แต่ยังไม่สามารถชี้ชัดได้ว่าจะนำไปสู่พฤติกรรมที่ยั่งยืน

บรรณานุกรม

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Anticipatory report (ACAPS). (2024, September 18). *La niña overview - Anticipated humanitarian impact in 2024–2025*. reliefweb. <https://reliefweb.int/report/world/acaps-anticipatory-report-la-nina-overview-anticipated-humanitarian-impact-2024-2025-18-september-2024>
- Bailenson, J. (2018). *Experience on demand: What virtual reality is, how it works, and what it can do*. W. W. Norton & Company.
- Brown, T. (2009). *Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires innovation*. HarperCollins.
- Carone, M. T., Antronico, L., & Coscarelli, R. (2025). Learning platforms for climate change adaptation: the importance of effective communication. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(259), 1-10.
- Charoenwong, Z., Keskomon, T. & Tamsat, A. (2018). Virtual Classroom in Teaching and Learning for Nursing Students in the Digital Age. *Journal of The Royal Thai Army Nurses*, 19(2).

- Corner, A. & Clarke, K. (2017). *Talking climate: From research to practice in public engagement*. Palgrave Macmillan.
- Department of Economic and Social Affairs, United Nations (UN DESA). (2023, July 10). The sustainable development goals report 2023: Special edition. UN DESA.
<https://desapublications.un.org/publications/sustainable-development-goals-report-2023-special-edition>
- Disinger, J. F., & Roth, C. E. (1992). Environmental education research news. *The Environmentalist*, 12, 165-168. <https://doi.org/10.1007/BF01267599>
- Freina, L., & Ott, M. (2015, April 23). *A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives* [Conference session]. 11th International Scientific Conference: eLearning and Software for Education (eLSE), Genova, Italy.
<https://doi.org/10.12753/2066-026X-15-020>
- Goleman, D. (1995). *Emotional intelligence: Why it can matter more than IQ*. Bantam Books.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (n.d.). *AR6 synthesis report: Climate change 2023*. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>
- Klinjuy, R. & Chakkaew, W. (2024). The Development of Metaverse Virtual Classroom based on Multidisciplinary Approach Using Scenario-based learning Education to Enhance English Communication Skills for Elementary Education Students. *Journal of Inclusive and Innovative Education*, 8(1),135-149. <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/cmujedu/article/view/273168/176565>
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- Monroe, M. C., Plate, R. R., Oxarart, A., Bowers, A., & Chaves, W. A. (2017). Identifying effective climate change education strategies: A systematic review of the research. *Environmental Education Research*, 25(6), 791-812.
<https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842>

- Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, Ministry of Natural Resources and Environment (15 February 2023). *Phæñkān prap tuā tō'ākān plānplæng saphāp phūmī'ākāt hæng chaī* [Thailand's National Adaptation Plan]. Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning.
<https://hub.mnre.go.th/en/knowledge/detail/63112> (in Thai).
- Pande, M., & Bharathi, S. V. (2020). Theoretical foundations of design thinking – A constructivism learning approach to design thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 36, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100637>
- Phanthuwongpakdee, N. (2024). *Mōrasum sōngphanhārōihoksipchēt : 'asēn chīwit klāi pen phai phibat samruāt sathānakān nam thuām læ kān tang rap prap tuā khōng Thai* [Monsoon 2024: When lifelines turn to be a disaster, exploring the flood situation and adaptation of Thailand. Centre for SDG Research and Support.
<https://www.sdgmovement.com/2024/10/07/flood-thailand-mitigation/> (in Thai)
- Sereenonchai, S. (2019). Communication for Climate Change Adaptation in Thailand. *Journal of Business, Economics and Communications*, 14(1). <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/BECJournal/article/view/123669>
- Siegel, D. J. (2007). *The mindful brain: Reflection and attunement in the cultivation of well-being*. W. W. Norton.
- Stables, A., & Bishop, K. (2001). Weak and strong conceptions of environmental literacy: Implications for environmental education. *Environmental Education Research*, 7(1), 89-97.
<https://doi.org/10.1080/13504620125643>
- Stern, N. (2007). *The economics of climate change: The stern review*. Cambridge University Press.
- Srisa-ard, B.(2017). *Kānwichai bū'angton* [Introduction to Research] (10th Edition). Suveeriyasarn. (In Thai)
- Sterling, S. (2001). *Sustainable education: Re-visioning learning and change*. Green Books.
- Sundar, S. S. (2020). Rise of machine agency: A framework for studying the psychology of Human–AI Interaction (HAI). *Journal of Computer-Mediated Communication*, 25(1), 74-88. <https://doi.org/10.1093/jcmc/zmz026>

Thaipublica (2024, October 15). *Kādamnōēn kān dān saphāp phūmī'ākāt sēnthāng khōng prathēt Thai nai krōp lōk thī plānplāng* [Climate Action: Thailand's Path in a Changing Global World]. Thaipublica . <https://thaipublica.org/2024/10/rold-xcelerate- navigating-the-climate-action-landscape-thailands-path-in-a-changing-global-framework/>. (in Thai)

Thairath Online (2021). *Khana kammakān čhattham photčananukrom sap nithētsāt rūāmsamai banyan sōng kham mai " čhakkrawān narū' mati " lē " mē tā wit* [The Committee for Compiling A Contemporary Dictionary of Media and Communication coined two new terms: "universe" and "metaverse". Thairath Online. <https://www.thairath.co.th/news/tech/2257090> (in Thai).

Thampanishvong, K., Samphantharak, K. & Pongpech, S. (2024). *Kān plānplāng saphāp phūmī'ākāt kap sēthakit: tōn thī nūng sathanakān lē phonkrathop khōng kān plānplāng saphāp phūmī'ākāt* [Climate Change and the Economy: Situation and Effect]. Puey Ungphakorn Institute for Economic Research (in Thai).

The Nation. (2024, August 5). *Climate change and its impact on Thailand*. The Nation. <https://www.nationthailand.com/sustainability/40040311>

Sereenonchai, S. (2019). Communication for Climate Change Adaptation in Thailand. Journal of Business, Economics and Communications, 14(1). <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/BECJournal/article/view/123669>

UN Environment Programme (UNEP). (2024, February 19). *Annual report 2023*. UNEP. <https://www.unep.org/resources/annual-report-2023>

United Nations Development Programme (UNDP). (2024, March 8). *UNDP annual report 2023*. UNDP. <https://www.undp.org/publications/undp-annual-report-2023>