

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ ในหัวข้อเรื่อง การผลิตแผ่นฉนวน กันความร้อนจากเส้นใยกกสามเหลี่ยม (ฝื่อ)

The development of 3D animated learning media for the production of thermal insulation from coarse bullrush fibers

สุธิดา อนุญาหงษ์¹ ณพพน บาทชารี² วิชชุดา ภาโส³ และ แพรตะวัน จารุตัน^{4*}

Sutida Anuyahong¹ Napaphon Batcharee² Witchuda Phasom³ and Praetawan Jarutan^{4*}

^{1,2,4}สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จังหวัดสกลนคร 47000

^{1,2,4}Department of Computer, Faculty of Science and Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University,
Sakon Nakhon Province, 47000

³สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จังหวัดสกลนคร 47000

*Corresponding author E-mail: praetawan9925@snru.ac.th

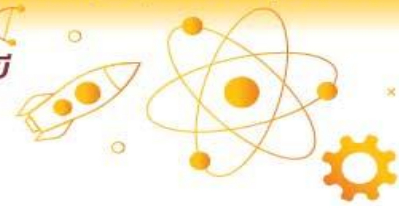
Received 16 November 2022, Accepted 27 April 2023, Published 19 May 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกกสามเหลี่ยม 2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกกสามเหลี่ยม และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของการใช้สื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกกสามเหลี่ยม วิธีการออกแบบพัฒนาสื่อเรียนรู้ใช้เทคนิค 3P โดยงานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย 1) แบบสอบถามประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกกสามเหลี่ยม และ 2) แบบสอบถามความพึงพอใจของการใช้สื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกกสามเหลี่ยม กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในงานวิจัย มีการคัดเลือกโดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง จำนวน 41 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 11 คน และบุคคลทั่วไป จำนวน 30 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า สื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกกสามเหลี่ยม ใช้เวลานำเสนอ 5 นาที สามารถดูแบบออนไลน์ และ ออฟไลน์ ผลรวมการประเมินประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้อยู่ในระดับดีมาก และผลรวมการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานอยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ: แอนิเมชัน สื่อการเรียนรู้ 3 มิติ การผลิตฉนวนกันความร้อน เส้นใยกกสามเหลี่ยม



ABSTRACT

This research aimed to 1) develop 3D animation learning media on the production of thermal insulation from coarse bullrush fibers, 2) investigate the effectiveness of the 3D animation learning media on the production of thermal insulation from coarse bullrush fibers, and 3) study the satisfaction level of using the 3D animation learning media on the production of thermal insulation from coarse bullrush fibers. The design and development of the learning media use the 3P technique. The research tools consist of 1) a questionnaire on the effectiveness of the 3D animation learning media on the production of thermal insulation from coarse bullrush fibers, and 2) a questionnaire on the satisfaction level of using the 3D animation learning media on the production of thermal insulation from coarse bullrush fibers. The research participants were selected using purposive sampling, totaling 41 participants, consisting of 11 experts and 30 general individuals. The statistical analysis used in the data analysis included mean and standard deviation.

The research findings indicate that the 3D animation learning media on the production of insulation from coarse bullrush fibers, with a duration of 5 minutes and available for both online and offline viewing, received a very high effectiveness rating and a very high user satisfaction rating.

Keywords: Animation, 3D Learning Media, Insulation Production, Coarse Bullrush Fibers

บทนำ

ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านกราฟิก ด้วยการสร้างสื่อภาพยนตร์ สื่อโฆษณา เกม โดยการนำเสนอในรูปแบบแอนิเมชัน 3 มิติ (Animation 3D) ที่มีความกว้าง ความยาว ความลึก ทำให้เข้าใจในภาพชัดเจนขึ้น (Goel and Upadhyay, 2017) แอนิเมชัน 3 มิติ เป็นกระบวนการที่เฟรมแต่ละเฟรมถูกผลิตขึ้นต่างกันในเวลา แล้วนำมาร้อยเรียงเข้าด้วยกัน โดยการฉายต่อเนื่องกัน ไม่ว่าจากวิธีการใช้คอมพิวเตอร์กราฟิก ถ่ายภาพรูปร่าง หรือรูปถ่ายแต่ละขณะที่ค่อยๆ ขยับเลื่อนด้วยความเร็วจะเห็นว่าภาพดังกล่าวเคลื่อนไหวต่อเนื่องกันโดยแอนิเมชัน 3 มิติ จะได้รับความนิยมมากกว่าแอนิเมชัน 2 มิติ (พูนศักดิ์, 2558) แอนิเมชันสร้างรายได้จากการพัฒนาสื่อการ์ตูนออนไลน์ งานสร้างสรรค์จากการวาดภาพดิจิทัลอาร์ต หรือการทำงานกราฟิกสื่อการ์ตูน 2 มิติ และ 3 มิติ ในปัจจุบันเป็นธุรกิจมาแรง ลงทุนน้อยแต่สร้างรายได้มหาศาล กลุ่มคนที่นิยมดาวน์โหลดเป็นกลุ่มเยาวชนและบุคคลทั่วไป (GamingDose, 2020) เป็นการใช้เทคโนโลยีการสื่อสารในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจกับภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกิดจากการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ที่มีการสั่งสมความรู้ มวลประสบการณ์ต่างๆ ที่มีการสืบทอดจากอดีตจนถึงปัจจุบัน เป็นไปอย่างต่อเนื่อง โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างชาวบ้านกับชาวบ้าน สืบทอดจากคนรุ่นหนึ่งไปสู่คนอีกรุ่นหนึ่ง การนำเอาความรู้ที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นมาออกแบบ และพัฒนาในรูปแบบแอนิเมชัน 3 มิติ เสมือนจริงทำให้เข้าใจได้ง่าย สามารถใช้งานสื่อได้ง่าย (ศศิลักษณ์, 2565) ข้อมูลพื้นฐานของชุมชนชาวบ้านปากห้วยม่วง อำเภอบ้านแพง จังหวัดนครพนม พบว่า ชาวบ้านมีอาชีพทำเกษตรกรรมเป็นหลักและมีอาชีพเสริมเป็นการทอเสื้อจากกกสามเหลี่ยม เนื่องจากบริเวณรอบๆ ชุมชนหมู่บ้านเป็นลักษณะบึงซึ่งมีต้นกกสามเหลี่ยมเจริญเติบโตเป็นจำนวนมาก เมื่อมีการทอเสื้อเกือบทุกครัวเรือนทำให้ราคาเสื้อที่นำออกขายไม่ได้ราคาตามที่



กำหนดไว้ รวมทั้งบ้านเรือนชาวบ้านมีลักษณะเป็นบ้านไม้ มุงหลังคาด้วยสังกะสี ทำให้ภายในบ้านร้อนมาก จากการสัมภาษณ์ชาวบ้านและผู้นำชุมชนมีความสนใจในการผลิตฉนวนกันความร้อนด้วยตนเองจากวัสดุเหลือใช้ในชุมชน (ปิยธิดา, 2562)

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับฉนวนกันความร้อน พบว่า มีงานวิจัยจำนวนมากที่ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นฉนวนกันความร้อน เช่น การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกกสามเหลี่ยม (ปิยธิดา, 2562) การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยใบยางพารา (วิฑูรย์, 2559) การนำขี้ข้าวโพดมาผลิตเป็นแผ่นฉนวนกันความร้อนโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน (อนุภา, 2559) เนื่องจากเส้นใยธรรมชาติเป็นอินทรีย์วัตถุที่มีความหนาแน่นต่ำจึงทำให้มีน้ำหนักเบาและยังเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นและมีปริมาณมากจึงมีราคาถูกกว่าเส้นใยสังเคราะห์และเป็นการเพิ่มคุณค่าแก่วัสดุเหลือใช้

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้เห็นถึงความสำคัญของปัญหา และได้สอบถามความต้องการใช้สื่อในการเรียนรู้การผลิตฉนวนกันความร้อนจากชาวบ้านได้ข้อสรุปว่า ต้องการสื่อการเรียนรู้แบบแอนิเมชัน 3 มิติ ที่สามารถใช้งานได้ทั้งแบบออนไลน์และออฟไลน์ ผ่านสมาร์ตโฟน จึงได้ดำเนินการทำวิจัยสร้างสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกกสามเหลี่ยม เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้ให้กับชุมชนต่อไป

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. สื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ

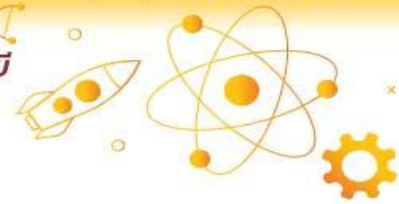
ในช่วงทศวรรษที่ 70 เริ่มมีการนำคอมพิวเตอร์มาสร้างงานกราฟิกและสร้างแอนิเมชัน 3 มิติ โดยภาพที่ได้จะมีลักษณะที่สมจริงและซับซ้อนยิ่งขึ้น ซึ่งต่อมาได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานแอนิเมชัน งานการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องแรกของโลกคือ ทอยสตอรี ออกฉายครั้งแรก ในปี ค.ศ. 1995 ภายหลังจากนั้นมีการพัฒนาด้านเทคโนโลยีและโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างแอนิเมชัน 3 มิติ ขึ้นมากมาย ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการนำงานแอนิเมชัน 3 มิติ มาใช้ในภาพยนตร์งานการ์ตูนแอนิเมชันรวมไปถึงงานด้านอื่นๆ การสร้างแอนิเมชันโดยใช้คอมพิวเตอร์นั้น มีทั้งในรูปแบบ 2 มิติและ 3 มิติ โปรแกรมหลักที่เลือกใช้งานที่จะช่วยสนับสนุนให้การทำงานสะดวกและง่ายขึ้น แบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นด้วยโปรแกรมแอนิเมชันนั้น เมื่อมองดูผิวเผินจะมีลักษณะกลมกลืนกันทั้งหมด แต่แท้จริงแล้วเกิดจากการเชื่อมต่อกันของรูปหลายเหลี่ยม (Polygon) จนเกิดเป็น รูปทรงขึ้น และเมื่อทำการเปลี่ยนมุมมอง เคลื่อนหรือหมุน (แพรวนภา, 2561)

2. แผ่นฉนวนกันความร้อน

ฉนวนกันความร้อน คือ วัสดุที่มีความสามารถในการป้องกัน สกัตกกันความร้อนไม่ให้ส่งผ่านจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งของวัสดุได้ ฉนวนกันความร้อนแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการต้านทานความร้อนที่แตกต่างกันโดยที่ฉนวนกันความร้อนที่ดีควรมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำและมีน้ำหนักเบา ค่าความหนาแน่นน้อย มีค่าการนำความร้อนต่ำเพราะจะทำให้ความร้อนผ่านฉนวนได้ยาก มีความคงทนต่อแรงอัดและแรงดึงได้เป็นอย่างดี เปลี่ยนรูปได้ยากและมีความคงตัวสูง ตลอดจนมีความทนต่อการติดไฟได้ดีหรือไม่ติดไฟง่าย นอกจากนี้ยังควรคำนึงถึงการติดตั้งได้ง่าย ราคาถูกและหาซื้อได้ง่าย (วิฑูรย์ และชีวะ, 2559)

3. จิตวิทยาการรับรู้เพื่อการออกแบบ

การออกแบบสื่อตามหลักจิตวิทยาเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถสร้างสื่อ สำหรับการสื่อสารระหว่างมนุษย์กับมนุษย์ได้ ทั้งนี้ กระบวนการสื่อสารที่ต้องการให้ผู้รับสารได้รับข้อมูลที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องอาศัยหลักจิตวิทยาเพื่อการออกแบบ ควบคู่กับความรู้ความชำนาญทางศิลปะและการออกแบบ โดยหลักจิตวิทยาเพื่อการออกแบบในที่นี้หมายถึง การศึกษาเรื่องพฤติกรรมภายในและภายนอกของมนุษย์ โดยประสาทสัมผัสทางตาเป็นส่วนสำคัญลำดับต้นๆ ของการรับรู้ เนื่องจากประสาทสัมผัสทางตาสามารถรับรู้ได้ 75% ของสิ่งที่เข้ามาสู่ประสาทสัมผัสของมนุษย์ นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับลักษณะพื้นฐานของคนคนนั้น เช่น เพศ วัย ระดับการศึกษา ค่านิยม ทศนคติหรือแม้แต่ความสมบูรณ์ทางสายตา รวมทั้งสิ่งที่ถือว่าเป็นวิธีการสร้างสรรค์ทางศิลปะที่ผู้ออกแบบนำมาสร้างสรรค์เป็นสื่อการเรียนรู้ (มนชญา, 2562)



4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้างานวิจัยด้านการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องนำมาใช้ในการวิจัย เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการศึกษาและอ้างอิง ผู้วิจัยได้ศึกษางานดังต่อไปนี้

นันทรัตน์ กลิ่นหอม และคณะ (นันทรัตน์ และคณะ, 2565) ได้ทำการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง ธุรกิจเกษตรทฤษฎีใหม่ ผลการวิจัย พบว่า การประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ อยู่ในระดับมีคุณภาพมาก ค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 3.57 และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้รับชมสื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 4.04

ศศิลักษณ์ ไชยตัน และคณะ (ศศิลักษณ์ และคณะ, 2565) ได้ทำการพัฒนาสื่อการสอนด้วยการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การคัดแยกขยะ ผลการวิจัย พบว่า สื่อการสอนด้วยการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ด้านออกแบบมีคุณภาพระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.72 และด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีคุณภาพระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.67 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยสื่อการสอนการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อนุภา สุกุลพาณิชย์ (อนุภา, 2559) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำขี้ข้าวโพดมาผลิตเป็นแผ่นฉนวนกันความร้อนโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน แล้วนำไปทดสอบและวิเคราะห์สมบัติเชิงกายภาพ สมบัติเชิงกลและสมบัติเชิงความร้อนแล้วเปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันความร้อนกับฉนวนในท้องตลาด ผลการวิจัยพบว่า แผ่นฉนวนที่ใช้ น้ำยางและน้ำ สัตส่วน น้ำยางต่อน้ำ 1:0 และ 2:1 มีการยึดจับกันภายในได้ดีกว่าสัดส่วนอื่นๆ และผลการเปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันความร้อนของแผ่นฉนวนขี้ข้าวโพดที่ใช้น้ำยางพาราและน้ำ สัตส่วน 2:1 ที่มี ความหนา 1.5 เซนติเมตร และมีความหนาแน่น 300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กับฉนวนโฟมโพลีเอทิลีน หนา 1 เซนติเมตร พบว่า สามารถลดความร้อนได้ใกล้เคียงกัน

วิธีการวิจัย

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ ในหัวข้อเรื่อง การผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกกสามเหลี่ยม มีรายละเอียดวิธีการวิจัยดังนี้

1. การวิเคราะห์ความต้องการ

1.1 การพัฒนาสื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ ผู้วิจัยได้ศึกษาจากงานวิจัย เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกกสามเหลี่ยม โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน และ สัมภาษณ์ อาจารย์วิชชุดา ภาโส อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย

1.2 สำนวจความต้องการสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ จากกลุ่มตัวอย่าง โดยแบบสอบถามความต้องการสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ

1.3 วิเคราะห์ สรุปผล ความต้องการสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ ของกลุ่มตัวอย่าง

2. วิธีการดำเนินงาน ผู้วิจัยได้ใช้หลัก 3P (दनัยพร และบุญญรัตน์, 2560; อีรภัทร์ และคณะ, 2565; นันทรัตน์ และคณะ, 2565) ประกอบด้วย Pre - production (ขั้นตอนการเตรียมงาน), Production (ขั้นตอนการผลิตรายการ) และ Post - production (ขั้นตอนหลังการผลิต) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกกสามเหลี่ยม โดยมีขั้นตอนดังนี้

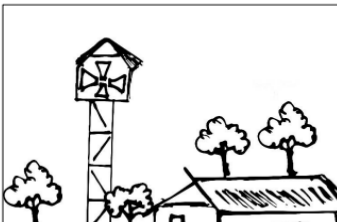
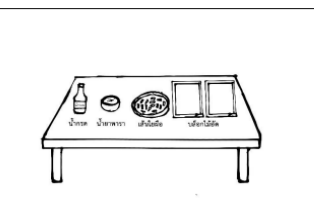
2.1 Pre-Production (P1) คือ ขั้นตอนการเตรียมงาน ประกอบด้วย

2.1.1 เขียนบทเรื่องราวการ์ตูน

เนื้อเรื่องย่อ

ณ หมู่บ้านพอเพียง ที่เต็มไปด้วยผู้คนมากมายจากการทำนาปลูกข้าว แล้วนำเอาภูมิปัญญา ท้องถิ่นในการทอเสื่อ สอนยายหลานนั่งทอเสื่ออยู่ใต้ถุนบ้านอย่างมีความสุข ต่อมาเมื่อประกาศเสียงตามสายจาก ผู้ใหญ่บ้าน ผู้ใหญ่มา : “สวัสดิ์พ่อแม่พี่น้อง ชาวบ้านทุกคนพรุ่งนี้ทางอำเภอจะมาอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับผืนผ้า ให้เตรียมผืนผ้าไปด้วย” เช้าวันรุ่งขึ้นยายกับหลานและชาวบ้านก็พากันไปย้งศาลากลางหมู่บ้านที่ทางอำเภอจะมาให้ความรู้ พอชาวบ้านมาถึงวิทยากรทางอำเภอก็เริ่มบรรยายให้ความรู้ในการนำวัสดุที่มีในชุมชน คือ ผืนผ้า โดยนำเอาเส้นใยผ้ามานผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อน วิทยากร : “สวัสดิ์ครับชาวบ้านทุกคน วันนี้ผมจะมาให้ความรู้เกี่ยวกับการนำเส้นใยผ้ามานำมาทำฉนวนกันความร้อน” วิทยากรได้เริ่มสอนชาวบ้าน จากนั้นยายกับหลานก็ได้ลงมือทำตามขั้นตอนของวิทยากรสอนทั้ง 2 ขั้นตอน เมื่อถึงขั้นตอนเข้าตู้อบ หลานได้ยกมือถาม แก้ว : พี่วิทยากรคะ หนูขอถามหน่อยค่ะ แผ่นผ้าเพดานที่เราทำมีประโยชน์ อย่างไรบ้างคะ วิทยากร : วิทยากร ยิ้ม แผ่นผ้าเพดานที่เราทุกคนทำ สามารถนำมาใช้แทนแผ่นผ้าเพดานที่มีขายในท้องตลาดได้และลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือนอีกด้วย ชาวบ้านทุกคน : ประมอให้กับวิทยากร ยายกับแก้ว : เดินกลับบ้านอย่างมีความสุข

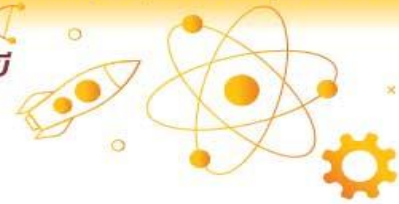
2.1.2 ออกแบบสตอรี่บอร์ด

	Scene : ฉากที่ 1 ชาวบ้านกลับจากทุ่งนา เวลา : คำอธิบาย : ณ หมู่บ้านพอเพียง ที่เต็มไปด้วยผู้คนมากมายจากการทำนาปลูกข้าว แล้วนำเอาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการทอเสื่อ (เสื่อ) Sound Effect : เสียงคนเดิน นก ลม		Scene : ฉากที่ 7 วิทยากรแนะนำตัวกับชาวบ้าน เวลา : คำอธิบาย : วิทยากร สวัสดิ์ชาวบ้านทุกคนคะ ครบ วันนี้ผมจะมาให้ความรู้เกี่ยวกับการนำเส้นใยผ้ามานำมาใช้ประโยชน์ในการทำแผ่นผ้าเพดาน Sound Effect : เสียงบรรยาย
	Scene : ฉากที่ 2 เสียงกระเจาเสียง เวลา : คำอธิบาย : Sound Effect : เสียงเพลง		Scene : ฉากที่ 8 แนะนำอุปกรณ์ เวลา : คำอธิบาย : วิทยากร เราเริ่มทำกันเลเยอร์ครับ อุปกรณ์ในการทำจะมี เส้นใยผืนผ้า ไซเดมโซดรอไซด์ บล็อกไม้อัด น้ำยาล้างจาน บีกเกอร์ แท่งแก้วคนสาร และ ตู้อบลมร้อน ครับ Sound Effect : เสียงบรรยาย
	Scene : ฉากที่ 3 บ้าน เวลา : คำอธิบาย : สองยายหลานนั่งทอเสื่ออยู่ใต้ถุนบ้านอย่างมีความสุข Sound Effect : เสียงเพลง		Scene : ฉากที่ 9 ขั้นตอนการเตรียมเส้นใย เวลา : คำอธิบาย : ขั้นตอนการผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยโดยใช้ น้ำยาล้างจานเป็นตัวประสาน ทั้ง 2 สูตร อุปกรณ์ที่ต้องเตรียมก็มี น้ำยาล้างจาน น้ำกรด เส้นใยผืนผ้า และ บล็อกไม้อัด ไม้อัด ขนาด 15x15x3 cm3 Sound Effect : เสียงบรรยาย

ภาพที่ 1 ตัวอย่างสตอรี่บอร์ดของการ์ตูน

2.1.3 ศึกษาซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการผลิต

2.1.4 เตรียมการบันทึกเสียง



2.2 Production (P2) คือ ขั้นตอนการผลิตรายการ ประกอบด้วย

2.2.1 ปั้นโมเดล ประกอบด้วย 1) ตัวละครหลัก ดังนี้ พี่ซัน, แก้ว, แม่นิ่ม 2) ฉาก ดังนี้ ฉากทางเข้าหมู่บ้าน, ฉากบ้านแก้ว, ฉากศาลา 3) อุปกรณ์ในการผลิตฉนวนกันความร้อน ดังนี้ เส้นใยฝอย, โซเดียมไฮดรอกไซด์, บล็อกไม้อัด, น้ำยาพารา, ปีกเกอร์, แท่งแก้วคนสาร, ตู้บลมร้อน

2.2.2 สร้างตัวควบคุมใบหน้าและร่างกาย เฟเชียล คอนโทรลเลอร์ (Facial Controller)

2.2.3 สร้างการเคลื่อนไหวให้กับโมเดล 3 มิติ กำหนดจัดแสงให้กับฉาก เรียบเรียงฉากตามสตอรี่บอร์ด และทำการโมชันในแต่ละฉาก ตัดต่อ เรียบเรียง จัดองค์ประกอบ

2.3 Post-Production (P3) คือ ขั้นตอนหลังการผลิต ประกอบด้วย

2.3.1 ทดลองใช้สื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝอย

2.3.2 ตรวจสอบ/แก้ไขงาน

2.3.3 ประเมินประสิทธิภาพของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝอย

2.3.4 ประเมินความพึงพอใจของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝอย

2.3.5 เผยแพร่สื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝอย สามารถดูผ่านช่องทางสื่อออนไลน์ เฟซบุ๊ก (Facebook) และยูทูบ (YouTube)

3. เครื่องมือการวิจัย

3.1 สื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ ในหัวข้อเรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝอย โดยใช้เครื่องมือในการออกแบบ ได้แก่ สตอรี่บอร์ด และใช้เครื่องมือในการพัฒนา ด้านซอฟต์แวร์ ได้แก่ โปรแกรม Autodesk MAYA สำหรับปั้นโมเดล และการโมชัน โปรแกรม Substance Painter เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการลงสีโมเดล โปรแกรม Adobe Premiere Pro ใช้ในการตัดต่อ VDO ส่วนด้านฮาร์ดแวร์ ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์แมคอินทอช

3.2 แบบสอบถามประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ ในหัวข้อเรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝอย

3.3 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อสื่อการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ ในหัวข้อเรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝอย

4. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มชาวบ้านปากห้วยม่วง อำเภอบ้านแพง จังหวัดนครพนม ที่มีความสนใจในการผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝอย โดยใช้น้ำยาพาราเป็นตัวประสาน จำนวน 30 คน เลือกโดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมินของ ชูศรี (2560) ใช้เกณฑ์เดียวกันทั้งการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจ ดังนี้

4.50 - 5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด

3.50 - 4.49 หมายถึง ระดับมาก

2.50 - 3.49 หมายถึง ระดับปานกลาง

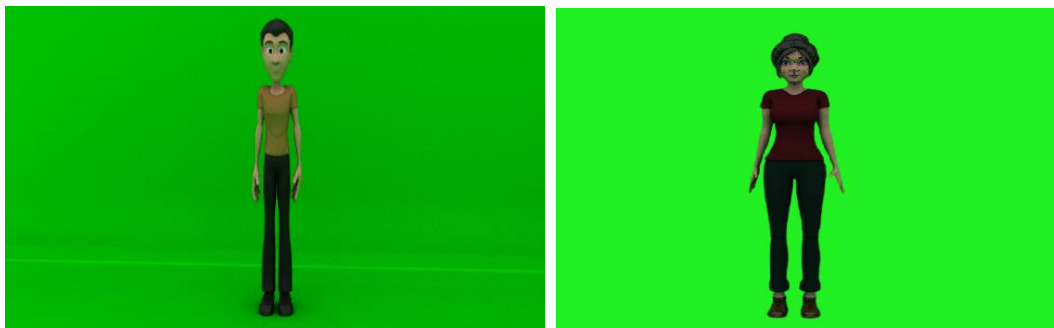
1.50 - 2.49 หมายถึง ระดับน้อย

1.00 - 1.49 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

การพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝ้าย สามารถสรุปผลการพัฒนาตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาสื่อเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝ้าย

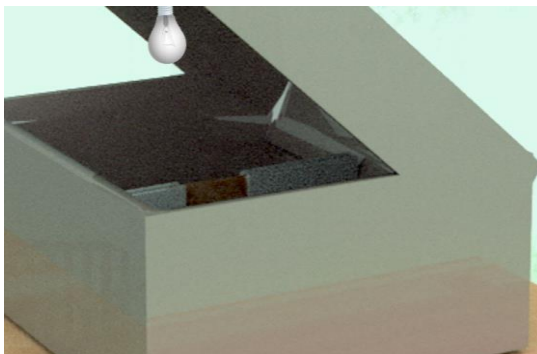
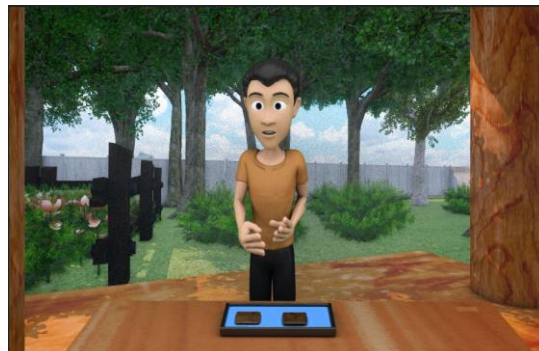
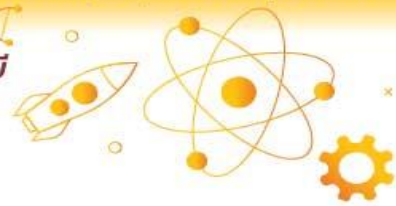
การพัฒนาสื่อเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝ้าย สามารถดูแบบออนไลน์ (Online) และออฟไลน์ (Offline) โดยมีการนำเสนอ 5 นาที ผ่านสมาร์ทโฟน และคอมพิวเตอร์ ประกอบไปด้วย ตัวการ์ตูนจำนวน 3 ตัว ได้แก่ 1) พี่ชั้น 2) แก้ว และ 3) แม่นิ่ม ฉาก 12 ฉาก ได้แก่ 1) ฉากเริ่มเรื่อง 2) ฉากได้ทุนบ้าน 3) ฉากการเตรียมอุปกรณ์ 4) ฉากขั้นตอนการผลิตฉนวนกันความร้อน 5) ฉากขั้นตอนการผสมวัสดุดิบ 2 สูตร สูตรที่ 1 ในอัตราส่วน 60 : 40 และ 50 : 50 สูตรที่ 2 ในอัตราส่วน 60 : 20 : 20 และ 50 : 30 : 20 6) ฉากการอบฉนวนกันความร้อน 7) ฉากการวัดความหนาแน่น 8) ฉากการหาค่าความชื้น 9) ฉากทดสอบการดูดซึมน้ำ 10) ฉากทดสอบคุณสมบัติเชิงความร้อนของฉนวนเส้นใยฝ้าย 11) ฉากการทดสอบความคงทนจากการตกจากที่สูง และ 12) ฉากจบเรื่อง โดยมีดนตรีพร้อมเสียงบรรยายประกอบตลอดทั้งเรื่อง



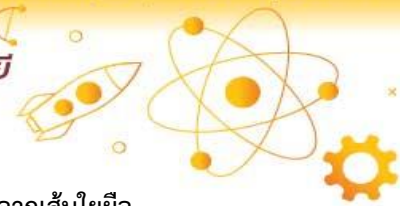
ภาพที่ 2 ตัวอย่างตัวละครพี่ชั้นกับแม่นิ่ม



ภาพที่ 3 ฉากเริ่มเรื่องและการเตรียมอุปกรณ์



ภาพที่ 4 ฉากการผลิตฉนวนกันความร้อนและการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นฉนวน



2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝ้าย

เมื่อผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแล้วเสร็จ ก่อนจะนำไปเผยแพร่จริง ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำการนำไปประเมินหาประสิทธิภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 11 คน คือ อาจารย์ประจำสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครด้านเนื้อหา จำนวน 1 คน อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ด้านการออกแบบกราฟิก สื่อมัลติมีเดีย และสื่อดิจิทัล จำนวน 10 คน เพื่อให้ได้ข้อมูลมาทำการปรับปรุงเพิ่มเติมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ผลการประเมิน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลรวมการประเมินประสิทธิภาพของสื่อเรียนรู้แอนิเมชัน

รายการประเมินประสิทธิภาพ	$\bar{x}$	S.D.	ผลการประเมิน
ด้านการออกแบบตัวละคร	4.363	0.376	ดี
ด้านการออกแบบฉาก	4.727	0.327	ดีมาก
ด้านเสียงบรรยายประกอบ	4.575	0.473	ดีมาก
ด้านการนำเสนอกระบวนการผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝ้าย	4.472	0.431	ดีมาก
ผลรวม	4.534	0.334	ดีมาก

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลรวมการประเมินประสิทธิภาพของสื่อเรียนรู้แอนิเมชันทุกด้านอยู่ในระดับดีมาก ยกเว้น ด้านการออกแบบตัวละคร อยู่ในระดับดี หากจำแนกตามรายละเอียดการประเมินทุกด้านอยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของชลัช และคณะ (2563) ที่ได้พัฒนาการออกแบบสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง ผลกระทบจากการทิ้งขยะมูลฝอยสู่ท้องทะเลไทย เนื่องจากผู้พัฒนาได้ศึกษางานวิจัยด้านการออกแบบตัวละคร ด้านเสียงการบรรยาย และด้านการออกแบบฉากในแอนิเมชัน 3 มิติ

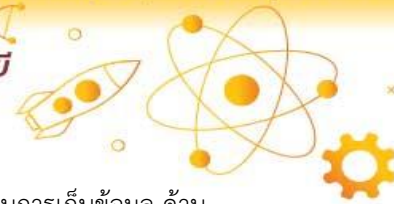
3. ผลการประเมินความพึงพอใจของการใช้สื่อเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝ้าย

จากที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงสื่อเรียนรู้แอนิเมชันตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ได้ดำเนินการทดลองใช้สื่อแอนิเมชัน 3 มิติ ที่พัฒนาขึ้น โดยประเมินกับผู้ใช้งานจริง คือ กลุ่มชาวบ้าน บ้านปากห้วยม่วง อำเภอบ้านแพง จังหวัดนครพนม จำนวน 30 คน ผลการประเมิน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลรวมการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

รายการประเมินความพึงพอใจ	$\bar{x}$	S.D.	ผลการประเมิน
ด้านเนื้อหา	4.780	0.303	ดีมาก
ด้านการออกแบบ	4.838	0.249	ดีมาก
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	4.820	0.303	ดีมาก
ผลรวม	4.813	0.261	ดีมาก

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลรวมการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานอยู่ในระดับดีมากทุกด้าน หากจำแนกตามรายละเอียดการประเมินทุกด้านอยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับงานของทินกร และพจน์ศิริพันธ์ (2560) ที่ได้พัฒนาการตูนแอนิเมชัน



3 มิติ เรื่อง น้ำใจ เนื่องจากผู้พัฒนาได้มีการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น การวิเคราะห์การออกแบบ และวางแผนในการเก็บข้อมูล ด้านประโยชน์ที่ได้รับ ตามกลุ่มผู้ใช้งานจริง

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านเนื้อหา

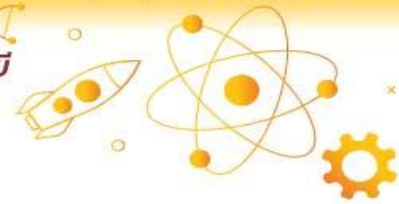
ด้านเนื้อหา	$\bar{x}$	S.D.	ผลการประเมิน
ลำดับการดำเนินเรื่องน่าสนใจ	4.838	0.379	ดีมาก
ขั้นตอนการเตรียมเส้นใยชัดเจน	4.737	0.450	ดีมาก
ขั้นตอนการผลิตมีความเข้าใจง่ายและชัดเจน	4.808	0.407	ดีมาก
ขั้นตอนการตรวจวัดชิ้นงานมีความเข้าใจง่ายและชัดเจน	4.808	0.407	ดีมาก
ขั้นตอนการทดสอบคุณสมบัติชิ้นงานมีความเข้าใจง่ายและชัดเจน	4.737	0.450	ดีมาก
ผลรวม	4.780	0.303	ดีมาก

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลรวมการประเมินความพึงพอใจด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมากทุกประเด็น

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านการออกแบบ

ด้านการออกแบบ	$\bar{x}$	S.D.	ผลการประเมิน
การออกแบบฉากและตัวละครมีความสวยงาม	4.878	0.346	ดีมาก
การออกแบบฉากและตัวละครมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.777	0.430	ดีมาก
การใช้สีในการออกแบบฉากและตัวละครสวยงาม	4.838	0.379	ดีมาก
เสียงดนตรีประกอบชัดเจน	4.909	0.305	ดีมาก
เสียงการบรรยายประกอบชัดเจนเข้าใจง่าย	4.909	0.305	ดีมาก
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียง	4.777	0.430	ดีมาก
ผลรวม	4.838	0.249	ดีมาก

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลรวมการประเมินความพึงพอใจด้านการออกแบบอยู่ในระดับดีมากทุกประเด็น



ตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านประโยชน์ที่ได้รับ

ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	$\bar{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
สามารถนำความรู้ที่ได้ชมสื่อเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ ไปผลิตแผ่น ฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝอยได้	4.838	0.379	ดีมาก
สามารถนำความรู้ที่ได้ชมสื่อเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ ไปเผยแพร่ กระบวนการผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝอยได้	4.808	0.407	ดีมาก
สามารถเลือกชมสื่อการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนได้	4.777	0.430	ดีมาก
สามารถเลือกชมสื่อเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ ในรูปแบบออนไลน์ และออฟไลน์ได้	4.909	0.305	ดีมาก
สามารถชมสื่อการเรียนรู้แอนิเมชันได้ทั้งสมาร์ทโฟน	4.808	0.407	ดีมาก
ผลรวม	4.820	0.303	ดีมาก

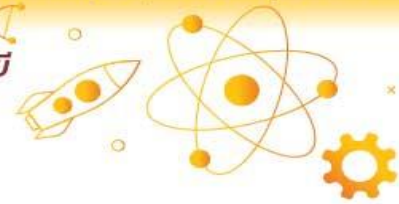
จากตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านประโยชน์ที่ได้รับอยู่ในระดับดีมากทุกประเด็น

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า สื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ ในหัวข้อเรื่อง การผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝอย ใช้เวลานำเสนอ 5 นาที สามารถดูแบบออนไลน์ และ ออฟไลน์ ผลรวมด้านประสิทธิภาพของการ์ตูนอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.534$, S.D. = 0.334) โดยประเด็นที่มีประสิทธิภาพดีมาก ได้แก่ ด้านการออกแบบฉาก ด้านเสียงบรรยายประกอบ ด้านการนำเสนอกระบวนการผลิต และความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อสื่อเรียนรู้การ์ตูน อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.813$, S.D. = 0.261) โดยผู้ให้พึงพอใจดีมากในทุกประเด็น จึงสรุปได้ว่า สื่อเรียนรู้การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ ในหัวข้อ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝอย สามารถนำไปเป็นสื่อเรียนรู้ที่ใช้เผยแพร่ได้จริง มีความสอดคล้องตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้สื่อได้ด้วยตัวเอง เรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา

อภิปรายผลการวิจัย

สื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝอย ได้รับความสนใจและความพึงพอใจจากกลุ่มผู้ใช้งานสื่ออยู่ในระดับดีมาก โดยประเด็นที่ผู้ใช้ประเมินสูงที่สุด คือ ประเด็นเสียงดนตรีประกอบชัดเจน ประเด็นเสียงการบรรยายประกอบชัดเจนเข้าใจง่าย และประเด็นสามารถเลือกชมสื่อเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ ในรูปแบบออนไลน์ และออฟไลน์ได้ เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาการออกแบบสื่อแอนิเมชันตามหลักจิตวิทยาการรับรู้เพื่อการออกแบบตามกลุ่มของผู้ใช้งาน พร้อมทั้งได้แนวทางการออกแบบจากการสำรวจความต้องการจากกลุ่มผู้ใช้ตั้งแต่เริ่มต้นทำวิจัย



ข้อเสนอแนะ

1. โปรแกรมที่ใช้พัฒนามีลิขสิทธิ์ สามารถใช้โปรแกรมอื่นแบบฟรีในการพัฒนามัลติมีเดีย เช่น โปรแกรม Unity
2. การใช้งานสื่อการ์ตูนจำเป็นต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือสมาร์ตโฟน
3. ควรมีการติดตามประเมินประสิทธิผลการนำองค์ความรู้ที่ได้รับจากสื่อไปใช้งาน
4. งานวิจัยนี้จะมีการใช้ประโยชน์มากยิ่งขึ้น หากมีการเผยแพร่ไปยังชุมชนที่มีการปลูกต้นฝั้ว หรือการใช้ประโยชน์จากต้นฝั้ว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณปิยธิดา นนทะเสน นักศึกษาสาขาวิชาฟิสิกส์ ที่ได้วิจัยประสิทธิภาพของแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝั้วโดยใช้ข้อมูลการเป็นตัวแทนประสาณ ในปี 2562 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา โครงการฟิสิกส์ และขอบพระคุณ ชาวบ้านบ้านปากห้วยม่วง อำเภอบ้านแพง จังหวัดนครพนม ที่ได้สละเวลา และให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล ความต้องการและข้อเสนอแนะ เพื่อให้สามารถทำวิจัยครั้งนี้เกิดผลสำเร็จได้ และขอบพระคุณ อ.วิชุดา ภาโสเม ที่อนุเคราะห์ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา สื่อเรียนรู้การ์ตูนในการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชลัช โกตระกูล, พรรณเพ็ญ ฉายปรีชา, ชัยพร พานิชรุทติวงศ์, และอิทธิยา โกตระกูล. (2563). การออกแบบสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง ผลกระทบจากการทิ้งขยะมูลฝอยสู่ท้องทะเลไทย ใน **รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ RSUSSH 2020 ครั้งที่ 5** (หน้า 315-323). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรังสิต.
- दनัยพร ลดากุล, และปญญรัตน์ ปญญา. (2560). การพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เพื่อส่งเสริมคุณธรรมด้านความซื่อสัตย์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2. **วารสารวิทยาการสารสนเทศ และเทคโนโลยีประยุกต์**, 1(1), 64-71.
- ทินกร ลุนโน, และพจนศิริพันธ์ ลิ้มปิ่นนทน์. (2560). การพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องน้ำใจ ใน **รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 3** (หน้า 1-7). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ธีรภัทร์ ศรีนวนลัด, อวิรุทธ์ เจริญทรัพย์ และชัยพร พานิชรุทติวงศ์. (2565). การสร้างสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เพื่อสร้างความตระหนักถึงการออมเงินของประชากรวัยเริ่มทำงาน ใน **รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 17** (หน้า 98-107). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรังสิต.
- นันทรัตน์ กลิ่นหอม, ธีระพล สุทธิพนไพศาล, พิษญา เจริญใจ, ดิสรินทร์ โทนกล้า และวิภาวี นันทกุล. (2565). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง ธุรกิจเกษตรทฤษฎีใหม่. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก**, 2(3), 42-51.
- ปิยธิดา นนทะเสน. (2562). **การศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฝั้วโดยใช้ข้อมูลการเป็นตัวแทนประสาณ**. (สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต). สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- พูนศักดิ์ ธนพันธ์พานิช. (2558). **เริ่มต้นเรียนรู้การใช้งานโปรแกรม Maya**. กรุงเทพฯ: อักษรเงินดี.



- แพรวนภา พรหมวงศ์ษา. (2561). พัฒนาการตุ่นแอนิเมชัน 3 มิติเรื่อง โรคไวรัสเมอร์ส (Virus Mers). (สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต). สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- มนชญา สระบัว. (2562). การออกแบบสื่อการเรียนรู้เพื่อการอนุรักษ์สภาพป่าดงพญาเย็น: เรือนอีสาน. **วารสารวิชาการและวิจัยมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**, 9(3), 103-110.
- วิฑูรย์ หนูเล็ก และชีวะ ทศนา. (2559). **ฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยใบยางพารา**. รายงานวิจัย. จันทบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- ศศิลักษณ์ ไชยตัน, อาฉ๊ะ บิลหิม และทักษิณา นพคุณวงศ์. (2565). การพัฒนาสื่อการสอนด้วยการตุ่นแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การคัดแยกขยะ. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก**, 2(3), 52-61.
- อนภา สกุลพาณิชย์. (2559). การพัฒนาฉนวนกันความร้อนสู่อาคารจากขี้ข้าวโพดและน้ำยางธรรมชาติ. **Veridian E-Journal, Silpakorn University**, 9(1), 1688-1702.
- Goel, D. and Upadhyay, R. (2017). Effectiveness of use of Animation in Advertising: A Literature Review. **Int. J. Sci. Res. In Network Security and Communication**, 5(3), 146 - 159.
- GamingDose. (2020). **Game and Animation Line Today**. Retrieved from <https://today.line.me/th/pc/article/>.