

Developing an Augmented Reality Card Game to Promote Analytical Thinking Regarding Electronics Devices

Thawach Thammabut^{1*}, Chan Singkaew¹, and Piyaporn Wonganu²

Received: January 7, 2025 Revised: April 8, 2025 Accepted: April 11, 2025

Abstract

This research aimed to develop and evaluate augmented reality card games for enhancing analytical thinking skills among Higher Vocational Certificate students in Electronics. It utilized a three-phase research model consisting of (1) innovation development, (2) validity verification, and (3) innovation implementation. The study engaged three target groups: 3 experts and 60 electronics students in Phase 1, 30 electronics students in Phase 2, and 29 electronics students in Phase 3. Research instruments included card game quality assessment form, analytical thinking measurement and interview questions, achievement test, and satisfaction survey. Results showed that the card games improved analytical skills in equipment classification, logical relationship identification, and categorization of electronic components. The card game quality was rated good ($\bar{X}=4.20$, $S.D.=0.42$), with learning achievement significantly higher after implementation ($p<.05$), and providing a high learner satisfaction ($\bar{X}=4.03$, $S.D.=0.81$). This research demonstrates the potential of augmented reality card games in developing modern learning innovations that meet 21st century educational needs.

Keywords: Card Game; Augmented Reality; Analytical Thinking; Game-based Learning; 21st Century Education

¹ Electronics and Telecommunication, Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen Campus

² Educational Technology and Innovation, Faculty of Education, Loei Rajabhat University

* Corresponding author e-mail: thawach.th@rmuti.ac.th

การพัฒนากา์ดเกมความจริงเสริมที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ธวัช ธรรมบุตร¹, ชาณ สิงห์แก้ว¹ และ ปิยพร วงศ์อนุ²

รับบทความ: 7 มกราคม 2568 แก้ไขบทความ: 8 เมษายน 2568 รัับตีพิมพ์: 11 เมษายน 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินผลการใช้กา์ดเกมความจริงเสริมสำหรับส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ในนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาอิเล็กทรอนิกส์ การวิจัยใช้รูปแบบวิจัยโมเดล แบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ (1) การพัฒนานวัตกรรม (2) การตรวจสอบความตรง และ (3) การใช้นวัตกรรม กลุ่มเป้าหมาย ระยะที่ 1 ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน สำหรับประเมินคุณภาพบอร์ดเกมและนักศึกษสาขาอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 60 คน เพื่อศึกษาบริบทการเรียนรู้ ระยะที่ 2 นักศึกษสาขาอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 30 คน เพื่อศึกษาผลกระทบการใช้กา์ดเกม และ ระยะที่ 3 นักศึกษสาขาอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 29 คน เพื่อศึกษาการใช้ นวัตกรรม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินคุณภาพกา์ดเกม แบบวัดและแบบสัมภาษณ์การคิด วิเคราะห์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบสำรวจความพึงพอใจ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ากา์ดเกมช่วยเพิ่มทักษะ การวิเคราะห์ เช่น การจำแนกอุปกรณ์ การระบุความสัมพันธ์เชิงตรรกะ และการจัดหมวดหมู่ของอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ คุณภาพของกา์ดเกมอยู่ในระดับดี ($\bar{X}=4.20$, $S.D.=0.42$) ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้หลังการใช้กา์ดเกม สูงกว่าก่อนการใช้ในระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.05$) นอกจากนี้ ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้กา์ดเกมในระดับ มาก ($\bar{X}=4.03$, $S.D.=0.81$) งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพการใช้กา์ดเกมร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมใน การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ที่ทันสมัยและตอบโจทย์ความต้องการของศตวรรษที่ 21

คำสำคัญ: กา์ดเกม; ความจริงเสริม; การคิดวิเคราะห์; การเรียนรู้ผ่านเกม; การศึกษาในศตวรรษที่ 21

¹ สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

² กลุ่มวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

* Corresponding author e-mail: thawach.th@rmuti.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีดิจิทัลมีบทบาทสำคัญในทุกภาคส่วนของสังคม โดยเฉพาะในวงการการศึกษา ที่มีพลวัตการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการเรียนการสอนได้แพร่หลายในระดับอาชีวศึกษาซึ่งมุ่งพัฒนาทักษะวิชาชีพเพื่อตอบสนองความต้องการของภาคอุตสาหกรรม ทั้งนี้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น จัดการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อผลิตบุคลากรสำหรับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ แต่อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันยังคงเน้นการส่งผ่านความรู้จากครูสู่ผู้เรียนโดยตรงที่ใช้รูปแบบการบรรยายและใช้สื่อการสอนแบบดั้งเดิม เช่น หนังสือหรือสไลด์นำเสนอ ส่งผลให้ผู้เรียนเป็นผู้รับแบบเฉื่อยชา (Passively Received) นอกจากนี้ ผู้เรียนยังประสบปัญหาด้านความเบื่อหน่ายและการขาดแรงจูงใจในการเรียน ทำให้ผู้เรียนไม่สนใจในเนื้อหาและไม่สามารถทำความเข้าใจเรื่องที่เรียนได้ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Phiwma, 2021) ยิ่งไปกว่านั้นในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่เป็นวิชาพื้นฐานที่สำคัญของสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ พบว่า นักศึกษาไม่เข้าใจเนื้อหาเนื่องจากความหลากหลายและความซับซ้อนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น โครงสร้าง สัญลักษณ์คุณลักษณะทางไฟฟ้า และหลักการทำงานของ ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำ ไดโอด และทรานซิสเตอร์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ในวิชาที่เกี่ยวข้องในระยะยาว นอกจากนี้ ยังพบว่าผู้เรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ที่เป็นทักษะพื้นฐานสำคัญและสอดคล้องกับความต้องการตลาดแรงงาน (World Economic Forum, 2020) โดยกรอบแนวคิดทักษะการคิดวิเคราะห์ (Hamklang & Chaijaroen, 2017; Pookeaw & Chaijaroen, 2020) ประกอบไปด้วย 1) การจำแนกแยกแยะองค์ประกอบสิ่งของหรือเรื่องราว 2) การจัดหมวดหมู่สิ่งของหรือเรื่องราวที่คล้ายกัน และ 3) การระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างสิ่งของหรือเรื่องราว จากการประเมินผู้เรียน พบว่า ยังขาดความสามารถในการจำแนก จัดหมวดหมู่ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่าง ๆ เช่น ไม่สามารถจำแนกชนิดของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ว่าเป็นชนิดใด ไม่สามารถจัดหมวดหมู่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีโครงสร้างหรือหลักการทำงานคล้ายกัน รวมไปถึงไม่สามารถระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ ทำให้ไม่สามารถพิจารณาหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงอุปกรณ์ตัวเดิมเพื่อทดแทนได้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้และพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพในระยะยาว จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อส่งเสริมและพัฒนาการเรียนรู้ รวมไปถึงทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม

การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game Based Learning: GBL) เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่นำเกมมาเป็นเครื่องมือกระตุ้นการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นการสร้างแรงจูงใจ พัฒนาทักษะการคิดผ่านการออกแบบที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ทำให้เกิดการแข่งขันและท้าทายและช่วยส่งเสริมทักษะการเรียนรู้พร้อมสร้างความสนุกสนานและความสุขให้กับผู้เรียน (Muangkaew, 2017) งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้เกมพบว่าการประยุกต์ใช้เกมในการจัดการเรียนการสอนสามารถพัฒนาความเข้าใจของนักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Butdangnoi & Suramane, 2018) โดยเฉพาะในสาขาวิชาช่างอุตสาหกรรมที่ต้องทำความเข้าใจโครงสร้างและหลักการทำงานของอุปกรณ์ นอกจากนี้ เกมยังช่วยกระตุ้นจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ และทำให้ผู้เรียนรู้สึกผ่อนคลายและพึงพอใจในการเล่น (Chutipascharoen & Krootjohn, 2021) ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน รูปแบบหนึ่งคือ การใช้การ์ดเกมเป็นสื่อที่ได้รับความ

นิยมในด้านการจัดการเรียนรู้ เพราะช่วยให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เล่น มีความท้าทายและความสนุกสนานในการเล่น อีกทั้ง ยังเล่นง่ายและมีกฎที่ไม่ซับซ้อน เหมาะสำหรับการออกแบบเป็นสื่อการเรียนรู้เพื่อใช้สำหรับการศึกษา (Sirisak et al., 2024) และการ์ดเกมยังมีอุปกรณ์ในการเล่นน้อย มีความสะดวกในการใช้งาน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ยิ่งไปกว่านั้น เมื่อกา์ดเกมผสมผสานกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น เทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality: AR) จะเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนในมิติใหม่ เช่น การแสดงผลวัตถุ 3 มิติหรือการสร้างสถานการณ์เสมือนจริงบนการ์ด ช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพชัดเจนและเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนง่ายขึ้น นอกจากนี้ AR ยังช่วยเพิ่มความน่าสนใจและกระตุ้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียน (Billinghurst & Kato, 2002) ทำให้กระบวนการเรียนรู้มีการตอบโต้และสนุกสนานมากยิ่งขึ้น ผู้เรียนเกิดความสนใจและได้รับประสบการณ์ที่ต่างไปจากเดิม (Thepphuthorn et al., 2022) ซึ่งแนวโน้มการใช้ AR สำหรับการศึกษา มีการเติบโตอย่างต่อเนื่องในรอบทศวรรษที่ผ่านมา (Avila-Garzon et al., 2021)

จากที่มาและความสำคัญที่กล่าวมา คณะผู้วิจัยจึงพัฒนาเกมการเรียนรู้ในรูปแบบการ์ดเกมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ การ์ดเกมนี้ออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาทบทวนความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะและหลักการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ พร้อมทั้งสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนานและท้าทาย นอกจากนี้ เกมยังมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ผ่านกระบวนการเล่นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ความรู้ในการจำแนกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของแต่ละอุปกรณ์ การออกแบบเกมเน้นความสะดวกต่อการใช้งาน ใช้อุปกรณ์น้อยและสามารถเล่นได้ 2 รูปแบบ คือ แบบดั้งเดิม และ แบบใช้เทคโนโลยี AR เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ โดยการผสมผสานสื่อในรูปแบบภาพ 3 มิติหรือวิดีโอผ่านเทคโนโลยี AR เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ทั้งนี้ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และเตรียมความพร้อมของผู้เรียนให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและพัฒนากา์ดเกมความจริงเสริมที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
2. เพื่อศึกษาการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยกา์ดเกมความจริงเสริมที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยกา์ดเกมความจริงเสริมที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยกา์ดเกมความจริงเสริมที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

สมมติฐานการวิจัย

1. การ์ดเกมความจริงเสริมที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี
2. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วย การจำแนก การระบุความสัมพันธ์เชิงตรรกะ และการจัดหมวดหมู่

3. ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยการ์ดเกมความจริงเสริมสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05
4. ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการ์ดเกมความจริงเสริมที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อยู่ในระดับมาก

การทบทวนวรรณกรรม

การ์ดเกมการเรียนรู้ (Educational Card Games)

เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ใช้การเล่นเป็นฐานในการส่งเสริมความรู้และทักษะของผู้เรียน จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้การ์ดเกม พบว่า มีการนำการ์ดเกมมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ เช่น การ์ดเกมเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์สัตว์ป่าสงวน (Supraaumpanwong, 2018) ซึ่งการ์ดเกมสามารถสร้างความสนใจและปลูกฝังจิตสำนึกในการอนุรักษ์สัตว์ป่าให้กับเด็กและเยาวชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือการใช้การ์ดเกมประเภทวางแผนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในนักเรียนมัธยมศึกษาโดยใช้เกม Settlers of Catan (Sae-chia et al., 2018) ผลการวิจัย พบว่า การใช้เกมเพียงอย่างเดียวไม่สามารถพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้อย่างมีนัยสำคัญ จำเป็นต้องมีกระบวนการถอดบทเรียนร่วมด้วย ส่วนงานวิจัยของ Kreetep and Chumsukon (2024) ได้บูรณาการการ์ดเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model ในรายวิชาการงานอาชีพ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าวิธีการดังกล่าวสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และสมรรถนะการทำงานเป็นทีมอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ งานวิจัยของ Sirisak et al. (2024) ที่พัฒนาการ์ดเกมเพื่อส่งเสริมความรู้ทางการเงินดิจิทัลของนิสิตครู ผลการวิจัย พบว่า การ์ดเกมที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการสร้างความเข้าใจ โดยมีหลักการออกแบบที่สำคัญ คือ การบูรณาการแนวคิดความรู้ทางการเงินดิจิทัล การเรียนรู้แบบง่ายไปยาก และการกำหนดเป้าหมายย่อยของเกม

เทคโนโลยีความจริงเสริม

คือ การผสมผสานระหว่างวัตถุในโลกเสมือนจริงกับโลกทางกายภาพผ่านการแสดงผลด้วยอุปกรณ์ เช่น สมาร์ทโฟน แว่นตา AR หรือแท็บเล็ต ทำให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับวัตถุเสมือนจริงในบริบทของโลกจริงได้ มีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาการประยุกต์ใช้ AR ในหลายสาขา เช่น การศึกษา การแพทย์ การท่องเที่ยว และการเล่นเกม ในบริบทของการ์ดเกม AR ได้รับความสนใจมากขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา งานวิจัยของ Billingham and Kato (2002) ชี้ให้เห็นว่า AR สามารถช่วยเพิ่มประสบการณ์ในการเล่นเกมนโดยการสร้างภาพ 3 มิติหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ผสมผสานกับการเล่นการ์ดทางกายภาพ งานวิจัยหลายฉบับยังพบว่า AR สามารถเสริมสร้างการเรียนรู้ผ่านการทำงานร่วมกัน (Collaborative Learning) และสร้างความสนุกสนานมากขึ้นในการเล่นการ์ดเกม งานวิจัยของ Koutitas et al. (2021) ระบุว่า AR มีศักยภาพในการเปลี่ยนรูปแบบการเล่นการ์ดเกม โดยทำให้เข้าถึงได้ง่ายและมีความสนุกสนานมากขึ้น

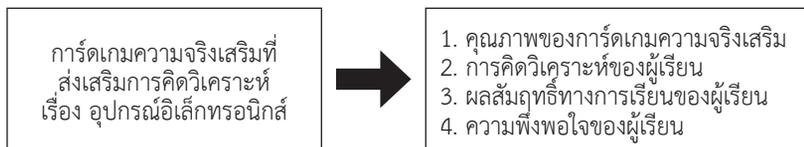
การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking)

เป็นความสามารถทางสติปัญญาที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้และการดำรงชีวิต ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบ ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผล และความสามารถในการจัดหมวดหมู่ (Hamklang & Chaijaroen, 2017) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ พบว่า มีการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้

ที่หลากหลาย เช่น การใช้การ์ดเกม (Kreetep & Chumsukon, 2024; Jaihow & Chumsukon, 2024) และการใช้สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Singchaiyaphum, & Chaijaroen, 2016; Hamklang & Chaijaroen, 2017) ซึ่งผลการวิจัยพบว่า วิธีการเหล่านี้สามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์ที่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

จากข้อค้นพบของงานวิจัยที่ผ่านมา งานวิจัยนี้จึงออกแบบการเรียนรู้โดยใช้การ์ดเกมเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความรู้และพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นไปที่การจำแนกอุปกรณ์ การระบุความสัมพันธ์เชิงตรรกะ และการจัดหมวดหมู่ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ เทคโนโลยี AR ยังถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มความเข้าใจของผู้เรียน โดยช่วยให้มองเห็นสัญลักษณ์หรือภาพ 3 มิติของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทำให้การเรียนรู้มีปฏิสัมพันธ์และสมจริงมากขึ้น

กรอบแนวคิด



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ประยุกต์จาก การวิจัยโมเดล (Model Research) (Richey & Klein, 2007) มุ่งเน้นศึกษากระบวนการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม โดยแบ่งการวิจัยออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การพัฒนานวัตกรรม ระยะที่ 2 การตรวจสอบความตรงของนวัตกรรม และระยะที่ 3 การใช้นวัตกรรม

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษา แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในระยะที่ 1 การพัฒนานวัตกรรม ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพ โดยคัดเลือกจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้ จำนวน 3 คน และ นักศึกษาระดับชั้น ปวส. ปีที่ 1 และ 2 สาขาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จำนวน 60 คน เพื่อศึกษาบริบทการเรียนรู้

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในระยะที่ 2 การตรวจสอบความตรง ซึ่งประกอบด้วย

1) ความตรงภายใน เพื่อยืนยันองค์ประกอบของการ์ดเกมความจริงเสริม ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงภายใน จำนวน 3 คน โดยคัดเลือกจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้

2) ความตรงภายนอก เพื่อศึกษาผลกระทบการใช้การ์ดเกมความจริงเสริม ได้แก่ นักศึกษาระดับชั้น ปวส. ปีที่ 2 สาขาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จำนวน 30 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

3. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในระยะที่ 3 การใช้นวัตกรรม ได้แก่ นักศึกษาระดับชั้น ปวส. ปีที่ 2 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จำนวน 29 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบประเมินคุณภาพการ์ดเกมความจริงเสริมที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ พัฒนาตามกรอบแนวคิดการประเมินด้านผลผลิต (Chaijaroen, 2014) เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และคำถามปลายเปิด และตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ผลการตรวจสอบพบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00

2. แบบวัดการคิดวิเคราะห์ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน พัฒนาตามกรอบแนวคิดการคิดวิเคราะห์ (Hamklang & Chaijaroen, 2017) ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการจำแนกองค์ประกอบ การระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ความสามารถในการจัดหมวดหมู่ แบบวัดผ่านการตรวจสอบคุณภาพและมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67-1.00 ค่าอำนาจจำแนก 0.4-0.6 และค่าความเชื่อมั่น 0.69

3. แบบสัมภาษณ์การคิดวิเคราะห์ เป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่พัฒนาตามกรอบแนวคิดเดียวกับแบบวัดการคิดวิเคราะห์ ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

4. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค มีคุณภาพดังนี้ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67-1.00 ค่าอำนาจจำแนก 0.4-0.8 ค่าความเชื่อมั่น 0.66

5. แบบสำรวจความพึงพอใจต่อการัดเกมความจริงเสริม เป็นแบบสำรวจมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ พัฒนาตามกรอบแนวคิดของ Chaijaroen (2014) ครอบคลุม 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ ด้านการออกแบบ ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

1. คุณภาพของการ์ดเกมความจริงเสริมเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการนำแบบประเมินคุณภาพการ์ดเกมความจริงเสริมด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการออกแบบ ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การสรุปตีความและบรรยายเชิงวิเคราะห์

2. ทักษะการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยการัดเกมความจริงเสริมเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้ เริ่มต้นจากการนำเข้าสู่บทเรียนและแนะนำนักศึกษาเกี่ยวกับวิธีการเรียนด้วยการัดเกมความจริงเสริม จัดแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ จำนวน 4-6 คนต่อกลุ่ม ทดสอบก่อนเรียนโดยทำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นให้เรียนรู้ด้วยการัดเกมความจริงเสริมและสรุปองค์ความรู้ร่วมกัน หลังจากนั้นทดสอบหลังเรียนโดยทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดการคิดวิเคราะห์ สัมภาษณ์ผู้เรียนด้วยแบบสัมภาษณ์การคิดวิเคราะห์ และทำแบบสำรวจความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วย Paired t-test จากนั้นสรุปตีความและบรรยายเชิงวิเคราะห์

จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการพิทักษ์สิทธิ์ผู้ให้ข้อมูลหลัก ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยหลังจากการได้รับการรับรองกเว้นการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น รหัสโครงการวิจัย HEC-02-67-017

ผลการวิจัย

1. ผลการออกแบบและพัฒนาการวัดเกมความจริงเสริมเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์

กระบวนการออกแบบพัฒนาการวัดเกมความจริงเสริม เริ่มต้นจากวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาสภาพบริบทเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี และพัฒนาเป็นการวัดเกมความจริงเสริม จากนั้นตรวจสอบคุณภาพของการวัดเกมความจริงเสริม โดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความตรงเพื่อยืนยันองค์ประกอบของการวัดเกม ศึกษาผลกระทบที่มีต่อผู้เรียน และศึกษาผลสำเร็จของการใช้การวัดเกม โดยองค์ประกอบของการวัดเกมความจริงเสริม ประกอบด้วย การวัดอุปกรณ์ และการวัดแก่นักเรียน ซึ่งมีรายละเอียดการออกแบบและพัฒนาดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนานวัตกรรม พบว่า กระบวนการพัฒนาเริ่มจาก การวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การศึกษาสภาพบริบทเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน การสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี การพัฒนาการวัดเกมความจริงเสริม และการตรวจสอบคุณภาพ มีรายละเอียดดังนี้

1) กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีการวัดเกมความจริงเสริมเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประกอบไปด้วย 4 พื้นฐาน ได้แก่ (1) พื้นฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้ โดยบูรณาการหลักการพื้นฐานจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญาของ Piaget (1977) ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเสียสมดุลทางปัญญา (Disequilibrium) อันนำไปสู่การแสวงหาความรู้เพื่อปรับสู่ภาวะสมดุลทางปัญญา โดยการออกแบบแหล่งการเรียนรู้ได้ประยุกต์ใช้หลักการทฤษฎีพุทธิปัญญาเพื่อกระตุ้นความสนใจและส่งเสริมการค้นคว้าหาความรู้ของผู้เรียน (2) พื้นฐานด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ (3) พื้นฐานด้านทฤษฎีสื่อและเทคโนโลยีความจริงเสริม และ (4) พื้นฐานด้านบริบทการเรียนรู้และเนื้อหาวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ แสดงดังภาพที่ 2



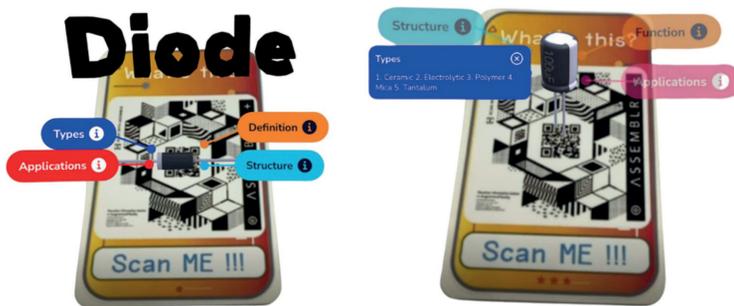
ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีการวัดเกมความจริงเสริมเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

2) การ์ดเกมความจริงเสริมเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ ประกอบไปด้วย 1) การ์ดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 5 ชนิด ได้แก่ ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำ ไดโอด และทรานซิสเตอร์ โดยในการ์ดจะแสดง สัญลักษณ์ของอุปกรณ์ ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ เช่น กระแส หรือแรงดัน เป็นต้น แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การ์ดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 5 ชนิด

3) การ์ดความจริงเสริมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 5 ชนิด ได้แก่ ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำ ไดโอด และ ทรานซิสเตอร์ โดยเมื่อผู้เล่นสแกน QR Code ที่อยู่บนการ์ดด้วยสมาร์ทโฟนจะปรากฏภาพ 3 มิติ ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามแต่ละการ์ดกำหนดและมีข้อมูลของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญ เช่น ชนิด หลักการทำงาน หรือ การนำไปใช้ แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ตัวอย่างการ์ดความจริงเสริมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สแกนด้วยสมาร์ทโฟน

จากภาพที่ 4 พบว่าเมื่อสแกนการ์ดความจริงเสริมด้วยสมาร์ทโฟนแล้วจะปรากฏข้อมูลของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายในการ์ดนั้น โดยมีภาพอุปกรณ์ 3 มิติ และข้อมูลที่สำคัญของอุปกรณ์ และเมื่อกดไปที่ Types จะปรากฏชนิดของตัวเก็บประจุ (Capacitor) เช่น Ceramic หรือ Electrolytic เป็นต้น

4) การ์ดอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ การ์ดข้าม การ์ดย้อนกลับ การ์ดจั่วเพิ่ม 2 ใบ การ์ดจั่วเพิ่ม 4 ใบ และการ์ดเปลี่ยนอุปกรณ์

ผลการตรวจสอบคุณภาพของการ์ดเกมความจริงเสริม พบว่า คุณภาพของการ์ดเกมความจริงเสริมอยู่ที่ระดับดี (\bar{X} =4.2, S.D.=0.42) ในด้านเนื้อหา อยู่ที่ระดับดี (\bar{X} =4.33, S.D.=0.51) ด้านสื่อ อยู่ที่ระดับดี (\bar{X} =4.25, S.D.=0.34) และด้านการออกแบบ อยู่ที่ระดับดี (\bar{X} =4.20, S.D.=0.42) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพการ์ดเกมความจริงเสริมเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ข้อ	รายการ	คะแนนประเมิน			\bar{X}	S.D.	แปลผล
		1	2	3			
ด้านเนื้อหา				4.33	0.51	ดี	
1	เนื้อหามีความถูกต้อง	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
2	เนื้อหาเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
3	ความยาก/ง่ายเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4	4	5	4.33	0.58	ดี
4	เนื้อหาปริมาณเหมาะสมกับการเรียนรู้	4	5	4	4.33	0.58	ดี
5	นำเสนอเนื้อหาเป็นลำดับ ง่ายต่อการเรียนรู้	4	3	4	3.67	0.58	ดี
ด้านสื่อ				4.25	0.34	ดี	
6	ขนาดตัวอักษรเหมาะสมกับผู้เล่น	4	4	4	4.00	0.00	ดี
7	ลักษณะของภาพเหมาะสมกับผู้เล่น	4	5	4	4.33	0.58	ดี
8	ภาพมีความชัดเจน สื่อความหมาย	4	4	5	4.33	0.58	ดี
9	ขนาดของการ์ดเกมมีความเหมาะสม	4	4	4	4.00	0.00	ดี
10	การใช้สี มีความเหมาะสม ดึงดูดความสนใจ	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
ด้านการออกแบบ				4.20	0.42	ดี	
11	การ์ดเกมมีการเล่นที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
12	ประเภทการ์ดเกมที่สอดคล้องกับผู้เล่น	5	4	4	4.33	0.58	ดี
13	ระยะเวลาการเล่นการ์ดเกมเหมาะสม	4	4	4	4.00	0.00	ดี
14	การสื่อสารของผู้เล่นเหมาะสม	4	3	3	3.33	0.58	ปานกลาง
15	วัสดุอุปกรณ์เกมมีความเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
16	การ์ดเกมมีธีมเกมที่น่าสนใจเหมาะสม	5	4	4	4.33	0.58	ดี
17	การ์ดเกมมีวิธีจับเกมที่ชัดเจน	4	4	4	4.00	0.00	ดี
18	การ์ดเกมใช้กลไกเหมาะสมกับผู้เล่น	4	5	5	4.67	0.58	ดี
19	การ์ดเกมที่มีกติกาที่ชัดเจน ทำความเข้าใจง่าย	5	4	4	4.33	0.58	ดี
20	คู่มือของการ์ดเกมมีข้อมูลไว้ครบถ้วน ชัดเจน	4	4	2	3.33	1.15	ปานกลาง
21	บรรจุภัณฑ์ของการ์ดเกมมีความเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
22	การ์ดเกมผลิตซ้ำได้ง่าย มีค่าใช้จ่ายไม่สูง	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
สรุปภาพรวม				4.26	0.42	ดี	

การประเมินคุณภาพแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการออกแบบ โดยด้านเนื้อหามีความถูกต้อง เหมาะสมกับระดับผู้เรียน มีปริมาณพอเหมาะ และนำเสนอเป็นลำดับขั้นที่เข้าใจง่าย ส่วนด้านสื่อ พบว่าตัวอักษร ภาพ และการใช้สีมีความเหมาะสมกับช่วงวัยและเนื้อหาการเรียนรู้ สามารถดึงดูดความสนใจได้ดี ด้านการออกแบบ การ์ดเกมมีกลไกและกติกาที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ เหมาะสมกับช่วงอายุของผู้เล่น มีระยะเวลาการเล่นที่พอเหมาะกับการจัดการเรียนรู้ ส่งเสริมทักษะการสื่อสาร มีวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับสถานที่เล่น และมีธีมเกมที่น่าสนใจเหมาะสมกับผู้เล่น

2. ผลการศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน

พบว่า ก่อนเรียน ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยสามารถแยกแยะอุปกรณ์ชนิดของ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ แต่ไม่สามารถระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างคุณสมบัติของอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์และไม่สามารถจัดหมวดหมู่ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ หลังเรียน พบว่า ผู้เรียนสามารถ คิดวิเคราะห์ได้ครอบคลุมมากขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) สามารถจำแนกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละชนิดได้ โดยผู้เรียนสามารถจำแนกประเภท ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำ ไดโอด และทรานซิสเตอร์ โดยพิจารณาจากสัญลักษณ์ และรูปลักษณ์ของอุปกรณ์ได้

2) สามารถระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างคุณสมบัติของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ โดยผู้เรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ของคุณสมบัติอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ตัวอย่างเช่น ไดโอด กับ ทรานซิสเตอร์มีความสัมพันธ์กันในด้านกระแส (I) โดยสามารถให้กระแสไหลผ่านได้ไม่เกินค่าที่กำหนดไว้ หรือตัวเก็บประจุกับไดโอดที่ความสัมพันธ์ด้านแรงดันไฟฟ้า (V) ที่สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ตามค่าที่ กำหนดไว้

3) สามารถจัดหมวดหมู่ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ โดยผู้เรียนสามารถจัดหมวดหมู่ของ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามประเภทของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนสามารถจัดหมวดหมู่ ได้ดังนี้ 1) อุปกรณ์ประเภท Passive ได้แก่ ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำ 2) อุปกรณ์ ประเภท Active ได้แก่ ไดโอด และทรานซิสเตอร์

3. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยการ์ดเกมความจริงเสริม

พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05 โดยก่อนเรียนผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ย 11.28 คะแนน (S.D.=2.99) และหลังเรียนมีคะแนน เฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 19.38 คะแนน (S.D.=3.92) จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความสามารถในการจำแนกประเภทของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างถูกต้อง อาทิ การจำแนกทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และ PNP นอกจากนี้ ผู้เรียนยังสามารถอธิบายหลักการทำงานของ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง เช่น การอธิบายว่าตัวต้านทานทำหน้าที่ในการจำกัดปริมาณ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังโดยใช้การวิเคราะห์ ด้วยสถิติทดสอบที พบว่า มีค่า P-value เท่ากับ 0.00 ซึ่งน้อยกว่านัยสำคัญที่กำหนดไว้คือ 0.05 ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า หลังเรียนด้วยการ์ดเกมความจริงเสริมเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ ผู้เรียนมีคะแนนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วย Paired t-test

ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	N	Paired Differences			95% CI for mean difference	t	P-value	
		Mean	StDev	SE Mean				
								Lower
ก่อนเรียน	29	11.28	2.99	0.55				
หลังเรียน	29	19.38	3.92	0.72	-9.97	-6.23	-8.86	0.00

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยการ์ดเกมความจริงเสริม

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการ์ดเกมความจริงเสริมเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ พบว่า โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.03$, $S.D.=0.81$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ปรากฏผลดังนี้ ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.99$, $S.D.=0.80$) ด้านสื่ออยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.03$, $S.D.=0.77$) และด้านการออกแบบอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.08$, $S.D.=0.85$) การวิเคราะห์เชิงคุณภาพแสดงว่า เนื้อหามีความเหมาะสมทั้งด้านระดับความยากและปริมาณ พร้อมรูปแบบการนำเสนอที่ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ ด้านสื่อพบว่าตัวอักษรและภาพประกอบมีความชัดเจน สื่อความหมาย ขนาดการ์ดเกมเหมาะสมต่อการใช้งาน และโทนสีดึงดูดความสนใจผู้เรียน ส่วนด้านการออกแบบ พบว่า การ์ดเกมมีศักยภาพในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ สอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียน มีระยะเวลาดำเนินกิจกรรมและวัสดุที่เหมาะสม รวมถึงมีธีมที่น่าสนใจและกติกาสอดคล้องกับพัฒนาการที่ชัดเจน

สรุปและอภิปรายผล

1) ผลการออกแบบและพัฒนาการ์ดเกมความจริงเสริม เริ่มต้นจากการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาสภาพบริบทเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี กรอบแนวคิดการออกแบบ และนำไปพัฒนาเป็นการ์ดเกมความจริงเสริม ผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า คุณภาพอยู่ในระดับดีทุกด้าน ทั้งนี้ อาจเกิดจากการออกแบบโดยใช้พื้นฐานหลักการทฤษฎี เช่น ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยเกม และกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Jaihow and Chumsukon (2024); Sornarkas (2021); Sirisak et al. (2024) ที่นำหลักการเรียนรู้ด้วยเกมและการ์ดเกมมาออกแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ผู้เรียนเกิดความสนใจและกระตุ้นการเรียนรู้ นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Angkapanomprai and Na-songkhla (2024) ที่นำสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (VR) ที่สามารถจำลองสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อนและยากต่อการเข้าถึงได้ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดเกี่ยวกับความพร้อมด้านเทคโนโลยีของผู้เรียน โดยเฉพาะอุปกรณ์สมาร์ตโฟน ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงออกแบบการ์ดเกมให้มีความยืดหยุ่นต่อการใช้งาน โดยสามารถใช้งานได้ทั้งในรูปแบบที่ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม และรูปแบบที่ไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีดังกล่าว

2) ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนหลังการเรียนรู้โดยใช้การ์ดเกมความจริงเสริม แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของทักษะการคิดวิเคราะห์ตามกรอบการวิจัยที่กำหนดไว้ใน 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความสามารถในการจำแนก 2) ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผล และ 3) ความสามารถในการจัดหมวดหมู่ ทั้งนี้ อาจเกิดการออกแบบกลไกการเล่นเกมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดวิเคราะห์เป็นพื้นฐาน กล่าวคือ ระหว่างการเล่น ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ทักษะการจำแนกชนิดและคุณลักษณะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละประเภทเพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกวางการ์ดที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับการ์ดที่ถูกวางไว้ก่อนหน้า อีกทั้งยังต้องอาศัยความสามารถในการระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างค่าพารามิเตอร์และคุณสมบัติต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละชนิด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hamklang and Chaijaroen (2017); Singchaiyaphum and Chaijaroen (2016); Burisuwan and Uamcharoe (2017) ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ที่ประกอบด้วย 1) การจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่อง

หนึ่ง 2) การระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผล เพื่อหาคำตอบของสิ่งที่เกิดขึ้น 3) การจัดหมวดหมู่เป็นการแยกแยะความแตกต่างระหว่างสิ่งหนึ่งกับสิ่งอื่นท่ามกลางสิ่งต่าง ๆ ที่ดูคล้ายกัน

3) ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า หลังเรียนผู้เรียนมีคะแนนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 ทั้งนี้ อาจเกิดจากการนำเนื้อหาเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาออกแบบเป็นเกมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเกิดการเรียนรู้ในขณะที่เล่นเกม สามารถจดจำและเข้าใจสัญลักษณ์และหลักการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Angkapanomprai and Na-songkhla (2024); Jaihow and Chumsukon (2024) ที่พบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เมื่อเรียนรู้ด้วยการ์ดเกมที่ออกแบบโดยใช้เนื้อหารายวิชาที่ต้องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์

4) ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการ์ดเกมความจริงเสริม พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในทุกด้าน ทั้งนี้ อาจเกิดจากการใช้พื้นฐานของเกมการเรียนรู้ที่สร้างความสนุกสนานและความท้าทายให้กับผู้เรียน โดยเฉพาะการแข่งขันเพื่อเอาชนะผู้เล่นคนอื่น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sornarkas (2021); Kreetep and Chumsukon (2024) ที่พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการ์ดเกมในระดับสูง เนื่องจากมีระบบรางวัลตอบแทนเมื่อปฏิบัติตามกติกา ซึ่งเป็นกลไกสำคัญต่อการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ นอกจากนี้ ยังพบว่าผู้เรียนมีแรงจูงใจในการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมสะท้อนให้เห็นว่าการเรียนรู้ผ่านเกมสามารถกระตุ้นความสนใจและส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1. ผู้เรียนควรมีพื้นฐานด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ก่อนการเรียนรู้ด้วยการ์ดเกมความจริงเสริม
2. การ์ดเกมความจริงเสริมสามารถเล่นได้ 2 รูปแบบ คือ แบบดั้งเดิม และ แบบใช้เทคโนโลยี AR ตามความพร้อมด้านเทคโนโลยีของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมกลุ่มประชากรที่หลากหลายมากขึ้น ทั้งในระดับโรงเรียนหรือระดับมหาวิทยาลัย
2. ควรดำเนินการติดตามผลลัพธ์ในระยะยาว เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ รวมถึงการคงอยู่ของทักษะดังกล่าวภายหลังสิ้นสุดกระบวนการทดลอง

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ปีงบประมาณ 2567

เอกสารอ้างอิง

Angkapanomprai, J., & Na-songkhla, J. (2024). A virtual reality (VR) card game using discovery learning to enhance environmental literacy. *ECT Education and Communication Technology Journal*, 19(27), 125–141. <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/ectstow/article/view/274491> [in Thai]

- Avila-Garzon, C., Bacca-Acosta, J., Kinshuk., Duarte, J., & Betancourt, J. (2021). Augmented reality in education: an overview of twenty-five years of research. *Contemporary Educational Technology*, 13(3), ep302. <https://doi.org/10.30935/cedtech/10865>
- Billinghurst, M., & Kato, H. (2002). Collaborative augmented reality. *Communications of the ACM*, 45(7), 64–70. <https://doi.org/10.1145/514236.514265>
- Burisuwan, C., & Uamcharoe, S. (2017). The development of visual literacy listening and reading instructional model to enhance critical and reasoning thinking of secondary student. *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and arts)*, 10(2), 318-335. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/view/96942> [in Thai]
- Butdangnoi, N., & Suramane, S. (2018). The development of the game for learning on the communications medium data for Mathayomsuksa 2. *Journal of Applied Information Technology*, 3(1), 29–35. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/project-journal/article/view/152854> [in Thai]
- Chaijaroen, S. (2014). *Instructional design: principles and theories to practices*. Klang Nana Wittaya. [in Thai]
- Chutipascharoen, A., & Krootjohn, S. (2021). A development of an interactive learning model by using 3D hologram and educational board game for improving critical thinking skills of vocational certificate students. *Journal of teacher professional development*, 2(2), 71-83. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/withayajarnjournal/article/view/242559> [in Thai]
- Hamklang, P., & Chaijaroen, S. (2017). Synthesis of designing framework of web-based learning environment to enhance learner’s analytical thinking of students on the structure of our earth for grade VIII student. *Humanity and Social Science Journal, Ubon Ratchathani University*, 8(2), 1-18. https://so02.tci-thaijo.org/index.php/human_ubu/article/view/214672 [in Thai]
- Jaihow, N., & Chumsukon, M. (2024). The development of critical thinking skill and achievement using the GPAS 5 steps with strategy card game in social studies course of grade 12 students at Sisaketwitthayalai 2 Huaykla (Promdirek-Anusorn) School. *Journal of Association of Professional Development of Educational Administration of Thailand*, 6(1), 276-291. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JAPDEAT/article/view/270147> [in Thai]
- Koutitas, G., Smith, S., & Lawrence, G. (2021). Performance evaluation of AR/VR training technologies for EMS first responders. *Virtual Reality*, 25, 83–94. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00436-8>
- Kreetep, D., & Chumsukon, M. (2024). The study of analytical thinking skills and collaboration teamwork competency using MACRO model with card games on the subject ng 32101 occupation for grade 11 students at Nongruawittaya School. *Rajabhat Maha Sarakham University Journal*, 18(2), 190-200. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/rmuj/article/view/275077> [in Thai]
- Muangkaew, K. (2017). Educational game development in computer course on computer project for students in Matthayomsuksa 6 Yang Talat Wittayakhan School. *Journal of Educational Technology and Communications*, 2(4), 108-119. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/etcedumsujournal/article/view/242352> [in Thai]
- Phiwma, N. (2021). Learning Management using Game-Based Learning by Integrating Computer Game Technology. *Journal of Humanities and Social Sciences, Rajapruk University*, 7(Special), 1–15. <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/rpu/article/view/257367> [in Thai]
- Piaget, J. (1977). *The development of thought: Equilibration of cognitive structures*. The Viking Press.
- Pookeaw, P., & Chaijaroen, S. (2020). Analitical thinking of the student learning with constructivist web-based learning environment on computer software for grade 8 students. *Academic Services Journal, Prince of Songkla University*, 31(1), 52-60. <https://journal.oas.psu.ac.th/index.php/asj/article/view/1513> [in Thai]

- Richey, R., & Klein, J. (2007). *Design and development research: Methods, strategies and issues*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Sae-chia, T., Chaowicharat, E., & Wichaidit, S. (2018). Using strategy-based board games to develop the critical thinking skills of 9th grade students in large-sized schools of the Basic Education Commission of Pathum Thani. In A. Sooksomchitra (Ed.), *The 9th National & International Conference of Suan Sunandha Rajabhat University* (720-731). <http://journal-grad.ssru.ac.th/index.php/8thconference/article/view/1283> [in Thai]
- Singchaiyaphum, T., & Chaijaroen, S. (2016). Design and development of constructivist network learning environment to enhance analytical thinking on the topic of “Substance Around” for grade 6 students. *Journal of Education Khon Kaen University (Graduate Studies Research)*, 10(4), 69–75. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDGKKUJ/article/view/88079> [in Thai]
- Sirisak, K., Piromsombat, C., & Traiwichitkhun, D. (2024). Development of a card game for enhancing student teachers’ digital financial literacy: application of UX research. *Journal of Education and Innovative Learning*, 4(2), 193–208. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/jeil/article/view/269057> [in Thai]
- Sornarkas, A. (2021). Effects of game-based learning on learning achievement in primary medical care among nurse students, Boromarajonani Collage of Nursing, Nonthaburi Province. *Nursing Journal of The Ministry of Public Health*, 31(2), 116–127. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/tnaph/article/view/252582> [in Thai]
- Supraaumpunwong, M. (2018). Board game design to promote wildlife conservation [Bachelor's thesis, Siam University]. e-Research Siam University. <https://e-research.siam.edu/kb/board-game-design-to-promote-wildlife-conservation> [in Thai]
- Thepphuthorn, T., Pattanasith, S., & Srifa, P. (2022). The development of augmented reality technology educational boardgame for game base learning to promote learning achievement of prathomsuksa 3 students. *Journal of Educational Measurement Educational and Psychological Test Bureau*, 39(105). 64-75. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/JEMEPTB/article/view/257488> [in Thai]
- World Economic Forum. (2020). *The future of jobs report 2020*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf