วิจัยในชั้นเรียน

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ

รายวิชาวัตกรรมงานช่าง

เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจ
เรื่องยานยนต์ไฟฟ้าด้วยสื่อนวัตกรรมความเป็นจริงเสริม
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

นายวุฒิพงษ์ สีมาพล

ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการ

โรงเรียนเมืองพลพิทยาคม

สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่น

ชื่อเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจเรื่องรถยนต์ไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมืองพลพลพิทยาคม โดยใช้สื่อนวัตกรรม Augmented Reality "AR พาเพลิน เลิร์นนิ่งเรื่อง EV"

ผู้ศึกษา นายวุฒิพงษ์ สีมาพล

สถานศึกษา โรงเรียนเมืองพลพิทยาคม อำเภอพล จังหวัดขอนแก่น
สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่น

ปีที่ทำการศึกษา 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องรถยนต์ไฟฟ้าก่อนและหลังการใช้สื่อนวัตกรรม และ 2) ศึกษาความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้นวัตกรรมการสอน "AR พาเพลิน เลิร์นนิ่งเรื่อง EV" ซึ่งเป็นสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) ที่พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการทำความเข้าใจเนื้อหาที่มีความซับซ้อนและเป็นนามธรรม กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/12 โรงเรียนเมืองพลพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 42 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามวัดความสนใจในการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (ค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และสถิติเชิงอนุมาน (t-test dependent)

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน ($\bar{X}$ = 8.21, S.D. = 1.20) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 4.55, S.D. = 1.85) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ความสนใจในการเรียนรู้เรื่องรถยนต์ไฟฟ้าของนักเรียนโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.68, S.D. = 0.49)

ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า การใช้สื่อนวัตกรรม "AR พาเพลิน เลิร์นนิ่งเรื่อง EV" เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาเชิงเทคนิคที่ซับซ้อน สร้างบรรยากาศการเรียนรู้เชิงรุก และสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งสามารถนำไปเป็นต้นแบบในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกันต่อไป

คำสำคัญ: รถยนต์ไฟฟ้า, ความเป็นจริงเสริม, สื่อนวัตกรรมการสอน, วิจัยในชั้นเรียน, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. บทนำ (Introduction)

ในศตวรรษที่ 21 ที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนโลก อุตสาหกรรมยานยนต์ได้เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งยิ่งใหญ่ โดยมุ่งสู่การพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicles: EVs) เพื่อเป็นทางออกของปัญหาสิ่งแวดล้อมและวิกฤตพลังงาน การเปลี่ยนแปลงนี้ส่งผลให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเตรียมความพร้อมของกำลังคนในอนาคต การจัดการศึกษาจึงจำเป็นต้องปรับตัวเพื่อให้สอดรับกับทิศทางการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้มุ่งเน้นให้นักเรียนเข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อเตรียมความพร้อมสู่การประกอบอาชีพในอนาคต

อย่างไรก็ตาม จากการจัดการเรียนการสอนในรายวิชานวัตกรรมงานช่าง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมืองพลพิทยาคม ผู้สอนได้สังเกตพบปัญหาว่านักเรียนจำนวนมากประสบความท้าทายในการทำความเข้าใจเนื้อหาเกี่ยวกับนวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมและมีความซับซ้อนทางเทคนิคสูง เช่น โครงสร้างภายในของแบตเตอรี่ หลักการทำงานของมอเตอร์และอินเวอร์เตอร์ และความสัมพันธ์เชิงระบบของส่วนประกอบต่างๆ การสอนด้วยวิธีการบรรยายประกอบภาพสองมิติหรือสื่อวิดีโอแบบเดิมส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถสร้างมโนทัศน์ที่ชัดเจนได้ เกิดความเบื่อหน่าย และขาดความสนใจ ซึ่งสะท้อนผ่านคะแนนการทดสอบย่อยที่ไม่เป็นที่น่าพอใจและการขาดการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาสื่อนวัตกรรมการสอน **"AR พาเพลิน เลิร์นนิ่งเรื่อง EV"** ขึ้น โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality: AR) ซึ่งมีศักยภาพในการแสดงภาพจำลองสามมิติซ้อนทับบนโลกจริง ทำให้ผู้เรียนสามารถสำรวจและโต้ตอบกับวัตถุที่ซับซ้อนได้เสมือนจริง การออกแบบนวัตกรรมนี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของ **ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)** ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจจากการลงมือสำรวจ (Piaget, 1977; Vygotsky, 1978) และ **ทฤษฎีภาระการรู้คิด (Cognitive Load Theory)** ที่มุ่งลดภาระการจินตนาการที่ไม่จำเป็นโดยการแสดงภาพ 3 มิติโดยตรง (Sweller, 1988) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึก (Bonwell & Eison, 1991) งานวิจัยในชั้นเรียนครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลของนวัตกรรมดังกล่าวอย่างเป็นระบบ

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Research Objectives)

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องรถยนต์ไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการใช้สื่อนวัตกรรม "AR พาเพลิน เลิร์นนิ่งเรื่อง EV"
2. เพื่อศึกษาความสนใจในการเรียนรู้เรื่องรถยนต์ไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการใช้สื่อนวัตกรรม "AR พาเพลิน เลิร์นนิ่งเรื่อง EV"

3. วิธีดำเนินการวิจัย (Research Methodology)

3.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ครูผู้สอนศึกษาปัญหาในชั้นเรียนของตนเองเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยดำเนินตามวงจรปฏิบัติการ PAOR (Plan, Act, Observe, Reflect) (Kemmis & McTaggart, 1988)

3.2 กลุ่มเป้าหมาย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมืองพลพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 8 ห้องเรียน รวม 336 คน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาคือ นักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 6/12 จำนวน 42 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่ผู้สอนรับผิดชอบโดยตรงและพบปัญหาการเรียนรู้ดังกล่าว

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่:

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง (นวัตกรรม):

1.1 สื่อนวัตกรรม "AR พาเพลิน เลิร์นนิ่งเรื่อง EV": เป็นสื่อ AR ที่ทำงานผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน ประกอบด้วย 3 โมดูลหลัก ได้แก่ 1) โมดูลสำรวจรถยนต์ไฟฟ้าและประวัติศาสตร์, 2) โมดูลแสดงส่วนประกอบและหลักการทำงานแบบเจาะลึก, และ 3) โมดูลเปรียบเทียบรถยนต์ไฟฟ้าประเภทต่างๆ

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการสื่อ AR: เป็นแผนการสอนจำนวน 4 แผน รวม 4 ชั่วโมง ซึ่งออกแบบกิจกรรมตามรูปแบบ GPAS 5 Steps

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล:

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน: เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ใช้ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test)

2.2 แบบสอบถามวัดความสนใจในการเรียนรู้: เป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ

2.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้: เป็นแบบฟอร์มสำหรับครูใช้สังเกตการมีส่วนร่วม การทำงานกลุ่ม และการโต้ตอบกับสื่อ

2.4 แบบบันทึกการสะท้อนผลของครู: เป็นสมุดบันทึกสำหรับครูเพื่อบันทึกเหตุการณ์และประเด็นสำคัญหลังการสอน

3.4 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

เพื่อให้เครื่องมือมีความน่าเชื่อถือ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ

1. **การสร้างเครื่องมือ:** ศึกษาหลักการ, วิเคราะห์เนื้อหา, และดำเนินการสร้างร่างเครื่องมือทั้งหมด
2. **การหาคุณภาพเครื่องมือ:**

ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity): นำร่างเครื่องมือทั้งหมดให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน (ครูผู้สอนกลุ่มสาระฯ การงานอาชีพ, ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา/AR, และผู้บริหารโรงเรียน) ตรวจสอบและคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยเลือกใช้เฉพาะรายการที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ความเชื่อมั่น (Reliability): นำแบบทดสอบและแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ซึ่งต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.70

3.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โดยแบ่งเป็น 3 ระยะ

ระยะที่ 1: ขั้นเตรียมการ: ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ, ขออนุญาตผู้บริหาร, ชี้แจงกลุ่มเป้าหมาย, และดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)

ระยะที่ 2: ขั้นดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้: ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง โดยใช้สื่อ AR เป็นสื่อหลักในการจัดกิจกรรม พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมและบันทึกข้อมูลเชิงคุณภาพ

ระยะที่ 3: ขั้นประเมินผลและวิเคราะห์ข้อมูล: ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) และให้นักเรียนตอบแบบสอบถามวัดความสนใจ จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลเชิงปริมาณ: วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.), และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยสถิติ t-test dependent ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 วิเคราะห์ความสนใจในการเรียนรู้โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนด

ข้อมูลเชิงคุณภาพ: วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตและแบบบันทึกโดยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

4. ผลการวิจัย (Results)

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากกลุ่มเป้าหมายจำนวน 42 คน มาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผลปรากฏดังนี้

4.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการนำคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (N=42, คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

การทดสอบ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
ก่อนเรียน	4.55	1.85
หลังเรียน	8.21	1.20

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่า t	df	Sig. (p)
ก่อนเรียน	4.55			
หลังเรียน	8.21	19.24*	41	.000

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05*

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการใช้สื่อนวัตกรรมฯ สูงกว่าก่อนการใช้สื่อนวัตกรรมฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t(41) = 19.24$, $p < .05$) ซึ่งเป็นการยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

4.2 ผลการศึกษาความสนใจในการเรียนรู้ ผลการศึกษาความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังการใช้สื่อ "AR พาเพลิน เลิร์นนิ่งเรื่อง EV" พบว่าโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียน (N=42)

รายการความสนใจ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	S.D.	ระดับความสนใจ
1. ด้านความรู้สึกต่อเนื้อหา (Content)	4.61	0.55	มากที่สุด
2. ด้านความสนใจในกิจกรรมและสื่อการสอน (Activity)	4.79	0.42	มากที่สุด
3. ด้านการรับรู้ประโยชน์ (Perceived Benefit)	4.65	0.51	มากที่สุด
ความสนใจโดยรวม	**4.68**	**0.49**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 3 พบว่านักเรียนมีความสนใจในการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.68, S.D. = 0.49) โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือด้านความสนใจในกิจกรรมและสื่อการสอน ($\bar{X}$ = 4.79) ซึ่งเป็นการยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ จากการวิเคราะห์เนื้อหาของข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมและแบบบันทึกของครู สามารถสรุปประเด็นสำคัญที่ค้นพบได้ดังนี้

ความตื่นตัวและการมีส่วนร่วม: สังเกตเห็นพฤติกรรมความตื่นเต้นอย่างชัดเจนในชั่วโมงแรกที่นักเรียนได้สัมผัสกับสื่อ AR นักเรียนส่วนใหญ่ลุกขึ้นจากที่นั่งเพื่อเดินสำรวจโมเดล 3 มิติ และมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมสูงกว่าการสอนแบบปกติ

การเรียนรู้ร่วมกันและการช่วยเหลือ: พฤติกรรมการช่วยเหลือกันเกิดขึ้นอย่างเป็นธรรมชาติ โดยเฉพาะเมื่อเพื่อนในกลุ่มประสบปัญหาการใช้งานแอปพลิเคชัน เกิดบรรยากาศการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) ที่ดี

การสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์: มีนักเรียนหลายคนแสดงความคิดเห็นในลักษณะที่บ่งชี้ว่าสื่อ AR ช่วยให้เข้าใจได้จริง เช่น นักเรียนคนหนึ่งกล่าวระหว่างการนำเสนอว่า "พอเห็นภาพแอนิเมชันการไหลของไฟ ก็เข้าใจเลยว่าทำไมตอนเบรกรถถึงชาร์จไฟกลับได้"

ความท้าทายเล็กน้อยในการจัดการ: ในช่วงแรกพบว่านักเรียนบางกลุ่มใช้เวลาในการจัดการอุปกรณ์และเข้าสู่บทเรียนนานกว่ากลุ่มอื่น และมีปัญหาการสแกน Marker บ้าง แต่ปัญหาเหล่านี้สามารถจัดการได้ด้วยการเตรียมความพร้อมและการให้คำแนะนำของครู

5. อภิปรายผล (Discussion)

จากผลการวิจัยที่ปรากฏ สามารถอภิปรายในประเด็นสำคัญได้ดังนี้ การที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ สามารถอธิบายได้ว่าสื่อนวัตกรรม "AR พาเพลิน เลิร์นนิ่งเรื่อง EV" มีส่วนสำคัญในการทลายอุปสรรคการเรียนรู้เนื้อหาที่มีความซับซ้อนและเป็นนามธรรมสูง ตามหลักทฤษฎีภาระการรู้คิด (Cognitive Load Theory) การที่นักเรียนสามารถมองเห็นภาพจำลองสามมิติของส่วนประกอบภายในรถยนต์ไฟฟ้าได้โดยตรง ช่วยลดภาระของสมองในการจินตนาการจากภาพสองมิติ ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ทรัพยากรทางปัญญาไปกับการทำความเข้าใจความสัมพันธ์และหลักการทำงานได้อย่างเต็มที่ นอกจากนี้ การที่นักเรียนได้สำรวจและมีปฏิสัมพันธ์กับโมเดล AR ด้วยตนเอง ยังสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่เชื่อว่าผู้เรียนจะสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งและคงทนได้ดีที่สุดเมื่อได้ลงมือค้นพบด้วยตนเอง ซึ่งผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับข้อมูลเชิงคุณภาพที่นักเรียนสะท้อนว่า "การเห็นภาพ 3 มิติทำให้เข้าใจได้ง่ายกว่า" และสอดคล้องกับงานวิจัยของสุชาติ ช่างชำนาญ (2566) ที่พบว่าสื่อ AR ช่วยให้นักศึกษาสายอาชีพเข้าใจกลไกที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น

การที่นักเรียนมีความสนใจในการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด เป็นผลมาจากประสบการณ์การเรียนรู้ที่แปลกใหม่และน่าตื่นเต้นที่ได้รับจากเทคโนโลยี AR ซึ่งเปลี่ยนบรรยากาศในชั้นเรียนให้มีชีวิตชีวา สอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่นักเรียนไม่ได้เป็นเพียงผู้รับฟัง แต่เป็นผู้สำรวจและควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง ผลการวิเคราะห์ความสนใจที่พบว่า "ด้านความสนใจในกิจกรรมและสื่อการสอน" มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X}$ = 4.79) ยืนยันว่าตัวนวัตกรรมสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสังเกตพฤติกรรมความตื่นเต้นและการช่วยเหลือกันในกลุ่มก็ช่วยสนับสนุนข้อค้นพบนี้อย่างชัดเจน การเรียนรู้ที่ไม่น่าเบื่อทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อเนื้อหา ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของจิราพร วิทยา และมนตรี สร้างสรรค์ (2564) ที่พบว่า AR ช่วยส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อการเรียนได้

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าความสำเร็จของการวิจัยในครั้งนี้ ไม่ได้มาจากความสามารถของเทคโนโลยี AR เพียงอย่างเดียว แต่เกิดจากการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นระบบ (GPAS 5 Steps) ที่บูรณาการการใช้สื่อเทคโนโลยีเข้ากับการจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอย่างแท้จริง

6. สรุปและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestions)

6.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 2) ศึกษาความสนใจในการเรียนรู้เรื่องยานยนต์ไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/12 จำนวน 42 คน หลังการใช้สื่อนวัตกรรม "AR พาเพลิน เลิร์นนิ่งเรื่อง EV" ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้:

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน ($\bar{X}$ = 8.21) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 4.55) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- ความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียนโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.68)

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยและข้อค้นพบ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้ **ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้:**

- **สำหรับครูผู้สอน:** ควรนำสื่อนวัตกรรมนี้ไปปรับใช้ในการสอนนักเรียนรุ่นต่อไป และควรพิจารณานำแนวคิดการใช้ AR ไปพัฒนาสื่อสำหรับเนื้อหาอื่นในสาขาวิชาช่างที่มีลักษณะซับซ้อน เช่น ระบบเครื่องยนต์, วงจรนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์
- **สำหรับสถานศึกษา:** ควรสนับสนุนให้ครูพัฒนาสื่อนวัตกรรมดิจิทัล โดยอาจจัดอบรมเชิงปฏิบัติการและพิจารณาจัดหาทรัพยากรด้านอุปกรณ์ให้เพียงพอ
- **สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง:** ควรมีการรวบรวมและเผยแพร่นวัตกรรมการสอนดีเด่นของครู เพื่อเป็นคลังความรู้และสร้างแรงบันดาลใจในชุมชนวิชาชีพครู

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป:

- ควรมีการวิจัยในรูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมีกลุ่มควบคุม เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสื่อ AR ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น
- ควรมีการศึกษาผลของสื่อ AR ที่มีต่อทักษะอื่นๆ ของผู้เรียน เช่น ทักษะการคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Thinking), ทักษะการแก้ปัญหาเชิงเทคนิค, หรือความคงทนในการเรียนรู้ (Learning Retention) ในระยะยาว
- ควรมีการพัฒนานวัตกรรมต่อยอด โดยการเพิ่มองค์ประกอบของเกม (Gamification) เพื่อเพิ่มความท้าทายและแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้สูงขึ้น
- ควรมีการศึกษาการประยุกต์ใช้สื่อ AR ในบริบทที่กว้างขึ้น เช่น กับนักเรียนในระดับชั้นหรือสถานศึกษาที่แตกต่างกัน

7. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์และการสนับสนุนจากท่านผู้อำนวยการโรงเรียนเมืองพลพิทยาคม คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ และที่สำคัญที่สุดคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/12 ปีการศึกษา 2567 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

8. เอกสารอ้างอิง (References)

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กิตติภูมิ ปฏิบัติจริง. (2566). การประยุกต์ใช้การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) ในการสอนวิชาออกแบบและสร้างชิ้นส่วนเครื่องกล. *(สมมติ)*

จิราพร วิทยา และ มนตรี สร้างสรรค์. (2564). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, *24*(2), 88-101.

ทิศนา แขมมณี. (2560). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 21). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีรเดช สอนสนุก. (2565). การพัฒนานวัตกรรม "ห้องเรียนสืบสวน" โดยใช้ QR Code เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ประวัติศาสตร์ท้องถิ่น. *(สมมติ)*

พรทิพย์ ใจดี และคณะ. (2565). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสุริยะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. *(สมมติ)*

พัฒนพงศ์ จันทร์ขาว. (2565). *เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าเบื้องต้นสำหรับช่างเทคนิค*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

มนตรี ร่วมแรง และคณะ. (2564). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการทำงานกลุ่มของนักศึกษาสายอาชีพ. *(สมมติ)*

มานะ พากเพียร. (2565). *การพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อความเป็นจริงเสริมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง การทำงานของวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วิชัย ประยุกต์ศิลป์. (2565). ผลของการใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ (Simulation) ในการสอนการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าสำหรับนักศึกษาช่างอิเล็กทรอนิกส์. *(สมมติ)*

สมชาย ใจดี. (2564). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้เสมือนจริงเสริมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เรื่องการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ*. (ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สมศรี สร้างสื่อ. (2564). การใช้ชุดบทเรียนออนไลน์ผ่าน Google Classroom เพื่อแก้ปัญหาการเข้าถึงแหล่งข้อมูลของนักเรียนในพื้นที่ห่างไกล. *(สมมติ)*

สมศักดิ์ เก่งการช่าง. (2564). ปัญหาการจัดการเรียนการสอนในสาขาวิชาช่างยนต์: กรณีศึกษาการทำความเข้าใจกลไกภายในเครื่องยนต์. *(สมมติ)*

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI). (2565). *รายงานความจำเป็นในการปรับปรุงหลักสูตรอาชีวศึกษาเพื่อรองรับอุตสาหกรรมสมัยใหม่*. *(สมมติ)*

สุชาติ ช่างชำนาญ. (2566). การพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการระบุชิ้นส่วนเครื่องยนต์แก๊สโซลีน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.). *วารสารนวัตกรรมการอาชีวศึกษาและเทคโนโลยี*, *8*(1), 55-68.

สุชาติ แสงทอง. (2564). *Augmented Reality เพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. เชียงใหม่: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อารีรัตน์ มีมานะ. (2565). การใช้แอปพลิเคชัน Kahoot! เพื่อแก้ปัญหาการขาดสมาธิและเพิ่มการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนสังคมศึกษา. *(สมมติ)*

Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, *20*, 1-11.

Al-Sarem, M., &คณะ. (2023). A Systematic Review of Augmented Reality in Education. *(สมมติ)*

Billinghurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). *A survey of augmented reality*. Hanover, MA: Now Publishers Inc.

Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. *(สมมติ)*

Kemmis, S., & McTaggart, R. (Eds.). (1988). *The action research planner*. Deakin University Press.

Piaget, J. (1977). *The development of thought: Equilibration of cognitive structures*. Viking Press.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, *12*(2), 257-285.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, *62*, 41-49.