

การจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 แบบ TPACK MODEL โดยการใช้การสอนแบบ
เสมือนจริง ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

กรณีศึกษาโรงเรียนอนุบาลกำแพงแสน

The Teaching and Learning in the 21st Century of TPACK MODEL using
Augmented Reality in Science Subjects. for Grade 6

Case Study Anubankampangsean

จันทมนิ สระทองหน^{1*} และ จรินทร์ อุ่มไกร²

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี¹ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม²

nongnoonzy@gmail.com^{*}, aor030@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อเสริมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง (Augmented Reality) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) หาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อเสริมการเรียนรู้เสมือนจริง ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อเสริมการเรียนรู้เสมือนจริง ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้อุปกรณ์เสริมการเรียนรู้เสมือนจริง

ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้อุปกรณ์เสริมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ หน้าแรก บทเรียน และผู้จัดทำ 2) ประสิทธิภาพของการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL ด้วยเทคนิคความเป็นจริงเสมือนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเท่ากับ 87.33/86.66 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้อุปกรณ์เสริมการเรียนรู้ โลกเสมือนผสมโลกจริง สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแบบการแสดงผลภาพเสมือนจริง โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: วิทยาศาสตร์ , เทคโนโลยีโลกเสมือน , กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้

ABSTRACT

This research study has the following objectives: 1) to develop science lessons using interactive learning, virtual reality (Augmented Reality) in science subjects. For students in grade 6, 2) to determine the effectiveness of the development of science using interactive learning, virtual reality efficiency of 80/80 in science subjects. For Grade 6, 3) to compare results before and after school science lessons using interactive learning, virtual reality in science subjects. For students in Grade 6 and 4) to study the preference for the use of interactive virtual reality

The results showed that Educational science 1) Science lessons using interactive learning using virtual reality have three parts, main page lessons and provider. 2) The effective of the development learning techniques with TPACK MODEL virtual reality in science subjects. For students in grade 6 is equal to 87.33 / 86.66. 3) the achievement of students after school with a science lesson using e-learning, virtual worlds, world, mixed reality (Augmented Reality) is higher than

the first significant study of statistics .05 level. 4) The satisfaction of the students with a science lesson using e-learning using virtual worlds overall at the highest level.

Keyword: Science: management , TPACK learning MODEL

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนนักเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นั้น พบว่าการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ นั้นประสบปัญหาหลายประการพอสรุปได้ดังนี้ 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ 2) นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย 3) ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนนั้นจำกัดเวลาในการเรียนการสอนน้อย ทำให้นักเรียนเรียนภาคปฏิบัติไม่เพียงพอ 4) เนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ยาก อธิบายโดยการไม่เห็นจริงก็ไม่เข้าใจ และมีมากทำให้ไม่น่าสนใจ (กฤษณี เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ, 2552)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คิดพัฒนาสื่อเสริมการเรียนรู้โลกเสมือนผสมโลกจริง (Augmented Reality) ที่สามารถนำเสนอได้ทั้งภาพและเสียง ตลอดจนภาพเคลื่อนไหว ทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจและทำให้อยากเรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งถ้ามีเนื้อหาทฤษฎีที่น่าเบื่อหน่ายก็จะได้เข้าใจได้ง่ายมากขึ้นและเอื้อประโยชน์ต่อผู้เรียน เพื่อที่จะศึกษาความรู้ได้ตามความต้องการ และมีทัศนคติที่ดีต่อครูผู้สอนได้ดียิ่งขึ้นด้วย ก่อให้เกิดความรวดเร็วในการเรียนการสอนและเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนอยากเรียนมากขึ้น และได้ผลสัมฤทธิ์ที่มากขึ้น

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อเสริมการเรียนรู้โลกเสมือนผสมโลกจริง (Augmented Reality)
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อเสริมการเรียนรู้โลกเสมือนผสมโลกจริง (Augmented Reality) ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อเสริมการเรียนรู้โลกเสมือนผสมโลกจริง (Augmented Reality) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้อุปกรณ์เสริมการเรียนรู้โลกเสมือนผสมโลกจริง (Augmented Reality)

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL

การจัดการเรียนการสอนของครูในยุคนี้สมัยนี้ ได้กล่าวถึงแนวคิดที่มีความจำเป็นสำหรับผู้สอนในศตวรรษที่ 21 ที่ควรมี และต้องมีความเข้าใจกล่าวถึงก็คือ TPACK Model ที่มีองค์ประกอบหลัก ๆ อยู่ 3 ส่วนที่ผู้สอนควรรู้และเข้าใจก่อนที่จะออกแบบการเรียนการสอนในชั้นเรียน

2.1.1. ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge) หรือ TK หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้สอนที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้สื่ออุปกรณ์ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา ทั้งในเรื่องของซอฟต์แวร์ (Software) และ ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ต่าง ๆ รวมไปถึงอุปกรณ์ต่อพ่วงที่เกี่ยวข้อง (Associated peripherals) เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนที่มีความสอดคล้องและมีความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาและผู้เรียน เช่น ผู้สอนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีจากเว็บ 2.0 (Web 2.0 tools) ต่าง ๆ เช่น Wiki, Facebook เป็นต้น

2.1.2. ความรู้ด้านวิธีการสอน (Pedagogical Knowledge) หรือ PK หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้สอนที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางการเรียนการสอนให้กับผู้เรียน หรือที่เกี่ยวกับวิธีการถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียน รวมไปถึงกลยุทธ์ หรือกระบวนการ, การปฏิบัติ หรือวิธีการสอนทั้งในและนอกชั้นเรียน ในส่วนนี้ไม่รวมถึงทฤษฎีการศึกษา

(Educational theories) และวิธีการประเมิน (Assessment methods) เช่น การเรียนการสอนโดยใช้วิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem – based Learning: PBL การเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นหลัก (Brain – Based Learning), วิธีสอนแบบโครงการ (Project Method) การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Method) และวิธีสอนแบบศึกษาด้วยตนเอง (SelfStudyMethod) เป็นต้น

2.1.3. ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) หรือ CK หมายถึง สาร, ข้อมูล, แนวคิด, หลักการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาการในหลักสูตรที่ต้องการที่จะถ่ายทอดไปยังผู้เรียน เช่น คณิตศาสตร์, ภาษาไทย, วิทยาศาสตร์ หรือวิชาอื่น ๆ (อนุสร หงษ์ขุนทด, 2558)

2.2 เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality)

เทคโนโลยีสามมิติเสมือนจริง (Augmented Reality Technology: AR) เทคโนโลยีเสมือนจริง หรือเรียกสั้น ๆ ว่า “เทคโนโลยี AR” (Augmented Reality) เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานโลก ในความเป็นจริง และโลกเสมือนที่สร้างขึ้นมาผสานเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ ซึ่งถือว่าการสร้างข้อมูลอีกข้อมูลหนึ่งที่เป็นส่วนประกอบบนโลกเสมือน (virtual world) เช่น ภาพกราฟิก วิดีโอ รูปทรงสามมิติ และข้อความ ตัวอักษร ให้ผนวกซ้อนทับกับภาพในโลกจริงที่ปรากฏบนกล้อง

เทคโนโลยี AR แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบที่ใช้ภาพสัญลักษณ์และแบบที่ใช้ระบบพิกัดในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสร้างข้อมูลบนโลกเสมือนจริง ซึ่งในทางเทคนิคแล้วภาพสัญลักษณ์ที่ใช้ จะนิยมเรียกว่า “Marker” หรืออาจจะเรียกว่า “AR Code” ก็ได้ โดยใช้กล้องเว็บแคมในการรับภาพ เมื่อซอฟต์แวร์ที่เราใช้งานอยู่ประมวลผลรูปภาพเจอสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้ก็จะแสดงข้อมูลภาพสามมิติที่ถูกระบุไว้ในโปรแกรมให้เห็น เราสามารถที่จะหมุนดูภาพที่ปรากฏได้ทุกทิศทางหรือเรียกว่าหมุนได้ 360 องศา (รักษพล ธนานุวงศ์, 2553)

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นเตรียม

กำหนดความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย, กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัย, กำหนดสมมติฐานของการวิจัย, กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย, กำหนดขอบเขตของการวิจัย, ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) ขั้นตอนการวิจัย

สร้างแบบเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล, นำเครื่องมือไปหาค่าความเชื่อมั่นโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน, ทดสอบเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับกลุ่มทดลอง ก่อนที่จะนำเครื่องมือไปใช้งานจริงกับกลุ่มตัวอย่าง, นำเครื่องมือมาปรับปรุงข้อบกพร่องอีกครั้งก่อนการใช้งานจริงกับกลุ่มตัวอย่าง, นำเครื่องมือไปใช้งานจริงกับกลุ่มตัวอย่างที่เลือกไว้, เก็บรวบรวมข้อมูล

3) ขั้นสรุปอภิปรายผล

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ไปวิเคราะห์ และประมวลผล, เขียนแบบร่างงานวิจัย, อ่านงานวิจัยและปรับปรุงข้อบกพร่องของงานวิจัยอีกครั้ง, นำงานวิจัยส่งที่ปรึกษางานวิจัย และเผยแพร่แก่ผู้อื่น

2. เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย สื่อการเรียนแบบเสมือนจริง, แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบสอบถาม

3. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนอนุบาลกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 30 คน

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าสถิติ (Dependent t-test) โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน (พรณี ลี้กิจวัฒน์. 2553 : 54) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายความว่า ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายความว่า ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายความว่า ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาบทเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อเสริมการเรียนรู้ โลกเสมือนผสมโลกจริง (Augmented Reality)

ผู้วิจัยได้พัฒนาสื่อการสอนแบบเสมือนจริง และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การทดลองใช้สื่อกับกลุ่มตัวอย่าง

2. หาประสิทธิภาพของบทเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อเสริมการเรียนรู้โลกเสมือนผสมโลกจริง (Augmented Reality)

ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
คะแนนสอบระหว่างเรียน (E1)	26.20	87.33
คะแนนสอบหลังเรียน (E2)	26.00	86.66

จากตารางที่ 1 การทดสอบระหว่างเรียน (E1) จากผลการทดสอบระหว่างเรียนจะได้ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.20 คิดเป็นร้อยละ 87.33 (E1) และผลการทดสอบหลังเรียน (E2) จะได้ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.00 คิดเป็นร้อยละ 86.66 (E2) แสดงว่า บทเรียนมีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 87.33/86.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80)

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อเสริมการเรียนรู้ โลกเสมือนผสมโลกจริง (Augmented Reality) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยนำคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมาเปรียบเทียบ เพื่อทดสอบ ค่าที่ t-test (dependent) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายการ	จำนวน นักเรียน	$\bar{X}$	t คำนวณ	t ตาราง
ก่อนเรียน	30	9.97	32.48	2.048
หลังเรียน	30	26.20		

จากตารางที่ 2 ผู้เรียน มีความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้อุปกรณ์เสริมการเรียนรู้ โลกเสมือนผสมโลกจริง (Augmented Reality) แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแบบการแสดงผลภาพเสมือนจริง Augmented Reality (AR) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กรณีศึกษาโรงเรียนอนุบาลกำแพงแสน

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. คอมพิวเตอร์มีความเพียงพอต่อการใช้งาน	4.66	0.77	มากที่สุด
2. อุปกรณ์คอมพิวเตอร์สามารถใช้งานได้ดี	4.88	0.47	มากที่สุด
3. จำนวนชั่วโมงที่ใช้มีความเหมาะสมเพียงพอต่อการใช้งาน	4.88	0.47	มากที่สุด
4. บทเรียนเข้าใจง่าย	4.77	0.65	มากที่สุด
5. แบบทดสอบมีความเหมาะสม	4.77	0.65	มากที่สุด
6. หน้าจอมีสีสัน สวยงาม	4.88	0.47	มากที่สุด
7. ขนาดตัวอักษร เสียง ภาพ ชัดเจน	4.77	0.65	มากที่สุด
8. นักเรียนชอบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียน	4.77	0.65	มากที่สุด
9. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์สำหรับนักเรียน	4.88	0.47	มากที่สุด
10. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีกว่าเดิม	4.88	0.47	มากที่สุด
โดยรวม	4.82	0.11	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแบบการแสดงผลภาพเสมือนจริง Augmented Reality (AR) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กรณีศึกษาโรงเรียน

อนุบาลค่าพวงแสด โดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($X=4.82$, $SD=0.11$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนที่มีต่อบทเรียนอยู่ในระดับดีทุกด้าน

อภิปรายผลการวิจัย

จากการพิจารณาเรื่องประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL โดยการใช้การสอนแบบเสมือนจริง Augmented Reality (AR) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 87.33/86.66 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 โดยค่าประสิทธิภาพของแบบทดสอบหลังเรียน(E2) ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 86.66 สูงกว่าค่าประสิทธิภาพ 80 ที่ตั้งไว้ เพราะว่าการเรียนระหว่างเรียนผู้เรียนได้เข้ามาศึกษาบทเรียน ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจกับบทเรียนโดยปกติค่าของแบบทดสอบระหว่างเรียน(E1) จะสูงกว่า แบบทดสอบหลังเรียน (E2) เนื่องจากเกิดจากการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน มีค่าเท่ากับ 87.33/86.66 นั้น จะเห็นว่า E1 มากกว่า E2 ซึ่งสอดคล้องกับ มนต์ชัย เทียนทอง (2546:325) ได้กล่าวไว้ว่า โดยปกติ E2 จะมีค่าต่ำกว่าค่าของ E1 เนื่องจาก E1 เกิดจากการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัด หรือคำถามระหว่างบทเรียน ซึ่งเป็นการวัดผลในระหว่างการเรียนรู้เนื้อหาหรือวัดผลทันทีที่ศึกษาเนื้อหาจบในแต่ละเรื่อง ระดับคะแนนจึงมีค่าสูงกว่าค่า E2 ซึ่งเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังบทเรียน ที่ศึกษาเนื้อหาผ่านมานานแล้ว

ข้อเสนอแนะ

ในการนำบทเรียนมาไปใช้ ควรมีการจัดเตรียมความพร้อมของห้องเรียน เครื่องมือและอุปกรณ์ให้มีความพร้อมอยู่เสมอ เนื่องจากการใช้สื่อเสริมการเรียนรู้ผ่านระบบเครือข่าย นักเรียนสามารถเข้าเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา หากนักเรียนเข้าเรียนแล้วมีข้อขัดข้องด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ นักเรียนอาจเกิดความเบื่อหน่าย และจะส่งผลให้ความสนใจในการเรียนลดน้อยลง

เอกสารอ้างอิง

- กุนทรื เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ. (2552). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่5. ลำพูน.โรงเรียนบ้านหนองบัวจังหวัดลำพูน.
- พรรณี ลีกิจวัฒน์. (2553). เกณฑ์การประเมิน จาก <https://library.kku.ac.th/ulib/dublin.php?ID=16420>
- รักษพล ธนานุวงศ์. (2553). สื่อเสริมการเรียนรู้ โลกเสมือนผสมโลกจริง (Augmented Reality). กรุงเทพฯ : สสวท.
- มนต์ชัย (2546:325) การสร้างและการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ จาก <http://www.gits.kmutnb.ac.th/ethesis/data/4720780685.pdf>
- อนุสร หงษ์ขุนทด. (2558). (ออนไลน์). ความรู้ในวิธีการสอนผนวกเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Knowledge: TPK). [สืบค้นวันที่ 20 ธันวาคม 2559]. จาก <http://pitcforteach.blogspot.com/2015/03/tpack-model.html>.