



การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้านรายวิชา  
วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

Development of Web-based Instruction Integration Flipped Classroom Direct Current Circuit  
for the Electronics Students in the Vocational Certificate Level

อัญญธร ฝิวฝ่อง<sup>1</sup> กฤษ สิ้นธนะกุล<sup>2</sup> และจิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์<sup>3</sup>

<sup>1</sup>นักศึกษา คอ.ม.เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
โทร.081-4029575 tanyathon.2532@gmail.com

<sup>2</sup>อาจารย์ที่ปรึกษา ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

<sup>3</sup>อาจารย์ที่ปรึกษา ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) 2) เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) 4) เพื่อประเมินหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีผลต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์ ปีการศึกษา 2559 จำนวน 33 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมด 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยที่ 1 กฎของเคอร์ชอฟฟ์ หน่วยที่ 2 ทฤษฎีกระแสแม่เหล็ก หน่วยที่ 3 ทฤษฎีเทวินิน และหน่วยที่ 4 ทฤษฎีอินอร์ตัน ประสิทธิภาพของบทเรียนที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.26/80.63 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้น มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ มาก

**คำสำคัญ :** บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน, ห้องเรียนกลับด้าน, วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

### Abstract

The purposes of this research were : (1) to develop Web-based Instruction Integration Flipped Classroom Direct Current Circuit for the Electronics Students in the Vocational Certificate Level (2) to evaluate Web-based Instruction Integration Flipped Classroom Direct Current Circuit for the Electronics Students in the Vocational Certificate Level for finding the efficiency criterion (3) to compare the students 'learning achievement scores before and after learning by using Web-based Instruction Integration Flipped Classroom Direct Current Circuit for the Electronics Students in the Vocational Certificate Level (4) to study the students' satisfaction towards on learning activities by using Web-based Instruction Integration Flipped Classroom Direct Current Circuit for the Electronics Students in the Vocational Certificate Level. The research instruments consisted of Web-based Instruction Integration Flipped Classroom Direct Current Circuit for the Electronics Students in the Vocational Certificate Level. The research findings were found as follows: The efficiency of Computer-assisted Instruction was 81.26/80.63 The learning achievement of Electronics students after learning by using Web-based Instruction was significantly higher than before at the .05 level.



And the satisfaction of students towards on learning activities with using the developed Web-based instruction was at high level.

**Keywords :** computer-assisted instruction, flipped classroom, direct current circuit

## 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนรู้ รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งเป็นวิชาช่างอุตสาหกรรมพื้นฐานที่นักศึกษาในสาขาอิเล็กทรอนิกส์ทุกคนต้องเรียนและมีความเข้าใจในแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อเป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์วงจร และสามารถประยุกต์ใช้งานจริงได้ในวงจรไฟฟ้าที่สูงขึ้น รวมถึงเข้าใจคุณลักษณะทางไฟฟ้าและผลตอบสนองต่อไฟฟ้ากระแสตรงด้วยการประยุกต์หลักการทางทฤษฎีต่างๆ (ชนะพงศ์ นพวงศ์ และสายันต์ ชื่นอารมย์, 2549) วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง รหัสวิชา 2105-2202 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ หากผู้เรียนมีความเข้าใจในวิชานี้เป็นอย่างดีจะช่วยสนับสนุนและเป็นพื้นฐานที่ดีให้แก่ผู้เรียนในรายวิชาอื่นๆทางสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ให้มีความรู้ความเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น การใช้สื่อการเรียนการสอนเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้เร็วกว่าและดีกว่าการไม่ใช้สื่อ อีกทั้งยังช่วยให้บทเรียนเกิดความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น โดยสื่อที่ใช้ในปัจจุบันที่เข้ามาในลักษณะสื่อเสริมหรือสื่อเดิมหรือสื่อหลักแล้วแต่การนำไปใช้งาน (วัชรพล นาคทอง และเสกสรร พลศรี, 2551)

จากการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอน ถึงสภาพปัญหาของการจัดการเรียนการสอน ของสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์ ในรายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พบว่า วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง เป็นวิชาพื้นฐานในสาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์และสาขาวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 ต้องเรียนเพื่อเป็นความรู้พื้นฐานในการเรียนทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยพื้นฐานทางการเรียนของผู้เรียนที่แตกต่างกัน และพิจารณาจากเนื้อหาพบว่า เนื้อหามีจำนวนมากและยากต่อการเข้าใจในเวลาที่มีจำกัดจึงไม่สามารถสอนในชั่วโมงเรียนได้ทัน หรือหากตัดเนื้อหาบางส่วนออกจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานในวิชานี้ไม่ครบถ้วน ในบางครั้งครูต้องสอนทบทวนหลายๆครั้งกว่านักเรียนจะเข้าใจเนื้อหา ทำให้เวลาเรียนในชั้นเรียนส่วนมากหมดไปกับการบรรยายหน้าชั้นเรียนและเวลาที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกคำนวณโจทย์ต่างๆจึงน้อยลง ประกอบกับลักษณะของรายวิชาที่ต้องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าและต้องใช้ทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ในการคำนวณวงจรไฟฟ้าตามแบบทฤษฎีต่างๆ (ศิริลักษณ์ เปลียนสันเทียะ, 2559)

วิธีการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน คือ วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบเรียนวิชาที่บ้าน ทำการบ้านที่โรงเรียน โดยครูผู้สอนมีหน้าที่เป็นตัวกลางของห้องเรียนกลับด้านและครูผู้สอนก็ต้องทำงานแบบกลับทางด้วย คือ เปลี่ยนจากการสอนวิชาหรือสอนทฤษฎีหน้าชั้นเรียน เปลี่ยนกลับเป็นสอนหน้ากล้องวิดีโอหรือการใช้สื่อเพื่อทำหน้าที่ให้ความรู้ทางทฤษฎีแทนครูผู้สอน แล้วใช้เวลาในชั่วโมงเรียนที่โรงเรียน ทำหน้าที่ครูฝึก (Coach) เพื่อให้นักเรียนฝึกแปลงวิชาหรือประยุกต์ใช้วิชา ซึ่งในกระบวนการนี้นักเรียนต้องสร้างความรู้ความเข้าใจของตนเองขึ้นมา ก่อนจะประยุกต์ใช้ความรู้ในกิจกรรมหรือทำโจทย์แบบฝึกหัดเพื่อเป็นการเรียนรู้ที่แท้จริง การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านนั้น จะมุ่งเน้นการสร้างสร้งสร้งองค์ความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเองตามทักษะ ความรู้ความสามารถและสติปัญญาของแต่ละบุคคล (วิจารณ์ พานิช, 2556) วิธีการปรับเปลี่ยนแนวคิดเพื่อสร้างนวัตกรรมทางการศึกษาภายใต้กรอบแนวคิด ที่เรียกว่า ศตวรรษที่ 21 เป็นแนวคิดในการพัฒนาคนรุ่นใหม่ให้มีคุณลักษณะพร้อมสำหรับการดำรงชีวิตและรับมือการความเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคต “ห้องเรียนกลับด้าน” จึงกลายเป็นนวัตกรรมและมุมมองหนึ่งของตัวอย่างจากประสบการณ์จริงที่เกิดขึ้นในวงการการศึกษา เป็นวิธีการใช้ห้องเรียนเพื่อให้เกิดคุณค่าแก่เด็ก โดยใช้วิธีการฝึกประยุกต์ความรู้ในสถานการณ์ต่างๆ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้แบบ “รู้จริง (Mastery Learning)” (สุรศักดิ์ ปาเฮ, 2556)

ห้องเรียนกลับด้าน หรือ Flipped Classroom เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอน ของ Jonathan Bergmann และ Aaron Sams ผู้เขียนหนังสือ Flip Your Classroom และเป็นครูผู้สอนวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษา ในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า นักเรียนของพวกเขาขาดเรียนบ่อยมาก ส่วนหนึ่งเป็นเพราะกิจกรรมต่างๆ ของโรงเรียน และส่วนหนึ่งเป็นเพราะพื้นฐานการรับรู้ของนักเรียนที่ไม่เท่ากัน ทั้ง 2 จึงได้คิดหาแนวทางเพื่อช่วยให้นักเรียน



การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 7  
“สหวิทยาการ สู่ไทยแลนด์ 4.0”  
วันเสาร์ ที่ 15 กรกฎาคม 2560 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ให้ได้รับความรู้ทันเพื่อน ๆ ครูจึงได้บันทึกวิดีโอการสอนให้นักเรียนไปดูที่บ้านและเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่วนในห้องเรียนก็จัดกิจกรรมเปิดโอกาสให้เด็กซักถามข้อสงสัยต่างๆและลงมือทำงานที่ได้รับมอบหมาย โดยครูเป็นผู้คอยชี้แนะแนวทาง โดย Jonathan และ Aaron ได้สังเกตว่า เวลาที่นักเรียนต้องการพบครู เป็นเวลาที่นักเรียนพบกับปัญหา ติดขัด ต้องการความช่วยเหลือ นอกจากนี้ Jonathan และ Aaron ยังได้ยกตัวอย่างการเรียนในชั้นเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยนักเรียน เรียนทฤษฎีจากวิดีโอที่ตนที่บ้าน แล้วเวลาในชั้นเรียน “ทำ Lab” ด้านวิถีคิดเชิงคำนวณ การตั้งคำถามเชิงคำนวณและความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์ (ปรกรณ์ สุปินานนท์, 2556)

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการการเรียนรู้ ในรายวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อเป็นสื่อการสอนที่ครูผู้สอนจะให้ความรู้แก่ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจก่อนเข้าเรียนในชั้นเรียนและทำให้ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหานอกชั้นเรียนได้อย่างไม่จำกัดเวลาและสถานที่ ให้เวลาสำหรับการฝึกทำโจทย์ในห้องเรียนเพิ่มมากขึ้น และเพื่อต้องการให้ผู้เรียนรู้จักการประยุกต์ใช้บทเรียนที่ศึกษามากับการลงมือฝึกทำโจทย์คำนวณวงจรไฟฟ้าตามหลักทฤษฎีต่างๆ ได้ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามรูปแบบกิจกรรมห้องเรียนกลับด้านอย่างแท้จริง

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

2.2 เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

2.4 เพื่อประเมินหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีผลต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

## 3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 เนื้อหา รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ ที่นำมาพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ได้แก่

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หลักการเคอร์เซอร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ทฤษฎีกระแสเมซ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ทฤษฎีเทวินิน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ทฤษฎี Norton

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ปีการศึกษา 2559 วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์ ปีการศึกษา 2559 วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์ ที่เรียนในรายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งคัดเลือกโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 33 คน



#### 4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ศึกษาปัญหาและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน โดยนำข้อมูลสาระสำคัญที่ได้จากการศึกษา แนวคิด และทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

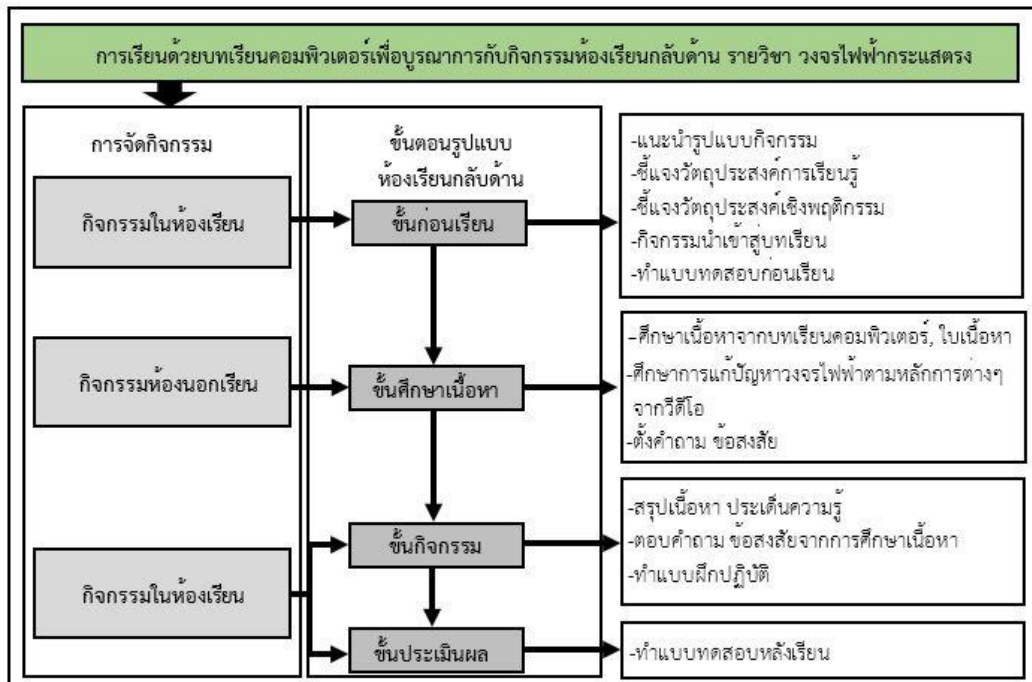
4.1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนระบบเครือข่าย

4.1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

4.1.3 วิเคราะห์และศึกษาเนื้อหาบทเรียนที่นำมาใช้ในการวิจัย โดยการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาบทเรียนในรายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1

4.1.4 ศึกษารูปแบบ และเกณฑ์การสร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน

4.2 ออกแบบกิจกรรมและบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) มีรูปแบบของกิจกรรมการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 กิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน

4.2.1 กิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง มี 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) ขั้นก่อนเรียน

1.1) กิจกรรมในขั้นก่อนเรียน จะมีการจัดรูปแบบเพื่อเป็นการแนะนำให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงวิธีการและวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ตลอดจนชี้แจงกิจกรรมที่ผู้เรียนของปฏิบัติในการเรียนด้วยรูปแบบกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน



การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 7  
“สหวิทยาการ สู่ไทยแลนด์ 4.0”  
วันเสาร์ ที่ 15 กรกฎาคม 2560 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

1.2) กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูผู้สอนจะทำหน้าที่บอกถึงหลักการและรูปแบบของหลักการทางไฟฟ้าต่างๆเพื่อเป็นการกล่าวนำก่อนที่ผู้เรียนจะเข้าศึกษาเนื้อหาในบทเรียน พร้อมทั้งชี้แจงให้ผู้เรียนมีการตั้งข้อคำถามที่สงสัยในการศึกษาเนื้อหาด้วยตนเอง

1.3) ครูผู้สอนทำการชี้แจงรายละเอียดการทำแบบทดสอบ พร้อมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน

2) ชั้นศึกษาเนื้อหา

2.1) การศึกษาเนื้อหาของผู้เรียนในรูปแบบกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน เป็นรูปแบบกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาวิชาที่บ้าน ทำการบ้านที่โรงเรียน โดยกระบวนการศึกษานั้น ผู้เรียนต้องสร้างความรู้ความเข้าใจของตนขึ้นมา ก่อนจะประยุกต์ใช้ความรู้ในกิจกรรมหรือโจทย์แบบฝึกหัดเป็นการเรียนรู้ที่แท้จริง โดยผ่านการศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ ใบเนื้อหา และศึกษาตัวอย่างการคำนวณแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีต่างๆในวิดีโอที่ครูผู้สอนจัดทำขึ้น โดยเนื้อหา รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ที่นำมาใช้วิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ กฎของเคอร์ชอฟฟ์ ทฤษฎีกระแสเมช ทฤษฎีเทวินิน และทฤษฎี Norton โดยผู้เรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาตามลำดับ

2.2) ผู้เรียนแต่ละคนต้องตั้งคำถามจากการที่ได้ศึกษาเนื้อหาจากบทเรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดความสนใจที่จะศึกษาเนื้อหามาก่อนล่วงหน้า

3) ชั้นกิจกรรม

3.1) ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยจากคำถามที่ได้ศึกษาเนื้อหาบทเรียนมา โดยการสุ่มถามรายบุคคลจากครูผู้สอนและให้คะแนนเพิ่มเติมหากผู้เรียนให้ความร่วมมือกับกิจกรรม

3.2) ครูผู้สอนทำการสรุปเนื้อหา และวิเคราะห์ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรตามหลักการต่างๆเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดข้อสรุปในเนื้อหาที่ได้ศึกษามา

3.3) ผู้เรียนทำแบบฝึกปฏิบัติประจำหน่วยในเวลาที่กำหนดและครูผู้สอนเฉลยแบบฝึกปฏิบัติพร้อมชี้แจงเกณฑ์การให้คะแนน

4) ชั้นประเมินผล

4.1) การทำแบบทดสอบ โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดความรู้ด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์สอบหลังเรียน จากนั้นครูสรุปผลการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ผู้เรียนได้ทราบ

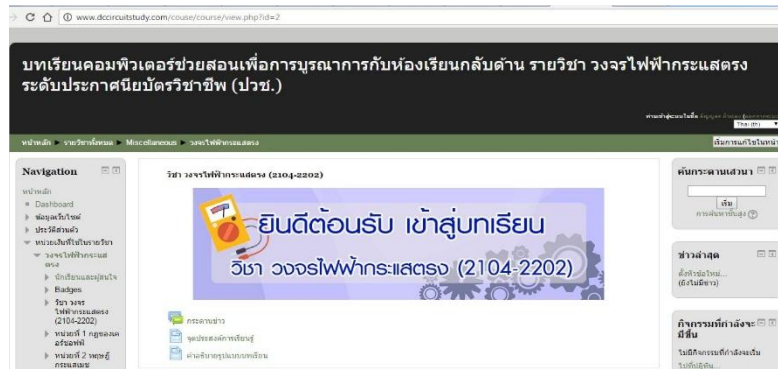
4.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.3.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน จำนวน 42 ข้อ โดยข้อสอบทั้งหมดผ่านการประเมินหาค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์ (IOC) การหาค่าความยากง่าย การหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น

4.3.2 การสร้างมือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้จากการวิเคราะห์ และการออกแบบที่ผ่านมา โดยใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้แก่ Adobe Flash CS6, Adobe Photoshop CS6, Adobe Premiere Pro CS6, ระบบการจัดการสอนออนไลน์ ได้แก่ Moodle LMS เวอร์ชัน 2.5.3 บน <http://www.dccircuitstudy.com/couse/> และภาพวิดีโอสาธิตการแก้ปัญหาวงจรตามทฤษฎีต่างๆ จะถูกเชื่อมต่อไปยัง [www.youtube.com](http://www.youtube.com) ที่ผู้สอนได้จัดทำไว้ รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง บน <http://www.dccircuitstudy.com/couse/>

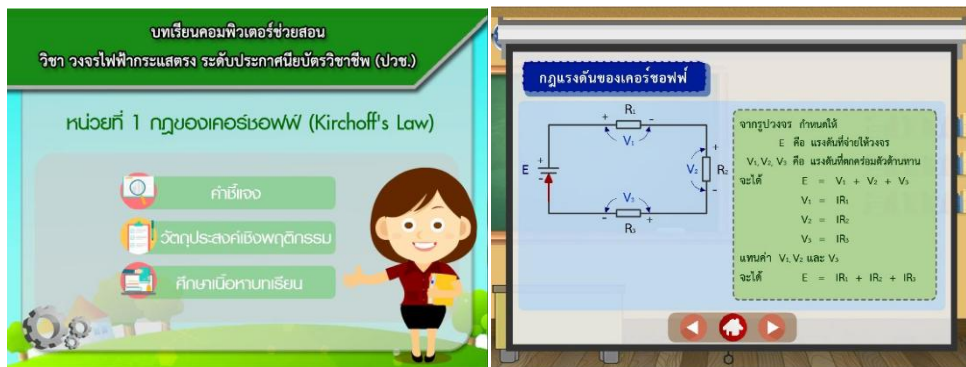


การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 7  
 “สหวิทยาการ สู่ไทยแลนด์ 4.0”  
 วันเสาร์ ที่ 15 กรกฎาคม 2560 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี



ภาพที่ 2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน

4.3.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เอกสารใบเนื้อหา วีดีโอสาธิตการแก้ปัญหาทางจรตามทฤษฎีต่างๆ แบบฝึกปฏิบัติ และเฉลยแบบฝึกปฏิบัติ ที่ผ่านการประเมินความเหมาะสมของ บทเรียนจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค



ภาพที่ 3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) มีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

- 4.4.1 ให้ผู้เรียนแต่ละคน สมัครเข้าใช้งานในระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ Moodle LMS และเข้าทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 42 ข้อ
- 4.4.2 ชี้แจงรูปแบบกิจกรรมห้องเรียนกลับด้านและเกณฑ์การประเมินให้ผู้เรียนเข้าใจ
- 4.4.3 ผู้เรียนกลับไปศึกษาเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ต่างๆที่บ้าน และตั้งคำถามจากเนื้อหาบทเรียนที่ได้ไปศึกษา
- 4.4.4 กิจกรรมในห้องเรียนครูผู้สอนทำการซักถาม และสรุปประเด็นความรู้
- 4.4.5 ผู้เรียนทำแบบฝึกปฏิบัติในเวลาที่กำหนด ครูบอกเกณฑ์การให้คะแนนแบบฝึกปฏิบัติ พร้อมทำการเฉลยให้คะแนน และบันทึกผล
- 4.4.6 ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 42 ข้อ และนำผลคะแนนที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพ และหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



## 5. สรุปผลการวิจัย

5.1 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประกอบด้วยเนื้อหาในรายวิชาทั้งหมด 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ กฎของเคอร์ชอฟฟ์ ทฤษฎีกระแสเมฆ ทฤษฎีเทวินิน และทฤษฎีอินอร์ตัน ผู้เรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาตามลำดับ โดยภายในบทเรียนจะประกอบไปด้วยเนื้อหาจากใบเนื้อหา คลิปวิดีโอ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรม Adobe Flash ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาได้โดยไม่จำกัดเวลา การศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) มีขั้นตอนดังนี้

### 5.1.1 ขั้นก่อนเรียน

- 1) กิจกรรมในขั้นก่อนเรียน เป็นการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนก่อนที่จะเริ่มการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อเป็นการแนะนำให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงวิธีการและวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ตลอดจนชี้แจงกิจกรรมต่างๆ ที่ผู้เรียนของปฏิบัติในการเรียนด้วยรูปแบบกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน
- 2) กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูผู้สอนจะทำหน้าที่บอกถึงรูปแบบ หลักการและขั้นตอนการแก้ปัญหาของตามทฤษฎีทางไฟฟ้าต่างๆ เพื่อเป็นการกล่าวนำก่อนที่ผู้เรียนจะเข้าศึกษาเนื้อหาในบทเรียน พร้อมทั้งชี้แจงให้ผู้เรียนมีการตั้งข้อคำถามที่สงสัยในการศึกษาเนื้อหาด้วยตนเอง
- 3) ครูผู้สอนทำการชี้แจงรายละเอียดการทำแบบทดสอบก่อนเรียน พร้อมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน

### 5.1.2 ขั้นศึกษาเนื้อหา

- 1) การศึกษาเนื้อหาของผู้เรียนในรูปแบบกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน เป็นรูปแบบกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาวิชาที่บ้าน ทำการบ้านที่โรงเรียน โดยกระบวนการนี้นักเรียนต้องสร้างความรู้ความเข้าใจของตนเองขึ้นมา ก่อนจะประยุกต์ใช้ความรู้ในกิจกรรมหรือโจทย์แบบฝึกหัดเป็นการเรียนรู้ที่แท้จริง โดยผ่านการศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ ใบเนื้อหา และศึกษาตัวอย่างการคำนวณแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยหลักการต่างๆ ที่ผู้สอนได้รวบรวมและจัดทำไว้ในเว็บไซต์ <http://www.dccircuitstudy.com/couse/>

### 5.1.3 ขั้นกิจกรรม

- 1) ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยจากคำถามที่ได้ศึกษาเนื้อหาบทเรียนมา โดยการสุ่มถามรายบุคคล จากครูผู้สอนและให้คะแนนเพิ่มเติมหากผู้เรียนให้ความร่วมมือกับกิจกรรม
- 2) ครูผู้สอนทำการสรุปเนื้อหา และวิเคราะห์ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรตามหลักการต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดข้อสรุปในเนื้อหาที่ได้ศึกษามา
- 3) ผู้เรียนทำแบบฝึกปฏิบัติประจำหน่วยในเวลาที่กำหนดและครูผู้สอนเฉลยแบบฝึกปฏิบัติ พร้อมชี้แจงเกณฑ์การให้คะแนน

### 5.1.4 ขั้นประเมินผล

- 1) การทำแบบทดสอบ โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดความรู้ด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์สอบหลังเรียน จากนั้นครูสรุปผลการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนและแจ้งให้ผู้เรียนได้ทราบ

5.2 การประเมินหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.26/80.83 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงเกณฑ์มาตรฐานที่ 80/80 โดยผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้คะแนนร้อยละ 81.26 และผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 80.83 สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ที่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง



การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 7  
“สหวิทยาการ สู่ไทยแลนด์ 4.0”  
วันเสาร์ ที่ 15 กรกฎาคม 2560 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

5.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พบว่า ค่าแจกแจงแบบที (t-test) ที่คำนวณได้ เท่ากับ 19.32 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดลองมีเพียงกลุ่มเดียว และทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งก่อนและหลังเรียน จึงถือว่าเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน ทำการทดสอบแบบ 1 ทาง (one-tailed) ค่า df เท่ากับ 32 มีระดับความเชื่อมั่นที่ .05 และค่าวิกฤตของทีในตาราง คือ 1.6939

5.4 ผลการประเมินหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการ กับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ใน ระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.39$ , S.D. = 0.62)

## 6. อภิปรายผลการวิจัย

6.1 จากการประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ทั้งนี้อาจเกิดจากองค์ประกอบของสื่อที่ใช้ภายใน บทเรียนที่ทำให้ผู้เรียนสามารถศึกษา และทบทวน ได้ตลอดเวลาและไม่จำกัดจำนวนครั้ง

6.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน เป็นไปตามข้อสมมติฐาน แสดงว่า บทเรียนมีประสิทธิภาพ เพียงพอที่ผู้เรียนสามารถทบทวนและแก้ปัญหาจนบรรลุตามทฤษฎีต่างๆได้อย่างถูกขั้นตอน

6.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการบูรณาการกับ กิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน รายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) มีความพึงพอใจ อยู่ใน ระดับ ดีมาก แสดงว่าผู้เรียนเกิดความสนใจในรูปแบบการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้น และสามารถที่จะเปิดโอกาสให้ซักถามข้อ สงสัยจากครูผู้สอนได้ตลอดเวลา โดยที่ครูทำหน้าที่เป็นผู้ฝึกให้แก่ผู้เรียนทั้งในและนอกห้องเรียนได้

## 7. ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

7.1 ข้อเสนอแนะ คือ เนื่องจากในบทเรียนมีการทบทวนในลักษณะของวิดีโอบรรยาย จึงอยากให้มีการแสดง ขั้นตอนในภาพวิดีโอให้ชัดเจน

7.2 การนำไปใช้ประโยชน์ ควรเพิ่มลักษณะโจทย์ปัญหาในรูปแบบที่หลากหลายและแบ่งระดับความยากง่าย ของโจทย์ตามทฤษฎีต่างๆ

## 8. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ต้องขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่สละเวลาในการประเมินบทเรียน ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.กฤษ สิ้นธนะกุล (อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก) และ ผศ.ดร.จิรพันธุ์ ศรีสมพันธ์ (อาจารย์ที่ปรึกษา ร่วม) ที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะต่างๆ ตรวจสอบแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชา คอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่คอยให้แนวทางและ อำนวยความสะดวกช่วยเหลือในการจัดทำวิจัยและขอขอบคุณคุณครูศิริลักษณ์ เปลี่ยนสันเทียะ ที่ให้ความอนุเคราะห์ ในการเก็บข้อมูลในการทำวิจัย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความเมตตาของอาจารย์ทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

## 9. เอกสารอ้างอิง

กนิษฐาน บางภูมร. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนรู้แบบ นำตนเองเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์ ปรัชญาดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.





การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 7  
“สหวิทยาการ สู่ไทยแลนด์ 4.0”  
วันเสาร์ ที่ 15 กรกฎาคม 2560 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

- ชัต อินทะสี. (2553). **วงจรไฟฟ้ากระแสตรง**. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ทิตินา แคมมณี. (2552). **ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนะพงศ์ นพวงศ์ และสายันต์ ชื่นอารมย์. (2549). **วงจรไฟฟ้ากระแสตรง**. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- บรรจง จันทมาศ. (2542). **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรง**. พิมพ์ครั้งที่ 11. จำนวน 4,000 เล่ม. กรุงเทพมหานคร : ส.เอเซียเพรส.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2535). **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. (2543). **วิธีวิจัย 1**. กรุงเทพมหานคร : หจก.พี.เอ็น.การพิมพ์.
- ปกรณ สุปินานนท์. (2556). [วารสารออนไลน์]. **“เมื่อครูนอกกรอบทำห้องเรียนกลับด้าน.”** OK Nation. [สืบค้นวันที่ 28 สิงหาคม 2557]. จาก <http://oknation.nationtv.tv/blog/print.php?id=882223>
- ปิยะวดี พงษ์สวัสดิ์ และณมน จิรังสุวรรณ. (2558). “การออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กิจกรรม WebQuest เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา.” **วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**. ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 : 155-158.
- ไมตรี วรวิจิตรยากุล. (2545). **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้าเล่ม 2**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : ส.เอเซียเพรส.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). **การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). **ครูเพื่อศิษย์สร้างห้องเรียนกลับด้าน**. กรุงเทพมหานคร : เอสอาร์ปรีนติ้ง แมสโปรดักส์.
- สุกัลยา นิลกระยา. (2557). **การพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมการนำตนเอง**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเรียนรู้และสื่อสารมวลชน ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสาร การศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- นภาพิณ ภูหาด. (2558). **การจัดรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน โดยใช้เทคโนโลยีและการสื่อสารสำหรับพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็นของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี.