

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA เรื่อง การวิเคราะห์โครงข่ายสื่อสาร สำหรับการศึกษาด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

DEVELOPMENT OF P-PIADA BASED DISCIPLINARY INTEGRATED TEACHING MODEL ON COMMUNICATION NETWORK ANALYSIS FOR ELECTRICAL ENGINEERING EDUCATION

Received: April 2, 2020

Revised: June 9, 2020

Accepted: June 22, 2020

กนกวรรณ เรืองศิริ^{1*} และสมศักดิ์ อรรถทิมากุล²
Kanokwan Ruangsiri^{1*} and Somsak Akatimagool²

^{1,2}มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ^{1,2}King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: Kanokwan.rua@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA เรื่อง การวิเคราะห์โครงข่ายสื่อสารสำหรับการศึกษาด้านวิศวกรรมไฟฟ้า ซึ่งกระบวนการวิจัยเริ่มดำเนินการจากการพัฒนารูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA ตามกระบวนการสเต็มศึกษา ที่ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการเตรียมความพร้อม (Preparation) ขั้นการทบทวน (Pre-Learning) ขั้นการให้เนื้อหา (Information) ขั้นกิจกรรม (Activity) และขั้นการประเมินผล (Assessment) จากนั้นพัฒนาชุดการสอนที่ประกอบด้วย แผนการสอน ใบเนื้อหา ใบงาน แบบทดสอบ โปรแกรมจำลอง สื่อเพาเวอร์พอยต์ และชุดเครื่องมือวัดเสมือนจริง ชุดการสอนจะนำไปใช้ในการสอนเรื่องการวิเคราะห์โครงข่ายสื่อสารที่ประกอบด้วย 3 หน่วยเรียน ได้แก่ เรโซแนนซ์ ข่ายงานสองขั้ว และวงจรกรองความถี่ สุดท้ายรูปแบบการเรียนการสอนได้ถูกประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 คน พบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เรียนปริญญาตรี จำนวน 46 คน โดยเลือกแบบเจาะจงตามสภาพห้องเรียนจริง ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาข่ายการสื่อสารและสายส่ง หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เครื่องมือวิจัย ได้แก่ คู่มือครู แผนการสอนและการจัดกิจกรรมเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA สื่อการสอน และแบบทดสอบ สำหรับสถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติ t-test และเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 ผลการวิจัย พบว่า 1) ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.49/77.36 ที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 75/75 2) ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนมีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และ 3) ผลของความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA Model มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.32$, S.D. = 0.51)

คำสำคัญ: รูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA กระบวนการสเต็มศึกษา การวิเคราะห์โครงข่ายสื่อสาร

Abstract

The purpose of this research was to develop and assess the efficiency of P-PIADA based disciplinary integrated teaching model on communication network analysis for electrical engineering education. The research procedures had been started from developing P-PIADA model based on STEAM education consisting of 6 steps: Preparation, Pre-learning, Information, Activity, Discussion and Assessment process. The developed instructional package includes the lesson plan, information sheet, worksheet, an achievement test, simulation program, PowerPoint media and visual experimental set. The instructional package is used in the teaching on communication network analysis consisting of the resonant circuit two-port network and filter circuit. Finally, the quality of teaching and learning model evaluated by 10 experts was at a highly appropriate level. The purposive sampling group was 46 bachelor students registered in communication and transmission at the department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok. The research instruments consisted of teacher manual, lesson plan, integrated management of P-PIADA activities, instructional media and test. The statistical analysis is mean standard deviation, t-test and efficiency standard of E1/E2. The research results shown that 1) the research results shown that the efficiency of developed instructional package had efficiency equal to 76.49/77.36 which is in accord to the standard criteria of 75/75, 2) the comparison of learning progress of the learners has a significantly posttest score higher than pretest score at the .05 level, and 3) the students' satisfaction was at a high level ($\bar{X} = 4.32$, S.D. = 0.51).

Keywords: P-PIADA Based Disciplinary Integrated Teaching Model, STEAM Education, Communication Network Analysis

บทนำ

อุตสาหกรรม 4.0 เป็นนโยบายสำคัญสำหรับการปรับเปลี่ยนโครงสร้างอุตสาหกรรมของประเทศจากอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานและเทคโนโลยีอย่างง่าย ไปสู่อุตสาหกรรมที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ งานวิจัย และนวัตกรรมเป็นสำคัญ เพื่อผลิตสินค้าและบริการที่มีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น (Kumpirarusk & Rohitratana, 2018, pp. 52-64) จึงมีความจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีอัจฉริยะและแรงงานระดับสูงที่มีฝีมือและมีคุณภาพในการพัฒนาเทคโนโลยีและสร้างนวัตกรรม ดังจะเห็นว่าองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นจากภาคการศึกษาจะเป็นรากฐานสำคัญของภาคการผลิต ซึ่งนำไปสู่ความสำเร็จในการปฏิรูปภาคอุตสาหกรรม ดังนั้น การผลิตบุคลากรให้มีสมรรถนะที่สามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมที่มีคุณภาพจำเป็นต้องใช้กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสม มีการบูรณาการและเชื่อมโยงความรู้หลายๆ ศาสตร์เข้าด้วยกัน ที่นำไปสู่การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติที่ดี ในระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมา ได้มีนักวิจัยหลายท่าน (Pinyo, 2019, pp. 94-112; Hyunju et al., 2016, pp. 1739-1753; Veronica et al., 2018, pp. 1-7) ได้พัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยการบูรณาการข้ามศาสตร์ ที่เรียกว่า ระบบการศึกษารูปแบบ STEAM (Science Technology Engineering Arts and Math) ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการถ่ายทอด การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และคิดอย่างสร้างสรรค์ เพื่อเป็นแรงงานที่มีสมรรถนะตามมาตรฐานอาชีพที่ภาคอุตสาหกรรมต้องการ อย่างไรก็ตาม บทความวิจัยทางการศึกษาด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ ยังมีจำนวนน้อยและไม่สามารถแสดงถึงการพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะด้านการปฏิบัติการที่รองรับกับการผลิตแรงงานระดับสูงที่มีสมรรถนะตามมาตรฐานอาชีพที่ต้องการของภาคอุตสาหกรรมเพื่อรองรับกับเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (Tomas, 2012, pp. 1-8) นอกจากนั้นการพัฒนาการเรียนการสอนให้

ผู้เรียนมี “สมรรถนะมาตรฐานอาชีพ” ที่ประกอบด้วย 3 ด้านหลัก ได้แก่ 1) ด้านความรู้ (Knowledge) เป็นการสร้างองค์ความรู้ และประสบการณ์เฉพาะทาง 2) ด้านทักษะ (Skills) ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการลงมือปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ 3) ด้านเจตคติ (Attitude) ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบและปรับตัวเข้ากับสังคมที่ทำให้ประสบความสำเร็จในการทำงานและได้ผลลัพธ์ที่มีคุณภาพดี จากการสำรวจปัญหาและความต้องการในภาคอุตสาหกรรมจากผู้บริหาร นักวิจัย และวิศวกร พบว่าสิ่งสำคัญที่จะสามารถผลิตแรงงานระดับสูงหรือนักวิชาชีพ ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการลงมือปฏิบัติงาน มีการใช้สื่อทางด้านเทคโนโลยีสมัยใหม่ มีการบูรณาการความรู้หลายๆ ศาสตร์เข้าด้วยกัน ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการทำงานเป็นทีม มีทักษะการแก้ไขปัญหา และสามารถสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ได้ (Ekkaphan & Somsak, 2019, pp. 44-48) เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะสำคัญที่สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม

จากการศึกษาและสำรวจข้อมูลในการเรียนการสอนในสาขาวิชาทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม พบว่า เทคโนโลยีได้มีการพัฒนาไปใช้กันอย่างกว้างขวาง ส่งผลให้อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มีขนาดเล็กและทำงานได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ในย่านความถี่สูงที่สอดคล้องกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน นอกจากนั้นยังพบว่า ปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจเนื้อหาและไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน ได้แก่ วิธีการสอนส่วนใหญ่เป็นแบบบรรยาย กิจกรรมการสอนมีน้อย ผู้เรียนขาดพื้นฐานที่จำเป็นและขาดความกระตือรือร้นในการเรียน สื่อการสอนส่วนใหญ่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาและมีจำนวนไม่เพียงพอ เป็นต้น ดังนั้นการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนสมัยใหม่จำเป็นต้องมุ่งไปสู่การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการบูรณาการหลายๆ ศาสตร์ที่หลากหลาย เน้นให้ผู้เรียนมีการลงมือปฏิบัติงาน และมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนเพิ่มมากขึ้น จากความเป็นมาดังกล่าวจึงมีแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการสอนสมัยใหม่สำหรับการจัดการศึกษาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่เรียกว่า พีเพียด้า (P-PIADA Model) ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการเตรียมความพร้อม (Preparation) 2) ขั้นการทบทวน (Pre-Learning) 3) ขั้นการให้เนื้อหา (Information) 4) ขั้นกิจกรรม (Activity) 5) ขั้นอภิปรายผล (Discussion) และ 6) ขั้นการประเมินผล (Assessment) นอกจากนั้นมีการพัฒนานวัตกรรมสื่อการสอนสำหรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และเจตคติที่สามารถประยุกต์องค์ความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Pinit et al., 2013, pp. 117-122) และรองรับกับการพัฒนาแรงงานที่ตอบสนองกับนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA สำหรับการศึกษาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า
2. เพื่อสร้างและทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนตามรูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA เรื่องการวิเคราะห์โครงข่ายสื่อสาร
3. เพื่อเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงบูรณาการศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

วิธีการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การพัฒนารูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA ตามกระบวนการการstimศึกษา สำหรับการศึกษาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

1.1 คู่มือครู สำหรับการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA ตามกระบวนการสตริมศึกษา สำหรับการสอนในบทเรียน เรื่อง การวิเคราะห์โครงข่ายสื่อสาร จำนวน 3 หน่วยเรียน เป็นเวลา 18 ชั่วโมง โดยมีหัวข้อ คือ เรโซแนนซ์ ข่ายงานสองชั้น และวงจรกรองความถี่

1.2 สื่อประกอบการเรียนการสอน ที่ใช้สนับสนุนการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์แบบ P-PIADA ตามกระบวนการสตริมศึกษา ประกอบด้วย โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ โปรแกรมการคำนวณการวิเคราะห์โครงข่ายสื่อสาร และชุดจำลองเสมือนจริง

1.3 ใบกิจกรรมและแบบประเมินผล ประกอบด้วย 1) ใบมอบหมายงาน เป็นเอกสารที่ผู้สอนจะมอบหมายงานให้นักศึกษาเพื่อค้นคว้า เตรียมความพร้อมก่อนเรียน 2) ใบงาน เป็นเอกสารสำหรับกำหนดให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติงานตามที่ผู้สอนกำหนดในแต่ละกระบวนการจัดการเรียนการสอน ที่ประกอบด้วย คำสั่งหรือข้อชี้แจง โจทย์ปัญหาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน การแก้ไขปัญหา การสรุปและอภิปรายผล และ 3) ใบวัดและประเมินผล เป็นเอกสารที่ผู้สอนจะใช้สำหรับการประเมินผลการปฏิบัติงานและวัดพฤติกรรมและเจตคติของผู้เรียน

1.4 แบบทดสอบ เป็นเครื่องมือสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สำหรับในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เริ่มต้นจากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม วิเคราะห์จำนวนข้อสอบ และดำเนินการออกข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือกที่ครอบคลุมตามหัวข้อที่กำหนด จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน ทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.70 – 1.00 มีเฉลี่ยเท่ากับ 0.94 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานของดัชนีความสอดคล้องที่กำหนดและดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ สุดท้ายนำไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองที่เป็นนักศึกษาที่ผ่านการเรียนในรายวิชาข่ายงานสื่อสารและสายส่ง จากนั้นนำเอาผลของคะแนนที่ได้จากกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ไปวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ ได้แก่ ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.19 - 0.61 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.17 – 0.67 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.932 เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การออกแบบกรอบแนวคิดการพัฒนาารูปแบบการเรียนการสอน

การพัฒนาารูปแบบการเรียนการสอน สำหรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรม ผู้วิจัยได้มีการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนจากนั้นกำหนดกรอบความคิดในการพัฒนาารูปแบบการเรียนการสอนที่มีการดำเนินงานดังนี้

1. การศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ที่สำคัญ การพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีสมรรถนะที่สอดคล้องกับคุณลักษณะของผู้เรียนทางด้านวิศวกรรมที่พึงประสงค์ จำเป็นต้องมีการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ที่สำคัญ ดังนี้

1.1 กลุ่มที่เน้นการรับรู้และการเชื่อมโยงความคิด (Constructionism) ที่จะการสอนเริ่มต้นจากการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนแล้วจึงนำเสนอความรู้ใหม่ และควรช่วยให้ผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ จนได้ข้อสรุปที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาและสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้อย่างเหมาะสม

1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้โดยแบ่งผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกเป็นกลุ่มเล็กๆ ให้มีการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือกัน มีความรับผิดชอบทั้งส่วนตัวและส่วนรวมเพื่อให้ตนเองและสมาชิกในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

2. การศึกษาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนทางด้านวิศวกรรมในศตวรรษที่ 21 จากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว นักวิชาการในแวดวงทางการศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกาได้เสนอกรอบแนวคิดของการพัฒนาทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนทางด้านวิศวกรรมในศตวรรษที่ 21 ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

2.1 กลุ่มความรู้ความสามารถในยุคดิจิทัล ได้แก่ องค์ความรู้ ความสามารถทางด้านภาษา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ เทคโนโลยี และความรู้ทางพฤติกรรม ที่สามารถสร้างความเชื่อมโยงและปฏิสัมพันธ์กันของบุคคลในสังคม ทั้งในระดับชาติและนานาชาติ

2.2 กลุ่มการคิดเชิงนวัตกรรมและสร้างสรรค์ ได้แก่ ความสามารถในการชี้นำตนเอง กำหนดเป้าหมาย วางแผน และปฏิบัติจนบรรลุเป้าหมาย ซึ่งสามารถปรับความคิด ทักษะคิด พฤติกรรมได้เข้ากับสถานการณ์ในปัจจุบันและอนาคต รวมถึงสามารถแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนได้ด้วยความคิดสร้างสรรค์ ภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

2.3 กลุ่มการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ การทำงานเป็นทีม การสื่อสารและการมีการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

2.4 กลุ่มการเพิ่มผลผลิตในระดับสูง ได้แก่ การวางแผน การจัดการการใช้เทคโนโลยีและสารสนเทศเพื่อการแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน

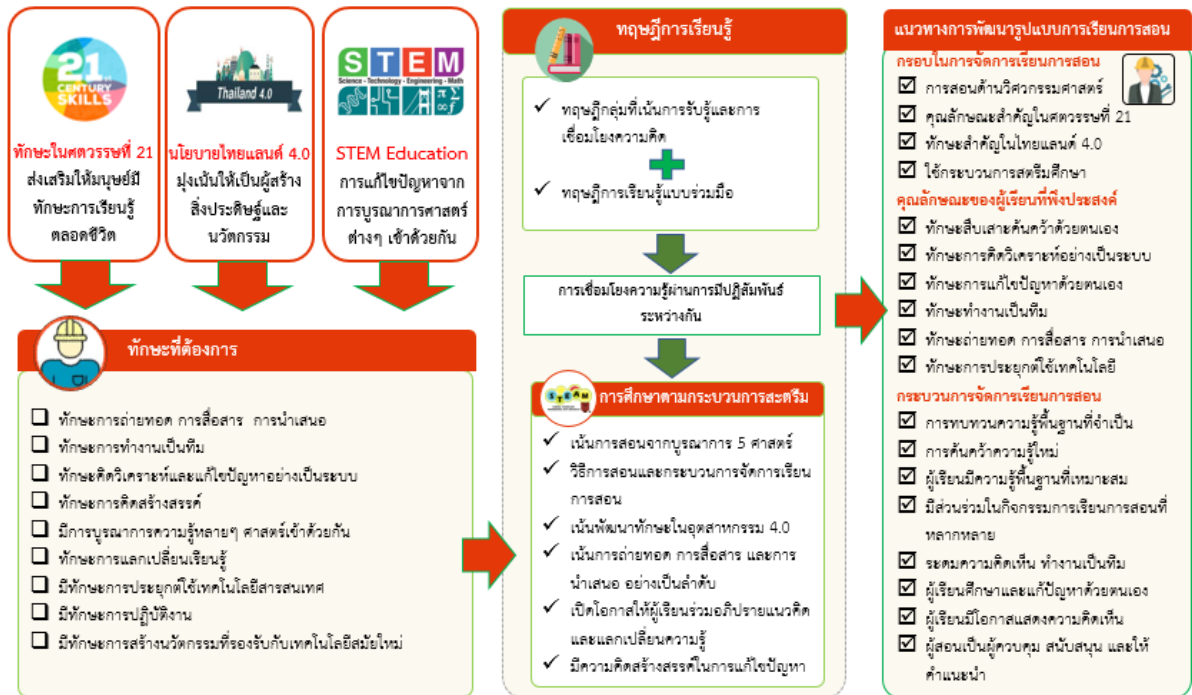
นอกจากคุณลักษณะของผู้เรียนที่จำเป็นอย่างยิ่งแล้ว สมรรถนะของผู้เรียนทางด้านวิศวกรรมศึกษาที่มีเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ ทักษะการวิเคราะห์ การสืบเสาะความรู้ การแก้ปัญหาเชิงระบบ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี การติดต่อประสานงาน และ การคิดเชิงเหตุผล ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ตลอดชีวิต ที่สามารถพัฒนาและยกระดับสมรรถนะ การปฏิบัติงานทางด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การศึกษาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนในยุคไทยแลนด์ 4.0 นโยบายการพัฒนาประเทศมุ่งสู่ยุคของประเทศไทยแลนด์ 4.0 ที่มุ่งเน้นทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมเป็นสำคัญ จากนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ทำให้ภาคการศึกษาต้องเร่งผลิตบุคลากรให้มีสมรรถนะในการผลิตและสร้างสรรค์นวัตกรรมได้ด้วยตนเอง โดยการจัดกระบวนการในการเรียนการสอนอย่างเหมาะสม การบูรณาการและเชื่อมโยงความรู้หลายๆ ศาสตร์เข้าด้วยกันอย่างสร้างสรรค์ การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการลงมือปฏิบัติงาน การใช้สื่อเทคโนโลยีสมัยใหม่ การบูรณาการความรู้หลายๆ ศาสตร์เข้าด้วยกัน การสร้างความพร้อมในการทำงานเป็นทีม การส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นคุณลักษณะที่สำคัญสำหรับผู้เรียนทางด้านวิศวกรรมในศตวรรษที่ 21

4. การศึกษากระบวนการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนการสอนสมัยใหม่ที่มีการเชื่อมโยงความรู้และบูรณาการหลักการการเรียนรู้ระหว่าง 4 ศาสตร์ที่สำคัญ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ผ่านการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางที่ต้องมีการลงมือทำกิจกรรมในการเรียน นอกจากนั้นแล้วมีการพัฒนากระบวนการเป็นแบบสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ที่บูรณาการศาสตร์ทางด้านศิลปะ (Art) เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นรูปแบบการศึกษาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการค้นคว้า การสืบค้น เพื่อพิสูจน์ความจริงตามขั้นตอนที่ถูกต้อง มีการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการเรียนการสอนและสร้างนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์อย่างเหมาะสม มีกระบวนการในการออกแบบ การวางแผน การคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีการใช้และเปรียบเทียบข้อมูลเชิงตัวเลขเพื่อหาคำตอบและวิเคราะห์ผลทางสถิติ ตลอดจนมีกระบวนการสื่อสาร การถ่ายทอด การทำงานเป็นทีม ที่สามารถนำไปใช้ในการหาผลลัพธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลสูงสุด

ผลจากการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนทางด้านวิศวกรรมศึกษา สามารถออกแบบกรอบแนวคิด ในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนทางด้านวิศวกรรมศึกษา มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ การแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การสื่อสารและถ่ายทอดความรู้ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และการทำงานเป็นทีมดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

การพัฒนารูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ตามกระบวนการสเต็มศึกษา

จากแนวทางการศึกษาและข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนารูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ตามกระบวนการสเต็มศึกษาขึ้น ที่เรียกว่า “P-PIADA Model” เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางด้านวิศวกรรมศึกษาในยุคไทยแลนด์ 4.0 ที่มีกระบวนการเรียนการสอนประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนเตรียมความพร้อม (Preparation) 2) ขั้นตอนทบทวน (Pre-Learning) 3) ขั้นตอนให้เนื้อหา (Information) 4) ขั้นตอนทำกิจกรรม (Activity) 5) ขั้นตอนอภิปรายผล (Discussion) และ 6) ขั้นตอนประเมินผล (Assessment) แสดงดังภาพ 2



ภาพ 2 รูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA ตามกระบวนการสเต็มศึกษา

รูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA ตามกระบวนการstimศึกษา ที่พัฒนาขึ้นมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นการเตรียมความพร้อม (Preparation: P) เป็นขั้นตอนที่กำหนดให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้า และทำงานนอกชั้นเรียน เพื่อทบทวนความรู้เดิม สืบเสาะ และแสวงหาข้อมูลและเนื้อหาที่ได้ผ่านการศึกษามาหรือที่เกี่ยวข้อง ก่อนเข้าห้องเรียนสำหรับการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนมีการฟื้นคืนความรู้และการนำมาใช้ในการศึกษาหัวข้อใหม่ๆ หรือเนื้อหาขั้นสูงต่อไป
2. ขั้นการทบทวน (Pre-Learning: P) เป็นขั้นตอนที่ทดสอบความรู้ของผู้เรียนหลังจากได้ศึกษา ค้นคว้า และที่ได้กลั่นกรองมาจากประสบการณ์ของตนเอง โดยผู้สอนจะได้ทราบพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน เพื่อทำการปรับกระบวนการเรียนการสอน และกำหนดเนื้อหาให้สอดคล้องกับความแตกต่างของผู้เรียนและขอบเขตของเนื้อหาในหลักสูตรเป็นสำคัญ
3. ขั้นการให้เนื้อหา (Information: I) เป็นขั้นตอนของการให้เนื้อหาแก่ผู้เรียน ผู้สอนจะให้เนื้อหาใหม่ๆ หรือองค์ความรู้ขั้นสูงกับผู้เรียนตามระดับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนและตามที่หลักสูตรกำหนดไว้ โดยใช้เทคนิคการสอนและนวัตกรรมการศึกษาสมัยใหม่
4. ขั้นการทำกิจกรรม (Activity: A) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทำกิจกรรมกลุ่ม โดยผู้สอนมีการกำหนดโจทย์ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ไขปัญหาโดยใช้ทฤษฎีขั้นสูงที่ได้เรียนรู้มา กำหนดให้ผู้เรียนมีการปรึกษา การแลกเปลี่ยน และการหาข้อสรุปภายในกลุ่ม ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและแตกต่างกันตามสภาพของกลุ่มผู้เรียน เพื่อค้นหาผลลัพธ์และคำตอบที่ต้องการ
5. ขั้นการอภิปรายผล (Discussion: D) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนนำเสนอผลการศึกษาจากประเด็นปัญหาที่กำหนด และทั้งผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายผลลัพธ์ด้วยกันเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องและสร้างองค์ความรู้ใหม่ร่วมกันและสรุปผล
6. ขั้นการประเมินผล (Assessment: A) เป็นขั้นของการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนผ่านวิธีการวัดผลที่หลากหลาย เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้ในหลักสูตร ตลอดจนผู้สอนมีการตรวจปรับและวิเคราะห์ข้อมูลป้อนกลับ จากแบบสำรวจของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนต่อไป

การออกแบบชุดการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ตามกระบวนการstimศึกษา

การพัฒนาชุดการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA ตามกระบวนการstimศึกษา สำหรับในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เริ่มจากการวิเคราะห์หลักสูตรในระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เพื่อกำหนดและเลือกเนื้อหาวิชาทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม สำหรับใช้เป็นกรณีศึกษาในการสร้างชุดการสอน เรื่อง การวิเคราะห์โครงข่ายสื่อสาร ที่ประกอบด้วย 3 หน่วยเรียน ได้แก่ เรโซแนนซ์ ข่ายงานสองชั้น และวงจรองค์ความถี่ การสร้างเครื่องมือวิจัยในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย คู่มือครู แผนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ โปรแกรมจำลอง ชุดสื่อจำลองเสมือนจริง และแบบทดสอบ ตัวอย่างดังภาพ 3



ภาพ 3 ชุดการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA ตามกระบวนการstimศึกษา

การทดลองใช้ชุดการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง

หลังจากการพัฒนาเครื่องมือวิจัยแล้ว ผู้วิจัยได้นำชุดการสอน เรื่อง การวิเคราะห์โครงข่ายสื่อสารที่สร้างขึ้น ไปทดลองใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA ตามกระบวนการของสเต็มศึกษา เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัย โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาปริญญาตรี จำนวน 46 คน โดยเลือกแบบเจาะจงตามสภาพห้องเรียนจริง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการสื่อสารและสายส่ง หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาครุศาสตรไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยใช้ระยะเวลาในการเก็บผลการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 6 สัปดาห์ รวมทั้งหมด 18 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยได้อธิบายเป้าหมายและข้อตกลงกับผู้เรียน จากนั้นนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมาทดสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียนก่อนเรียน (Pre-test) และดำเนินการจัดกิจกรรมการสอนตามรูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA ร่วมกับชุดการสอนตามแผนการสอนที่ได้พัฒนาขึ้น จากนั้นใช้แบบสังเกตการณ์เป็นเครื่องมือวิจัย เพื่อประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนระหว่างเรียนแต่ละขั้นตอน โดยผลที่ได้จะถูกนำมาปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในหน่วยเรียนถัดไป ในงานวิจัยนี้ มีเนื้อหาจำนวน 3 หน่วยเรียน ใช้เวลาการสอนหน่วยเรียนละ 6 ชั่วโมง จากนั้นทำการวัดความรู้ของผู้เรียนในแต่ละหน่วยเรียนเพื่อวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E1) และเมื่อผู้เรียนผ่านการเรียนครบทุกหน่วยเรียนจะมีการวัดความรู้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E2) และสุดท้ายดำเนินการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA ดังกล่าว ตัวอย่างสภาพบรรยากาศของการใช้ชุดการสอนกับกลุ่มตัวอย่างแสดงดังภาพ 4



ภาพ 4 สภาพบรรยากาศการใช้ชุดการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิจัย

บทความนี้นำเสนอการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการแบบสเต็มศึกษา สำหรับการศึกษาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า จากนั้นสร้างเครื่องมือวิจัยที่เป็นชุดการสอน เรื่อง การวิเคราะห์โครงข่ายสื่อสาร ที่ประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอน และแบบทดสอบ หลังจากนั้นไปทดลองใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผลของการวิจัยที่ได้ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

ผลการพัฒนารูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA สำหรับการศึกษาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

ผลการประเมินคุณภาพด้านความเหมาะสมของเครื่องมือการวิจัย ตามรูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA ตามกระบวนการสเต็มศึกษา แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัย

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความเหมาะสม
ส่วนที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอน P-PIADA model			
ด้านขั้นตอน/กระบวนการเรียนการสอน	4.46	0.38	มาก
ด้านกิจกรรมประกอบการเรียนการสอน	4.30	0.58	มาก
ด้านสื่อสนับสนุนการเรียนการสอน	4.26	0.38	มาก
ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4.36	0.36	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.35	0.36	มาก
ส่วนที่ 2 ชุดการสอน เรื่อง การวิเคราะห์โครงข่ายสื่อสาร			
ด้านแผนการสอน	4.44	0.34	มาก
ด้านใบเนื้อหา	4.62	0.40	มากที่สุด
ด้านสื่องานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์	4.34	0.31	มาก
ด้านสื่อโปรแกรมจำลอง	4.32	0.61	มาก
ด้านสื่อชุดจำลองเสมือนจริง	4.54	0.27	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผล	4.30	0.43	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.43	0.23	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.39	0.30	มาก

การประเมินคุณภาพเครื่องมือจะใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 ท่าน ที่มีประสบการณ์ในการสอนและทำงานวิจัยทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและการศึกษามากกว่า 15 ปี โดยกำหนดให้มีการประเมินระดับของความเหมาะสมในประเด็น 2 ส่วน ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอน P-PIADA model และชุดการสอนเรื่อง การวิเคราะห์โครงข่ายสื่อสารที่พัฒนาขึ้น เมื่อพิจารณาในส่วน of รูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA ตามกระบวนการstimulation ที่พัฒนาขึ้น พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.36) ซึ่งจะเห็นว่ ขั้นตอนและกระบวนการเรียนการสอนที่ออกแบบสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสมสำหรับในส่วน of ชุดการสอน เรื่อง การวิเคราะห์โครงข่ายสื่อสาร ที่สร้างขึ้น ในภาพรวมทั้งหมดมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.23) ที่ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความเห็นว่า ใบเนื้อหาและสื่อชุดจำลองเสมือนจริงที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสมในระดับมากที่สุด นอกจากนั้นพบว่า แผนการสอนและกระบวนการจัดกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมและสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มมากขึ้น

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนตามรูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA สำหรับ การศึกษาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการสอน เรื่อง การวิเคราะห์โครงข่ายสื่อสาร โดยใช้รูปแบบการสอนเชิงบูรณาการ ศาสตร์ P-PIADA ตามกระบวนการstimulation ที่ประกอบไปด้วยคู่มือครู สื่อการสอน และแบบทดสอบ ที่นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 46 คน ที่เรียนในรายวิชาสายการสื่อสารและสายส่ง โดยนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์หาคะแนนประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน (E1/E2) ที่กำหนด 75/75 ซึ่งผล การวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบในแต่ละหน่วยเรียน (E1 หรือ ประสิทธิภาพทางด้านกระบวนการ) ดังตาราง 2 ซึ่งแสดงระดับ คะแนนการทดสอบของผู้เรียนจำนวน 46 คน ของแบบทดสอบหลังหน่วยเรียนแต่ละหน่วยเรียน จำนวนทั้งหมด 3 หน่วยเรียน

มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 76.49 แสดงให้เห็นว่า ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E1) ตามสมมติฐานที่กำหนด ร้อยละ 75 โดยจะเห็นได้ว่า กระบวนการจัดการเรียนการสอนมีการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้เป็นสำคัญที่สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ ด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตาราง 2 การวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบหลังหน่วยเรียน (ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ)

รายการ	จำนวน นักศึกษา	คะแนน เต็ม	ผลรวมของคะแนน	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
แบบทดสอบหลังเรียนที่ 1	46	20	729	15.85	79.46
แบบทดสอบหลังเรียนที่ 2	46	20	708	15.39	76.74
แบบทดสอบหลังเรียนที่ 3	46	20	674	14.65	73.26
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด	46	60	2,111	45.89	76.49

สำหรับผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการสอน (E1/E2) ดังตาราง 3 ซึ่ง พบว่า มีค่าระดับประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E1) คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.49 และมีประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E2) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 77.36 ที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดร้อยละ 75/75 เนื่องจากรูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ตามกระบวนการสตีมศึกษาที่พัฒนาขึ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนและการลงมือปฏิบัติงานด้วยตนเอง มีการนำเสนอและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และทักษะอย่างแท้จริง อันนำมาซึ่งการสร้างประสบการณ์ตรงของผู้เรียนที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยเฉพาะการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมที่มีความยากและความซับซ้อนมาก

ตาราง 3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดการสอน

ลำดับ	หัวข้อการประเมิน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ประสิทธิภาพ
1	แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยเรียน (E1)	60	45.89	76.49
2	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E2)	60	46.41	77.36

ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียน

ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนโดยใช้ชุดการสอน เรื่อง การวิเคราะห์โครงข่ายสื่อสารที่พัฒนาโดยใช้รูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA ตามกระบวนการสตีมศึกษา ที่นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 46 คน โดยกำหนดให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ดังตาราง 4 ที่แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนจำนวน 46 คน ซึ่งจะเห็นว่า ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.08 และ 76.48 คะแนนตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยกำหนดให้ H_0 เป็นคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนที่ไม่มี ความแตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และ H_1 เป็นคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนที่ใช้สถิติ (t-test) ผลการวิเคราะห์ พบว่า คะแนนจากผลการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียน

แบบทดสอบ	คะแนนเฉลี่ย (เต็ม 60 คะแนน)	คิดเป็น ร้อยละ	ค่าส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	df	t _{cal}	Sig. (1 tailed)
ก่อนเรียน	4.85	8.08	1.74	45	71.09*	0.0000
หลังเรียน	45.89	76.48	3.57			

*อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

การประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามกระบวนการเสริมศึกษาแบบ P-PIADA ร่วมกับชุดการสอนเรื่อง การวิเคราะห์โครงข่ายสื่อสารที่พัฒนาขึ้น มีผลการประเมินดังแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ และการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอน เรื่อง การวิเคราะห์โครงข่ายการสื่อสาร ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.51) ที่ได้เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ โดยผู้เรียนส่วนใหญ่มีความเห็นว่า กระบวนการและสื่อการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องและเหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาทางด้านวิศวกรรม สามารถรองรับกับระดับความรู้ของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีขั้นตอนเรียงเป็นลำดับ และสร้างให้ผู้เรียนมีทักษะการปฏิบัติงานได้อย่างแท้จริง อันนำไปสู่การเสริมสร้างประสบการณ์ในการทำงานและทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้ด้วยตนเอง

ตาราง 5 ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
ด้านรูปแบบการเรียนการสอน			
1. แผนการจัดกิจกรรมมีการบูรณาการการเรียนการสอน	4.30	0.73	มาก
2. เวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสม	4.22	0.73	มาก
3. วิธีการสอนมีการใช้กระบวนการ STEAM	4.17	0.74	มาก
4. กิจกรรมการสอนมีความเหมาะสม	4.02	0.80	มาก
5. การประเมินผลมีความเหมาะสม	4.26	0.71	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.20	0.62	มาก
ด้านเนื้อหา			
6. เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ของหลักสูตร	4.43	0.89	มาก
7. เนื้อหามีความถูกต้อง	4.41	0.65	มาก
8. ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.20	0.81	มาก
9. เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม	4.24	0.77	มาก
10. ภาษาและภาพที่ใช้เหมาะสม	4.22	0.84	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.30	0.61	มาก
ด้านสื่อการนำเสนอเพาเวอร์พอยต์			
11. การนำเสนอครอบคลุมกับเนื้อหาวิชา	4.15	0.94	มาก
12. ขนาดของตัวอักษรและภาพเหมาะสม	4.22	0.73	มาก
13. เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม	4.41	0.62	มาก
14. ปริมาณและรายละเอียดมีความเหมาะสม	4.39	0.68	มาก

ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
15. สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	4.30	0.84	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.30	0.58	มาก
ด้านสื่อโปรแกรมจำลอง			
16. สอดคล้องกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การสอน	4.43	0.65	มาก
17. สื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นลำดับ	4.43	0.81	มาก
18. โครงสร้างและการออกแบบเหมาะสม	4.26	0.88	มาก
19. สื่อมีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.50	0.66	มาก
20. ใช้งานได้ถูกต้องและสมบูรณ์	4.39	0.86	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.40	0.64	มาก
ด้านสื่อชุดจำลองเสมือนจริง			
21. สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรายวิชา	4.52	0.59	มากที่สุด
22. โครงสร้างและการออกแบบเหมาะสม	4.46	0.62	มาก
23. มีความแม่นยำและเที่ยงตรง	4.50	0.62	มาก
24. ใช้งานง่าย เก็บรักษา และพกพาสะดวก	4.20	0.81	มาก
25. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้เพิ่มขึ้น	4.46	0.69	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.43	0.50	มาก
ด้านการวัดและประเมินผล (แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์)			
26. ข้อสอบตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.46	0.62	มาก
27. จำนวนข้อสอบมีความเหมาะสม	4.17	0.80	มาก
28. ข้อคำถามและคำตอบมีความชัดเจนและเหมาะสม	4.13	0.81	มาก
29. เวลาที่ใช้เหมาะสม	4.26	0.65	มาก
30. ระดับความยากง่ายเหมาะสม	4.35	0.71	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.27	0.57	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด (ทุกด้าน)	4.32	0.51	มาก

สรุปและอภิปรายผล

1. ด้านรูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA ตามกระบวนการสติศึกษา ที่พัฒนาขึ้น พบว่า คุณภาพของรูปแบบการเรียนจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 10 คน มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก เนื่องจากรูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการบูรณาการศาสตร์ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าไปในกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่มีวิธีการสอน กิจกรรม และสื่อการสอนที่หลากหลาย มีการส่งเสริมให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติงานผ่านกิจกรรม ทั้งที่เป็นรายบุคคลและกิจกรรมกลุ่ม มีการแก้ปัญหาการทำงานอย่างเป็นระบบมีการอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และผู้เรียนกับผู้เรียนมีการเสริมสร้างทักษะการถ่ายทอด การนำเสนอ การสื่อสาร และมีการประเมินผลอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวสามารถส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความรู้ ทักษะการปฏิบัติงาน และสร้างเจตคติที่ดีในการศึกษาทางด้านวิศวกรรมได้อย่างมีคุณภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sirawan (2017) ที่มีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการในยุคประเทศไทย 4.0 ที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการทำงานเป็นทีม มีอิสระในการค้นคว้าด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอน และกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ที่สามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มมากขึ้น

2. ด้านประสิทธิภาพของชุดการสอน เรื่อง การวิเคราะห์โครงข่ายสื่อสาร ที่นำไปทดลองใช้งานกับกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.49/77.36 ที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 75/75 เนื่องจากชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น ตามรูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA มีการออกแบบกิจกรรมการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมเป็นสำคัญ และมีการดำเนินการตามแผนการสอนอย่างเป็นระบบที่ได้ระบุไว้ในคู่มือครู ผู้เรียนมีการลงมือปฏิบัติงานตามที่มอบหมาย มีการส่งเสริม การแก้ปัญหาผ่านกิจกรรมกลุ่มโดยมีผู้สอนคอยให้ความช่วยเหลือและแนะนำอย่างเหมาะสม มีการใช้สื่อการสอนที่หลากหลายและเหมาะสมกับระดับผู้เรียน และมีวิธีการวัดผลที่เหมาะสม ที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์และมีทักษะ การแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ส่งเสริมการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงตามที่หลักสูตร กำหนดซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Alongom and Somsak (2015) ที่ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบ SATADE และนำไปใช้ในการเรียนการสอนเรื่อง สมการเมกซ์เวลล์ คลื่นระนาบและกำลังไฟฟ้า ที่สามารถส่งเสริมความคิด วิเคราะห์และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง มีการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นที่ อันส่งผลให้รูปแบบการเรียนการสอนพัฒนาขึ้นมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

3. ด้านการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียน เป็นกระบวนการที่ติดตามความรู้ของผู้เรียนในแต่ละหน่วย การเรียนเมื่อผ่านการเรียนด้วยรูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 6 ขั้นตอน โดยมีการวัดความก้าวหน้า ความรู้ด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดพฤติกรรมด้วยแบบสังเกตการณ์ของผู้เรียนทั้ง 3 หน่วยเรียน พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบ การเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะทางด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีที่รองรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ประกอบด้วย การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การแก้ไขปัญหา การสื่อสาร การทำงานเป็นทีม เป็นต้น จากนั้นดำเนินการออกแบบ กระบวนการเรียนการสอนแบบ P-PIADA ที่เน้นให้ผู้เรียนมีการเตรียมความพร้อม การทบทวนความรู้พื้นฐาน การให้เนื้อหาความรู้ใหม่ การปฏิบัติงานจากการลงมือด้วยตนเอง การอภิปรายและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้อย่างอิสระ ที่ส่งผลให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Anuchart (2014) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมสำหรับครูช่างไฟฟ้าอุตสาหกรรมเพื่อฝึกทักษะ การทำงานของผู้เรียน ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งพบว่าผู้เรียนมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนตามสมมติฐาน ที่กำหนด อันเนื่องมาจากชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะทางการเขียน การพูด และการทำงานเป็นทีม ที่ทำให้ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีทักษะในการแก้ไขปัญหาและการประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ในการประกอบอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ด้านการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่ผ่านการเรียนด้วยรูปแบบการสอนเชิงบูรณาการศาสตร์ P-PIADA ที่พัฒนาขึ้น พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงานตามกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละกระบวนการการเรียนรู้ที่มีการลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน ทำให้ผู้เรียนเกิด แรงจูงใจและมีความใส่ใจในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น นอกจากนั้นผู้เรียนมีความพึงพอใจและสนใจในการใช้สื่อการสอนที่หลากหลาย เช่น โปรแกรมจำลอง ชุดจำลองเสมือนจริง เป็นต้น ตลอดจนผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนที่สนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ผู้สอนและผู้เรียนโดยใช้วิธีการระดมสมอง การทำกิจกรรมกลุ่ม การอภิปราย การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และการนำเสนอข้อมูล ที่สามารถช่วย ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนและเหมาะสม ตลอดจนส่งเสริมการมีทักษะการปฏิบัติงานทางด้าน วิศวกรรมมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Anurak (2014) ที่มีการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบ P-CSDE สำหรับการศึกษา ด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม ระดับปริญญาตรี ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีการกำหนดให้ผู้เรียนมีการทบทวนความรู้พื้นฐานก่อน การเรียน มีการพัฒนาเนื้อหาและกิจกรรมที่มีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน และสร้างสื่อการสอนที่หลากหลาย อันส่งผลทำให้ผู้เรียนมี ความพึงพอใจต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทั้งความรู้และทักษะการปฏิบัติงานด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม เพิ่มขึ้น ตลอดจนสนับสนุนให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

References

- Alongorn, P., & Somsak, A. (2015). Development instructional model in maxwell equation, plan wave and power of wave using SATADE learning model. *Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 6(1), 177–186. [in Thai]
- Anuchart, S. (2014). *A development of a learning activity package for industrial electrical vocational teacher focused on students' working skills under inquiry-based learning (5e)* (Doctoral dissertation). Bangkok: King Mongkut's University of Technology North Bangkok. [in Thai]
- Anurak, M. (2014). *Development of P-CSDE Instructional model for telecommunication engineering study, bachelor education* (Doctoral dissertation). Bangkok: King Mongkut's University of Technology North Bangkok. [in Thai]
- Ekkaphan, P., & Somsak, A., (2019). Instructional management using simulation based RISDA learning model for teaching of industrial electronics. *The 11th National Conference on Technical Education and the 6th International Conference on Technical Education* (pp. 44-48). Thailand: KMUTNB Bangkok.
- Hyunju, P., Soo-yong, B., Jaeho, S., Hyesook, H., & Yoon Su, B. (2016). Teachers' perceptions and practices of STEAM education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1739-1753.
- Kumpirarusk, P., & Rohitratana, K. (2018). Industry 4.0: Future industries of Thailand. *WMS Journal of Management*, 7(3), 52-64. [in Thai]
- Pinit, N., Surapan, T., & Somsak, A. (2013). Development of SMISEA learning model for high frequency transmission line, *The 6th National Conference on Technical Education* (pp. 117-122). Thailand: KMUTNB Bangkok. [in Thai].
- Pinyo, W. (2019). Effect of integrated learning activities based on STEAM education on science learning achievement, critical thinking skills and students' satisfaction of grade 4 students. *Journal of Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 7(3), 52–64. [in Thai]
- Sirawan, J. (2017). Integrated learning management in Thailand 4.0 era, based on STEM, STEAM, and STERAM. *Journal of Education and Social Development*, 13(1), 19–30. [in Thai]
- Tomas, U. (2012). Student competencies in structural engineering: Modelling cultural environment in Qassim University, *SEFI 40th annual conference* (pp. 1-8). Greece: Thessaloniki.
- Veronica, A. S., Barbara, N., Cibebe V, Falkenberg, Stephanie, P., & Raquel, I. M. H., (2018). STEAM: Using the arts to train well-rounded and creative scientists. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 19(1), 1-7.