



การพัฒนาชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทนโดยใช้สื่อการสอนเสมือน
สำหรับการส่งเสริมสมรรถนะของนักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต

Development of Learning Package on Renewable Energy Technology Using Virtual
Instructional Aids to Enhance Competency of Students in Bachelor of Technology

สุริยาวิฐ เสาวคนธ์* และสมศักดิ์ อรรถทิมากุล
Suriyawut Saovakhon* and Somsak Akatimagool

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ บางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangsue, Bangkok 10800, Thailand

*Corresponding author, e-mail: suriyawut_ya@hotmail.com

(Received: Feb 15, 2024; Revised: Jun 8, 2024; Accepted: Jul 19, 2024)

บทคัดย่อ

หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงมุ่งให้ผู้เรียนมีสมรรถนะ และคุณลักษณะที่จำเป็นในวิชาชีพด้านเทคโนโลยี อันเป็นการสร้างรากฐานความมั่นคงอย่างหนึ่งของประเทศ ผู้วิจัยในฐานะผู้สอนจึงสนใจหาวิธีการพัฒนาผู้เรียนไปสู่ความคาดหวังดังกล่าวด้วยการทำวิจัยนี้ขึ้น เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทนสำหรับส่งเสริมสมรรถนะของนักศึกษา รวมทั้งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสมรรถนะของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จำนวน 26 คน ที่มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือการวิจัยประกอบด้วยชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทน แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสมรรถนะ เก็บข้อมูลด้วยการวิจัยกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนสอบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยค่าสัดส่วนคะแนนร้อยละระหว่างเรียนและหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 2) ค่าที่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลวิจัยพบว่า 1) ชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.49$, S.D.=0.57) 2) ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้เท่ากับ 77.16/75.72 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) สมรรถนะของผู้เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นโดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 76.55 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีสมรรถนะตามที่หลักสูตรกำหนดได้

คำสำคัญ : ชุดการเรียนรู้ เทคโนโลยีพลังงานทดแทน สื่อการสอนเสมือน สมรรถนะ

Abstract

The Bachelor of Technology Program in Renewable Energy Technology at Muban Chombueng Rajabhat University aims to provide learners with the necessary competencies and characteristics in a technology career, which is one of the foundations for national stability. As a teacher, the researcher is interested in finding a way to develop learners to meet these expectations by conducting this research to develop a learning package in Renewable Energy Technology to promote student competencies, as well as to compare the academic achievement and competencies of learners before and after learning with the developed learning package. The target group was 26 students in the Electrical Technology program at Muban Chombueng Rajabhat University who were selected by purposive sampling. The research instruments consisted of a learning package in Renewable Energy Technology, an learning achievement and competency assessment form. The data were collective by using a quasi-experimental research with the one group pretest-posttest design. Data were analyzed by using the percentage score ratio between learning and after learning compared to the specified criteria of 75/75, t-test, mean, standard deviation and percentage. The research results found that 1) The learning package in Renewable Energy Technology It is

at a high level of appropriateness ($\bar{X}=4.49$, S.D.=0.57). 2) The efficiency of the learning package (E_1/E_2) = 77.16/75.72, which is in accordance with the specified criteria (75/75) 3) The learning achievement of the learners after studying is significantly higher than before studying at a statistical level of .05 and 4) The overall competence of the learners using the developed learning set is at an average of 76.55 percent. The results which shows that the developed learning set can promote the learners to have the competence as specified by the curriculum.

Keywords: Learning package, Renewable energy technology, Visual instructional aids, Competency

บทนำ

แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2574 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาคุณภาพของคนไทยให้เป็นผู้มีความรู้ มีคุณลักษณะ และทักษะในการเรียนรู้ สนับสนุนให้ทุกคนเข้าถึงการศึกษา มีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต และสร้างสังคมที่มีคุณธรรม จริยธรรม มีความปลอดภัย สงบสุขและพอเพียง รวมถึงการพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ด้วยการเพิ่มผลิตภาพของกำลังแรงงานให้มีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดงาน (Office of the Education Council Secretariat, 2017) นอกจากนั้นมุ่งเน้นการพัฒนาประเทศที่พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงที่เป็นพลวัตในศตวรรษที่ 21 ภายใต้ยุทธศาสตร์ 4.0 โดย Tupsai (2021) ได้สรุปกรอบแนวคิดของการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ไว้ว่า ผู้เรียนควรมีสมรรถนะที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ 1) การมีความรู้ในวิชาหลักและความรู้รอบตัว 2) การมีทักษะชีวิตและทักษะอาชีพ และ 3) การมีทักษะการเรียนรู้ การสร้างนวัตกรรมใหม่ และทักษะแห่งความร่วมมือ ได้แก่ การสื่อสาร (Communication) ความร่วมมือ (Collaboration) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) การคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) และสามารถวิเคราะห์และเลือกใช้สื่อทางด้านเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนสมัยใหม่จำเป็นต้องให้ความสำคัญในการเสริมสร้างสมรรถนะดังกล่าวให้กับผู้เรียนเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม

หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงมีความตระหนักในความสำคัญดังกล่าวจึงได้กำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะ และคุณลักษณะที่จำเป็นในวิชาชีพด้านเทคโนโลยีอันเป็นการสร้างรากฐานความมั่นคงอย่างหนึ่งของประเทศตามแผนการศึกษาแห่งชาติดังกล่าวในรายวิชาต่าง ๆ ของหลักสูตร โดยรายวิชาพลังงานทดแทนเป็นรายวิชาหนึ่งของหลักสูตรที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความสามารถในการออกแบบ การลงมือปฏิบัติ และการใช้ประโยชน์จากพลังงานทดแทน แต่จากการสำรวจผลการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาโดยใช้แบบสอบถามในรายวิชาพลังงานทดแทน จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 87 คน ในระหว่างปีการศึกษา 2561-2565 ที่ผ่านมาพบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับค่อนข้างต่ำ และมีทักษะการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง และสามารถสรุปประเด็นที่สำคัญ ได้แก่ 1) วิธีการสอนส่วนใหญ่เป็นแบบบรรยายโดยใช้การนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์เป็นหลัก 2) ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนค่อนข้างน้อย 3) สื่อการสอนไม่หลากหลายและมีจำนวนน้อย 4) ขาดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติและแก้ปัญหาด้วยตนเอง และ 5) การวัดผลทางการเรียนไม่มีความหลากหลาย ดังนั้นจากผลการสำรวจดังกล่าว (Saovakhon *et al.*, 2020) ผู้วิจัยในฐานะผู้สอนรายวิชาพลังงานทดแทนจึงสนใจหาแนวทางในการพัฒนาสื่อและการสอนที่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะตามที่หลักสูตรกำหนดขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยของ Guo *et al.* (2022) เรื่อง การมีส่วนร่วมในการศึกษาด้านพลังงานทดแทนโดยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนไมโครกริดเชิงโต้ตอบบนเว็บ ซึ่งเป็นการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับพัฒนาห้องปฏิบัติการเสมือนจากโปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์ และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนความสนใจและตระหนักถึงความสำคัญในการศึกษาด้านพลังงานทดแทน ที่ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น และงานวิจัยของ Friman & Matsliah (2021) ที่ได้ทำวิจัยเรื่อง แพลตฟอร์ม Moodle และห้องปฏิบัติการพลังงานทดแทนออนไลน์ที่คณะวิศวกรรมไฟฟ้า ซึ่งเป็นการนำเสนอผลการพัฒนาห้องปฏิบัติการพลังงานทดแทนภายใต้วิธีการสอนแบบใหม่บนแพลตฟอร์ม "Moodle" ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้านเทคนิค การปฏิบัติงาน และการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานด้วยอุปกรณ์ที่ทันสมัย ได้แก่ ระบบพลังงานไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ โครงข่ายโทรคมนาคมอัจฉริยะ สถานีพลังงานลมและน้ำ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง เป็นต้น จะเห็นได้ว่า การศึกษาด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทนมีการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยส่วนใหญ่การจัดการเรียนการสอนจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มีการใช้สื่อและเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับกิจกรรมการเรียน

การสอนที่ให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการสืบค้นข้อมูล การทำกิจกรรม และการลงมือปฏิบัติงาน จนสามารถสร้างองค์ความรู้และเสริมสร้างสมรรถนะที่บรรลุผลการเรียนรู้ตามที่กำหนดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทนโดยใช้สื่อการสอนเสมือนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสมรรถนะของนักศึกษาด้านการออกแบบระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้า การติดตั้งอุปกรณ์ระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้า การวิเคราะห์และแก้ปัญหาระบบงานและการนำเสนอและการสื่อสารตามที่หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิตกำหนดขึ้น ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักศึกษามีความรู้ ทักษะ และเจตคติที่ดี ในการศึกษาและปฏิบัติงานทางด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทน รวมทั้งยังเสริมสร้างให้นักศึกษามีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทน สำหรับการส่งเสริมสมรรถนะของนักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทน โดยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น
4. เพื่อประเมินระดับสมรรถนะของผู้เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่พัฒนาขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย

นักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาพลังงานทดแทน หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จำนวน 26 คน โดยเลือกแบบเจาะจงตามสภาพห้องเรียนจริง

2. เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือการวิจัย ประกอบด้วยเครื่องมือที่เป็นตัวจัดกระทำ ได้แก่ ร่างชุดการเรียนรู้และร่างคู่มือครูสำหรับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามรูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะ และเครื่องมือวัดตัวแปรตาม ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินสมรรถนะทางการเรียน โดยมีรายละเอียดในการสร้างและคุณภาพ ดังนี้

2.1 เครื่องมือที่เป็นตัวจัดกระทำ

2.1.1 ร่างชุดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามรูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะ

ร่างชุดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามรูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะผ่านการสร้างและหาคุณภาพเบื้องต้น โดยเริ่มจากผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแผนการศึกษาแห่งชาติ หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง คำอธิบายรายวิชาพลังงานทดแทน และรูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะ แล้วร่างชุดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามรูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะ ประกอบด้วย

1) ร่างชุดสื่อการสอนเสมือน จำนวน 3 ชุด ได้แก่ ระบบโซลาร์เซลล์ ระบบไฟฟ้าพลังงานลม และระบบไฟฟ้าพลังงานน้ำ โดยในส่วนของผลการประมวลผลจะเขียนอัลกอริทึมของโปรแกรม LabVIEW[®] สำหรับใช้ในการปฏิบัติการควบคุมระบบการผลิตไฟฟ้า และวัดค่าแบบเสมือนจริง สามารถแสดงค่าของการวัดแบบเสมือนจริง ซึ่งมีจุดเชื่อมกับชุดควบคุม (Microcontroller unit) มีการสร้างส่วนการติดต่อกับผู้ใช้งาน (Graphical User Interface : GUI) ชุดสื่อการสอนเสมือน ประกอบด้วย หน้าต่างการจำลองระบบโซลาร์เซลล์ หน้าต่างการจำลองระบบไฟฟ้าพลังงานลม และหน้าต่างการจำลองระบบไฟฟ้าพลังงานน้ำ

2) ร่างโปรแกรมจำลองระบบพลังงานไฟฟ้าชีวมวล จำนวน 1 ชุด ซึ่งเป็นการจำลองระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานชีวมวล โดยสร้างส่วนการติดต่อกับผู้ใช้งาน (GUI) ในส่วนของอินพุต และเอาต์พุต สำหรับส่วนของการประมวลผลจะเขียนเป็นอัลกอริทึมด้วยโปรแกรม LabVIEW[®]

2.1.2 ร่างคู่มือครูสำหรับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามรูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะ ประกอบด้วย แผนการสอน จำนวน 4 แผน ตามหน่วยเรียน ได้แก่ 1) ระบบโซลาร์เซลล์ 2) พลังงานลม 3) พลังงานน้ำ และ 4) พลังงานชีวมวล ใช้เวลาการสอนหน่วยเรียนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 16 ชั่วโมง ซึ่งแต่ละแผนการสอนจะใช้รูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะ (RESPA model) มี 5 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นการตระหนักรู้ความสำคัญ (Realization) ขั้นเนื้อหาที่จำเป็น (Essential content) ขั้นการตกผลึกความคิด (Summary) ขั้นการพิสูจน์ความคิด (Proving) และขั้นการประเมินผลลัพธ์ (Assessment) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการเรียนรู้ RESPA model

2.1.3 นำร่างชุดการเรียนรู้และร่างคู่มือครูสำหรับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามรูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะที่พัฒนาขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 คน ตรวจสอบและประเมินคุณภาพด้านความเหมาะสมของชุดการเรียนรู้เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามรูปแบบการสอน จากนั้นทำการปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปทดลองใช้หาประสิทธิภาพเป็นลำดับต่อไป

2.2 เครื่องมือวัดตัวแปรตาม

2.2.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทน พัฒนาขึ้นโดยผู้วิจัยศึกษาวิเคราะห์หลักสูตร จุดมุ่งหมายของรายวิชา และวิธีการสร้างข้อสอบแบบปรนัยตามทฤษฎีของ Bloom (1982) แล้วร่างเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือกตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของรายวิชา ประกอบด้วยแบบทดสอบระหว่างเรียน จำนวน 4 หน่วยเรียน ๆ ละ 20 ข้อ และแบบทดสอบท้ายบทเรียน จำนวน 80 ข้อ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 ท่านประเมินว่าค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.95 จากนั้นนำไปใช้กับกลุ่มทดลองที่เป็นนักศึกษาที่ผ่านการเรียนในรายวิชาพลังงานทดแทนมาแล้ว เพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นตามสูตร KR-20 ของคูเดอริชาร์ดสัน (Srisaard, 2002) ได้ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.41 ถึง 0.72 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.35 ถึง 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.85

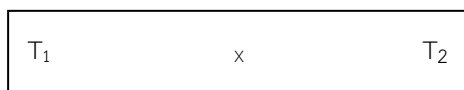
2.2.2 แบบประเมินสมรรถนะทางการเรียนเรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทน พัฒนาขึ้นโดย

1) ผู้วิจัยศึกษาวิเคราะห์หลักสูตร จุดมุ่งหมายของรายวิชาในส่วนของสมรรถนะและวิธีการสร้างแบบประเมินสมรรถนะ ตามทฤษฎีของ Bloom (1982)

2) ยกร่างแบบประเมินสมรรถนะทางการเรียนเรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทน และเกณฑ์การประเมินตามวัตถุประสงค์ของรายวิชา 3 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้วิชาชีพ มีประเด็นการประเมิน 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านระบบพลังงานโซลาร์เซลล์ ด้านระบบพลังงานลม ด้านระบบพลังงานน้ำ และด้านระบบพลังงานชีวมวล 2) ด้านทักษะการปฏิบัติ มีประเด็นการประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ ความสามารถออกแบบระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้า ความสามารถติดตั้งอุปกรณ์ระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้า ความสามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาระบบงาน และ 3) ด้านเจตคติและคุณลักษณะบุคคล มีประเด็นการประเมิน 2 ด้าน ได้แก่ การนำเสนอและการสื่อสาร ความรับผิดชอบและทำงานเป็นทีม

3) นำแบบประเมินสมรรถนะทางการเรียนและเกณฑ์การประเมินที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 ท่านประเมินความถูกต้องเหมาะสมเชิงโครงสร้างเนื้อหาและปรับปรุงตามคำแนะนำ ได้ค่าความเหมาะสมในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.48 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.58)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการโดยการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental design) แบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One group pretest-posttest design) มีตัวแปรต้น คือ ชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทน และตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสมรรถนะทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยมีลักษณะการทดลอง ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แบบการทดลองใช้ชุดการเรียนรู้แบบ One group pretest-posttest design

- โดยที่ T₁ คือ ทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
 X คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น (Treatment)
 T₂ คือ ทดสอบหลังเรียน (Posttest) ประกอบด้วย การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการประเมินสมรรถนะทางการเรียน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

- 4.1 ข้อมูลที่ได้จากการประเมินคุณภาพของชุดการเรียนรู้วิเคราะห์โดยค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 4.2 ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้วิเคราะห์โดยใช้ค่าสัดส่วนร้อยละของคะแนนร้อยละระหว่างเรียนและหลังเรียน (E₁/E₂) แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ 75/75 (Promwong, 2013)
 4.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบสถิติ t-test แบบ Dependent Data
 4.4 การประเมินระดับสมรรถนะของผู้เรียน วิเคราะห์โดยค่าร้อยละตามเกณฑ์ที่กำหนดไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาชุดการเรียนรู้

- 1.1 ชุดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามรูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะ จำนวน 4 ชุด ดังตารางที่ 1 ที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมระดับมาก ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 3-4

ตารางที่ 1 ชุดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามรูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะจำแนกตามชุดการเรียนรู้ และเครื่องมือประกอบการจัดการเรียนรู้

ที่	ชุดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามรูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะ	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
	ชื่อชุดการเรียนรู้	เครื่องมือประกอบการจัดการเรียนรู้
1	ชุดสื่อการสอนเสมือน	
1.1	ชุดจำลองระบบโซลาร์เซลล์	แผนการสอนโดยชุดการเรียนรู้ เรื่อง ชุดจำลองระบบโซลาร์เซลล์ ตามรูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะ
1.2	ชุดจำลองระบบไฟฟ้าพลังงานลม	แผนการสอนโดยชุดการเรียนรู้ เรื่อง ชุดจำลองระบบไฟฟ้าพลังงานลม ตามรูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะ
1.3	ชุดจำลองระบบไฟฟ้าพลังงานน้ำ	แผนการสอนโดยชุดการเรียนรู้ เรื่อง ชุดจำลองระบบไฟฟ้าพลังงานน้ำตามรูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะ
2	โปรแกรมจำลองระบบพลังงานไฟฟ้าชีวมวล	แผนการสอนโดยชุดการเรียนรู้ เรื่อง โปรแกรมจำลองระบบพลังงานไฟฟ้าชีวมวลตามรูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะ
รวม		16

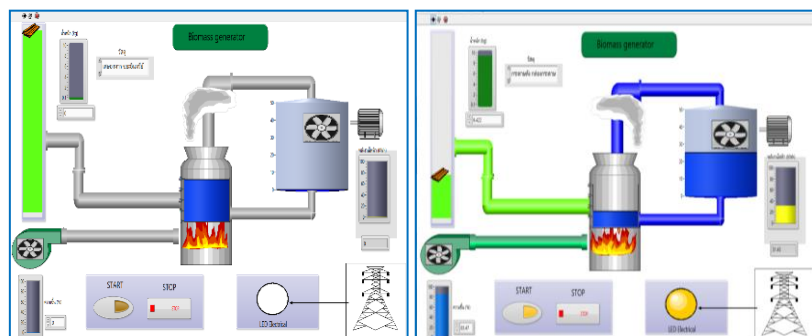
ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดการเรียนรู้เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามรูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะ (ผู้เชี่ยวชาญ 10 คน)

ชุดการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความเหมาะสม
ชุดจำลองระบบโซลาร์เซลล์	4.47	0.63	มาก
ชุดจำลองระบบไฟฟ้าพลังงานลม	4.60	0.56	มากที่สุด
ชุดจำลองระบบไฟฟ้าพลังงานน้ำ	4.43	0.57	มาก
โปรแกรมจำลองระบบพลังงานไฟฟ้าชีวมวล	4.47	0.63	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.49	0.57	มาก

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพด้านความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัยที่เป็น ชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามรูปแบบการสอนบนฐานโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญพบว่า ความเหมาะสมโดยภาพรวม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.49$, S.D. = 0.57) จะเห็นได้ว่าชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้กับการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิตได้อย่างมีคุณภาพ



ภาพที่ 3 ชุดสื่อจำลองเสมือนจริง



ภาพที่ 4 โปรแกรมจำลองระบบพลังงานไฟฟ้าชีวมวล

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่พัฒนาขึ้นพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 77.16/75.72 ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 ดังตารางที่ 3



ตารางที่ 3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้

ชุดการเรียนรู้ (หน่วยเรียน)	คะแนนร้อยละ		สัดส่วน E1/ E2	การแปรผล
	ระหว่างเรียน (E1)	หลังเรียน (E2)		
1. ระบบโซลาร์เซลล์	76.15	75.96	76.15/75.96	มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ กำหนด 75/75
2. ระบบพลังงานลม	77.88	76.15	77.88/76.15	
3. ระบบพลังงานน้ำ	78.81	75.58	78.81/75.58	
4. ระบบพลังงานชีวมวล	75.81	75.19	75.81/75.19	
ค่าเฉลี่ย	77.16	75.72	77.16/75.72	

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นหลังจากผ่านการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น รายละเอียดตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทน โดยให้ผู้เรียนทำทั้งแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

จำนวน (N=26)	คะแนนก่อนเรียน (80)		คะแนนหลังเรียน (80)		D	D ²	t
	(ΣX_1)	(ΣX_1^2)	(ΣX_2)	(ΣX_2^2)	$\Sigma (X_2 - X_1)$	$\Sigma (X_2 - X_1)^2$	
	471	9,559	1,626	102,568	1,155	51,733	54.98*

*ค่านัยสำคัญทางสถิติ $\leq .05$

4. ผลการประเมินสมรรถนะของผู้เรียน

การประเมินสมรรถนะทางการเรียนของผู้เรียนที่ผ่านการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามรูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะ (RESPA model) จำนวน 26 คน หลังจากการจัดการเรียนการสอนทั้ง 4 หน่วยเรียน ปรากฏตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินสมรรถนะที่ทางการเรียน (จำนวนผู้เรียน 26 คน)

สมรรถนะทางการเรียน	คะแนนเต็ม	ผลลัพธ์ที่ได้	ค่าเฉลี่ยร้อยละ
1. ด้านความรู้วิชาชีพ			
1.1 ความรู้ด้านระบบพลังงานโซลาร์เซลล์	20	15.23	76.15
1.2 ความรู้ด้านระบบพลังงานลม	20	15.58	77.88
1.3 ความรู้ด้านระบบพลังงานน้ำ	20	15.96	79.81
1.4 ความรู้ด้านระบบพลังงานชีวมวล	20	14.96	74.81
ค่าเฉลี่ยรวม	80	61.73	77.16
2. ด้านทักษะการลงมือปฏิบัติงาน			
2.1 ออกแบบระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้า	20	15.69	78.46
2.2 ติดตั้งอุปกรณ์ระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้า	20	15.04	75.19
2.3 วิเคราะห์และแก้ปัญหาาระบบงาน	20	14.27	71.35
ค่าเฉลี่ยรวม	60	45.00	75.00
3. ด้านเจตคติและคุณลักษณะบุคคล			
3.1 การนำเสนอและการสื่อสาร	20	14.88	74.42
3.2 ความรับผิดชอบและทำงานเป็นทีม	20	16.12	80.58
ค่าเฉลี่ยรวม	40	31.00	77.50
รวมคะแนนทั้งหมด	180	137.73	76.55

จากตารางที่ 6 จะเห็นว่าสมรรถนะทางการเรียนของผู้เรียนที่ผ่านการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามรูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะ (RESPA model) มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.55 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 75 แสดงให้เห็นว่า ชุดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามรูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะที่พัฒนาขึ้นเมื่อนำไปใช้จัดการเรียนการสอนในหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีสมรรถนะที่ตามหลักสูตรคาดหวังได้อย่างดี

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการประเมินคุณภาพของชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทนโดยผู้เชี่ยวชาญ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก เนื่องจากรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเน้นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการจัดกิจกรรมและวิธีการสอนที่หลากหลาย ผู้เรียนลงมือปฏิบัติงานผ่านกิจกรรมกลุ่ม มีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน มีทักษะการนำเสนอ และมีการประเมินผลอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาค้นคว้าความรู้ ทักษะการปฏิบัติงาน และเจตคติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Phacharoen (2024) ที่มีการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจำลองสถานการณ์เป็นฐานแบบ RISDA model สำหรับการศึกษาด้านอิเล็กทรอนิกส์ในงานอุตสาหกรรม ที่พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนและสื่อการสอนแบบจำลองสถานการณ์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการปฏิบัติงาน การแก้ปัญหา มีอิสระในการค้นคว้าด้วยตนเอง และกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้อันส่งเสริมให้ผู้เรียนมีสมรรถนะที่พึงประสงค์

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทน ซึ่งพบว่ามีความเฉลี่ย E_1/E_2 เท่ากับ 77.16/75.72 ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 เนื่องจาก การจัดการเรียนการสอนได้ใช้รูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะที่มีกระบวนการเรียนรู้ที่เรียกว่า RESPA model ที่มี 5 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นการตระหนักความสำคัญ ขั้นเนื้อหาที่จำเป็น ขั้นการตกผลึกความคิด ขั้นการพิสูจน์ความคิด และขั้นการประเมินผลลัพธ์ ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวได้ถูกออกแบบมาอย่างเป็นระบบ โดยเริ่มจากการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักและเห็นความสำคัญของบทเรียน ต่อจากนั้นเป็นการให้เนื้อหาสาระที่จำเป็นเพื่อนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาและค้นหาคำตอบที่ตกผลึกเป็นความคิดรวบยอด ขั้นตอนเป็นการพิสูจน์ความคิดในลักษณะการร่วมมือกันโดยการลงมือปฏิบัติ จากนั้นเป็นการสรุปผลการเรียนรู้ และอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียน ที่สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Ruangsi & Akatimagool (2020) และ Klinbumrung (2020) ซึ่งพบว่า การพัฒนาการจัดการกระบวนการเรียนการสอนจะเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ มีการแก้ปัญหาผ่านกิจกรรมกลุ่ม มีการใช้สื่อการสอนที่หลากหลายและมีวิธีการวัดผลที่เหมาะสม โดยมีผู้สอนคอยให้ความช่วยเหลือและแนะนำ ที่ส่งผลทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจาก การจัดการเรียนการสอนมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน และการลงมือปฏิบัติงานเพิ่มมากขึ้น จากการใช้สื่อการสอนเสมือนที่จำลองให้เห็นการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนต่างๆ เช่น โซลาร์เซลล์ พลังงานน้ำ พลังงานลม และชีวมวล ได้อย่างชัดเจนจากนามธรรมสู่รูปธรรม ผู้เรียนได้ทดลองลงมือปฏิบัติเพื่อพิสูจน์ผลลัพธ์ที่ได้กับทางทฤษฎีด้วยตัวเอง ส่งผลทำให้ผู้เรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Phacharoen (2024) และ Saovakhon & Akatimagool (2023) ที่พบว่า การใช้สื่อนวัตกรรมการศึกษาสมัยใหม่ที่มีความหลากหลายในรูปแบบของสื่อประสมสามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 และสนับสนุนทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การประเมินสมรรถนะของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนมีสมรรถนะทางการเรียนเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนรู้แบบเฝ้ารู้ (Active learning) มีการวิเคราะห์ถึงสมรรถนะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนทางการศึกษาด้านเทคโนโลยีในศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบด้วย ความรู้ การลงมือปฏิบัติงาน การวิเคราะห์ การแก้ไขปัญหา การสื่อสาร การทำงานเป็นทีม เป็นต้น จากนั้นการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน RESPA model สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนตระหนักเห็นความสำคัญ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน มีการให้เนื้อหาและสาระความรู้ที่สำคัญ มีการทดลองและพิสูจน์ความคิดจากการลงมือปฏิบัติงาน และมีการวัดและประเมินผลที่เหมาะสม ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nounoppadol *et al.* (2022) ที่ได้ใช้



รูปแบบการสอนแบบวิจัยเป็นฐานสำหรับการสอนทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคมที่มีการออกแบบกระบวนการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนมีการศึกษา ค้นคว้า วางแผน ดำเนินกิจกรรมในการปฏิบัติงาน มีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์ที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีสมรรถนะในการเรียนรู้เชิงวิจัยเป็นฐาน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่มีการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนบนฐานสมรรถนะที่เรียกว่า RESPA model ร่วมกับชุดสื่อการสอนเสมือน สำหรับส่งเสริมสมรรถนะที่พึงประสงค์ของนักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต ที่ประกอบด้วย ด้านความรู้วิชาชีพ ด้านทักษะการลงมือปฏิบัติงาน ที่ประกอบด้วย การปฏิบัติงาน การติดตั้งและซ่อมแซม การวิเคราะห์และแก้ปัญหา และด้านเจตคติและลักษณะบุคคล ที่ประกอบด้วย ความรับผิดชอบ การทำงานเป็นทีม การสื่อสาร เป็นต้น ซึ่งชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่พัฒนาขึ้น มีคุณภาพด้านความเหมาะสมโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.49$, S.D. = 0.57) มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 77.16/75.72 ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 สามารถส่งผลให้ผู้เรียนมีสมรรถนะที่พึงประสงค์ที่ประกอบด้วย ด้านความรู้วิชาชีพ ด้านทักษะการลงมือปฏิบัติงาน และด้านเจตคติและคุณลักษณะบุคคล มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.55 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 75 ซึ่งสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานทางด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทนได้อย่างเหมาะสม นอกจากนั้นชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นแนวทางที่สำคัญต่อการพัฒนาการศึกษาทางด้านเทคโนโลยี ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีสมรรถนะตรงตามความต้องการของสถานประกอบการและภาคอุตสาหกรรมที่มีเป้าหมายการพัฒนาบุคคลให้มีสมรรถนะสูงเพื่อเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ และรองรับกับนโยบายของรัฐบาลในการก้าวสู่ยุคประเทศไทย 4.0

สำหรับข้อเสนอแนะในการนำชุดการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนรู้ RESPA model ไปใช้ในการเรียนการสอนด้านเทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์สูงสุด ควรมีการพัฒนาแผนการจัดการเรียนการสอนที่มีการกำหนดเวลาในการปฏิบัติงานในแต่ละกระบวนการของการเรียนรู้ที่แตกต่างและเหมาะสมตามระดับความยากง่ายของเนื้อหาในแต่ละหน่วยเรียน และ/หรือความแตกต่างด้านสมรรถนะการเรียนรู้ของผู้เรียนของแต่ละบุคคล นอกจากนั้นผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาและเรียนรู้การใช้เครื่องมือวิจัยให้สามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควบคุมและดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปตามแผนการที่กำหนด และข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการส่งเสริมสมรรถนะของผู้เรียนทางด้านเทคโนโลยีที่สำคัญเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ ทักษะการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ ทักษะการคิดเชิงเหตุผล และทักษะการบูรณาการองค์ความรู้เพื่อประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน มากกว่านั้นควรพัฒนาให้มีกิจกรรมและสื่อนวัตกรรมที่หลากหลายสำหรับสนับสนุนให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ตลอดชีวิต ควรเสริมสร้างและยกระดับสมรรถนะการเรียนรู้ในขั้นสูงเพื่อพัฒนาให้สามารถผลิตแรงงานที่ปฏิบัติงานในภาคอุตสาหกรรมได้อย่างเต็มศักยภาพตามความต้องการของตลาดแรงงานในโลกแห่งการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

เอกสารอ้างอิง

- Bloom, B.S. (1982). *Human characteristics and school learning*. New York: Mc Graw-Hill Book.
- Friman, H. & Matsliah, N. (2021). Moodle platform and online renewable energy laboratory at faculty of electrical engineering. In *The proceedings of the 14th International Conference on Interactive Mobile Communication, Technologies and Learning*. November 4-5, 2021. Greece. ieeexplore.ieee.org.
- Guo, L., Abdul, N. M. M., Vengalil, M., Wang, K. & Santuzzi, A. (2022). Engaging renewable energy education using a web-based interactive micro-grid virtual laboratory [Online]. Retrieved December 25, 2023, from: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9791230>.
- Klinbumrung, K. (2020). Effective teaching management through cooperative online learning activities for engineering education. In *The proceedings of the 5th International STEM Education Conference (iSTEM-Ed)*. November 4-6, 2020. Thailand: ieeexplore.ieee.org.



- Klinbumrung, K. (2020). Effective teaching management through cooperative online learning activities for engineering education. In *The proceedings of the 5th International STEM Education Conference (iSTEM-Ed)*. November 4-6, 2020. Thailand: ieeexplore.ieee.org.
- Nounnoppadol, S., Intarawiset, N. & Akatimagool, S. (2022). Learning and teaching activity management using research-based learning model for telecommunication engineering education. *Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 13(1), 51-63. (in Thai)
- Office of the Education Council Secretariat. (2017). *The National Education Plan 2017-2036*. Bangkok: Prikwan Graphic. (in Thai)
- Phacharoen, E. & Akatimagool, S. (2024). Development of RISDA simulation based learning model for industrial electronics education. *Journal of Education and Innovation*, 26(1), 398-411. (in Thai)
- Promwong, C. (2013). *Efficiency testing of media or instructional packages*. Silpakorn Educational Research Journal, 5(1), 7-20. (in Thai)
- Ruangsiiri, K. & Akatimagool, S. (2020). Development of P-PIADA based disciplinary integrated teaching model on communication network analysis for electrical engineering education. *Journal of Education Naresuan University*, 24(3), 97-102. (in Thai)
- Saovakhon, S. & Akatimagool, S. (2023). Solar cell system simulation for renewable energy learning innovation. In *The proceedings of the 8th International STEM Education Conference (iSTEM-Ed)*. September 20-22, 2023. Thailand: ieeexplore.ieee.org.
- Saovakhon, S., Chumchuen, N. & Akatimagool, S. (2020). Development of RESPA learning model for renewable energy technology education. In *The proceedings of the 12th National Conference on Technical Education*, March 25, 2020. Bangkok: King Mongkut's University of Technology North Bangkok. (in Thai)
- Srisaard, B. (2002). *Teaching Development*. 5th edn. Bangkok: Ragdek Club. 2002(63-71). (in Thai)
- Tupsai, J. (2021). Integration STEM education for students' competencies in the 21st. *Journal of Buddhist Education and Research: JBER.*, 7(2), 288-299. (in Thai)