

Research Article

THE DEVELOPMENT OF SCIENCE LEARNING HANDS-ON ACTIVITIES PACKAGE
USING ENGINEERING DESIGN PROCESS ON FORCE AND EQUILIBRIUM TOPIC
TO ENHANCE CREATIVE AND INNOVATIVE THINKING SKILLS OF
HIGHER VOCATIONAL CERTIFICATE STUDENTS

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการ
ออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลแรง เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์
เชิงนวัตกรรมของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

Received: February 5, 2025

Revised: April 16, 2025

Accepted: April 24, 2025

Atikah Hayeeduereh¹ Muneeroh Phadung² and Ruhaisa Dearamae^{3*}

อาติกะ หะยี้ดือเร¹ มูนีเราะ ผดุง² และรุฮัยซา ดีอราแม^{3*}

^{1,2,3}Yala Rajabhat University

^{1,2,3}มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

*Corresponding Author, E-mail: ruhaisa.d@yru.ac.th

Abstract

The objectives of this research were to 1) develop and examine the effectiveness of science learning hands-on activities package using engineering design process, 2) compare creative and innovative thinking skills of higher vocational certificate students before and after learning, 3) compare creative and innovative thinking skills of higher vocational certificate students after learning according to 75 percent standard criteria, and 4) study the students' attitude towards science construction and interior design course after using activities package. The target group in this research was 29 higher vocational certificate students in the first year of architecture, Yala Technical College, obtained by a purposive sampling technique. The research tools included science learning hands-on activities package using engineering design process, learning management plans, a creative and innovative thinking skills test, and an attitudinal survey. The data were analyzed using percentage, mean, standard deviation, one sample t-Test, and paired sample t-Test. The research findings showed that 1) The learning activities package created by the researcher reached efficiency of 80.86/80.75 standard criteria. 2) The creative and innovative thinking skills scores of students after learning using activities package higher

than before learning at a statistically significant level of .05. 3) The creative and innovative thinking skills scores of students after learning using activities package were exceeded 75 percent criteria at a statistically significant level of .05. 4) The students' attitude towards of science for construction and interior design course after using activities package were totally high level ($\bar{x} = 4.11$, $SD = 0.93$)

Keywords: Hands-on Activities Package, Engineering Design Process, Creative and Innovative Thinking Skills, Higher Vocational Certificate Students

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 2) เปรียบเทียบทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 และ 4) ศึกษาเจตคติของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่มีต่อการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์งานก่อสร้างและตกแต่งภายในหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยคือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 สาขาวิชาสถาปัตยกรรม วิทยาลัยเทคนิคยะลา จำนวน 29 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัยที่ใช้ประกอบด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม และแบบประเมินเจตคติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทีแบบ paired sample t-Test และ one sample t-Test ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.86/80.75 2) คะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของนักศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) คะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของนักศึกษาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) นักศึกษามีเจตคติต่อการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์งานก่อสร้างและตกแต่งภายในหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.11$, $SD = 0.93$)

คำสำคัญ: ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริง กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

บทนำ (Introduction)

ยุคศตวรรษที่ 21 เป็นยุคที่เน้นให้คนสามารถสร้างนวัตกรรมและอยู่ร่วมกันในสังคมได้ การพัฒนาทางการศึกษาจึงจำเป็นต้องเพิ่มสมรรถนะและทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ให้กับผู้เรียน เนื่องจากทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมเป็นทักษะหนึ่งที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดที่หลากหลายเพื่อนำไปสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่มีคุณค่าและสร้างประโยชน์ให้แก่สังคมได้ ทักษะการคิดสร้างสรรค์ถือเป็นความสามารถของบุคคลด้านการคิดที่นำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดสิ่งใหม่หรือพัฒนาสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีคุณภาพดีขึ้น (Guilford, 1967) เมื่อผู้เรียนได้รับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการสร้างนวัตกรรมก็จะสามารถนำความรู้มาสร้างสรรค์นวัตกรรมที่ทันสมัยและนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิตและประกอบอาชีพได้ (Rukkiatwong, 2016) ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาพุทธศักราช 2563 ในปัจจุบันได้มีการปรับให้เป็นการศึกษาเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างให้ผู้เรียนสายอาชีพเป็นนวัตกรรม ดังนั้นเพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายของการศึกษาสายอาชีวศึกษาใหม่ กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ

อาชีวศึกษาจึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมเพื่อสร้างนวัตกรรมมาแก้ปัญหา เมื่อเรียนจบหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ผู้เรียนควรมีความรู้ความสามารถและมีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหสถานการณ์ในชีวิตประจำวันและใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการออกแบบนวัตกรรมในสายงานอาชีพ ซึ่งในสาขาวิชาสถาปัตยกรรม ผู้เรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาเกี่ยวกับแรง สมดุลของแรงในโครงสร้างต่าง ๆ และการออกแบบสิ่งก่อสร้างโดยอาศัยหลักการทางโมเมนต์ของแรง เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ในวิชาชีพได้ถูกต้องและเหมาะสม (Office of the Vocational Education Commission: OVEC, 2020)

ปัจจุบันหลักสูตรการศึกษามีการกำหนดเนื้อหาและวิธีการเรียนการสอนที่ตายตัว ทำให้ผู้สอนขาดอิสระในการสร้างสรรค์กิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสหาประสบการณ์ใหม่ ๆ และไม่กล้าคิดนอกกรอบ ส่งผลให้ผู้เรียนขาดทักษะการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งอาจเกิดจากการที่ผู้เรียนไม่ได้รับการส่งเสริมและการสนับสนุนด้านอิสรภาพทางความคิดที่เพียงพอ (Chanaram, 2020) จากการสำรวจความคิดเห็นของประชาชนต่อการพัฒนาอาชีวศึกษาสู่ความเป็นเลิศ พบว่า ร้อยละ 15.4 มีความต้องการให้พัฒนาการเรียนการสอนสายอาชีวศึกษาให้ได้มาตรฐานและมีคุณภาพ และร้อยละ 11.2 ต้องการส่งเสริมให้มีกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างนวัตกรรมในสายงานของตนเอง (Dhurakij Pundit University: DPU, 2019) แสดงให้เห็นว่าหลักสูตรการศึกษายังไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมที่เหมาะสม อีกสาเหตุหนึ่งเกิดจากผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบบรรยายและเน้นการคำนวณ โจทย์มากกว่าการให้ผู้เรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการกำหนดแนวทางการเรียนรู้ด้วยตนเอง

แนวทางการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม คือ การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่อยู่ในรูปแบบสื่อการเรียนรู้ที่สามารถจับต้องได้ ครอบคลุมทั้งเนื้อหาความรู้และสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย อยู่ภายในชุดเดียวกัน ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองและลงมือปฏิบัติได้จริง (Marksub, 2012) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง (Hands-on) เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดและฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง (Office of the Education Council: OVEC, 2021) ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมได้ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพพร้อมกับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมมาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology: IPST, 2018) ดังนั้นเมื่อผู้เรียนผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทำให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ และจากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาผู้วิจัยพบว่า โดยส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์เท่านั้น (Kingspum & Ruangsuwan, 2023; Krutngoen & Eiamguaw, 2021; Chinmuaeng & Bongkotphet, 2019) ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมอันจะช่วยผู้เรียนสายอาชีวศึกษาให้ก้าวสู่ตลาดแรงงานต่อไป

ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญในการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลแรง เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อให้ นักศึกษาสามารถนำไปปรับใช้ในการศึกษาระดับสูงขึ้นและประกอบอาชีพต่อไป

วัตถุประสงค์ (Objectives)

1. เพื่อพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงหลังเรียนด้วยการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้กับเกณฑ์ร้อยละ 75
4. เพื่อศึกษาเจตคติของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่มีต่อการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์งานก่อสร้างและตกแต่งภายในหลังเรียนด้วยการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

สมมติฐานการวิจัย (Hypothesis)

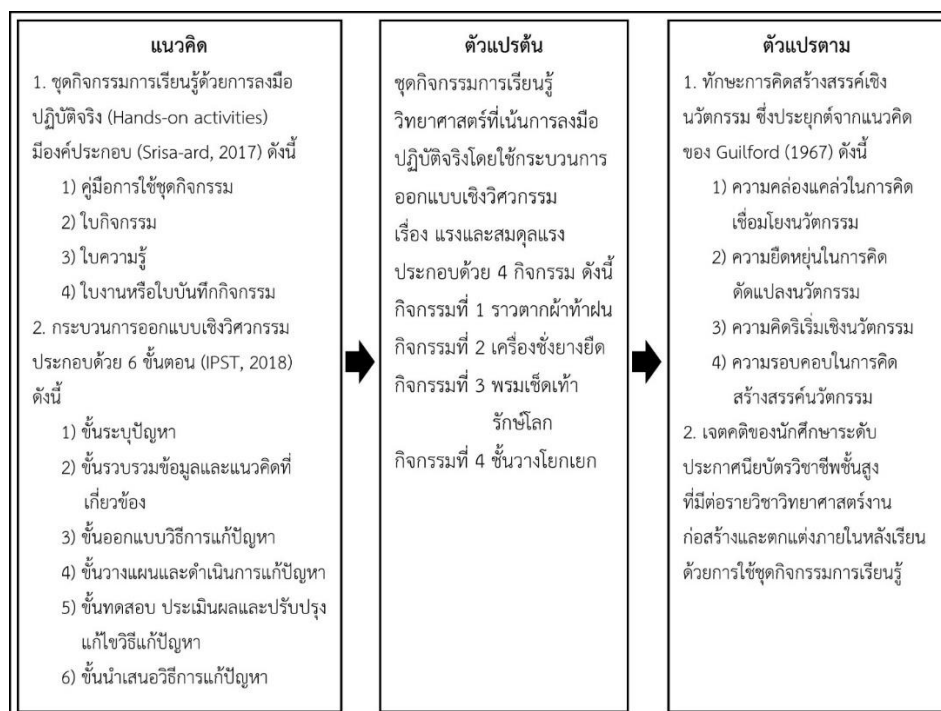
1. นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework)

Figure 1

Conceptual Framework

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

งานวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลองกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One-Group Pretest-Posttest Design) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาสถาปัตยกรรม วิทยาลัยเทคนิคยะลา จังหวัดยะลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 29 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยทำการศึกษาหลักสูตร วิเคราะห์เนื้อหา สร้างกิจกรรมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง แรงและสมดุลแรง มีทั้งหมดจำนวน 4 กิจกรรม ประกอบด้วย 1) กิจกรรมที่ 1 ราวตากผ้าทำฝน 2) กิจกรรมที่ 2 เครื่องชั่งยางยืด 3) กิจกรรมที่ 3 พรหมเช็ดเท้ารักษัลโลก 4) กิจกรรมที่ 4 ชั้นวางโยกเยก จากนั้นทำการตรวจสอบความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน และเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จำนวน 1 ท่าน ประกอบด้วยอาจารย์ระดับอุดมศึกษาที่มีคุณวุฒิปริญญาเอกและครูสอนวิทยาศาสตร์ที่มีวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านมีประสบการณ์ในการสอนไม่ต่ำกว่า 5 ปี ประเมินความเหมาะสมด้วยแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.61$, S.D. = 0.27) จากนั้นไปทดลองกับกลุ่มนักร้อง จำนวน 20 คน โดยผู้วิจัยทำการทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมตามแนวคิดของ Srisa-ard (2017) ขึ้นทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1 : 100) เพียงครั้งเดียว เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านระยะเวลาและสถานที่ที่ใช้เก็บข้อมูล เมื่อนำคะแนนมาวิเคราะห์ พบว่า ประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 78.13/77.29 จากนั้นผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2. แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลแรง โดยทำการศึกษา วิเคราะห์เนื้อหา สมรรถนะย่อย และจุดประสงค์การเรียนรู้ ได้เป็นจำนวน 4 แผน ใช้เวลา 16 ชั่วโมง โดบแบ่งตามหัวข้อดังนี้ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรงโน้มถ่วงและแรงดึงเชือก จำนวน 4 ชั่วโมง 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงสปริง จำนวน 4 ชั่วโมง 3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงเสียดทาน จำนวน 4 ชั่วโมง และ 4) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมดุลแรง จำนวน 4 ชั่วโมง จากนั้นทำการตรวจสอบความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน และผู้มีประสบการณ์ด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 ท่าน โดยคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญจากอาจารย์ที่สอนในระดับอุดมศึกษามีคุณวุฒิปริญญาเอกและครูสอนวิทยาศาสตร์ที่มีวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านมีประสบการณ์ในการสอนไม่ต่ำกว่า 5 ปี ได้ประเมินความเหมาะสมแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.78$, SD = 0.20)

3. แบบทดสอบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม เป็นข้อสอบอัตนัย โดยใช้ 4 สถานการณ์ปัญหา แต่ละสถานการณ์มีคำถาม 2 ข้อวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม 2 ด้าน รวม 4 สถานการณ์ปัญหาจะมีข้อคำถามทั้งหมด 8 ข้อ วัดทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมทั้ง 4 ด้านด้านละ 2 ข้อ คิดเป็นข้อละ 3 คะแนน รวมเป็น 24 คะแนน โดยผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างสถานการณ์และข้อคำถาม ดัง Figure 2

Figure 2

ตัวอย่างสถานการณ์และข้อคำถามในแบบทดสอบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม

Situational Examples and Questions in Creative Thinking Test

สถานการณ์ที่ 3 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 5- 6	คำถาม
“ถุงมือเก็บทุเรียน”  เมื่อนักศึกษาเข้าไปสัมภาษณ์เจ้าของสวนทุเรียนและคนงานเก็บลูกทุเรียนพบว่า การหยิบจับลูกทุเรียนนั้นต้องใช้ความระมัดระวังเพื่อป้องกันหามบาดมือและลูกทุเรียนชำรุดได้ข้อเสนอแนะให้นำฟองน้ำเป็นส่วนประกอบของถุงมือเพื่อเพิ่มความหนาแน่นและลดการบาดมือ	ข้อที่ 5 ให้นักศึกษาเสนอแนวคิดวิธีการปรับปรุงพร้อมร่างแบบถุงมือที่ผ่านการปรับปรุงจากแนวคิดที่ได้จากการสัมภาษณ์เจ้าของและคนงานสวนทุเรียนเพื่อให้ถุงมือมีความหนาแน่นและลดการบาดมือจากเปลือกทุเรียนในระหว่างการใช้งาน - วัดความยืดหยุ่นในการคิดดัดแปลงนวัตกรรม แนวคำตอบ : ร่างแบบพร้อมระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างถุงมือ โดยดัดแปลงจากถุงมือและฟองน้ำที่กำหนดหรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนถุงมือและฟองน้ำให้มีความหลากหลาย

จาก Figure 2 เป็นตัวอย่างข้อสอบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Scoring Rubric) 4 ระดับ คือ 3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องและสมบูรณ์ครบถ้วน 2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ 1 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องบางส่วน และ 0 คะแนน หมายถึง คำตอบไม่ถูกต้องหรือตอบนอกประเด็น จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 ท่าน ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้และตัวชี้วัดทักษะ พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และนำไปทดลองกับกลุ่มนักร้องจำนวน 20 คน แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ อันนี้ตามวิธีของ Whitney and Sabers (1970) พบว่า ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.35-0.73 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20-0.70 และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้การทดสอบวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.71 อยู่ในระดับพอใช้สามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลได้

4. แบบประเมินเจตคติ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) ด้านความชอบและสนใจเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและสมดุลแรง 2) ด้านคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ และ 3) ด้านการนำความรู้ เรื่อง แรงและสมดุลแรง ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน มีจำนวนคำถามทั้งหมด 15 ข้อ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านที่มีความเชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และด้านหลักสูตรและการสอน พิจารณาความสอดคล้องเชิงเนื้อหา พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้การทดสอบวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาครายข้ออยู่ระหว่าง 0.98-1.00 และทั้งฉบับเท่ากับ 0.96 สามารถนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยดำเนินการเก็บข้อมูลตามขั้นตอนต่อไปนี้

- ชี้แจงให้นักศึกษาทราบถึงการจัดการเรียนรู้อาชีวศึกษาที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่อง แรงและสมดุลแรง เพื่อให้นักศึกษาสามารถปฏิบัติตนได้ถูกต้อง
- ทำการทดสอบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของนักศึกษา ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ แล้วบันทึกคะแนนผลที่ได้รับ

3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลแรง ทั้งหมด 4 กิจกรรม โดยใช้เวลา 16 ชั่วโมง โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

4. ทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมฉบับเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบ ก่อนเรียนและบันทึกผลการทดสอบ

5. นักศึกษาทำแบบประเมินเจตคติที่มีต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์งานก่อสร้างและตกแต่งภายในหลังจัดกิจกรรมเรียนรู้

6. ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้จากนักศึกษากลุ่มเป้าหมายมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล การวิจัยครั้งนี้มีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลแรง ตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 75/75 โดยการหาค่าเฉลี่ยและร้อยละ

2. เปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาโดยใช้สถิติ Paired Sample t-Test และเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมที่ได้หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติ One Sample t-Test

3. วิเคราะห์เจตคติของนักศึกษาที่มีต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์งานก่อสร้างและตกแต่งภายในหลังเรียน โดยหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้แบบประเมินเจตคติที่เป็นแบบมาตราวัดตามวิธีของลิเคิร์ท ซึ่งเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ นำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ (Srisa-ard, 2017) ดังนี้ ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีระดับเจตคติมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีระดับเจตคติมาก ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีระดับเจตคติด้านกลาง ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีระดับเจตคติน้อย ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีระดับเจตคติน้อยที่สุด

ผลการวิจัย (Results)

ส่วนที่ 1 การพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริง โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลแรง

1. กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลแรง ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา ขั้นนี้เป็นการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาพร้อมแสดงโมเดลตัวอย่างชิ้นงาน จากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันระดมความคิดเพื่อวิเคราะห์ปัญหาพร้อมระบุปัญหาที่ได้ในสถานการณ์จากสมาชิกแต่ละคน

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา หลังจากระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้ แต่ละกลุ่มทำการสืบค้นข้อมูลเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาจากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปข้อมูลแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่างแบบชิ้นงานตามแนวทางจากขั้นที่ 2 โดยการเลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่เตรียมให้ตามเงื่อนไขที่ผู้สอนกำหนด

ขั้นที่ 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนทำการลงมือสร้างชิ้นงานตามแผนที่วางไว้พร้อมเขียนแผนการดำเนินการแก้ปัญหาในรูปแบบโฟลวชาร์ตและเขียนขั้นตอนการสร้างชิ้นงานลงในใบบันทึกกิจกรรม

ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงวิธีแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนนำชิ้นงานที่สร้างขึ้นไปทดสอบการใช้งานโดยทำการทดสอบจำนวน 3 ครั้ง พร้อมบันทึกผลการทดสอบลงในใบบันทึกกิจกรรม

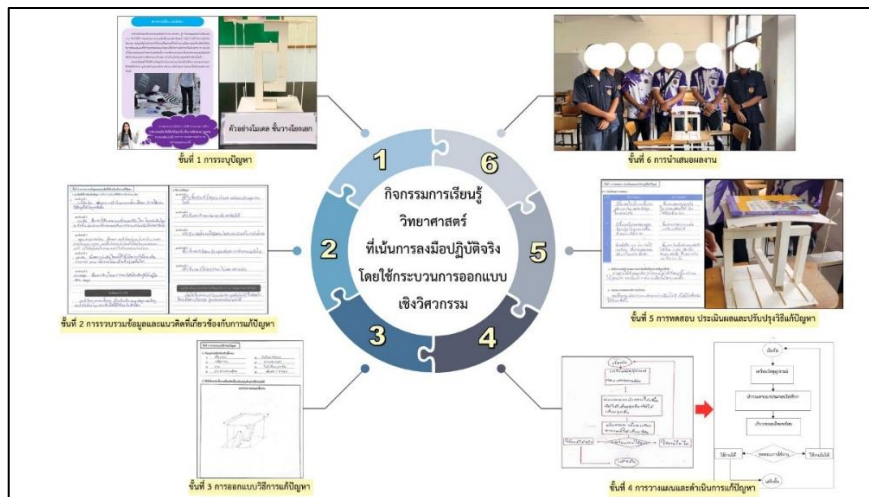
ขั้นที่ 6 การนำเสนอผลงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขแล้วให้กับสมาชิกในห้องเรียน พร้อมอวดวิดีโอ

โดยขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แสดงดัง Figure 3

Figure 3

Steps for Science Learning Hands-on Activities Using Engineering Design Process

ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม



2. ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลแรง ซึ่งแบ่งเป็น 4 กิจกรรม ดัง Table 1

Table 1

Evaluation Results on the Appropriateness of Science Learning Hands-on Activity Packages Using Engineering Design Process

ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	$\bar{x}$	SD	ระดับความเหมาะสม
กิจกรรมที่ 1 เรื่อง ราวตากผ้าทำฝน	4.67	0.20	มากที่สุด
กิจกรรมที่ 2 เรื่อง เครื่องชั่งยางยืด	4.43	0.34	มากที่สุด
กิจกรรมที่ 3 เรื่อง พรมเช็ดเท้ารักษ์โลก	4.63	0.17	มากที่สุด
กิจกรรมที่ 4 เรื่อง ชั้นวางโยกเยก	4.73	0.17	มากที่สุด
รวม	4.61	0.22	มากที่สุด

จาก Table 1 พบว่า ระดับความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลแรง ในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.61$, $SD = 0.22$) เมื่อพิจารณาเป็นรายกิจกรรมพบว่า ความเหมาะสมของทั้ง 4 กิจกรรม อยู่ในระดับมากที่สุด โดยลำดับที่ 1 คือ

กิจกรรมที่ 4 เรื่อง ชื่นวางโยกเยก ($\bar{x} = 4.73$, $SD = 0.17$) ลำดับที่ 2 คือ กิจกรรมที่ 3 เรื่อง พรหมเช็ดเท้ารักโลก ($\bar{x} = 4.63$, $SD = 0.17$) ลำดับที่ 3 คือ กิจกรรมที่ 1 เรื่อง รวตาคผ้าทำฝน ($\bar{x} = 4.67$, $SD = 0.20$) และลำดับที่ 4 คือ กิจกรรมที่ 2 เรื่อง เครื่องซังยางยืด ($\bar{x} = 4.43$, $SD = 0.34$)

3. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลแรง แสดงดัง Table 2

Table 2

The effectiveness of science learning hands-on activities package using engineering design process (Pilot group)
ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (กลุ่มนำร่อง)

กิจกรรมการเรียนรู้	คะแนนกระบวนการใบบันทึกกิจกรรมแต่ละชุดกิจกรรม (กลุ่มนำร่อง)				คะแนนสอบหลังเรียน (24 คะแนน)
	กิจกรรมที่ 1 ราวตากผ้า ทำฝน (30 คะแนน)	กิจกรรมที่ 2 เครื่องซัง ยางยืด (30 คะแนน)	กิจกรรมที่ 3 พรหมเช็ดเท้ารักโลก (30 คะแนน)	กิจกรรมที่ 4 ชื่นวางโยกเยก (30 คะแนน)	
ค่าเฉลี่ย	22.50	21.00	24.00	26.00	18.55
ร้อยละ	75.00	70.83	80.00	87.67	77.29
ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม $E_1/E_2 = 78.13/77.29$					

จาก Table 2 พบว่า คะแนนกระบวนการจากการทำกิจกรรมและใบบันทึกกิจกรรมของนักศึกษา (กลุ่มนำร่อง) ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 4 กิจกรรม มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 78.13 และคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนของนักศึกษากลุ่มเดียวกัน มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.29 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม เรื่อง แรงและสมดุลแรง สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

ส่วนที่ 2 การนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลแรง เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

1. ผลการนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลแรง เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ดัง Figure 4

Figure 4

Learning activities package and student outputs

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้และผลงานของนักศึกษาแต่ละกิจกรรม



จาก Figure 4 มีรายละเอียด ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ราวดากผ้าทำฝน สถานการณ์ปัญหาการตากผ้าในฤดูฝน ให้นักศึกษาทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหา สืบค้นและรวบรวมข้อมูลความรู้ เรื่อง แรงโน้มถ่วงและแรงตึงเชือก จากใบความรู้และแหล่งข้อมูลอื่น ๆ จากนั้นออกแบบและสร้างผลงานแก้ปัญหาการตากผ้าในฤดูฝน พร้อมบันทึกข้อมูลลงในใบบันทึกกิจกรรมตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอนได้ผลงานนวัตกรรมราวดากผ้าของนักศึกษา ดัง Figure 4 (a)

กิจกรรมที่ 2 เรื่อง เครื่องชั่งยางยืด เป็นสถานการณ์ปัญหา เครื่องชั่งสปริงชำรุด ให้นักศึกษาทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหา สืบค้นและรวบรวมข้อมูลในเนื้อหา เรื่อง แรงสปริง จากใบความรู้และแหล่งข้อมูลอื่น ๆ จากนั้นออกแบบและสร้างนวัตกรรมแก้ปัญหาเครื่องชั่งสปริงชำรุด พร้อมบันทึกข้อมูลลงในใบบันทึกกิจกรรมตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอนได้ผลงานนวัตกรรมเครื่องชั่งยางยืดของนักศึกษา ดัง Figure 4 (b)

กิจกรรมที่ 3 เรื่อง พรมเช็ดเท้ารักษโลก เป็นสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับอุบัติเหตุการลื่นล้มจากพรมเช็ดเท้า ให้นักศึกษาทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหา ทำการสืบค้นและรวบรวมข้อมูลความรู้ในเนื้อหาเรื่อง แรงเสียดทาน จากใบความรู้และแหล่งข้อมูลอื่น ๆ จากนั้นออกแบบและสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหา เรื่อง อุบัติเหตุการลื่นล้มจากพรมเช็ด พร้อมบันทึกข้อมูลลงในใบบันทึกกิจกรรมตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอนได้ผลงานนวัตกรรมพรมเช็ดเท้ารักษโลกของนักศึกษา ดัง Figure 4 (c)

กิจกรรมที่ 4 เรื่อง ชั้นวางโยกเยก เป็นสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับแผ่นดินไหว โดยให้นักศึกษาทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหา สืบค้นและรวบรวมข้อมูลความรู้ในเนื้อหาเรื่อง สมดุลแรง และแหล่งข้อมูลอื่น ๆ จากนั้นออกแบบและสร้างนวัตกรรมชั้นวางของเพื่อแก้ปัญหาเรื่องชั้นวางของเสียหายจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวได้ พร้อมบันทึกข้อมูลลงในใบบันทึกกิจกรรมตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน จนได้ผลงานนวัตกรรมชั้นวางโยกเยกของนักศึกษา ดัง Figure 4 (d)

ผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แสดงรายละเอียดดัง Table 3

Table 3

The effectiveness of science learning hands-on activities package using engineering design process
ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กิจกรรมการเรียนรู้	คะแนนกระบวนการใบบันทึกกิจกรรมแต่ละชุดกิจกรรม				
	กิจกรรมที่ 1 ราวตากผ้าทำฝน (30 คะแนน)	กิจกรรมที่ 2 เครื่องชั่งยางยืด (30 คะแนน)	กิจกรรมที่ 3 พรมเช็ดเท้ารักษ์โลก (30 คะแนน)	กิจกรรมที่ 4 ชั้นวางโยกเยก (30 คะแนน)	คะแนนสอบ หลังเรียน (24 คะแนน)
ค่าเฉลี่ย	23.34	22.83	24.69	26.17	19.38
ร้อยละ	77.82	76.10	82.30	87.23	80.75
ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม $E_1/E_2 = 80.86/80.75$					

จาก Table 3 พบว่า คะแนนกระบวนการจากการทำกิจกรรมและใบบันทึกกิจกรรมของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 4 กิจกรรม มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80.86 และคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนของนักศึกษากลุ่มเดียวกัน มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80.75 ดังนั้น ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม เรื่อง แรงและสมดุลแรง มีค่า E_1/E_2 เท่ากับ 80.86/80.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

2. การเปรียบเทียบทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงก่อนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยผู้วิจัยทำการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของคะแนนก่อนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบ Shapiro-Wilk พบว่า คะแนนก่อนและหลังเรียนมีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่า Sig. เท่ากับ .103 และ .065 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 จากนั้นทำการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงก่อนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลแสดงดัง Table 4

Table 4

Comparison of students' creative and innovative thinking skills before and after learning

ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน

ทักษะการคิดสร้างสรรค์ เชิงนวัตกรรมเชิงนวัตกรรม	คะแนนเต็ม	การทดสอบ	$\bar{x}$	S.D.	t	Sig
ความคล่องแคล่วในการคิดเชื่อมโยง นวัตกรรม	6	ก่อนเรียน	3.03	0.68	16.53*	.00
		หลังเรียน	4.93	0.59		
ความยืดหยุ่นในการคิดดัดแปลง นวัตกรรม	6	ก่อนเรียน	3.10	0.82	12.81*	.00
		หลังเรียน	4.86	0.58		
ความคิดริเริ่มเชิงนวัตกรรม	6	ก่อนเรียน	2.34	0.67	19.44*	.00
		หลังเรียน	4.83	0.66		
ความรอบคอบในการคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม	6	ก่อนเรียน	2.31	0.85	19.22*	.00
		หลังเรียน	4.76	0.58		
รวมทักษะการคิดสร้างสรรค์ เชิงนวัตกรรมทั้ง 4 ด้าน	24	ก่อนเรียน	10.79	1.88	42.57*	.00
		หลังเรียน	19.38	1.24		

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จาก Table 4 ภาพรวมพบว่า นักศึกษามีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 10.79 (SD = 1.88) และหลังเรียนเท่ากับ 19.38 (SD = 1.24) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนหลังเรียนของนักศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาทักษะเป็นรายด้าน พบว่าทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมด้านความคล่องแคล่วในการคิดเชื่อมโยงนวัตกรรมเป็นด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 (SD = 0.59)

3. ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ก่อนนำคะแนนไปทำการวิเคราะห์ผู้วิจัยทำการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของคะแนนหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบ Shapiro-Wilk พบว่า คะแนนหลังเรียนมีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่า Sig. เท่ากับ .065 ซึ่งมีความมากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้กับเกณฑ์ร้อยละ 75 แสดงผลดัง Table 6

Table 5

Comparison of students' creative and innovative thinking skills scores after learning

ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของนักศึกษาหลังเรียน

ทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม เชิงนวัตกรรม	คะแนนเต็ม	ร้อยละ	$\bar{x}$	S.D.	t	Sig
ความคล่องแคล่วในการคิดเชื่อมโยง นวัตกรรม	6	82.18	4.93	0.59	3.91*	.00
ความยืดหยุ่นในการคิดดัดแปลง นวัตกรรม	6	81.03	4.86	0.58	3.36*	.00
ความคิดริเริ่มเชิงนวัตกรรม	6	80.46	4.83	0.66	2.68*	.00
ความรอบคอบในการคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม	6	79.31	4.76	0.58	2.42*	.01
รวมทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิง นวัตกรรมทั้ง 4 ด้าน	24	80.75	19.38	1.24	6.01*	.00

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จาก Table 5 พบว่า ในภาพรวมนักศึกษามีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 19.38 (SD = 1.24) คิดเป็นร้อยละ 80.75 เมื่อพิจารณาทักษะแต่ละด้านพบว่า 1) ด้านความคล่องแคล่วในการคิดเชื่อมโยงนวัตกรรม นักศึกษามีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 4.93 (SD = 0.59) คิดเป็นร้อยละ 82.18 2) ด้านความยืดหยุ่นในการคิดดัดแปลงนวัตกรรม นักศึกษามีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 4.86 (SD = 0.58) คิดเป็นร้อยละ 81.03 3) ด้านความคิดริเริ่มเชิงนวัตกรรม นักศึกษามีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 4.83 (SD = 0.66) คิดเป็นร้อยละ 80.46 และ 4) ด้านความรอบคอบในการคิดสร้างสรรค์นวัตกรรม นักศึกษามีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 4.76 (SD = 0.58) คิดเป็นร้อยละ 79.31

4. ผลการศึกษาเจตคติของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่มีต่อการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ฐานก่อสร้างและตกแต่งภายในหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ดัง Table 6

Table 6

Students' attitudes towards learning in the Science for construction and interior design course

ผลการศึกษาเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์งานก่อสร้างและตกแต่งภายใน

ด้าน	รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	ระดับเจตคติ
1.	ความชอบและสนใจเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและสมดุลแรง	4.10	0.91	มาก
	1.1) นักศึกษารู้สึกสนุกและตื่นเต้นทุกครั้งที่ได้เรียนผ่านชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริง โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลแรง	4.10	0.98	มาก
	1.2) นักศึกษาชอบเรียนวิทยาศาสตร์ผ่านชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริง โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพราะมีความน่าสนใจและได้ลงมือสร้างชิ้นงานจริง	4.03	0.68	มาก
	1.3) นักศึกษามีความสนใจวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและสมดุลแรง เพราะสามารถนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานได้จริง	4.00	1.00	มาก
	1.4) นักศึกษาชอบเรียนวิทยาศาสตร์ผ่านชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริง โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพราะได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มและช่วยกันคิด ออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานภายในกลุ่มจนสำเร็จ	4.21	1.05	มาก
	1.5) นักศึกษาชอบเรียนวิทยาศาสตร์ผ่านชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริง โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพราะได้ใช้ความรู้ในการออกแบบชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลาย น่าสนใจและไม่น่าเบื่อ	4.17	0.85	มาก
2.	คุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์	4.09	0.93	มาก
	2.1) วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและสมดุลแรง ทำให้นักศึกษาเป็นคนที่สามารถใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแรงและสมดุลแรงในสถานการณ์อาชีพของตนเองได้	3.90	1.01	มาก
	2.2) วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและสมดุลแรง ทำให้นักศึกษาสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้กับการสร้างสรรค์ชิ้นงานในสายงานของตนเองได้ถูกต้อง	4.10	0.98	มาก
	2.3) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งเสริมให้นักศึกษาได้พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมได้	4.17	0.85	มาก
	2.4) นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาที่เรียนและเห็นคุณค่าของความรู้ในการนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานในสายงานของตนเอง	4.10	0.90	มาก
	2.5) วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและสมดุลแรง ทำให้นักศึกษาตระหนักถึงความสำคัญของการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงาน	4.17	0.97	มาก
3.	การนำความรู้ เรื่อง แรงและสมดุลแรง ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	4.15	0.93	มาก
	3.1) นักศึกษาเห็นความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและสมดุลแรง เพราะสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	4.03	1.05	มาก

ด้าน	รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	ระดับเจตคติ
3.2)	นักศึกษาสามารถเข้าใจเนื้อหา เรื่อง แรงและสมดุลแรง และสามารถนำความรู้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้	4.10	0.90	มาก
3.3)	นักศึกษาสามารถนำความรู้ เรื่อง แรงและสมดุลแรง ไปใช้แก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อนำไปใช้ในชีวิต ประจำวันได้	4.24	0.91	มาก
3.4)	การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริง โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดทักษะการคิดสร้างสรรค์ชิ้นงานนวัตกรรมนวัตกรรมใหม่ ๆ เพื่อใช้ในชีวิตประจำวันได้ดีขึ้น	4.14	0.95	มาก
3.5)	การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริง โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทำให้นักศึกษามีความกล้าแสดงออกถึงการสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้มากยิ่งขึ้น	4.24	0.87	มาก
รวม		4.11	0.93	มาก

จาก Table 6 พบว่า ในภาพรวมนักศึกษามีระดับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์งานก่อสร้างและตกแต่งภายในอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.11$, $SD = 0.93$) เมื่อพิจารณาแต่ละด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยเจตคติสูงสุด ได้แก่ ด้านการนำความรู้ เรื่อง แรงและสมดุลแรง ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ($\bar{x} = 4.15$, $SD = 0.93$) ด้านที่มีค่าเฉลี่ยเจตคติรองลงมา ได้แก่ ด้านความชอบและสนใจเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและสมดุลแรง ($\bar{x} = 4.10$, $SD = 0.91$) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยเจตคติต่ำสุด ได้แก่ ด้านคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ ($\bar{x} = 4.09$, $SD = 0.93$)

อภิปรายผล (Discussions)

จากผลการวิจัยครั้งนี้สามารถอภิปรายผลของการวิจัยได้ ดังนี้

1. จากการหาค่าประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พิจารณาร้อยละของคะแนนกระบวนการจัดกิจกรรมในแต่ละกิจกรรมเรียงจากสูงสุดไปต่ำสุด ดังนี้ กิจกรรมที่ 4 เรื่อง ชั้นวางโยกเยก (ร้อยละ 87.24) กิจกรรมที่ 3 เรื่อง พรหมเช็ดเท้ารักษาสโลก (ร้อยละ 82.29) กิจกรรมที่ 1 ราวตากผ้าทำฟัน 77.82 และ กิจกรรมที่ 2 เครื่องชั่งยางยืด (ร้อยละ 76.10) ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริง มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมมีการนำข่าวในหนังสือพิมพ์ เหตุการณ์แผ่นดินไหวเป็นสถานการณ์กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ เพื่อผู้เรียนจะได้ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์ชิ้นงานได้ เนื่องจากเป็นสิ่งที่อยู่รอบตัวจึงเป็นการกระตุ้นให้อยากลงมือสร้างสรรค์ชิ้นงานที่สามารถแก้ปัญหาให้สำเร็จภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ ที่เป็นบททดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ชิ้นงานนวัตกรรมของผู้เรียนได้อย่างเต็มที่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wethakan and Bongkotphet (2024) ที่กล่าวว่า ชั้นระบุปัญหา ครูควรเลือกใช้สถานการณ์ที่ใกล้ตัวผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาและในสถานการณ์ต้องมีเงื่อนไขสร้างความท้าทายให้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับแนวคิดของ Wongyai and Patphol (2020) ที่ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ควรออกแบบกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติตามความสนใจ โดยผู้สอนทำหน้าที่คอยอำนวยความสะดวกและกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ระหว่างการทำกิจกรรมอย่างต่อเนื่องทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้การเรียนรู้ผ่านชุดกิจกรรมที่เน้น การลงมือปฏิบัติจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดความคล่องแคล่วในการทำงานและเกิดความคงทนของความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Khammani (2019) ที่กล่าวว่า

ชุดกิจกรรมที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจจะอยู่ในรูปแบบกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อฝึกให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจนเกิดความคล่องแคล่วและทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง

2. จากผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 10.86 (ร้อยละ 36.21) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 19.38 (ร้อยละ 80.75) ซึ่งคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผ่านการออกแบบโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนสามารถคิดและตัดสินใจเลือกแนวทางการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างอิสระ จนได้เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพความเหมาะสมของกิจกรรม ซึ่งขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในขั้นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาและสืบค้นเนื้อหาด้วยตนเองทำผู้เรียนได้ทำความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ และในขั้นการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนมีการวางแผนแนวทางการแก้ปัญหาย่างเป็นขั้นตอน และอาศัยประสบการณ์เดิมประกอบการตัดสินใจในการวางแผนเพื่อให้อาจสามารถสร้างชิ้นงานได้สำเร็จ สอดคล้องกับแนวคิดของ Daud et al. (2012) ที่กล่าวว่า เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและสืบค้นข้อมูลเพื่อมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเองจะส่งผลให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาความรู้ในเนื้อหาวิชาและทักษะต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับบริบทจริงและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริง และสอดคล้องกับแนวคิดของ Chusinkunawut (2014) ที่ได้กล่าวว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะช่วยให้ผู้เรียนรู้จักวางแผนการแก้ปัญหาส่งผลให้ผู้เรียนสามารถมองปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง เชื่อมโยงปัญหากับประสบการณ์เดิมของตนเองได้

3. จากการเปรียบเทียบทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของนักศึกษาหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลแรงในภาพรวม พบว่า นักศึกษามีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมหลังเรียนทั้งโดยรวมและรายด้านสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของผู้เรียนได้ทั้ง 4 ด้าน โดยเฉพาะด้านความคล่องแคล่วในการคิดเชื่อมโยงนวัตกรรมมีการพัฒนามากที่สุดเนื่องด้วยขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในแต่ละขั้นมีการฝึกให้ผู้เรียนคิดหาแนวทางเพื่อเข้ามาแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง ยกตัวอย่างเช่น ขั้นการระบุปัญหาและขั้นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนนำเสนอความคิดของตนเองเกี่ยวกับปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ และขั้นการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะต้องระดมความคิดในการเลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการสร้างชิ้นงานเพื่อให้สำเร็จ ตลอดจนขั้นการทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงวิธีแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้ออกแบบวิธีการทดสอบชิ้นงาน หากผลการทดสอบไม่เป็นไปตามเกณฑ์จะต้องหาแนวทางในการปรับปรุงชิ้นงานใหม่และทดสอบใหม่ จากกระบวนการทำกิจกรรมเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าทุกขั้นตอนผู้เรียนต้องมีความคล่องแคล่วในการคิดหาแนวทางสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาให้หลากหลาย ผู้เรียนต้องร่วมมือกันในระหว่างการทำกิจกรรมส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการคิดริเริ่ม เกิดความคล่องแคล่วในการคิดนวัตกรรม เมื่อผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมในรูปแบบเดียวกันหลายครั้ง ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ มีความรอบคอบในการคิดมากขึ้น มองเห็นปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง สอดคล้องกับแนวคิดของ Karimi (2018) ที่กล่าวไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทำให้ผู้เรียนแต่ละคนได้แสดงทักษะการคิดสร้างสรรค์ออกมาเป็นนวัตกรรมได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Aini and Aini (2023) ที่พบว่า คะแนนการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอยู่ในระดับดีมาก (ร้อยละ 88.44) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ชี้ให้เห็นว่าการใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมได้เป็นอย่างดี

4. จากการศึกษาเจตคติของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์งานก่อสร้างและตกแต่งภายใน พบว่า ในภาพรวมค่าเฉลี่ยนักศึกษามีระดับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์งานก่อสร้างและตกแต่งภายในอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.11$, $SD = 0.93$) ทั้งนี้เพราะในขั้นตอนการทำกิจกรรมผู้เรียนมีอิสระในการคิดเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาและตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองเพื่อตอบสนองต่อสถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอนนำเสนอจนสามารถเลือกหาแนวทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหานั้นสำเร็จ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (Thorndike's Connectionism Theory) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยการตอบสนองมักจะออกมาเป็นรูปแบบการได้ลองถูกลองผิด เมื่อเกิดการเรียนรู้ขึ้นแล้วจะเหลือเพียงการตอบสนองรูปแบบเดียวที่เหมาะสมที่สุด (Khaemmani, 2024) นอกจากนี้รูปแบบกิจกรรมเป็นการเรียนรู้ผ่านการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเป็นการสร้างบรรยากาศในห้องเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ผู้เรียนเกิดความสุขและมีความสุขต่อการเรียนส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติเชิงบวกต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mohd Shahali et al. (2017) ที่พบว่า ผู้เรียนมีเจตคติเชิงบวกมากขึ้นต่อวิชา STEM หลังจากได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ STEM ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและมีความสนใจในการประกอบอาชีพเกี่ยวกับการบูรณาการความรู้สะสมเต็มเพิ่มขึ้น

ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ไม่เพียงแต่ช่วยพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมและเจตคติที่ดีต่อการเรียนเท่านั้น แต่ยังสนับสนุนแนวคิดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริง และตอบสนองต่อความต้องการในยุคที่การเปลี่ยนแปลงด้านนวัตกรรมมีบทบาทสำคัญ การวิจัยนี้จึงเป็นแนวทางที่มีคุณค่าในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับโลกอนาคต

ข้อเสนอแนะ (Recommendations)

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 แนวทางจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมผู้สอนต้องตระหนักถึงความสำคัญของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด โดยเลือกใช้สถานการณ์ที่สร้างความท้าทายให้แก่ผู้เรียน และผู้เรียนควรรู้แนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนเพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนต้องคำนึงถึงบริบทของผู้เรียนเป็นสำคัญและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระและหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการดำเนินกิจกรรมให้สำเร็จได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับสื่อชนิดอื่น ๆ เช่น การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ หรือแบบจำลองสถานการณ์เสมือนจริงด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

2.2 ควรมีการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การใช้เกมเป็นฐาน การใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นต้น เพื่อเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของการจัดการเรียนรู้แต่ละรูปแบบ

References

- Aini, M., & Aini, M. (2023). Enhancing creative thinking and communication skills through engineering design process (EDP) learning model: A case study. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 21(1), 21–27.
- Chanaram, P. (2020). *A study of community learning for social change: "People moving people"*. Printing.
- Chinmuaeng, S., & Bongkotphet, T. (2019). STEM approach based on engineering design process on sound for enhancement of creativity and innovation of the 11th grade students. *Journal of Education Burapha University*, 31(1), 59–74.
- Chusinkunawut, K. (2014). Technology insights: What is the engineering design process? *Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology Magazine*, 42(190), 37–39.
- Daud, A. M., Omar, J., Turiman, P., & Osman, K. (2012). Creativity in science education. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 59, 467–474. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.302>
- Dhurakij Pundit University Research Department. (2019). *Quality of Thai vocational education*. <https://www.dpu.ac.th/dpurdi/upload/content/files/A2.pdf>
- Guilford, J. P. (1967). Creativity: Yesterday, today, and tomorrow. *The Journal of Creative Behavior*, 1(1), 3–14. DOI: 10.1002/j.2162-6057.1967.tb00002.x
- Karimi, S. (2018, November–December). Using engineering design process to enhance creativity and problem-solving skills: Part 2. *IPST Magazine*, 46(210), 25–27.
- Khammani, T. (2024). *Pedagogy: Knowledge for effective learning processes*. Chulalongkorn University Press.
- Krutngoen, S., & Eiamguaw, P. (2021). The effect of integrated STEM education inquiry-based learning and attitude toward science lesson of Mathayomsuksa 3 students. *Social Sciences Research and Academic Journal*, 16(3), 189–202.
- Marksab, V. (2012). *Development of science learning packages for secondary students by utilizing the Ekkamai Science Center for Education* (Master's thesis). Srinakharinwirot University.
- Mohd Shahali, E. H., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Zulkifeli, M. A. (2017). STEM learning through engineering design: Impact on middle secondary students' interest towards STEM. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(5), 1189–1211. DOI: 10.12973/eurasia.2017.00667a
- Office of the Education Council. (2021). *Competency-based learning: Hands-on learning in schools*. Bureau of Education Standards and Learning Development, Office of the Education Council Secretariat, Ministry of Education.
- Office of the Vocational Education Commission. (2020). *Higher vocational certificate program, 2019: Industrial studies, architectural technology major*. <https://bsq.vec.go.th/Portals/9/Course/30/2563/30108/30108v4.pdf>
- Rukkiatwong, N. (2016). *Vocational education reform in Thailand*. Thailand Development Research Institute. https://tdri.or.th/wp-content/uploads/2016/08/nuthasid-vocational-education-v02_2.pdf
- Srisa-ard, B. (2017). *Preliminary research* (10th ed.). Suwiriyasarn.

- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2018). *Standards of STEM education*. Success Publication.
- Wethakan, W., & Bongkotphet, T. (2024). STEM education based on engineering design process on mechanical equilibrium to enhance creativity and innovation of 10th grade students. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 8(1), 150–164.
- Whitney, D. R., & Sabers, D. L. (1970). *Improving essay examination III: Use of item analysis (Technical Bulletin No. 11)*. University Evaluation and Examination Service.
- Wongyai, W., & Patphol, M. (2020). *Creative learning*. Charansanitwong Printing.