

การพัฒนาแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

DEVELOPMENT OF A PROBLEM-BASED TEACHING MODEL COMBINED WITH FINITE ELEMENT SIMULATION FOR THE SUBJECT OF STRENGTH OF MATERIALS, STRESS AND STRAIN.

ศุภรัตน์ สามสี¹ สุรวุฒิ ยะนิล² และเมธา อึ้งทอง³
Supharat Samsi¹ Surawut Yanil² and Metha Oungthong³

วันที่รับบทความ 11 ตุลาคม 2568 แก้ไขบทความ 23 พฤศจิกายน 2568 ตอรับบทความ 26 ธันวาคม 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี จำนวน 22 คน เครื่องมือที่ใช้สำหรับงานวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ 2) แบบประเมินความคิดเห็นต่อแผนจัดการการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ มีค่า IOC 0.80 – 1.00 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t - test for One Samples

ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ และขั้นที่ 6 นำเสนอ 2) ผลการประเมินระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อการพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.71$, $S.D = 0.44$) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 (24 คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

^{1 2 3} คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

^{1 2 3} Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok.

*Corresponding Author, E-mail: metha.o@fte.kmutnb.ac.th

คำสำคัญ ปัญหาเป็นฐาน ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ความแข็งแรงของวัสดุ ความเค้นและความเครียด

Abstract

The objectives of this research were: (1) to develop a problem-based learning (PBL) instructional model, and (2) to compare students' learning achievement with the specified criterion. The sample group consisted of 22 first-year students in the Mechanical Technology Program at Kanchanaburi Technical College. The research instruments included: (1) a problem-based learning management plan integrated with finite element method simulation, (2) an evaluation form for opinions toward the PBL lesson plan, with Item-Objective Congruence (IOC) values ranging from 0.80 to 1.00, and (3) a subjective achievement test comprising six questions, with IOC values between 0.80 and 1.00. Data were analyzed using mean, standard deviation, and a one-sample t-test.

The findings indicated that (1) the developed PBL model comprised six phases: problem identification, problem analysis, self-directed inquiry, knowledge synthesis, conclusion and solution evaluation, and presentation; and (2) expert evaluations of the model were at the highest level ($\bar{x} = 4.71$, $S.D = 0.44$). Furthermore, the students' learning achievement under the PBL model was significantly higher than the 80% criterion at the .05 level.

Keywords: Problem-Based Learning; Finite Element Method; Strength of Materials; Stress and Strain

บทนำ

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ประเภทอุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล มีจุดประสงค์ให้ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา

และทักษะทางสังคม รวมถึงการดำรงชีวิตในการพัฒนาตนเองและวิชาชีพ [1] วิชาความแข็งแรงของวัสดุก็เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรนี้ที่มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจด้านกลศาสตร์วัสดุ รวมทั้งสามารถประยุกต์ใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ไขปัญหาเชิงวิศวกรรม รายวิชาดังกล่าวต้องใช้ทักษะทางการคำนวณ โดยเฉพาะการคำนวณในเรื่องความเค้นและความเครียด ที่เป็นรากฐานที่จะเชื่อมโยงกับการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมด้านอื่น ๆ ด้วยเนื้อหาของรายวิชาดังกล่าวมีลักษณะซับซ้อน ค่อนข้างเป็นนามธรรม ทำให้นักศึกษาจำนวนมากประสบปัญหาในการทำความเข้าใจในการคำนวณและไม่สามารถเชื่อมโยงสู่การประยุกต์ใช้จริง

ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method: FEM) เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นเทคนิคการคำนวณเชิงตัวเลขที่ได้รับการยอมรับและประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อน โดยเฉพาะในงานวิเคราะห์โครงสร้าง วัสดุ และพลศาสตร์ของของไหล วิธีการดังกล่าวช่วยให้นักศึกษามองเห็นภาพการกระจายแรง การเสียรูป และพฤติกรรมของวัสดุในลักษณะใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น [2] การบูรณาการระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ เข้ากับรายวิชาความแข็งแรงของวัสดุจึงเอื้อต่อการทำความเข้าใจเชิงทฤษฎี ตลอดจนส่งเสริมทักษะการใช้ซอฟต์แวร์ทางวิศวกรรมในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) ยังเป็นแนวทางสำคัญที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกันได้อย่างเหมาะสม เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์จริงหรือปัญหาที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ แสวงหาความรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง [3] กระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวช่วยเสริมสร้างแรงจูงใจใฝ่รู้ และพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการทำงานจริง เช่น การแก้ปัญหา การอภิปรายเชิงวิชาการ และการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล [4] ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของรายวิชาที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และการคำนวณเป็นหลัก

จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการบูรณาการรูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ เพื่อประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาความแข็งแรงของวัสดุในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) อันจะช่วยลดความเป็นนามธรรมของเนื้อหา ทำให้นักศึกษาเกิดความเข้าใจที่ชัดเจนมากขึ้น

รวมทั้งพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ สำหรับวิชาความแข็งแรงของวัสดุ เรื่องความเค้นและความเครียด
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนรูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ สำหรับวิชาความแข็งแรงของวัสดุ เรื่องความเค้นและความเครียดกับเกณฑ์

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ การ สำหรับวิชาความแข็งแรงของวัสดุ เรื่องความเค้นและความเครียด มีแนวคิดแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

ทฤษฎีความเค้นและความเครียด

ความเค้น (Stress) คือ แรงภายในที่เกิดขึ้นภายในเนื้อวัสดุเมื่อวัสดุถูกกระทำด้วยแรงภายนอก โดยเป็นอัตราส่วนของแรงที่กระทำต่อพื้นที่หน้าตัด มีหน่วยเป็นปาสคาล หรือนิวตันต่อตารางเมตร, นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร และแบ่งตามทิศทางของแรงได้เป็น 3 ชนิดหลัก คือ ความเค้นดึง ความเค้นอัด และความเค้นเฉือน [5], [6]

ความเครียด (Strain) คือ อัตราส่วนของการเปลี่ยนแปลงความยาวหรือรูปร่างของวัสดุเมื่อถูกแรงกระทำ ความเครียดจะไม่มีหน่วย เนื่องจากว่าความยาวของความยาวที่เปลี่ยนแปลงไปต่อความยาวเดิม มีหน่วยเดียวกัน จึงตัดกันไป สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ ความเครียดดึง ความเครียดอัด และความเครียดเฉือน [5], [6]

ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อน ผ่านการแบ่งปัญหออกเป็นองค์ประกอบย่อยและการแก้ระบบสมการเชิง

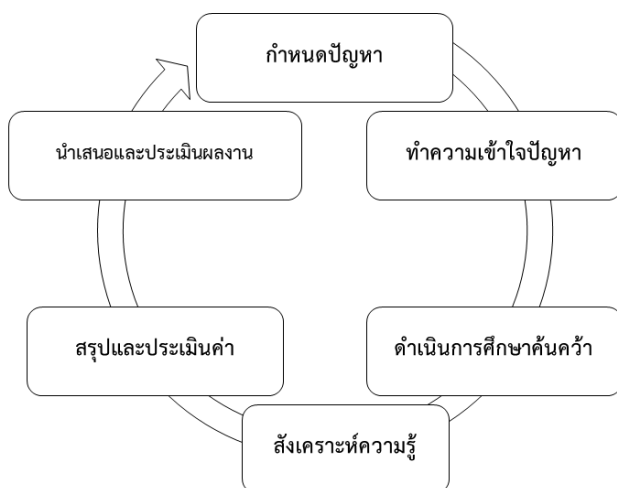
ตัวเลข ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยและการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้อย่างหลากหลาย [2]

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อนและใกล้เคียงกับความจริง โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย และการทำงานร่วมกัน ครูผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้ชี้แนะและผู้อำนวยความสะดวก ส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต[8], [9]

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยการสังเคราะห์กระบวนการพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานของ [8], [9] และ [10] มี 6 ขั้นตอนดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 กลุ่มประชากร คือ นักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี จำนวน 97 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 22 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งตามขั้นตอนได้ดังนี้

3.1 แบบบันทึกการบูรณาการรูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ สำหรับวิชาความแข็งแรงของวัสดุ เรื่องความเค้นและความเครียด ประกอบด้วย คำอธิบายรายวิชา หน่วยการเรียนรู้ ตารางรายละเอียดหัวข้อเรื่อง ใบรายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม คำแนะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ใบเนื้อหา ใบแบบฝึกหัด ใบเฉลยแบบฝึกหัด ใบแบบทดสอบ ใบเฉลยแบบทดสอบ ใบรายการสื่อ คู่มือสำหรับการจำลองด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์

3.2 แบบประเมินความคิดเห็นต่อแผนจัดการการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ เพื่อลดการจินตนาการสำหรับวิชาความแข็งแรงของวัสดุ เรื่องความเค้นและความเครียด

3.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาความแข็งแรงของวัสดุ เรื่องความเค้นและความเครียด เป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์การตรวจเป็นแบบรูปสกอ 5 ระดับ ประกอบด้วย

0 = ไม่เขียนอะไรเลย

1 = "บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดถูก"

2 = "บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดถูก, เลือกใช้สูตรถูกต้อง"

3 = "บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดถูก, เลือกใช้สูตรถูกต้อง, แทนค่า"

4 = "บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดถูก, เลือกใช้สูตรถูกต้อง, แทนค่า, แสดงวิธีทำได้อย่างถูกต้อง"

5 = "คำตอบสมบูรณ์ครบถ้วน"

*หมายเหตุ หากทำผิดจุดใดจุดหนึ่งลบจุดละ 1 คะแนน

4. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

4.1 การจัดทำแผนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วย
ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1.1. ศึกษาเนื้อหาการจัดการเรียนการสอน วิชาความแข็งแรงของ
วัสดุ เรื่องความเค้นและความเครียด

4.1.2. ศึกษาทฤษฎีแนวคิด และงานวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการ
เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเป็นแนวทางในการแผนการจัดการเรียนรู้โดยปัญหาเป็น
ฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ สำหรับวิชาความแข็งแรงของวัสดุ
เรื่องความเค้นและความเครียด

4.1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการ
จำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ สำหรับวิชาความแข็งแรงของวัสดุ เรื่องความเค้นและ
ความเครียด ซึ่งแผนการเรียนรู้นี้จะระบุเกี่ยวกับหัวข้อ คำอธิบายรายวิชา หน่วยการเรียนรู้
ตารางรายละเอียดหัวข้อเรื่อง ใบรายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม คำแนะนำการจัดการ
เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ โดย
ประกอบด้วยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่
3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ ในขั้นนี้จะนำการจำลองด้วยระเบียบ
วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ เข้ามาเสริมเพื่อให้ผู้เรียนเห็นถึงลักษณะการเกิดความเค้นความเครียด
เพื่อลดการจินตนาการ ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่า และขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน
ใบเนื้อหา ใบแบบฝึกหัด ใบเฉลยแบบฝึกหัด ใบแบบทดสอบ ใบเฉลยแบบทดสอบ ใบ
รายการสื่อ คู่มือสำหรับการจำลองด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์

4.1.4 สร้างแบบจำลอง 3 มิติตามแบบฝึกหัดโดยใช้โปรแกรม Solid
word 2020 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ โดยการสร้าง
แบบจำลองนี้จะประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ระยะเวลาการประมวลข้อมูล ระยะ
ประมวลข้อมูล และระยะหลังประมวลข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังภาพที่ 2-5

- 5 หมายถึง มีความเป็นไปได้/ความมีประโยชน์/ความถูกต้อง/ความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเป็นไปได้/ความมีประโยชน์/ความถูกต้อง/ความเหมาะสมในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความเป็นไปได้/ความมีประโยชน์/ความถูกต้อง/ความเหมาะสมในระดับมากปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเป็นไปได้/ความมีประโยชน์/ความถูกต้อง/ความเหมาะสมในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความเป็นไปได้/ความมีประโยชน์/ความถูกต้อง/ความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

4.2.1 ศึกษาแนวคิดหลักการสร้างเครื่องมือประเมินความคิดเห็น และวางแผนการสร้างสร้างข้อคำถามให้ครอบคลุมทุกด้านที่จะประเมิน

4.2.2 นำแบบประเมินความเห็นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรง และความชัดเจนของการสื่อความหมาย โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบประเมินความเหมาะสม โดยทั้งฉบับมีค่าอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00

4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาความแข็งแรงของวัสดุ เรื่องความเค้นและความเครียด เป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ

4.3.1 ศึกษาคำอธิบายรายวิชาวิชาความแข็งแรงของวัสดุ เรื่องความเค้นและความเครียด ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567

4.3.2 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Test Blueprint) เพื่อให้สามารถสร้างข้อสอบได้ครอบคลุมกับ เนื้อหา และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ในรายวิชาความแข็งแรงของวัสดุ เรื่องความเค้นและความเครียด

4.3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาความแข็งแรงของวัสดุ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ

4.3.4 นำข้อสอบที่สร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ตรวจสอบ ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามเทียบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC จำนวน 5 คน โดยทั้งฉบับมีค่าอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00

4.3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาความแข็งแรงของวัสดุ เรื่องความเค้นและความเครียด ไปทดลองใช้ กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

4.3.6 ผลคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาความแข็งแรงของวัสดุ เรื่องความเค้นและความเครียดทั้ง 6 ข้อ มาวิเคราะห์ ดัชนีความยาก (Difficulty Index) และหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) ตามวิธีของซีเอ เดรก (C.A. Drake) [6]

4.3.7 จัดชุดข้อสอบเตรียมนำไปเก็บรวบรวมข้อมูล

5. แผนการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ทำการทดลอง กับกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม มีการทดลองหลังเรียนโดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Shot Case Study ใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวและมีการวัดผลหลังการทดลอง 1 ครั้ง โดยแทน ด้วยสัญลักษณ์ X O

E	X	O ₂
---	---	----------------

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล [6] โดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t - test for One Samples

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระบบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ เพื่อลดการจินตนาการ สำหรับวิชาความแข็งแรงของวัสดุ เรื่องความเค้นและความเครียด ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการบูรณาการขั้นตอนรูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ สำหรับวิชาความแข็งแรงของวัสดุ เรื่องความเค้นและความเครียด

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	ผลการบูรณาการร่วมกับระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์
ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน	ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา คือการสร้างสถานการณ์หรือ ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ใกล้ตัวหรือสามารถเข้าใจได้ง่าย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ มองเห็นปัญหา ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา คือ ผู้สอนจะใช้คำถามเพื่อเป็นการกระตุ้น เพื่อให้ผู้เรียนคิดอย่างละเอียด เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาที่อยากรู้ โดยการระดมสมองภายในกลุ่มเพื่อค้นหาคำตอบ หรือตั้งคำถามในประเด็นที่อยากรู้เพิ่มเติม ซึ่งครูผู้สอนจะต้องคอยดูแลตรวจสอบเพื่อให้เกิดความถูกต้อง ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า คือ ผู้สอนให้ความรู้ และ ให้ผู้เรียนดำเนินการศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ คือ ผู้สอนให้แบบฝึกหัด และผู้เรียนกลับมาอภิปรายร่วมกันเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ เชื่อมโยงข้อมูล และสังเคราะห์เป็นความเข้าใจร่วม พร้อมทั้งให้ตรวจสอบคำตอบ โดยการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ คือ ผู้สอนสรุปเนื้อหา และอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่ผู้เรียนเกิดความสงสัย ขั้นที่ 6 นำเสนอและ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	ผลการบูรณาการร่วมกับระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์
	ประเมินผลงาน คือ ให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่ได้รับจากการจัดการการเรียนรู้ พร้อมทำแบบทดสอบหลังเรียน

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการบูรณาการขั้นตอนการจัดการเรียนรู้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ เพื่อลดการจินตนาการสำหรับวิชาความแข็งแรงของวัสดุ เรื่องความเค้นและความเครียด พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีจำนวน 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ในขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ สอดคล้องกับการนำระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ เข้ามาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ เรื่องความเค้นและความเครียดโดยภาพรวม

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับ
	$\bar{x}$	S.D	ความคิดเห็น
1. ความเป็นไปได้	4.61	0.49	มากที่สุด
2. ความเป็นประโยชน์	4.89	0.31	มากที่สุด
3. ความเป็นถูกต้อง	4.66	0.48	มากที่สุด
4. ความเป็นเหมาะสม	4.68	0.47	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.61	0.49	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่า ระดับความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ เรื่องความเค้นและความเครียด ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.71$, $S.D =$

0.44) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านเป็นไปได้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.61$, $S.D = 0.49$) ความเป็นประโยชน์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.89$, $S.D = 0.31$) ด้านความถูกต้อง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.66$, $S.D = 0.48$) และด้านความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.68$, $S.D = 0.47$) ตามลำดับ

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ สำหรับวิชาความแข็งแรงของวัสดุ เรื่องความเค้นและความเครียดกับเกณฑ์ร้อยละ 80

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ สำหรับวิชาความแข็งแรงของวัสดุ เรื่องความเค้นและความเครียดกับเกณฑ์ร้อยละ 80

กลุ่ม	n	$\bar{x}$	$S.D$	t	df	p-value
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา	22	27.41	2.79	5.734*	21	0.00

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ เพื่อลดการจินตนาการ สำหรับวิชาความแข็งแรงของวัสดุ เรื่องความเค้นและความเครียด พบว่า นักศึกษา จำนวน 22 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย ($\bar{x} = 27.41$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D = 2.79$) เมื่อทดสอบสมมติฐานทางสถิติพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 (24 คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การอภิปรายผลการวิจัย

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ เพื่อลดการจินตนาการ สำหรับวิชาความแข็งแรงของวัสดุ เรื่อง ความเค้นและ

ความเครียด มีการประเมินความคิดเห็นทั้งหมด 4 ด้าน แบ่งเป็น ด้านความเป็นไปได้ ความมีประโยชน์ ได้ ด้านความถูกต้อง และด้านความเหมาะสม พบว่าทั้ง 4 ประเด็น อยู่ในระดับมากที่สุดทุกประเด็น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีการขั้นตอนที่เข้าใจง่าย อันเนื่องมาจากการเริ่มต้นจากปัญหาที่ใกล้ตัว ทำให้ผู้เรียนเกิดความตระหนัก ทั้งนี้การนำระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เข้ามาช่วยในการจำลอง ยังเป็นส่วนที่ขยายเนื้อหาให้เป็นนามธรรมให้มองเห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้นซึ่งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ [7] ที่พบว่า การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนแบบกลับด้าน ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความเค้นและความเครียด วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ นักศึกษาระดับชั้น ปวส.1 สาขาวิชาเครื่องกล หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการจัดการเรียนการสอน ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ ในเนื้อหาที่ซับซ้อนมากขึ้น สามารถมองเห็นรูปธรรมมากขึ้น ในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ [3], [4] และ[9] ที่มีผลการวิจัยจากการใช้รูปแบบการใช้ปัญหาเป็นฐานในการพัฒนาผู้เรียนด้านทักษะการคำนวณ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาอื่น เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหาการคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการคำนวณให้สูงขึ้น หากแต่จะต้องคำนึงถึงบริบทของรายวิชาที่มีความแตกต่างกัน

2. การจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์นี้ ผู้สอนจะต้องมีความรู้พื้นฐานด้านการเขียนแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และเป็นผู้ให้คำแนะนำกับผู้เรียนเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2567). [ออนไลน์]. **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567**. [สืบค้นวันที่ 1 ตุลาคม 2567]. จาก <http://bsq.vec.go.th/th-th>.
- [2] Zienkiewicz, O. C., Taylor, R. L., & Zhu, J. Z. (2013). **The finite element method: Its basis and fundamentals** (7th ed.). Elsevier.
- [3] เวชฤทธิ์ อังณะภัทรขจร. (2554). เอกสารสอนวิชา 410541 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ . ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [4] อัมพร ม้าคนอง. (2554). **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [5] ชนะ กลิภาร. (2528). **ความแข็งแรงของวัสดุ** (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [6] Beer, F. P., & Johnston, E. R. (2015). **Mechanics of materials** (7th ed.). McGraw-Hill.
- [7] เมธา อีทอง และผดุงชัย ภูพัฒน์. (2563). การวัดและประเมินผลทางการศึกษา. ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [8] วีรยุทธ ด้วงโย. (2565). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านวิชาแคลคูลัส 1 สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร. *Journal of RoiKaensarn Academi*, 8(2), 1–15.
- [9] ปกัสร่า แจ่มใส, & สรัญญา จันทร์ชูสกุล. (2563). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 12(2), 107–124.