

การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบปัญหาเป็นฐานด้วยโมเดล PIP-MASE เพื่อพัฒนาการเรียนรู้อิงวิศวกรรมศึกษา

A Synthesis of an integrated STEM-problem-based learning model with PIP-MASE model to develop learning process in engineering education

ธนิต บุญใส¹ และ สิริลักษณ์ หาญวัฒนานุกุล²

สาขาวิชาเทคนิคศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

¹E-mail : tanitboonsai@gmail.com ; ²E-mail : sirilakhanvatananukul@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1)สังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการเรียนรู้อิงวิศวกรรมศึกษา ด้วยโมเดล PIP-MASE และ 2) ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอน กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 8 คน มีความเชี่ยวชาญทางการสอนวิชาด้านวิศวกรรมไฟฟ้าศึกษา ด้านวิชาการและงานวิจัย และทางการศึกษา ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามความเหมาะสมของรูปแบบ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) องค์ประกอบของรูปแบบประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นตอนเตรียมความพร้อม (2) ขั้นให้ความรู้เบื้องต้น (3) ขั้นกำหนดปัญหา (4) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (5) ขั้นการแก้ปัญหา (6) ขั้นสรุป/นำเสนอคำตอบของปัญหา (7) ขั้นการแสดงความคิดเห็น/ประเมินผล และ 2) ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอน ในภาพรวมพบว่าด้านการออกแบบรูปแบบบูรณาการการเรียนรู้ มีความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.35, SD = 0.41$) และด้านองค์ประกอบหลักของรูปแบบ มีความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.34, SD = 0.41$)

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา, การเรียนแบบปัญหาเป็นฐาน, โมเดล PIP-MASE

Abstract

The purposes of the research are to 1) synthesize an integrated STEM-problem-based learning model to develop learning process in engineering education with PIP-MASE model and to 2) evaluate the suitability of teaching model. A sample group study is the eight experts in electrical engineering education, academic and research, and education with purposive sampling. Research instruments consist questionnaires suitability of model were used as tools for data collection in the research. Basic statistics such as arithmetic mean and standard deviation were employed to analyze data. The results indicate that, firstly, the composition of the model consists of seven steps including (1) preparation, (2) basic knowledge provision, (3) problem analysis, (4) proposal of solution, (5) solution implementation, (6) conclusion, and (7) discussion and evaluation. Secondly, evaluation results of the suitability and consistency of the teaching model. In the overall, found the design of

the integrated learning model is at a high level ($\bar{X} = 4.35$, $SD = 0.41$), and in the main components of the model is at a high level ($\bar{X} = 4.34$, $SD = 0.41$).

Keywords: STEM education, Problem based learning, PIPE-MASE model

วันที่รับบทความ : 09 มีนาคม 2563

วันที่แก้ไขบทความ : 01 พฤษภาคม 2563

วันที่ตอบรับตีพิมพ์บทความ : 05 พฤษภาคม 2563

1. บทนำ

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการศาสตร์ 4 ศาสตร์ ประกอบด้วย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ ร่วมด้วยกัน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหา และสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ที่พบในชีวิตประจำวัน จากการประยุกต์ใช้ความรู้จากทักษะวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี มาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการใช้ชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ รวมถึงการพัฒนากระบวนการผลิต นวัตกรรมใหม่ ที่มีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ดังนั้น STEM Education จึงเป็นรูปแบบการจัดการศึกษา ที่ตอบสนองต่อการเตรียมรุ่นในศตวรรษที่ 21 เพราะธรรมชาติของทั้ง 4 วิชานี้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้และ ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้ดี และมีคุณภาพในโลกของศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกาภิวัตน์ที่ตั้งอยู่บนฐานความรู้ และเต็มไปด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี อีกทั้งยังเป็นวิชาที่มีความสำคัญกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และความมั่นคงของประเทศได้

การเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนา กระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ผ่านประสบการณ์ ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ตามที่ สสวท.[1] ได้กล่าวไว้ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning; PBL) นับเป็นอีกแนวทางหนึ่ง ของรูปแบบการจัดการเรียนการ

สอนที่น่าสนใจและคาดว่าจะแก้ปัญหาในหลายๆ ประเด็นที่กล่าวมาในตอนต้นได้ ทั้งนี้เนื่องจาก (1) เป็นการสร้างองค์ความรู้อย่างมีรูปแบบ ใช้ปัญหาเป็นฐานมีการจำลองสภาพของงานในอนาคตให้ผู้เรียนได้ศึกษา เมื่อผู้เรียนต้องเผชิญกับปัญหาจะทำให้มีการกระตุ้นความจำและความสามารถในการนำข้อมูลมาปรับใช้ทั้งจากความรู้พื้นฐาน และความรู้ภาคปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาได้ (2) เป็นการพัฒนากระบวนการความคิดที่มีเหตุผล การเรียนที่ต้องฝึกการแก้ปัญหาตลอดเวลา จะสอนให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล โดยผ่านการทำซ้ำๆ และได้รับข้อมูลย้อนกลับเพื่อย้ำในสิ่งที่ถูก และแก้ไขในสิ่งที่ผิด เป็นการฝึกทักษะของการสร้างข้อสมมติฐานข้อสงสัยต่างๆ หักวิเคราะห์ข้อมูล สังเคราะห์ปัญหา และฝึกการตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีอยู่ (3) เป็นการพัฒนาทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างเสรี การฝึกให้ผู้เรียนรู้จักประเมินตนเอง และมีอิสระในการแสวงหา ความรู้ ทำให้ผู้เรียนทราบความต้องการของตนเองหรือความสนใจของผู้เรียนไม่ใช่มีผู้ใดผู้หนึ่งมา กำหนดให้ตลอดเวลาและทราบว่าการต้องการเรียนรู้อะไร จะไปหาแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมได้จากที่ไหน (4) เพื่อเพิ่มแรงจูงใจในการเรียน การได้ฝึกเรียนโดยการแก้ปัญหาฝึกคิด ซึ่งเป็นการท้าทายให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้เป็นการสร้างแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ต่อไปเรื่อยๆ เพราะพื้นฐานมนุษย์มีความอยากรู้อยากเห็น ถ้าสามารถเพิ่มแรงจูงใจให้ผู้เรียน นับว่าเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ให้มากขึ้นไปอีก ดังที่พรจิต ประทุมสุวรรณ [2] ได้กล่าวไว้

การจัดการเรียนการสอนด้านวิศวกรรม เป็นการเรียนรู้อย่างหลากหลาย ที่มุ่งเน้นการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และการออกแบบ แต่ปรากฏว่าถึงแม้ผู้สอนจะตั้งใจสอนได้ดีก็ตาม แต่ผลการเรียนของผู้เรียนยังมีความแตกต่างกันอยู่มาก ในทุกๆ การเรียนการสอนยังคงมีผู้เรียนที่สอบตกอยู่มากเสมอ ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่า แม้ว่าการเรียนการสอนผู้สอนจะตั้งใจเต็มที่แล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่สามารถที่

จะคอยตรวจปรับผู้เรียนได้ทั้งชั้น ตลอดทั้งเนื้อหา เพราะถูกจำกัดด้วยปริมาณเนื้อหา และเวลาในแต่ละคาบ จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้สอนควรมีเครื่องมือ หรือรูปแบบการเรียนการสอนที่จะใช้ช่วยในการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถที่จะคิดคำนวณ ได้ตามที่คุณสอนวางเป้าประสงค์เอาไว้ แต่การเรียนการสอนด้านวิศวกรรมนั้น พบว่าวิธีสอนที่อาจารย์ใช้สอน ส่วนใหญ่เป็นการสอนแบบบรรยาย รูปแบบกิจกรรมของผู้เรียนเป็นแบบถามตอบคำถาม ดังที่พินิจ เนื่องภิรมย์ และคณะ [3] ได้กล่าวไว้ ทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการคิด การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นการเรียนรู้ ร่วมกันมากกว่าการเรียนรู้แบบตัวใครตัวมัน (Individual Learning) เพราะการเรียนรู้ในแบบใหม่ต้อง เป็นการเรียนรู้ที่แบ่งปันกัน ช่วยเหลือเกื้อกูลกัน การเรียนจะเปลี่ยนจาก Lecture Based เป็น Problem- Based การจัดการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐานจะแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อยและมีครูผู้สอน 1 คนหรืออาจจะมากกว่าทำหน้าที่เป็นผู้กระตุ้นสนับสนุน และ ช่วยเหลือให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ซึ่งจะเรียกผู้สอนในระบบนี้ว่าผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) กระบวนการจะเริ่มต้นด้วยการให้ผู้เรียนได้ประสบกับปัญหาที่สำคัญ โดยทีมผู้สอนจะนำปัญหาดังกล่าวมาเขียนเป็นสถานการณ์ (Scenario) หรือโจทย์ปัญหา (Problem) เป็นการสร้างเหตุการณ์จำลอง เพื่อใช้เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดการคิดไตร่ตรอง หาเหตุผลมาอธิบาย และพยายามแก้ไขปัญหานั้นเบื้องต้นโดยใช้ความรู้พื้นฐานเดิมของแต่ละคนอยู่มาร่วมกัน ตั้งเป็นสมมติฐาน พร้อมกับพิจารณาและตั้งวัตถุประสงค์ในการไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้ที่จำเป็นเพิ่มเติม พร้อมกับการพิจารณาและตั้งวัตถุประสงค์ในการไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้ที่จำเป็นเพิ่มเติม เพื่อนำมาช่วยในการพิสูจน์สมมติฐาน จากนั้นกลุ่มผู้เรียนก็จะแยกย้ายกันไปศึกษาหาความรู้ด้วยวิธีการต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ที่ได้ช่วยกันตั้งไว้แล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้เพิ่มเติมมาใหม่กลับมาช่วยกันสรุปสมมติฐานที่ตั้งไว้เพื่อดำเนินการแก้ไขปัญหานั้นให้ลุล่วงต่อไป ดังที่กมลฉัตร กล่อมอิม [4] ได้กล่าวไว้

จากความเป็นมาและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบบูรณาการเรียนรู้อะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา เพื่อส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้เรียนมีทักษะการทำงานทางด้านปฏิบัติและการเรียน

ทฤษฎีได้ดียิ่งขึ้น และเกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนทางด้านเทคโนโลยี วิศวกรรม และศาสตร์อื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้อด้านวิศวกรรมศึกษาทฤษฎีและปฏิบัติอย่างเต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคล อันจะส่งผลต่อการเรียนทั้งด้านวิศวกรรมพื้นฐานและด้านวิศวกรรมประยุกต์ อันเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญอย่างยิ่งในการประกอบอาชีพด้านวิศวกรรม

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบปัญหาเป็นฐานด้วยโมเดล PIP-MASE เพื่อพัฒนาการเรียนรู้อด้านวิศวกรรมศึกษา

2.2 เพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบปัญหาเป็นฐานด้วยโมเดล PIP-MASE MASE เพื่อพัฒนาการเรียนรู้อด้านวิศวกรรมศึกษา

3. ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบปัญหาเป็นฐาน ด้วยโมเดล PIP-MASE เพื่อพัฒนาการเรียนรู้อด้านวิศวกรรมศึกษา เป็นการวิเคราะห์และสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนจากแนวคิดและหลักการของสะเต็มศึกษา 3 ประการ ประกอบด้วย การบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาการ การบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น และการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่างๆ อย่างครบถ้วน สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 และแนวคิดการเรียนรู้อแบบปัญหาเป็นฐาน 2 ด้าน ประกอบด้วย ด้านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และด้านบทบาทของผู้สอน

3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ ได้มาโดยวิธีเลือกแบบเจาะจง(Purposive Sampling) จำนวน 8 คน คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาด้านวิศวกรรมไฟฟ้าศึกษา จำนวน 4 คน ด้านวิชาการและงานวิจัย จำนวน 2 คน และ

ทางด้านการศึกษา จำนวน 2 คน ซึ่งมีประสบการณ์สอนในสาขาที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ไม่ต่ำกว่า 10 ปี

4. วิธีการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์องค์ประกอบของแนวคิด สะเต็มศึกษาและการเรียนแบบปัญหาเป็นฐาน จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 สังเคราะห์รูปแบบ โดยนำผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบในขั้นตอนที่ 1 มาร่างเป็นรูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบปัญหาเป็นฐานด้วยโมเดล PIP-MASE เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทางวิศวกรรมศึกษา และนำเสนอให้ที่ปรึกษาประเมินความเหมาะสมเบื้องต้น

ขั้นตอนที่ 3 ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบปัญหาเป็นฐานด้วยโมเดล PIP-MASE โดยวิธีการสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 8 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบเป็นเครื่องมือวิจัย แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางประกอบความเรียง ผู้วิจัยพิจารณาค่าระดับความคิดเห็นโดยเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนค่าเฉลี่ยในแต่ละข้อคำถาม ตามที่ ชูศรี วงศ์รัตน์ [5] ได้กำหนดไว้ดังนี้

คะแนน 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสม ปานกลาง

คะแนน 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

หากคำนวณคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ได้ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ไม่เกิน 1.00 ถือว่ารูปแบบมีความเหมาะสม

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบบูรณาการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบปัญหาเป็นฐาน จากเอกสาร ตำรา การวิจัยเพื่อศึกษาปัญหา แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบบูรณาการสะเต็ม

ศึกษาร่วมกับการเรียนแบบปัญหาเป็นฐานด้วยโมเดล PIP-MASE เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทางวิศวกรรมศึกษา พบว่ามี 4 องค์ประกอบหลัก คือ

(1) ปัจจัยนำเข้า ได้แก่ การวิเคราะห์แนวคิดสะเต็มศึกษา การวิเคราะห์แนวคิดการเรียนแบบปัญหาเป็นฐาน การวิเคราะห์เนื้อหา การวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน การกำหนดวิธีวัดผลและประเมินผล

(2) กระบวนการ ได้แก่ การกำหนด บทบาทผู้สอน การกำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้ การจัดกระบวนการเรียน การสอน การจัดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้

(3) ผลลัพธ์ ได้แก่ ผลที่ได้จากการเรียนซึ่งเป็นคะแนนจากการทำแบบทดสอบและการทำกิจกรรม

(4) ข้อมูลป้อนกลับ ได้แก่ การปรับปรุง แก้ไขในขั้นตอนของระบบที่มีความบกพร่อง

5.2 ผลการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบปัญหาเป็นฐานด้วยโมเดล PIP-MASE เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทางวิศวกรรมศึกษา โดยอาศัยแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน สามารถอธิบายได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 P (Prepare) หมายถึงขั้นที่ผู้สอนชี้แจงวัตถุประสงค์และวิธีการเรียนการสอน ทำแบบ ทดสอบก่อนเรียน และแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย

ขั้นที่ 2 I (Identify STEM knowledge) หมายถึงขั้นที่ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมและให้ความรู้พื้นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเบื้องต้น

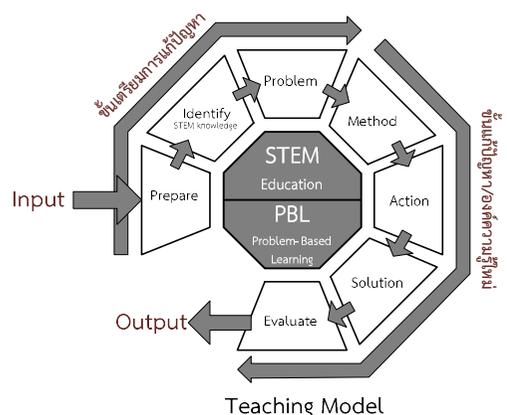
ขั้นที่ 3 P (Problem) หมายถึงขั้นที่ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยผู้สอนเสนอสถานการณ์ปัญหา แล้วให้ผู้เรียนดูสถานการณ์ปัญหา และวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์

ขั้นที่ 4 M (Method) หมายถึงขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนระบุปัญหาในโจทย์วิเคราะห์ หาข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง ความจริงที่ปรากฏในโจทย์ จับประเด็นปัญหาออกเป็นประเด็นย่อย ทำความเข้าใจปัญหา และเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา จากนั้นให้ร่วมกันกำหนดแนวทางแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 A (Action) หมายถึงขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนนำแนวทางแก้ปัญหา มาสังเคราะห์ พิสูจน์สมมติฐานและประยุกต์ให้เหมาะสมกับโจทย์ปัญหา นำข้อมูลที่ได้มาแก้ปัญหาตามแนวทางที่ได้ตกลงไว้

ขั้นที่ 6 S (Solution) หมายถึงขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุป แนวทางและความรู้ โดยให้ตัวแทนผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบและแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้เป็นระบบ และนำไปเขียนขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ นำข้อสรุปที่ได้ เขียนเรียบเรียงเป็นองค์ความรู้

ขั้นที่ 7 E (Evaluate) หมายถึงขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนเมื่อนำเสนอผลการศึกษาและการแก้ปัญหาเสร็จ ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันแสดงความคิดเห็น ซักถามหรือเพิ่มเติมข้อมูลให้สมบูรณ์ ผู้สอนให้ผู้เรียนร่วมกันประเมินคำตอบของแต่ละสถานการณ์อีกครั้ง เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องและตรงกัน ประเมินผลการเรียนรู้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ โดยโมเดลรูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบปัญหาเป็นฐานด้วยโมเดล PIP-MASE เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทางวิศวกรรมศึกษา แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบปัญหาเป็นฐาน โมเดล PIP-MASE เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทางวิศวกรรม

5.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนด้วยโมเดล PIP-MASE

รายการประเมิน	\bar{x}	SD	ผลการประเมิน
1. ความเหมาะสมด้านการออกแบบรูปแบบบูรณาการเรียนรู	4.35	0.41	มาก

ตารางที่ 1 (ต่อ) ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนด้วยโมเดล PIP-MASE

รายการประเมิน	\bar{x}	SD	ผลการประเมิน
2. ความเหมาะสมด้านกิจกรรมประกอบการเรียนการสอน	4.31	0.38	มาก
3. ความเหมาะสมด้านการประเมินผล	4.17	0.39	มาก
4. ความเหมาะสมด้านองค์ประกอบหลักของรูปแบบ	4.34	0.41	มาก
รวม	4.29	0.40	มาก

จากตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินความเหมาะสม 4 ด้าน พบว่าผลการประเมินความเหมาะสมด้านการออกแบบมีความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีความเหมาะสมอยู่ใน ระดับมาก ($\bar{x}=4.35,SD=0.41$) รองลงมาคือด้านองค์ประกอบหลักของรูปแบบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก($\bar{x}=4.34,SD=0.41$) ด้านกิจกรรมการสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก($\bar{x}=4.31,SD=0.38$) และด้านการประเมินผล ตามลำดับ

ในส่วนขั้นตอนขององค์ประกอบหลัก ดังตารางที่ 2 พบว่าผลการประเมินความเหมาะสมขั้นการให้ความรู้พื้นฐานและขั้นสรุปและนำเสนอคำตอบของปัญหามีความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด($\bar{x}=4.75,SD=0.46$) รองลงมาคือขั้นการแก้ปัญหาและขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก($\bar{x}=4.25,SD=0.46$) ขั้นเตรียมความพร้อมและขั้นกำหนดปัญหา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก($\bar{x}=4.13,SD=0.35$) และขั้นการแก้ปัญหามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก($\bar{x}=4.125,SD=0.35$)ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบหลักของรูปแบบการเรียนการสอนด้วยโมเดล PIP-MASE

รายการประเมิน	\bar{x}	SD	ผลการประเมิน
1 ความเหมาะสมของขั้นเตรียมความพร้อม	4.13	0.35	มาก
2 ความเหมาะสมของขั้นการให้ความรู้พื้นฐาน	4.75	0.46	มากที่สุด
3 ความเหมาะสมของขั้นกำหนดปัญหา	4.13	0.35	มาก
4 ความเหมาะสมของขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา	4.25	0.46	มาก
5 ความเหมาะสมของขั้นการแก้ปัญหา	4.125	0.35	มาก
6 ความเหมาะสมของขั้นสรุปและนำเสนอคำตอบของปัญหา	4.75	0.46	มากที่สุด
7 ความเหมาะสมของขั้นการแสดงความคิดเห็นและประเมินผล.	4.25	0.46	มาก
รวม	4.34	0.40	มาก

6. อภิปรายผล

รูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบปัญหาเป็นฐาน โมเดล PIP-MASE เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทางวิศวกรรมศึกษาที่ได้จากการสังเคราะห์เป็นแบบที่มีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ทางวิศวกรรมอยู่ในระดับมาก เนื่องจากรูปแบบที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศึกษาได้อย่างถูกต้อง ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียน และแก้ปัญหาอย่างมีระบบ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะรูปแบบการเรียนประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเตรียมความพร้อม (Prepare : P) 2) ขั้นให้ความรู้เบื้องต้น(Identify STEM knowledge : I) 3) ขั้นกำหนดปัญหา(Problem : P) 4) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา(Method : M) 5) ขั้นการแก้ปัญหา(Action : A) 6) ขั้นสรุป/นำเสนอคำตอบของปัญหา(Solution : S) 7) ขั้นการแสดงความคิดเห็น/

ประเมินผล(Evaluate : E) หรือ PIP-MASE Model ซึ่งจัดกลุ่มได้เป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ คือ ขั้นเตรียมการแก้ปัญหา P-I-P (3ขั้นตอนย่อย) และ ขั้นตอนการแก้ปัญหาเพื่อหาองค์ความรู้ใหม่M-A-S-E (4ขั้นตอนย่อย) ซึ่งสอดคล้องกับ ทัศนคติของ ชาวเรือ และคณะ[6]โดยได้พัฒนาโมเดลการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานพบว่าผู้เรียนที่เรียนผ่านโมเดลการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้การเรียนรู้แบบปัญหา เป็นฐาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน

นอกจากรูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบปัญหาเป็นฐานด้วยโมเดล PIP-MASE เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทางวิศวกรรมศึกษา จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ สามารถจดจำได้ดี มีการทำงานเป็นทีม ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ค้นพบด้วยตัวเอง นำความรู้ไปใช้ได้จริง ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนมากกว่าการรับฟังจากผู้สอนเพียงฝ่ายเดียว สิ่งสำคัญสถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้จะต้องมีแรงกระตุ้นและทำให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้แก้ปัญหา ดังนั้นลักษณะของปัญหาต้องมีความน่าสนใจ ท้าทายและนำค้นหาคำตอบโดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุเป้าหมาย สอดคล้องกับ กมลฉัตร กล่อมอ้อม[4] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning): รายวิชาการออกแบบและพัฒนาหลักสูตร สำหรับนักศึกษาวิชาชีวศิปครู พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้ สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหา นั้น ผู้เรียนสามารถพูดคุยแลกเปลี่ยนประสบการณ์ สามารถถกเถียงหาข้อสรุปในชั้นเรียน ให้ความร่วมมือช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำงานเป็นกลุ่ม ช่วยกันออกแบบชิ้นงาน โดยมีอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้คอยให้คำปรึกษาในขณะที่ทำงานสามารถนำไปประยุกต์ใช้ ในการจัดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดีทำให้ผู้เรียนสนุกกับการเรียนรู้น่ามากขึ้นเพราะเน้นไปที่ปฏิบัติมากกว่า เชิงวิชาการ ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้งาน

7.1.1 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบปัญหาเป็นฐานด้วยโมเดล PIP-MASE เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทางวิศวกรรมศึกษา จะประสบความสำเร็จ ต้องได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่าย ได้แก่ ผู้บริหาร ครูผู้สอน และนักศึกษา

7.1.2 รูปแบบการเรียนการสอนตามโมเดล PIP-MASE มีการจัดการเรียนรู้ที่มีกระบวนการหลายขั้นตอน อาจจะมีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาในการจัดกิจกรรม ดังนั้นผู้สอนควรกำหนดระยะเวลาในการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม

7.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

7.2.1 ควรมีการสนับสนุนให้ผู้สอนสร้างและพัฒนาวิชาทางวิศวกรรมศึกษาที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามโมเดล PIP-MASE และควรกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง

7.2.2 ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบอื่นๆ

7.2.3 ควรมีการเปรียบเทียบความคงทนของการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนที่ผ่าน กระบวนการเรียนการสอนโดยวิธีปกติกับโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทั้งนี้เพราะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนต้องดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเองและภายในกลุ่ม ทำให้เกิดความคงทนของการเรียนรู้

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา, กรุงเทพมหานคร: พิมพ์ครั้งที่ 1, 2557.
- [2] พรจิต ประทุมสุวรรณ, “การพัฒนาชุดการสอนการควบคุมไฮดรอลิกไฟฟ้าแบบพีซี: วิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน,” วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้าศึกษา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.
- [3] พินิจ เนื่องภิรมย์ และคณะ, “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบ SMILE โดยใช้การเรียนรู้แบบ

สะเต็มศึกษาเป็นฐานสำหรับการศึกษาทางด้านวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์,” การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม ระดับชาติ ครั้งที่ 9, กรุงเทพฯ, พฤศจิกายน 2559, หน้า 75-76.

- [4] กมลฉัตร กล่อมอิม, “การจัดการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning): รายวิชาการออกแบบและพัฒนาหลักสูตร สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู,” วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, ปีที่ 11, ฉบับที่ 2, หน้า 179-192, 2560.
- [5] ชุศรี วงศ์รัตน์, เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย, กรุงเทพมหานคร, โรงพิมพ์เจริญผล, 2544.
- [6] กัญจน์นิชา ชาวเรือ. (4 มีนาคม 2563). การพัฒนาโมเดลการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. สืบค้นจาก <http://mis.nrru.ac.th/gradjournal/uploadify/uploads/Test/776%2031-10-18%2010-42-57.pdf>.

