

ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

นายภูวดล ใยยินดี

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2568
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

นายภูวดล ใยยินดี

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2568
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองดุษฎีนิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

โดย นายภูวดล ใยยินดี

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

..... รักษาการคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสาวณิต สุขภารังษี)

คณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์

..... ประธาน

(ศาสตราจารย์ ดร.ชูวงค์ พงศ์เจริญพาณิชย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข)

..... กรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พินันทา ฉัตรวัฒนา)

..... กรรมการภายนอก

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล รำไพ)

ชื่อ : นายภูวดล ใยยินดี
ชื่อดุษฎีนิพนธ์ : ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา
สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์หลัก : ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ
อาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์ร่วม : ศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข
ปีการศึกษา : 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา 2) เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา 3) เพื่อพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ของชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา 4)เพื่อประเมินผลอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติในการใช้ระบบการจัดการเรียนรู้ผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ดังกล่าว การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การสังเคราะห์อัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา จากเอกสารงานวิจัย และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ Artificial Intelligence Learning Ecosystem, Community of Practice, CDIO, Engineering Identity และ Engineering Competency ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ Intelligent Engineering Learning Ecosystem Model with Community of Practice Integration (IELE-CoP Model) และประเมินความเหมาะสมโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ระยะที่3 การพัฒนาระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ และระยะที่ 4 การทดลองใช้และประเมินผลสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาด้านวิศวกรรมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบประเมินโมเดล แบบประเมินสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา แบบวัดอัตลักษณ์วิศวกรรม และแบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เชิงโครงสร้าง

ผลการวิจัยพบว่า 1) กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ได้ประกอบด้วย AI Learning Ecosystem, Community of Practice, CDIO Learning Process, Teacher Competency, Engineering Identity และ Engineering Competency ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงระบบ 2) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ IELE-CoP Model มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด 3) ระบบการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การทำงานร่วมกัน และการสร้างอัตลักษณ์วิศวกรรมของผู้เรียน และ 4) ผู้เรียนมีอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งนี้ รูปแบบดังกล่าวสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการศึกษาทางวิศวกรรมและอาชีวศึกษาในยุคดิจิทัลได้

(มีจำนวนทั้งสิ้น 287 หน้า)

คำสำคัญ : ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์, ชุมชนแห่งการปฏิบัติ, อัตลักษณ์วิศวกรรม, สมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

_____ อาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์หลัก

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

Name : Mr. Phuwadon Yaiyindee
Dissertation Title : Engineering Community of Practice Through an AI Learning Ecosystem to Enhance Engineering Identity and Competencies in Engineering Education
Major Field : Information and Communication Technology
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Dissertation Advisor : Professor Dr. Panita Wannapiroon
Co-Advisor : Professor Dr. Prachyanun Nilsook
Academic Year : 2025

ABSTRACT

This research aimed to: 1) synthesize the learning management process for a community of engineering practitioners through an artificial intelligence learning ecosystem to promote engineering identity and engineering education competency; 2) develop a learning management model for a community of engineering practitioners through an artificial intelligence learning ecosystem to promote engineering identity and engineering education competency; 3) develop a learning management system for a community of engineering practitioners through an artificial intelligence learning ecosystem to promote engineering identity and engineering education competency; and 4) evaluate the engineering identity and engineering education competency of learners after using the learning management system developed within the artificial intelligence learning ecosystem.

The research was conducted in four phases. Phase 1 involved the synthesis of engineering identity and engineering education competency based on documents, research studies, and related concepts, including Artificial Intelligence Learning Ecosystem, Community of Practice, CDIO, Engineering Identity, and Engineering Competency. Phase 2 focused on the development of the Intelligent Engineering Learning Ecosystem Model with Community of Practice Integration, referred to as the IELE-CoP Model, and the evaluation of its suitability by experts. Phase 3 involved the development of a learning management system for a

community of engineering practitioners through an artificial intelligence learning ecosystem. Phase 4 involved the implementation of the system and the evaluation of learners' engineering education competency. The sample consisted of students in engineering education. The research instruments included a model evaluation form, an engineering education competency assessment form, an engineering identity assessment form, and a satisfaction assessment form. Data were analyzed using mean, standard deviation, and structural analysis.

The research findings revealed that: 1) the synthesized learning management process consisted of the AI Learning Ecosystem, Community of Practice, CDIO Learning Process, Teacher Competency, Engineering Identity, and Engineering Competency, all of which were systematically interrelated; 2) the IELE-CoP Model was evaluated as having the highest level of suitability; 3) the learning management system supported practical learning, collaborative learning, and the development of learners' engineering identity; and 4) learners' engineering identity and engineering education competency after learning were higher than before learning. These findings suggest that the developed model can serve as a guideline for advancing engineering and vocational education in the digital era.

(Total 287 Pages)

Keywords: Artificial Intelligence Learning Ecosystem, Community of Practice, IELE-CoP Model, Engineering Identity, Engineering Education Competency, Engineering Education

_____ Advisor

กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลต่าง ๆ อย่างดียิ่ง ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ขอขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงกับ ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณและศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณา ให้คำปรึกษา และช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ รวมทั้งชี้แนะแนวทางจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้ ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ ที่ให้คำปรึกษา และให้คำแนะนำ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ชูวงค์ พงศ์เจริญพาณิชย์ ที่เมตตาและกรุณาให้เกียรติเป็นประธานสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พินันทา ฉัตรวัฒนา และรองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล รำไพ คณะกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ที่ตรวจสอบและให้คำแนะนำ ที่มีคุณค่าต่อการปรับปรุงงานวิจัยให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือการวิจัย ที่กรุณาตรวจสอบเครื่องมือ การวิจัย และให้คำแนะนำในการทำวิจัย รวมทั้งให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ซึ่งทำให้การวิจัยนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณพ่อบุญส่ง ใยยินดี คุณแม่สายพิน แซ่แต้ และน้องสาว นางสาวพัชรี ใยยินดี รวมถึงบุคคลใกล้ชิด ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจสำคัญแก่ผู้วิจัยเสมอมา

ด้วยคุณประโยชน์ที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบคุณงามความดีให้แก่ทุกท่านที่ได้กล่าวมาข้างต้น ที่คอยช่วยเหลือสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์จนลุล่วงด้วยดี

ภูวดล ใยยินดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... **ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... **ง**
กิตติกรรมประกาศ ..... **ฉ**
สารบัญ ..... **ช**
สารบัญตาราง ..... **ญ**
สารบัญรูปภาพ ..... **ฏ**
บทที่ 1 บทนำ **1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 4
1.3 สมมติฐานการวิจัย 4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย 4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 5
1.6 ประโยชน์ของการวิจัย 6
1.7 กรอบแนวคิดการวิจัย 7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง **9**
2.1 การเรียนรู้ที่เสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-Enhanced Learning) 10
2.2 ชุมชนแห่งการปฏิบัติ (Communities of Practice: CoP) 11
2.3 วิศวกรรมศึกษา (Engineering Education) 13
2.4 กรอบแนวคิด CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate) 14
2.5 สมรรถนะวิศวกรตามสภาวิศวกร (Engineering Competency Framework – Thailand Council of Engineers) 16
2.6 ประกาศคณะกรรมการคุรุสภา เรื่อง สาระการพัฒนาสมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21 (ประกาศในราชกิจจานุเบกษา 5 พ.ย. 2568) 25
2.7 อัตลักษณ์ครูช่าง 3 ประการ คิดเป็น ทำเป็น ถ่ายทอดเป็น 37
2.8 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวกับสมรรถนะของวิศวกร 46

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.9 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวกับอัตลักษณ์ของวิศวกร 55
2.10 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวกับ KSEC Model 62
2.11 ระบบนิเวศการเรียนรู้ (Learning Ecosystem) 66
2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 67
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 88
3.1 ระยะที่ 1 การสังเคราะห์สมรรถนะวิศวกรรมศึกษา สำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม 91
3.2 ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติ ผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ 91
3.3 ระยะที่ 3 การพัฒนาระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติ ผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ 97
3.4 ระยะที่ 4 การประเมินอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน โดยใช้รูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศ ปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา 103
บทที่ 4 ผลการวิจัย 116
4.1 ผลการสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบ นิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา 116
4.2 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศ ปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา 125
4.3 ผลการพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ของชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศ ปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา 129
4.4 ผลการประเมินอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนผ่าน AI-CoP Learning System 135

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 รูปแบบระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมอัจฉริยะร่วมกับชุมชนแห่งการปฏิบัติ Intelligent Engineering Learning Ecosystem with Community of Practice Integration: IELE-CoP Model 145

5.1 องค์ประกอบของ IELE-CoP Model 145

5.2 รูปแบบ IELE-CoP Model แบบสมบูรณ์ 147

5.3 การอธิบายองค์ประกอบของ IELE-CoP Model 149

5.4 กิจกรรมการเรียนรู้ภายใน AI-CoP Learning System 154

5.5 บทบาทของผู้เรียนและผู้สอนใน IELE-CoP Model 155

5.6 สื่อ เทคโนโลยี และระบบสนับสนุนการเรียนรู้ 156

5.7 การประเมินผลภายใน IELE-CoP Model 156

5.8 การนำ IELE-CoP Model ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ทางวิศวกรรม 157

5.9 ผลลัพธ์ที่คาดหวังจาก IELE-CoP Model 157

บทที่ 6 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 159

6.1 สรุปผลการวิจัย 159

6.2 อภิปรายผล 163

6.3 ข้อเสนอแนะ 171

บรรณานุกรม 174

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญการประเมิน 184

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 187

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ 235

ภาคผนวก ง ตัวอย่างภาพการทดลอง 271

ภาคผนวก จ บทความนำเสนอ 281

ประวัติผู้เขียน 286

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 การสังเคราะห์สมรรถนะสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา....22
ตารางที่ 2-2 การสังเคราะห์สมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21 ตามกรอบคุรุสภา....32
ตารางที่ 2-3 การสังเคราะห์ตารางสังเคราะห์อัตลักษณ์ครูช่าง 3 ประการ....43
ตารางที่ 2-4 การสังเคราะห์สมรรถนะวิศวกรรมศึกษาภายใต้กรอบ KSEC....64
ตารางที่ 3-1 ขั้นตอน วิธีการ และผลลัพธ์ของการวิจัย....89
ตารางที่ 3-2 แบบแผนการทดลองการวัดอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้รูปแบบ ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์....106
ตารางที่ 3-3 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม และแบบวัดสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญ....112
ตารางที่ 3-4 การแปลคะแนนค่าเฉลี่ย....113
ตารางที่ 4-1 ผลการสังเคราะห์ปัญหาและความต้องการของผู้เรียนทางวิศวกรรม....117
ตารางที่ 4-2 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรม....118
ตารางที่ 4-3 บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ภายในระบบ IELE-CoP....119
ตารางที่ 4-4 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของ Community of Practice....120
ตารางที่ 4-5 ผลการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง CDIO และ M-MIAP....121
ตารางที่ 4-6 ผลการสังเคราะห์อัตลักษณ์ทางวิศวกรรม....122
ตารางที่ 4-7 ผลการสังเคราะห์สมรรถนะวิศวกรรมศึกษา....123
ตารางที่ 4-8 ผลการสังเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงระบบของ IELE-CoP Model....124
ตารางที่ 4-9 ผลการประเมินความเหมาะสมของ IELE-CoP Model โดยผู้เชี่ยวชาญ....128
ตารางที่ 4-10 องค์ประกอบของระบบ AI-CoP Learning System....130
ตารางที่ 4-11 กิจกรรมการเรียนรู้ภายในระบบ AI-CoP Learning System....132
ตารางที่ 4-12 บทบาทของ ChatGPT ภายในระบบ AI-CoP Learning System....133

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4-13 ผลการประเมินคุณภาพของระบบ AI-CoP Learning System โดยผู้เชี่ยวชาญ....134
ตารางที่ 4-14 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนเฉลี่ยของผู้เรียน 136
ตารางที่ 4-15 ผลการประเมินอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมก่อนและหลังเรียนของนักศึกษา ระดับปริญญาตรี ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 26 คน 137
ตารางที่ 4-16 ผลการประเมินอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมก่อนและหลังเรียนของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จำนวน 41 คน 139
ตารางที่ 4-17 ผลการประเมินสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 26 คน 140
ตารางที่ 4-18 ผลการประเมินสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จำนวน 41 คน 142

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัยชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศ ปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา..... 8
ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์.....93
ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา.....95
ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนการพัฒนาระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา 99
ภาพที่ 3-4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของระบบการเรียนรู้ ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา 101
ภาพที่ 3-5 การเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อการศึกษารูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติ ผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์ และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา 105
ภาพที่ 3-6 ขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา สำหรับรูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา.....108
ภาพที่ 3-7 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลการประเมินวัดอัตลักษณ์และสมรรถนะ วิศวกรรมศึกษา สำหรับรูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศ ปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา.....110
ภาพที่ 4-1 รายละเอียดองค์ประกอบของระบบ AI-CoP Learning System.....130
ภาพที่ 4-2 กิจกรรมการเรียนรู้ภายในระบบ AI-CoP Learning System.....131
ภาพที่ 5-1 รูปแบบระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมอัจฉริยะร่วมกับ ชุมชนแห่งการปฏิบัติ (IELE-CoP Model)..... 148

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในศตวรรษที่ 21 การพัฒนาของเทคโนโลยีดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) และการก้าวสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างต่อระบบเศรษฐกิจ สังคม และการศึกษาอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในสายวิชาชีพวิศวกรรมซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาชีพวิศวกรรมซึ่งเป็นกลไกหลักในการขับเคลื่อนนวัตกรรมและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของประเทศ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลให้บทบาทของวิศวกรในยุคใหม่ไม่อาจจำกัดอยู่เพียงองค์ความรู้ทางเทคนิคหรือทักษะวิชาชีพแบบดั้งเดิม แต่จำเป็นต้องมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน การทำงานร่วมกันในลักษณะสหวิชาชีพ การสื่อสาร การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล และการเรียนรู้ตลอดชีวิตควบคู่กันไป (Zhou et al., 2020; Barak, 2018) บริบทเช่นนี้จึงผลักดันให้การจัดการศึกษาทางวิศวกรรมเปลี่ยนผ่านจากการเรียนรู้ที่เน้นการถ่ายทอดเนื้อหา (Content-Based Instruction) ไปสู่การเรียนรู้เชิงสมรรถนะ (Competency-Based Learning) ซึ่งมุ่งบูรณาการความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะทางวิชาชีพเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานและปรับตัว เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานและปรับตัวต่อบริบทของโลกวิศวกรรมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แม้การศึกษาทางวิศวกรรมจะมีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง แต่ผลการสังเคราะห์วรรณกรรมชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ในหลายสถาบันยังคงดำเนินตามแนวคิดเดิมที่ผู้สอนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนจึงมีสถานะเป็นผู้รับสารมากกว่าเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ขาดโอกาสในการฝึกฝนทักษะเชิงปฏิบัติ และขาดประสบการณ์การทำงานร่วมกับผู้อื่นในบริบทวิชาชีพอย่างแท้จริง (Chadha & Heng, 2021) นอกจากนี้ ผู้เรียนจำนวนไม่น้อยยังไม่สามารถเชื่อมโยงตนเองเข้ากับวิชาชีพวิศวกรรมได้อย่างชัดเจน อันนำไปสู่ความเชื่อมั่นในบทบาทวิชาชีพที่ลดลงและแรงจูงใจในการพัฒนาตนเองในระยะยาวที่ไม่เพียงพอ ปรากฏการณ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นความสำคัญของ “อัตลักษณ์วิศวกรรม” (Engineering Identity) ในฐานะองค์ประกอบที่ทำให้ผู้เรียนรับรู้ว่าตนเป็นส่วนหนึ่งของวิชาชีพ มีความภาคภูมิใจในบทบาทหน้าที่ และมุ่งมั่นพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง (Godwin, 2016; Schefer-Wenzl, 2022) งานวิจัยจำนวนมากยังยืนยันสอดคล้องกันว่า ผู้เรียนที่มีอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมเข้มแข็งมีแนวโน้มในการพัฒนาสมรรถนะ การมีส่วนร่วมทางวิชาชีพและการเรียนรู้ตลอดชีวิตสูงกว่าผู้เรียนกลุ่มอื่น

ในบริบทของการพัฒนาการเรียนรู้ แนวคิด “ชุมชนแห่งการปฏิบัติ” (Community of Practice: CoP) ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นกรอบที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านการมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และการสร้างองค์ความรู้ร่วมกันภายในชุมชนวิชาชีพ สมาชิกในชุมชนเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริง การมีปฏิสัมพันธ์ และการสะท้อนคิดร่วมกันอย่างต่อเนื่อง แนวคิดดังกล่าวมีความสอดคล้องอย่างยิ่งกับบริบทของการศึกษาทางวิศวกรรม ซึ่งต้องอาศัยทั้งองค์ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในสถานการณ์จริง การสังเคราะห์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับ Engineering Community of Practice ชี้ให้เห็นว่า CoP สามารถช่วยส่งเสริมการทำงานร่วมกัน การสร้างเครือข่ายทางวิชาชีพ การแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ และการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Li et al., 2009; Chadha & Heng, 2021) อย่างไรก็ดี งานวิจัยส่วนใหญ่ยังคงมุ่งเน้นการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ในลักษณะทั่วไป โดยขาดการบูรณาการเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เข้ากับกระบวนการเรียนรู้และการสร้างชุมชนวิชาชีพอย่างเป็นระบบ

ในขณะเดียวกัน การพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการจัดการศึกษาในยุคดิจิทัล โดยเฉพาะในการพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบอัจฉริยะ (Intelligent Learning System) ที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลผู้เรียน ปรับรูปแบบการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคล และสนับสนุนการเรียนรู้แบบเฉพาะบุคคล (Personalized Learning) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Luckin et al., 2016; Zawacki-Richter et al., 2019) ปัญญาประดิษฐ์สามารถทำหน้าที่ได้หลากหลาย ทั้งการเป็นผู้ช่วยในการเรียนรู้ ระบบวิเคราะห์พฤติกรรมผู้เรียน ระบบแนะนำเนื้อหา และระบบสนับสนุนการตัดสินใจทางการศึกษา ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ดิจิทัล อย่างไรก็ตาม การสังเคราะห์องค์ความรู้พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ยังคงให้ความสำคัญกับการพัฒนา AI ในเชิงเทคนิค หรือใช้ AI เป็นเพียงเครื่องมือช่วยสอน แต่ยังขาดการพัฒนา “ระบบนิเวศการเรียนรู้” (Learning Ecosystem) ที่เชื่อมโยง AI เข้ากับกระบวนการเรียนรู้เชิงสังคม การเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ และการสร้างอัตลักษณ์ทางวิชาชีพอย่างเป็นระบบ ด้วยเหตุนี้ การประยุกต์ใช้ AI ในหลายกรณีจึงยังไม่สามารถสร้างการเรียนรู้เชิงลึกหรือพัฒนาสมรรถนะทางวิชาชีพได้อย่างแท้จริง

นอกเหนือจากแนวคิดข้างต้น กรอบการเรียนรู้ตามแนวคิด CDIO (Conceive–Design–Implement–Operate) ยังเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ทางวิศวกรรมที่ช่วยเชื่อมโยงความรู้เชิงทฤษฎีกับการปฏิบัติจริง โดยมุ่งให้ผู้เรียนสามารถคิด วิเคราะห์ ออกแบบ ลงมือปฏิบัติ และนำผลงานไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างเป็นระบบ (Crawley et al., 2014; Kolmos et al., 2016) กระบวนการ CDIO ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา การคิดเชิงระบบ ความคิดสร้างสรรค์ และการทำงานร่วมกัน ซึ่งล้วนเป็นสมรรถนะสำคัญของวิศวกรในยุคดิจิทัล

อย่างไรก็ตาม การทบทวนวรรณกรรมพบว่า แม้ CDIO จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติได้ดี แต่หลายกรณียังขาดการเชื่อมโยงกับชุมชนแห่งการปฏิบัติ การเรียนรู้ผ่านปัญญาประดิษฐ์ และการพัฒนาอัตลักษณ์วิศวกรรมอย่างเป็นระบบ การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันจึงยังไม่สามารถตอบสนองต่อบริบทของโลกวิศวกรรมยุคใหม่ได้อย่างสมบูรณ์

ในมิติของสมรรถนะวิศวกรรม (Engineering Competencies) สภาวิศวกรได้กำหนดสมรรถนะหลักของวิศวกรไว้ 4 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้ด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี 2) การแก้ปัญหาและการพัฒนาวิชาชีพ 3) ภาวะผู้นำและการบริหารจัดการ และ 4) ความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม (Council of Engineers Thailand, 2023) กรอบสมรรถนะดังกล่าวสะท้อนว่าการพัฒนาวิศวกรในยุคใหม่ต้องดำเนินไปทั้งในมิติขององค์ความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะทางวิชาชีพควบคู่กัน นอกจากนี้ ผู้สอนสายวิศวกรรมยังมีบทบาทสำคัญในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ โดยเฉพาะ “ครูวิศวกร” ที่ต้องประกอบด้วยความรู้ทางวิศวกรรม การออกแบบการเรียนรู้ การสาธิตการปฏิบัติ และการถ่ายทอดองค์ความรู้ในอัตลักษณ์ “คิดเป็น–ทำเป็น–ถ่ายทอดเป็น” เพื่อหนุนเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เชิงลึกและพัฒนาตนเองสู่ความเป็นวิชาชีพได้อย่างแท้จริง อย่างไรก็ตาม การสังเคราะห์วรรณกรรมพบว่า ระบบการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันยังขาดกลไกในการเชื่อมโยงสมรรถนะครู เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ชุมชนแห่งการปฏิบัติ และกระบวนการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ

จากการสังเคราะห์วรรณกรรมและองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพบว่ามีช่องว่างขององค์ความรู้ที่สำคัญ กล่าวคือ แม้จะมีการศึกษาเกี่ยวกับ AI Learning, Community of Practice, CDIO, Engineering Identity และ Engineering Competency อย่างต่อเนื่อง แต่ยังขาด “รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการ” ที่เชื่อมโยงองค์ประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกันในลักษณะของ “ระบบนิเวศการเรียนรู้” ซึ่งสามารถส่งเสริมทั้งอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาได้อย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะภายใต้บริบทของการสร้าง “ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์” ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริง การทำงานร่วมกัน การแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ และการใช้ปัญญาประดิษฐ์เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้และการสร้างชุมชนวิชาชีพ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนา “Intelligent Engineering Learning Ecosystem Model with Community of Practice Integration (IELE-CoP Model)” เพื่อใช้เป็นกรอบในการสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ พัฒนารูปแบบและระบบการเรียนรู้ ตลอดจนประเมินผลสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนผ่านชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติในบริบทของระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ อันจะเป็นแนวทางใหม่ในการพัฒนาการศึกษาทางวิศวกรรมและอาชีวศึกษาให้สอดคล้องกับบริบทของโลกดิจิทัล และตอบสนองต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรมและสังคมในอนาคตได้อย่างยั่งยืน

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

1.2.2 เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

1.2.3 เพื่อพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ของชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

1.2.4 เพื่อประเมินผลอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติในการใช้ระบบการจัดการเรียนรู้ผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ตามรูปแบบ IELE-CoP Model มีอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.3.2 ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ตามรูปแบบ IELE-CoP Model มีสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากร

ประชากร ได้แก่ นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมโยธาและศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมโยธาและการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 26 คน นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จำนวน 41 คน

โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling) เพื่อใช้ในการศึกษาการจัดการเรียนรู้ผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์และชุมชนแห่งการปฏิบัติทางวิศวกรรม

1.4.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.4.2.1 ตัวแปรต้น

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ตามรูปแบบ IELE-CoP Model

1.4.2.2 ตัวแปรตาม

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน สมรรถนะวิศวกรรมศึกษา (Engineering Education Competency) และอัตลักษณ์วิศวกรรม (Engineering Identity)

1.4.3 ขอบเขตด้านเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการพัฒนารูปแบบและระบบการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ โดยศึกษาจากแนวคิดเกี่ยวกับ Artificial Intelligence Learning Ecosystem, Community of Practice, CDIO Learning Process, Engineering Identity, Teacher Competency และ Engineering Competency เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนรายวิชาที่ใช้ในการวิจัยเป็นรายวิชาทางด้านวิศวกรรมโยธาและการศึกษาทางวิศวกรรม ซึ่งมีลักษณะการจัดการเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยมุ่งเน้นผลลัพธ์การเรียนรู้ด้านสมรรถนะทางวิศวกรรม การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล การทำงานร่วมกัน และการพัฒนาวิชาชีพทางวิศวกรรมของผู้เรียน

1.4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา ดำเนินการวิจัยในปีการศึกษา 2567–2568 โดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็นระยะการสังเคราะห์องค์ความรู้ การพัฒนารูปแบบ การพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างในสถาบันการศึกษาที่กำหนด

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ระบบนิเวศการเรียนรู้ (Learning Ecosystem) หมายถึง สภาพแวดล้อมและองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์และทำงานร่วมกันเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ โดยประกอบด้วย ผู้เรียน ผู้สอน เทคโนโลยี แหล่งเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และบริบททางสังคมที่เอื้อต่อการสร้างองค์ความรู้ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และการพัฒนาทักษะของผู้เรียน ทั้งนี้ ระบบนิเวศการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ ชุมชนแห่งการปฏิบัติ และกระบวนการเรียนรู้ทางวิศวกรรม เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติและการพัฒนาสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนในบริบทวิศวกรรมศึกษาและอาชีวศึกษา

1.5.2 ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) หมายถึง ปัญญาประดิษฐ์ หมายถึง เทคโนโลยีหรือระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถประมวลผล วิเคราะห์ เรียนรู้ และตอบสนองต่อข้อมูลได้ในลักษณะที่คล้ายกับกระบวนการคิดของมนุษย์ โดยสามารถช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ การให้ข้อมูลย้อนกลับ การวิเคราะห์ข้อมูล และการปรับการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละบุคคล ในการวิจัยครั้งนี้ ปัญญาประดิษฐ์ถูกนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของระบบการเรียนรู้ทางวิศวกรรม เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การสะท้อนผลการเรียนรู้ การเรียนรู้ร่วมกัน และการพัฒนาสมรรถนะทางวิศวกรรมของผู้เรียนผ่านระบบ AI-CoP Learning System (Artificial Intelligence–Community of Practice Learning System)

1.5.3 ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติ (Engineering Community of Practice) หมายถึง กลุ่มของผู้เรียน ผู้สอน และผู้เชี่ยวชาญทางวิศวกรรมที่ร่วมกันแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ ประสบการณ์ และการปฏิบัติงานทางวิศวกรรม เพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะ และอัตลักษณ์ทางวิชาชีพ

1.5.4 อัตลักษณ์วิศวกรรม (Engineering Identity) หมายถึง การรับรู้และความเชื่อมั่นของผู้เรียนที่มีต่อตนเองในฐานะวิศวกรหรือผู้ประกอบวิชาชีพทางวิศวกรรม ซึ่งสะท้อนผ่านความภาคภูมิใจ การมีส่วนร่วม และความมุ่งมั่นในการพัฒนาวิชาชีพ

1.5.5 สมรรถนะวิศวกรรมศึกษา (Engineering Education Competency) หมายถึง คุณลักษณะและความพร้อมของผู้เรียนทางวิศวกรรมที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ การปฏิบัติ การทำงานร่วมกัน และการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนรู้ทางวิศวกรรม จนสามารถคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา ปฏิบัติงาน และประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิศวกรรมได้อย่างเหมาะสมในบริบทวิชาชีพและการเรียนรู้ในยุคดิจิทัล

1.6 ประโยชน์ของการวิจัย

1.6.1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือสามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา (IELE-CoP Model) ไปประยุกต์ใช้กับสาขาวิชาทางวิศวกรรมและสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมที่สอดคล้องกับบริบทของโลกดิจิทัลและอุตสาหกรรมในอนาคต

1.6.2 สถานศึกษาอื่นสามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ในงานวิจัยนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบอื่น ๆ เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์วิศวกรรม สมรรถนะวิชาชีพ และการเรียนรู้เชิงปฏิบัติของผู้เรียน

1.6.3 สถานศึกษาที่จัดการเรียนการสอนในระดับอาชีวศึกษาและระดับอุดมศึกษา สามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ในงานวิจัยนี้ไปใช้เป็นกรอบแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา ทั้งด้านความรู้ ทักษะการปฏิบัติการแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน และความรับผิดชอบต่อวิชาชีพและสังคม

1.7 กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมอัจฉริยะร่วมกับชุมชนแห่งการปฏิบัติที่มีต่ออัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน โดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์กรอบแนวคิดจากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แนวคิดระบบนิเวศการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence Learning Ecosystem) แนวคิดชุมชนแห่งการปฏิบัติ (Community of Practice: CoP) และกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด CDIO (CDIO Learning Process) เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ทางวิศวกรรมที่สนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การเรียนรู้ร่วมกัน และการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน

กรอบแนวคิดการวิจัยกำหนดองค์ประกอบของการวิจัยออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ปัจจัยนำเข้า (Input) กระบวนการ (Process) และผลลัพธ์ (Output) โดยในส่วนของปัจจัยนำเข้า ประกอบด้วยระบบนิเวศการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ ชุมชนแห่งการปฏิบัติ และกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด CDIO ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้ทางวิศวกรรมในยุคดิจิทัล

ในส่วนของกระบวนการ ผู้วิจัยใช้แนวคิดการเรียนรู้ทางวิศวกรรมที่สนับสนุนด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-supported Engineering Learning) เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมเชิงปฏิบัติ การทำงานร่วมกัน การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนรู้ทางวิศวกรรม โดยกระบวนการดังกล่าวมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางทฤษฎีกับการปฏิบัติงานจริงในบริบทวิชาชีพทางวิศวกรรม

สำหรับผลลัพธ์ของการวิจัย ประกอบด้วย อัตลักษณ์ทางวิศวกรรม (Engineering Identity) และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา (Engineering Competency) ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนทั้งในด้านการปฏิบัติงานทางวิศวกรรม การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนรู้และการทำงานทางวิศวกรรม ดังภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัยชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยเรื่อง ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

2.1 การเรียนรู้ที่เสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-Enhanced Learning)

2.2 ชุมชนแห่งการปฏิบัติ (Communities of Practice: CoP)

2.3 วิศวกรรมศึกษา (Engineering Education)

2.4 กรอบแนวคิด CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate)

2.5 สมรรถนะวิศวกรตามสภาวิศวกร (Engineering Competency Framework – Thailand Council of Engineers)

2.6 ประกาศคณะกรรมการคุรุสภา เรื่อง สาระการพัฒนาสมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21 (ประกาศในราชกิจจานุเบกษา 5 พ.ย. 2568)

2.7 อัตลักษณ์ครูช่าง 3 ประการ คิดเป็น ทำเป็น ถ่ายทอดเป็น

2.8 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวกับสมรรถนะของวิศวกร

2.9 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวกับอัตลักษณ์ของวิศวกร

2.10 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวกับ KSEC Model

2.11 ระบบนิเวศการเรียนรู้ (Learning Ecosystem)

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเรียนรู้ที่เสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-Enhanced Learning)

การเรียนรู้ที่เสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ หรือ AI-Enhanced Learning เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนการเปลี่ยนผ่านของการศึกษาในยุคดิจิทัล จากเดิมที่การเรียนรู้มักถูกออกแบบเป็นรูปแบบเดียวสำหรับผู้เรียนจำนวนมาก เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ทำให้การเรียนรู้สามารถปรับเปลี่ยนตามข้อมูลของผู้เรียนได้มากขึ้น ทั้งในด้านระดับความรู้ ความเร็วในการเรียนรู้ จุดอ่อนของผู้เรียน และรูปแบบการตอบสนองต่อเนื้อหา การเรียนรู้จึงไม่ได้เป็นเพียงการรับเนื้อหาจากผู้สอน แต่เป็นกระบวนการที่ผู้เรียน ระบบ และผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง

แพลตฟอร์มการเรียนรู้ที่พัฒนาด้วยปัญญาประดิษฐ์สามารถสร้างคำถามและคำตอบอัตโนมัติ ประเมินผลการเรียนรู้แบบเรียลไทม์ และระบุจุดอ่อนของผู้เรียนได้อย่างเป็นระบบ (Sumanth et al., 2024; Redhu et al., 2024) การจัดการเรียนรู้จึงสามารถขยายจากการส่งมอบเนื้อหาไปสู่การติดตามพัฒนาการของผู้เรียนและการออกแบบเส้นทางการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับแต่ละบุคคล ผู้สอนสามารถใช้ข้อมูลจากระบบเพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในประเด็นใด และควรปรับกิจกรรมหรือคำอธิบายอย่างไรให้สอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นจริง

การประมวลผลภาษาธรรมชาติและการเรียนรู้ของเครื่องช่วยให้ระบบ AI วิเคราะห์เนื้อหา สร้างคำถามที่สัมพันธ์กับบริบท และให้ข้อเสนอแนะต่อผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว (Sumanth et al., 2024; Redhu et al., 2024) ผู้เรียนจึงได้รับข้อมูลย้อนกลับระหว่างกระบวนการเรียนรู้ ไม่ต้องรอการประเมินหลังจบบทเรียนเพียงอย่างเดียว การรับรู้ข้อผิดพลาดของตนเองในช่วงเวลาที่กำลังเรียนช่วยให้ผู้เรียนปรับความเข้าใจได้ทันที และทำให้การเรียนรู้มีความต่อเนื่องมากกว่าการเรียนรู้ที่เน้นการสอบหรือการประเมินปลายทางเท่านั้น

การนำ AI ไปใช้ในระบบการสอนอัจฉริยะ การเรียนรู้แบบใช้เกม และระบบการประเมินผลอัตโนมัติ มีส่วนช่วยเพิ่มแรงจูงใจ ความสนใจ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Shafik, 2024; Mishra, 2024) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้จึงสามารถพัฒนาให้มีความหลากหลายและตอบสนองต่อพฤติกรรมของผู้เรียนได้มากขึ้น เมื่อผู้เรียนได้รับกิจกรรมที่เหมาะสมกับระดับความสามารถ ได้ฝึกฝนซ้ำ และได้รับข้อมูลย้อนกลับในเวลาที่เหมาะสม การมีส่วนร่วมกับบทเรียนและความเข้าใจในเนื้อหาย่อมเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในบริบทของรายวิชาหรือสาขาวิชาเฉพาะ AI สามารถช่วยเปลี่ยนการสอนจากการนำเสนอเนื้อหาแบบคงที่ไปสู่การนำเสนอเนื้อหาแบบไดนามิก ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับเนื้อหา เข้าถึงมุมมองที่หลากหลาย และฝึกการคิดเชิงวิพากษ์ผ่านการได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบเรียลไทม์ (Ni, 2024) การเรียนรู้จึงไม่ได้หยุดอยู่ที่การจดจำข้อมูล แต่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตั้งคำถาม วิเคราะห์ ตีความ และสร้างความเข้าใจของตนเองผ่านการปฏิสัมพันธ์กับระบบและเนื้อหา

ผลการใช้ AI ในการจัดการเรียนรู้มีแนวโน้มช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ เพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้เรียน และลดระยะเวลาในการประเมินผล (Mane & Jagtap, 2024) การใช้ AI ในการศึกษาไม่ควรถูกมองเป็นเพียงการนำเทคโนโลยีมาเพิ่มความทันสมัยให้กับห้องเรียน แต่ควรถูกออกแบบให้สัมพันธ์กับเป้าหมายทางการเรียนรู้ บทบาทของผู้สอน และหลักจริยธรรมในการใช้ข้อมูลผู้เรียน ผู้สอนยังคงมีบทบาทสำคัญในการกำกับทิศทาง ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และช่วยให้ผู้เรียนใช้ผลสะท้อนจากระบบเพื่อพัฒนาตนเองอย่างมีความหมาย

การเรียนรู้ที่เสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะการปรับการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน การให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างต่อเนื่อง

การสนับสนุนการประเมินผล และการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์สูง แนวคิดนี้สามารถใช้เป็นฐานในการออกแบบระบบนิเวศการเรียนรู้ที่ใช้ AI เป็นกลไกสนับสนุนการพัฒนาสมรรถนะและอัตลักษณ์ทางวิชาชีพของผู้เรียนในบริบทวิศวกรรมศึกษาได้อย่างเหมาะสม

2.2 ชุมชนแห่งการปฏิบัติ (Communities of Practice: CoP)

ชุมชนแห่งการปฏิบัติ หรือ Communities of Practice: CoP เป็นแนวคิดที่อธิบายการเรียนรู้ของกลุ่มบุคคลที่มีความสนใจ ความเชี่ยวชาญ หรือโดเมนวิชาชีพร่วมกัน โดยสมาชิกของชุมชนเรียนรู้ผ่านการมีส่วนร่วม การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และการพัฒนาวิธีปฏิบัติร่วมกัน การเรียนรู้ในมุมมองนี้ไม่ได้เกิดจากการรับความรู้ของบุคคลใดบุคคลหนึ่งเท่านั้น แต่เกิดขึ้นผ่านความสัมพันธ์ทางสังคม การปฏิบัติจริง และการสร้างความหมายร่วมกันของสมาชิกในชุมชน การมีส่วนร่วมจึงเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้ เพราะผู้เรียนค่อย ๆ พัฒนาความเข้าใจ ทักษะ และตัวตนทางวิชาชีพผ่านการเข้าไปอยู่ในบริบทของชุมชนที่มีการปฏิบัติจริง

CoP มีความแตกต่างจากกลุ่มทำงานทั่วไปตรงที่ไม่ได้มุ่งเพียงการทำงานให้เสร็จตามภารกิจ แต่ให้ความสำคัญกับการสร้างองค์ความรู้ การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และการพัฒนาความเชี่ยวชาญร่วมกัน สมาชิกของชุมชนจึงไม่ได้เป็นเพียงผู้รับข้อมูลหรือผู้ปฏิบัติตามหน้าที่ แต่เป็นผู้ร่วมสร้างความรู้ผ่านการสนทนา การลงมือปฏิบัติ การแก้ปัญหา และการสะท้อนผลร่วมกัน การเรียนรู้ในชุมชนลักษณะนี้ทำให้ประสบการณ์ของแต่ละคนกลายเป็นทรัพยากรการเรียนรู้ของกลุ่ม และทำให้ความรู้ที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับบริบทการปฏิบัติจริงมากกว่าความรู้ที่แยกออกจากสถานการณ์

ชุมชนแห่งการปฏิบัติทำหน้าที่เชื่อมโยงการเรียนรู้ของปัจเจกบุคคลกับการเรียนรู้ของกลุ่ม ผู้เริ่มต้นสามารถเรียนรู้จากผู้มีประสบการณ์ผ่านการสังเกต การมีส่วนร่วม และการปฏิบัติงานร่วมกัน ขณะที่ผู้เชี่ยวชาญสามารถทบทวน ถ่ายทอด และพัฒนาแนวปฏิบัติของตนเองผ่านการปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกคนอื่นในชุมชน การเรียนรู้จึงเกิดขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไป ไม่ได้จำกัดอยู่ในรูปแบบการสอนโดยตรง แต่เกิดจากการเข้าร่วมกิจกรรม การได้รับการยอมรับ และการพัฒนาบทบาทของตนเองภายในชุมชน

การนำ CoP ไปใช้ในบริบทต่าง ๆ แสดงให้เห็นว่าชุมชนแห่งการปฏิบัติสามารถเป็นกลไกในการพัฒนาคุณภาพงานและการเรียนรู้ร่วมกันได้ ในด้านสุขภาพ CoP ถูกใช้เพื่อยกระดับคุณภาพการให้บริการและสนับสนุนผลลัพธ์ทางคลินิก (Noar et al., 2023) การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานช่วยให้ความรู้เชิงปฏิบัติที่กระจัดกระจายอยู่ในแต่ละบุคคลถูกนำมาแบ่งปันและพัฒนาเป็นแนวทางการทำงานร่วมกัน ในบริบทองค์กร CoP ทำหน้าที่เป็นเครือข่ายการเรียนรู้ที่ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและส่งเสริมนวัตกรรม (Tremblay, 2018) การดำรงอยู่ของชุมชนต้อง

อาศัยแรงจูงใจของสมาชิก ความมุ่งมั่นร่วมกัน และบทบาทของผู้ประสานงานที่ช่วยให้การแลกเปลี่ยนความรู้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ในบริบทอุดมศึกษา CoP มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาวิชาชีพและการวิจัยเชิงร่วมมือ เพราะสามารถเชื่อมโยงผู้สอน นักศึกษา และผู้เชี่ยวชาญให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้และพัฒนาทักษะร่วมกัน (Mercieca, 2017) ผู้เรียนจึงไม่ได้เรียนรู้เพียงเนื้อหาทางวิชาการ แต่ได้เรียนรู้วิธีคิด วิธีสื่อสาร และแนวปฏิบัติที่ได้รับการยอมรับในชุมชนวิชาชีพ การเรียนรู้ผ่านชุมชนทำให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ในชั้นเรียนกับการปฏิบัติจริง และช่วยให้ผู้เรียนค่อย ๆ สร้างความเข้าใจว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งของชุมชนวิชาชีพนั้นอย่างไร

CoP ยังสัมพันธ์กับการพัฒนาภาษา วัฒนธรรม และอัตลักษณ์ทางสังคม เพราะชุมชนแห่งการปฏิบัติเป็นพื้นที่ที่บุคคลเรียนรู้รูปแบบการสื่อสาร ค่านิยม และแบบแผนของกลุ่ม การเข้าไปมีส่วนร่วมในชุมชนจึงไม่ได้ทำให้เกิดเพียงความรู้เชิงเนื้อหา แต่ยังทำให้บุคคลเรียนรู้ว่าควรคิด พูด ปฏิบัติ และแสดงบทบาทอย่างไรในฐานะสมาชิกของกลุ่ม ในการพัฒนาครู CoP ถูกใช้เป็นพื้นที่สำหรับการฝึกอบรม การวิจัยร่วมกัน และการแลกเปลี่ยนกลยุทธ์การสอน (Corazza et al., 2017) การพัฒนาวิชาชีพของครูจึงไม่ได้เกิดจากการอบรมแบบแยกส่วนเท่านั้น แต่เกิดจากการเรียนรู้ร่วมกันในชุมชนที่ครูสามารถแลกเปลี่ยนปัญหา ทดลองแนวทางใหม่ และสะท้อนผลการสอนของตนเอง

เมื่อนำแนวคิด CoP มาพิจารณาในบริบทวิศวกรรมศึกษา สามารถขยายไปสู่ Engineering Communities of Practice หรือ E-CoP ซึ่งหมายถึงชุมชนการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้สอน และผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมที่ร่วมกันพัฒนาองค์ความรู้ ทักษะ และแนวปฏิบัติทางวิศวกรรม การปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและการมีส่วนร่วมเชิงลึกเป็นฐานสำคัญของการพัฒนาความรู้และการเรียนรู้ร่วมกันในชุมชนวิศวกรรม (Grout, 2022) ผู้เรียนจึงมีโอกาสเรียนรู้ทั้งความรู้ทางเทคนิค วิธีคิดเชิงวิศวกรรม และวัฒนธรรมของการทำงานแบบวิศวกรผ่านการเข้าร่วมกิจกรรมที่มีความหมายต่อชุมชน

แนวคิด CoP มีความสำคัญต่อการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ด้านวิศวกรรม เพราะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ ทักษะ และอัตลักษณ์ผ่านการมีส่วนร่วมในชุมชนจริง การเรียนรู้ไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะในระดับบุคคล แต่เกิดจากการปฏิบัติร่วมกัน การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และการสร้างความหมายร่วมกันของสมาชิกในชุมชน แนวคิดนี้จึงเหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นฐานในการออกแบบการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง การเรียนรู้ร่วมกัน และการสร้างความเป็นสมาชิกของชุมชนวิชาชีพวิศวกรรม

2.3 วิศวกรรมศึกษา (Engineering Education)

วิศวกรรมศึกษาเป็นสาขาการศึกษาที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และสมรรถนะที่จำเป็นต่อการประกอบวิชาชีพวิศวกรรม การเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมในยุค 4.0 ทำให้การศึกษาด้านวิศวกรรมไม่สามารถมุ่งเน้นเฉพาะความรู้ทางทฤษฎีหรือการคำนวณเชิงเทคนิคได้เพียงอย่างเดียว ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้สามารถเชื่อมโยงความรู้กับการปฏิบัติจริง ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล วิเคราะห์ปัญหาซับซ้อน และทำงานร่วมกับผู้อื่นในสภาพแวดล้อมวิชาชีพที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

ช่องว่างระหว่างความรู้ที่ผู้เรียนได้รับในชั้นเรียนกับความสามารถในการนำความรู้นั้นไปใช้ในสถานการณ์จริงเป็นปัญหาสำคัญของวิศวกรรมศึกษา การออกแบบหลักสูตรจึงควรบูรณาการทักษะการคิดเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้เชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติ (Li et al., 2019) การฝึกให้ผู้เรียนเชื่อมโยงแนวคิดทางวิศวกรรมกับการแก้ปัญหาจริงช่วยให้ผู้เรียนไม่ได้จดจำเพียงหลักการ แต่สามารถใช้หลักการเหล่านั้นในการวิเคราะห์ ออกแบบ และตัดสินใจภายใต้ข้อจำกัดของสถานการณ์ได้

แนวคิด Concurrent Engineering ให้ความสำคัญกับการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ และการพัฒนากลยุทธ์การแก้ปัญหา หลักการเหล่านี้สอดคล้องกับลักษณะการทำงานของวิศวกรที่ต้องประสานงานกับบุคคลหลายฝ่าย ตัดสินใจร่วมกัน และพัฒนาผลลัพธ์ทางวิศวกรรมภายใต้เงื่อนไขที่ซับซ้อน การบูรณาการแนวคิดลักษณะนี้เข้าสู่หลักสูตรจึงช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิศวกรรมกับการทำงานในระบบอุตสาหกรรมจริง

ในสาขาวิศวกรรมโยธา เทคโนโลยีสารสนเทศมีบทบาทเพิ่มขึ้นทั้งในด้านการออกแบบ การก่อสร้าง การบริหารโครงการ การวิเคราะห์ข้อมูล และการสื่อสารระหว่างผู้เกี่ยวข้อง หลักสูตรวิศวกรรมโยธาจึงควรพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการใช้เครื่องมือดิจิทัลและเทคโนโลยีสารสนเทศควบคู่กับความรู้ทางวิศวกรรม การทำงานในยุคปัจจุบันต้องการวิศวกรที่สามารถเข้าใจข้อมูล ใช้เทคโนโลยีสนับสนุนการตัดสินใจ และสื่อสารผลการวิเคราะห์ให้ผู้เกี่ยวข้องเข้าใจได้อย่างถูกต้อง

การพัฒนาวิศวกรรมศึกษาไม่ได้จำกัดอยู่ที่การเพิ่มเนื้อหาทางเทคนิค แต่ต้องพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนในหลายมิติ ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถเชิงวิชาชีพ และความพร้อมในการเผชิญกับความท้าทายใหม่เป็นองค์ประกอบสำคัญของการผลิตวิศวกรในยุคใหม่ (Lim et al., 2013) ผู้เรียนด้านวิศวกรรมจึงควรได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้คิดริเริ่ม ทดลอง ออกแบบ และประเมินผลด้วยตนเอง เพื่อให้สามารถพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับความต้องการของสังคมและอุตสาหกรรม

การเปลี่ยนจากการเรียนรู้ที่เน้นการถ่ายทอดเนื้อหาไปสู่การเรียนรู้ที่เน้นประสบการณ์จริงช่วยให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งและพัฒนาความพร้อมต่อการทำงานได้มากขึ้น การลงมือปฏิบัติ

การทดลอง การออกแบบ และการสะท้อนผล ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากกระบวนการ ไม่ใช่เฉพาะผลลัพธ์สุดท้าย การใช้ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดและแพลตฟอร์มดิจิทัล เช่น Moodle ยังช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง การประเมินผล และการมีส่วนร่วมของผู้เรียน (Dol & Indi, 2017) การเรียนรู้จึงสามารถขยายออกจากห้องเรียนไปสู่พื้นที่ดิจิทัลที่ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหา ฝึกฝน และทบทวนความรู้ได้อย่างต่อเนื่อง

เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น Digital Twin, Artificial Intelligence และระบบจำลองเสมือนจริง ถูกเสนอให้เป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนากำลังคนวิศวกรรมแห่งอนาคต (Hazrat et al., 2023; Hidrogo et al., 2020) การเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์สถานการณ์ที่ซับซ้อน ทดลองแนวทางแก้ปัญหา และมองเห็นผลลัพธ์ของการตัดสินใจในสภาพแวดล้อมจำลอง แนวคิด Industry 4.0, Construction 4.0 และ Education 4.0 ยังทำให้หลักสูตรวิศวกรรมต้องปรับตัวไปสู่การพัฒนาผู้เรียนที่สามารถเข้าใจเทคโนโลยี วิเคราะห์ข้อมูล และทำงานร่วมกับระบบอัจฉริยะได้ (Souza & Debs, 2023)

วิศวกรรมศึกษาในยุคปัจจุบันควรถูกออกแบบในลักษณะองค์รวม โดยบูรณาการความรู้ทางเทคนิค ทักษะการปฏิบัติ ทักษะดิจิทัล ทักษะสหวิทยาการ และคุณลักษณะทางวิชาชีพเข้าด้วยกัน การเรียนรู้ด้านวิศวกรรมจึงควรมุ่งให้ผู้เรียนได้คิด ออกแบบ ลงมือปฏิบัติ ทำงานร่วมกัน และสะท้อนผล เพื่อพัฒนาไปสู่การเป็นวิศวกรที่มีสมรรถนะสูงและพร้อมรับมือกับความท้าทายของโลกวิชาชีพ

2.4 กรอบแนวคิด CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate)

กรอบแนวคิด CDIO ซึ่งประกอบด้วย Conceive, Design, Implement และ Operate เป็นแนวทางการจัดการศึกษาด้านวิศวกรรมที่มุ่งเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีกับการปฏิบัติจริง กรอบนี้เกิดจากความร่วมมือของมหาวิทยาลัยชั้นนำหลายแห่ง รวมถึง Massachusetts Institute of Technology และต่อมาได้พัฒนาเป็นมาตรฐานสากลที่ถูกนำไปใช้ในสถาบันการศึกษาด้านวิศวกรรมจำนวนมากทั่วโลก (Edström et al., 2020) จุดเน้นสำคัญของ CDIO คือการทำให้ผู้เรียนเข้าใจวงจรชีวิตของงานวิศวกรรมตั้งแต่การกำหนดแนวคิด การออกแบบ การนำไปปฏิบัติ และการใช้งานหรือประเมินผลในบริบทจริง

การเรียนรู้ตามกรอบ CDIO ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ทางวิชาการกับการทำงานทางวิศวกรรมจริง ผู้เรียนไม่ได้เรียนรู้เฉพาะเนื้อหาวิชา แต่ได้ฝึกคิด วิเคราะห์ ออกแบบ ลงมือปฏิบัติ ประเมินผล และทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะทางเทคนิคและทักษะวิชาชีพ เช่น การสื่อสาร การทำงานเป็นทีม และการแก้ปัญหาเชิงซับซ้อน จึงถูกพัฒนาไปพร้อมกันผ่านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีโครงสร้างชัดเจน (Jahwari et al., 2022; Edström et al., 2020)

การประยุกต์ใช้ CDIO มักเชื่อมโยงกับการเรียนรู้เชิงรุก การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน (Jahwari et al., 2022) ผู้เรียนจึงมีโอกาสเรียนรู้ผ่านสถานการณ์จริงหรือ

สถานการณ์จำลองที่ใกล้เคียงกับงานวิศวกรรม การจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจว่าความรู้ทางทฤษฎีมีบทบาทอย่างไรในกระบวนการออกแบบ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหาในทางปฏิบัติ การนำ CDIO ไปใช้ในหลักสูตรพลังงานลม โดยให้นักศึกษาออกแบบและสร้างใบพัดกังหันลม แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงทฤษฎี การออกแบบ การทดลอง และการประเมินผลการทำงานของชิ้นงานจริงได้ภายในกระบวนการเรียนรู้เดียวกัน การทำงานกับชิ้นงานจริงทำให้ผู้เรียนเห็นผลของการตัดสินใจทางวิศวกรรมและเข้าใจข้อจำกัดที่เกิดขึ้นระหว่างการออกแบบและการดำเนินงาน

ในสาขาวิศวกรรมโยธา กรอบ CDIO สามารถนำมาใช้กับรายวิชาวัสดุวิศวกรรมโยธา โดยเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีกับการทดลอง การวิเคราะห์ผล และการประยุกต์ใช้ในงานจริง (Souza & Debs, 2023) ผู้เรียนจึงไม่ได้เรียนรู้วัสดุในฐานะเนื้อหาทางทฤษฎีเท่านั้น แต่เข้าใจว่าวัสดุมีพฤติกรรมอย่างไรภายใต้การทดสอบ การใช้งาน และข้อจำกัดของงานก่อสร้างจริง การบูรณาการนี้ช่วยพัฒนาทั้งความรู้ทางเทคนิค ทักษะการปฏิบัติ และการตัดสินใจเชิงวิศวกรรม

การใช้ CDIO ในหลักสูตรต้องอาศัยการออกแบบการเรียนรู้ที่รอบคอบ เพราะกิจกรรมมีความซับซ้อนและต้องประเมินผลหลายมิติ การบูรณาการ CDIO อาจเพิ่มภาระงานให้กับทั้งผู้เรียนและผู้สอน (Jahwari et al., 2022; Souza & Debs, 2023) ผู้สอนจึงต้องปรับบทบาทจากผู้ถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้ออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ ผู้ให้คำปรึกษา และผู้สนับสนุนการสะท้อนผลของผู้เรียน การจัดการเรียนรู้แบบ CDIO จึงต้องมีเป้าหมาย กิจกรรม เครื่องมือ และการประเมินผลที่สอดคล้องกัน

กรอบ CDIO มีส่วนช่วยยกระดับคุณภาพการศึกษาด้านวิศวกรรม เพราะเป็นกรอบที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและเชื่อมโยงการเรียนรู้กับการปฏิบัติจริง ผู้เรียนที่ผ่านการเรียนรู้ในลักษณะนี้จะมีโอกาสพัฒนาความรู้ ทักษะ และความเข้าใจในกระบวนการทำงานทางวิศวกรรมอย่างเป็นระบบ กรอบ CDIO ยังสอดคล้องกับแนวคิด Education 4.0 ที่เน้นทักษะแห่งอนาคต การคิดวิเคราะห์ การสร้างนวัตกรรม และความสามารถในการทำงานร่วมกับเทคโนโลยีดิจิทัล

ในบริบทของการวิจัยนี้ CDIO สามารถทำหน้าที่เป็นโครงสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่ช่วยเชื่อมโยงการคิด การออกแบบ การลงมือปฏิบัติ และการประเมินผลเข้าด้วยกัน เมื่อนำมาบูรณาการกับระบบนิเวศการเรียนรู้ที่เสริมด้วย AI และชุมชนแห่งการปฏิบัติ กรอบ CDIO จึงช่วยสนับสนุนการพัฒนาความรู้ ทักษะ สมรรถนะ และอัตลักษณ์ทางวิชาชีพของผู้เรียนด้านวิศวกรรมได้อย่างเป็นระบบ

2.5 สมรรถนะวิศวกรตามสภาวิศวกร (Engineering Competency Framework – Thailand Council of Engineers)

สมรรถนะวิศวกรเป็นกรอบสำคัญที่ใช้กำหนดคุณลักษณะ ความรู้ ทักษะ และความสามารถที่จำเป็นต่อการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมอย่างมีคุณภาพ ในบริบทของประเทศไทย สภาวิศวกรกำหนดสมรรถนะหลักของวิศวกรไว้ 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมและการพัฒนาวิชาชีพ ภาวะผู้นำ การบริหารจัดการ และการให้บริการวิชาชีพ รวมถึงความรับผิดชอบต่อสังคม สาธารณะ และสิ่งแวดล้อม กรอบสมรรถนะนี้สะท้อนว่าวิศวกรยุคใหม่ต้องมีความสามารถมากกว่าความรู้เชิงเทคนิค เพราะการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา การทำงานร่วมกับผู้อื่น การบริหารจัดการงาน และการรับผิดชอบต่อผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสังคม

2.5.1 ความรู้ด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี (Engineering and Technology Knowledge) ความรู้ด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเป็นรากฐานสำคัญของการประกอบวิชาชีพวิศวกรรม วิศวกรจำเป็นต้องเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ ออกแบบ สร้าง และประเมินระบบหรือโครงสร้างต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ความรู้ดังกล่าวไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะทฤษฎี แต่ครอบคลุมความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาในบริบทจริง

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มุ่งทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ของโลก ความรู้ทางเทคนิคมุ่งเน้นวิธีการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาเชิงปฏิบัติ ส่วนความรู้ทางวิศวกรรมเป็นความรู้ที่ใช้ในการสร้างระบบหรือสิ่งประดิษฐ์ภายใต้ข้อจำกัดที่กำหนด ความรู้ทางวิศวกรรมจึงมีลักษณะเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการตัดสินใจเชิงออกแบบ วิศวกรต้องไม่เพียงเข้าใจหลักการ แต่ต้องสามารถเลือกใช้หลักการนั้นให้เหมาะสมกับเงื่อนไขของปัญหาและบริบทการใช้งานจริง

เทคโนโลยีวิศวกรรมเกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้หลักการวิศวกรรมในกระบวนการอุตสาหกรรม การวางแผน การก่อสร้าง การบำรุงรักษา และการจัดการทรัพยากรทางเทคนิคอย่างมีประสิทธิภาพ (Hu, 2019) การทำงานของวิศวกรจึงต้องเชื่อมโยงความรู้เชิงทฤษฎีกับการดำเนินงานจริงภายใต้ข้อจำกัดด้านเวลา ทรัพยากร มาตรฐาน และความปลอดภัย ความรู้ที่ดีในทางวิศวกรรมจึงต้องเป็นความรู้ที่นำไปใช้ได้จริงและช่วยให้เกิดการตัดสินใจที่เหมาะสม

การจัดการวิศวกรรมและเทคโนโลยีเป็นแนวคิดที่เน้นการจัดการการลงทุนด้านเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับความต้องการขององค์กรและสังคม โดยเฉพาะในยุคที่โลกเผชิญกับความท้าทายด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การขาดแคลนทรัพยากร และความต้องการระบบโครงสร้างพื้นฐานที่

ยั่งยืน (Zhou et al., 2018) การจัดระบบความรู้ด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยียังมีความสำคัญต่อการออกแบบหลักสูตร การวิจัย และการพัฒนานวัตกรรม การพัฒนาวิศวกรจึงต้องมุ่งให้ผู้เรียนเข้าใจทั้งความรู้พื้นฐานและการจัดการความรู้เพื่อสร้างคุณค่าทางวิชาชีพ

การเรียนรู้ด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีควรมุ่งพัฒนาความสามารถระดับสูงของผู้เรียน เช่น การออกแบบ การแก้ปัญหา และการเชื่อมโยงความรู้ข้อเท็จจริง ความรู้เชิงขั้นตอน และความรู้เชิงแนวคิดเข้าด้วยกัน (Barak, 2013) หลักสูตรด้านเทคโนโลยีวิศวกรรมควรให้ความสำคัญกับทักษะเชิงปฏิบัติและสอดคล้องกับมาตรฐานการประกันคุณภาพและการรับรองระดับชาติ (Hussain et al., 2015) การจัดการเรียนรู้จึงควรทำให้ผู้เรียนเห็นว่าความรู้ทางวิศวกรรมมีความสัมพันธ์กับมาตรฐานความปลอดภัย และความคาดหวังของภาควิชาชีพอย่างไร

วิศวกรรมและเทคโนโลยีเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจฐานความรู้ ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรมจึงต้องมีทักษะในศตวรรษที่ 21 ควบคู่กับความรู้เชิงวิชาชีพ (Abdulwahed & Hasna, 2017) การพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้ความรู้แบบกระจายผ่านวิศวกรรมความรู้และเทคโนโลยีตัวแทนยังสะท้อนบทบาทของวิศวกรรมในการสร้างนวัตกรรมในหลายสาขา ความรู้ด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีจึงไม่ได้เป็นเพียงเนื้อหาที่ต้องเรียนรู้ แต่เป็นฐานในการสร้างนวัตกรรม แก้ปัญหา และพัฒนาระบบที่ตอบสนองต่อความต้องการของสังคม

สมรรถนะด้านความรู้วิศวกรรมและเทคโนโลยีจึงควรถูกพัฒนาให้ครอบคลุมทั้งความรู้พื้นฐาน ความเข้าใจเชิงระบบ และความสามารถในการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง วิศวกรที่มีสมรรถนะด้านนี้ต้องสามารถคิด วิเคราะห์ ตัดสินใจ และสร้างแนวทางแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และรับผิดชอบต่อสังคม

2.5.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมและการพัฒนาวิชาชีพ (Engineering Problem Solving and Professional Development)

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมและการพัฒนาวิชาชีพเป็นสมรรถนะที่สะท้อนความพร้อมของวิศวกรในการเผชิญกับปัญหาที่ซับซ้อน งานวิศวกรรมในโลกจริงมักมีข้อจำกัดหลายด้าน เช่น งบประมาณ เวลา ทรัพยากร ความปลอดภัย มาตรฐานทางวิชาชีพ และผลกระทบต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย วิศวกรจึงต้องสามารถวิเคราะห์ปัญหา เลือกใช้ความรู้และเครื่องมือที่เหมาะสม และพัฒนาแนวทางแก้ไขที่สามารถนำไปใช้ได้จริง

ทักษะสำคัญที่ควรได้รับการพัฒนาในผู้เรียนด้านวิศวกรรม ได้แก่ การสื่อสาร การทำงานเป็นทีม การแก้ปัญหา ภาวะผู้นำ การจัดการโครงการ และการเป็นผู้ประกอบการ (Chadha & Heng, 2024) ทักษะเหล่านี้ทำให้ผู้เรียนสามารถทำงานในสภาพแวดล้อมวิชาชีพที่ต้องอาศัยการประสานงาน

การตัดสินใจร่วมกัน และการรับมือกับสถานการณ์ที่ไม่แน่นอนได้ดีขึ้น การแก้ปัญหาทางวิศวกรรมจึงไม่ได้เป็นเพียงความสามารถทางเทคนิค แต่เกี่ยวข้องกับการสื่อสาร การจัดการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ

หลักสูตรวิศวกรรมควรบูรณาการทักษะวิชาชีพเข้ากับรายวิชาทางเทคนิค ไม่ควรแยกทักษะเหล่านี้ออกจากเนื้อหาวิศวกรรม (Schefer-Wenzl & Miladinovic, 2019) การทำงานจริงของวิศวกรต้องใช้ความรู้ทางเทคนิคควบคู่กับการสื่อสาร การประสานงาน และการแก้ปัญหาร่วมกับผู้อื่น การจัดการเรียนรู้ที่ผสานสองส่วนนี้เข้าด้วยกันช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจว่าความรู้ทางวิศวกรรมต้องถูกใช้ภายใต้บริบทของทีม องค์กร และสังคม

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยเชื่อมโยงการเรียนรู้ทางวิชาการกับการแก้ปัญหาในทางปฏิบัติ ผู้เรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ ตั้งสมมติฐาน ค้นคว้าความรู้ เลือกแนวทาง และอธิบายเหตุผลของการตัดสินใจ กระบวนการนี้ช่วยลดช่องว่างระหว่างการศึกษาในระบบกับการปฏิบัติงานทางวิศวกรรมจริง เพราะผู้เรียนได้ฝึกใช้ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการทำงานของวิศวกร

การเรียนรู้ผ่านโครงการออกแบบช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ความยืดหยุ่น และความมุ่งมั่นทางวิชาชีพ เมื่อผู้เรียนได้รับมอบหมายให้ออกแบบผลิตภัณฑ์หรือแนวทางแก้ปัญหาตามความต้องการเฉพาะ ผู้เรียนจะได้ฝึกคิดจากข้อจำกัดจริง รับผิดชอบต่อผลลัพธ์ของการออกแบบ และเห็นบทบาทของวิศวกรรมต่อเศรษฐกิจ ชุมชน และสังคม การเรียนรู้ผ่านโครงการจึงทำให้การแก้ปัญหามีความหมายมากกว่าการหาคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

การคิดทางวิศวกรรมมีลักษณะไม่เป็นเส้นตรงและมักต้องอาศัยการแก้ปัญหาแบบวนซ้ำ แหล่งเรียนรู้บนเว็บที่ส่งเสริมการคิดเชิงวิศวกรรมจึงสามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมได้ดีขึ้น เครื่องมือการสอนที่ไม่เป็นแบบดั้งเดิม เช่น ละครและการสร้างแบบจำลอง ยังสามารถกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการแก้ปัญหา การใช้วิธีการเรียนรู้ที่หลากหลายช่วยให้ผู้เรียนมองปัญหาจากหลายมุมและพัฒนาความยืดหยุ่นทางความคิดการพัฒนาวิชาชีพไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะผู้เรียน แต่รวมถึงผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา การพัฒนาครูผ่านกิจกรรมการออกแบบทางวิศวกรรมและโครงการลักษณะ capstone ช่วยให้ครูเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการออกแบบวิศวกรรมได้ลึกซึ้งขึ้นผู้สอนที่เข้าใจกระบวนการออกแบบและการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมย่อมสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาผู้เรียนได้ตรงกับธรรมชาติของวิชาชีพมากขึ้น

สมรรถนะด้านการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมและการพัฒนาวิชาชีพจึงควรถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องผ่านการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงทฤษฎีกับการปฏิบัติ การทำงานร่วมกัน การสะท้อนผล และการเผชิญกับปัญหาจริง การจัดการเรียนรู้ด้านวิศวกรรมควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์ ออกแบบ ทดลอง แก้ไข และพัฒนาตนเองในฐานะสมาชิกของวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง

2.5.3 ภาวะผู้นำ การบริหารจัดการ และการให้บริการวิชาชีพ (Leadership, Management and Professional Service)

ภาวะผู้นำ การบริหารจัดการ และการให้บริการวิชาชีพเป็นสมรรถนะที่มีความสำคัญต่อวิศวกรยุคใหม่ งานวิศวกรรมส่วนใหญ่ไม่ได้ดำเนินการโดยบุคคลเพียงลำพัง แต่เกี่ยวข้องกับทีมงาน องค์กร ผู้ว่าจ้าง ชุมชน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจำนวนมาก วิศวกรจึงต้องสามารถนำทีม บริหารจัดการทรัพยากร สื่อสารกับบุคคลหลายกลุ่ม และให้บริการวิชาชีพบนพื้นฐานของมาตรฐาน จริยธรรม และความรับผิดชอบ

ภาวะผู้นำในองค์กรบริการวิชาชีพมีลักษณะเฉพาะ เพราะสมาชิกจำนวนมากเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และความเป็นอิสระสูง การนำบุคลากรวิชาชีพจึงไม่สามารถอาศัยการควบคุมตามลำดับชั้นเพียงอย่างเดียว แต่ต้องอาศัยความไว้วางใจ การมีส่วนร่วม และการตัดสินใจร่วมกัน วิศวกรที่ทำงานในบริบทวิชาชีพจึงต้องเข้าใจทั้งมิติของงาน เทคนิค และความสัมพันธ์ของคนในระบบงาน การบริหารจัดการเน้นการวางแผน การจัดระบบ การใช้ทรัพยากร และการทำให้งานบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนภาวะผู้นำเน้นการสร้างแรงบันดาลใจ การกำหนดทิศทาง และการขับเคลื่อนบุคคลไปสู่วิสัยทัศน์ร่วมกัน โครงการวิศวกรรมที่มีคุณภาพต้องการทั้งการจัดการที่เป็นระบบและผู้นำที่สามารถสร้างความร่วมมือของทีม การแยกสองแนวคิดนี้ออกจากกันมากเกินไปอาจทำให้การพัฒนาวิศวกรมองเห็นเพียงด้านเทคนิคหรือด้านการจัดการอย่างใดอย่างหนึ่ง

ผู้เชี่ยวชาญมักมีแรงจูงใจภายในสูง ต้องการอิสระ และต้องการได้รับการยอมรับในความสามารถของตนเอง การบริหารจัดการบุคลากรวิชาชีพจึงควรเน้นการโค้ช การเสริมพลัง และการสนับสนุนให้บุคคลและทีมทำงานได้เต็มศักยภาพ มากกว่าการควบคุมแบบสั่งการเพียงอย่างเดียว วิศวกรที่มีบทบาทเป็นหัวหน้าทีมหรือผู้จัดการโครงการจึงต้องสามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่สมาชิกมีส่วนร่วม รับผิดชอบ และใช้ความเชี่ยวชาญของตนเพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกัน โปรแกรมพัฒนาภาวะผู้นำสามารถช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นและความก้าวหน้าในอาชีพของผู้เข้าร่วม แม้ในบริบทที่องค์กรมีการปรับโครงสร้างหรือเผชิญกับความเปลี่ยนแปลง (Shannon et al., 2012) ภาวะผู้นำจึงไม่ใช่คุณลักษณะที่เกิดขึ้นเองตามตำแหน่งเท่านั้น แต่เป็นสมรรถนะที่สามารถพัฒนาได้ผ่านประสบการณ์ การฝึกอบรม การปฏิบัติจริง และการสะท้อนผล

ภาวะผู้นำและการจัดการควรถูกเข้าใจในฐานะวิชาชีพที่มุ่งส่งเสริมความดีร่วมกัน (Lutz, 2018) แนวคิดภาวะผู้นำแบบผู้รับใช้และทฤษฎีความซับซ้อนช่วยอธิบายการนำองค์กรวิชาชีพที่ต้อง

อาศัยความร่วมมือ ความยืดหยุ่น และการให้ความสำคัญกับผู้อื่น งานวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับคน ระบบ และสังคมจึงต้องการผู้นำที่ไม่ได้มุ่งเพียงผลสำเร็จของงาน แต่คำนึงถึงผลกระทบ คุณภาพ ความปลอดภัย และประโยชน์ส่วนรวม

ในบริบทอุดมศึกษา ผู้บริหารหรือผู้ให้บริการวิชาชีพต้องทำงานร่วมกับทั้งบุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน ภาวะผู้นำในบริบทดังกล่าวต้องอาศัยความเข้าใจองค์กร การใช้รูปแบบอำนาจที่เหมาะสม และความสามารถในการมีอิทธิพลต่อผู้อื่นโดยไม่จำเป็นต้องใช้การสั่งการโดยตรง (Harper, 2015) บทเรียนจากบริบทอุดมศึกษาสามารถเชื่อมโยงกับการพัฒนาวิศวกรได้ เพราะวิศวกรต้องทำงานในระบบที่มีผู้เกี่ยวข้องหลากหลายและต้องใช้ทั้งความรู้ ความสัมพันธ์ และความน่าเชื่อถือทางวิชาชีพ

สมรรถนะด้านภาวะผู้นำ การบริหารจัดการ และการให้บริการวิชาชีพช่วยให้วิศวกรสามารถทำงานในระบบวิชาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ วิศวกรไม่เพียงต้องมีความรู้ทางเทคนิค แต่ต้องสามารถนำทีม ประสานงาน บริหารทรัพยากร ตัดสินใจอย่างรับผิดชอบ และให้บริการวิชาชีพด้วยความซื่อสัตย์และคำนึงถึงประโยชน์ส่วนรวม

2.5.4 ความรับผิดชอบต่อสังคม สาธารณะ และสิ่งแวดล้อม (Social, Public and Environmental Responsibility)

ความรับผิดชอบต่อสังคม สาธารณะ และสิ่งแวดล้อมเป็นสมรรถนะที่สะท้อนบทบาทของวิศวกรในฐานะผู้ประกอบวิชาชีพที่มีผลกระทบต่อชีวิตของผู้คน ชุมชน โครงสร้างพื้นฐาน และสิ่งแวดล้อม งานวิศวกรรมจำนวนมากเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของประชาชน การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม วิศวกรจึงต้องตระหนักถึงผลกระทบของการตัดสินใจทางวิศวกรรมในมิติที่กว้างกว่าผลลัพธ์ทางเทคนิคหรือเศรษฐกิจ ความรับผิดชอบต่อสังคมหมายถึงภาระผูกพันทางจริยธรรมของบุคคลและองค์กรในการดำเนินการเพื่อประโยชน์ของสังคมโดยรวม ครอบคลุมการส่งเสริมสวัสดิการสังคม การลดความไม่เท่าเทียม การเคารพสิทธิแรงงาน และการดำเนินงานที่คำนึงถึงผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Ksenofontova, n.d.; Chaneta, 2013) ในภาคธุรกิจ ความรับผิดชอบต่อสังคมเกี่ยวข้องกับความน่าเชื่อถือ ชื่อเสียง และความไว้วางใจของผู้บริโภค โดยเฉพาะประเด็นด้านความปลอดภัย คุณภาพ และจริยธรรมในการดำเนินงาน (Chivu, 2015) วิศวกรในฐานะผู้เกี่ยวข้องกับการออกแบบและดำเนินงานจึงต้องเข้าใจว่าการตัดสินใจทางเทคนิคสามารถส่งผลต่อความไว้วางใจและคุณภาพชีวิตของผู้คนได้โดยตรง ความรับผิดชอบต่อสาธารณะเกี่ยวข้องกับภาระหน้าที่ของรัฐบาล องค์กร และผู้ประกอบวิชาชีพในการดำเนินงานเพื่อประโยชน์ของประชาชน (Mézquita et al., 2020) ในบริบทวิศวกรรม ความรับผิดชอบต่อสาธารณะ

ปรากฏผ่านการออกแบบและดำเนินงานที่ปลอดภัย เป็นไปตามมาตรฐาน โปร่งใส และสามารถตรวจสอบได้ กรอบการกำกับดูแลมีบทบาทสำคัญต่อการส่งเสริมพฤติกรรมที่รับผิดชอบขององค์กรและบุคคล โดยเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาที่ยั่งยืน งานวิศวกรรมจึงต้องดำเนินควบคู่กับข้อกำหนดทางกฎหมาย มาตรฐานวิชาชีพ และความรับผิดชอบต่อสาธารณะความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมคือหน้าที่ในการปกป้องและรักษาทรัพยากรธรรมชาติ ลดมลพิษ และสนับสนุนแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน (Seia, 2024) องค์กรและบุคคลควรใช้แนวทางปฏิบัติที่ยั่งยืนตลอดกระบวนการดำเนินงาน ตั้งแต่การผลิต การใช้งาน ไปจนถึงขั้นตอนหลังการบริโภค (Khyzhniakova, 2024) สำหรับวิศวกร ประเด็นนี้หมายถึงการออกแบบระบบ โครงสร้าง และกระบวนการที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตั้งแต่ขั้นวางแผนจนถึงการใช้งานจริง ความท้าทายระดับโลก เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ทำให้นวัตกรรมทางเทคโนโลยีและแนวทางวิศวกรรมที่ยั่งยืนมีความสำคัญมากขึ้น (Seia, 2024) การสร้างสมดุลระหว่างเป้าหมายทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องท้าทาย เพราะเกี่ยวข้องกับผลประโยชน์ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลายฝ่าย (Galiana & Centeno, 2016) วิศวกรจึงต้องพิจารณาทางเลือกทางเทคนิคควบคู่กับผลกระทบต่อชุมชน ทรัพยากร และคุณภาพชีวิตของประชาชนแรงกดดันทางเศรษฐกิจและพลวัตของตลาดอาจขัดแย้งกับเป้าหมายด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม จึงจำเป็นต้องมีรูปแบบการกำกับดูแลที่ให้ความสำคัญกับการดำเนินการร่วมกัน ความโปร่งใส และประโยชน์สาธารณะ (Hernández et al., 2016) การบริหารจัดการความรับผิดชอบต่อสังคมอย่างมีประสิทธิภาพต้องอาศัยความสมดุลระหว่างการบรรลุเป้าหมายทางสังคมกับการใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสม (Ksenofontova, n.d.) การตัดสินใจทางวิศวกรรมที่ดีจึงต้องพิจารณาทั้งความเป็นไปได้ทางเทคนิค ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ และผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมความรับผิดชอบต่อสังคม สาธารณะ และสิ่งแวดล้อมทำให้การประกอบวิชาชีพวิศวกรรมมีความหมายมากกว่าการแก้ปัญหาเชิงเทคนิค วิศวกรที่มีสมรรถนะด้านนี้ต้องสามารถตัดสินใจโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของประชาชน ผลกระทบต่อชุมชน ความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม และจริยธรรมทางวิชาชีพ สมรรถนะนี้จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญของการพัฒนาวิศวกรที่มีความรับผิดชอบและพร้อมทำงานในบริบทสังคมสมัยใหม่

ตารางที่ 2-1 การสังเคราะห์สมรรถนะสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

สมรรถนะหลัก	องค์ประกอบสมรรถนะย่อย (Synthesis Components)	คำอธิบายเชิงสังเคราะห์	บทบาทเชิงการเรียนรู้และวิชาชีพ	อ้างอิง
1. ความรู้ด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี (Engineering & Technology Knowledge)	1.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคนิค และวิศวกรรม	ความสามารถในการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เชิงเทคนิค และความรู้เชิงวิศวกรรม เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบประดิษฐ์ภายใต้ข้อจำกัดด้านเทคนิค เศรษฐกิจ และบริบทการใช้งาน	เป็นฐานความคิดเชิงเหตุผลสำหรับการวิเคราะห์ ออกแบบ และตัดสินใจทางวิศวกรรม	Bo & Kai (n.d.)
	1.2 เทคโนโลยีวิศวกรรม	ความสามารถในการประยุกต์หลักการวิศวกรรมสู่กระบวนการอุตสาหกรรม โดยเน้นความรู้เชิงปฏิบัติ การใช้เครื่องมือ และการจัดการทรัพยากรทางเทคนิคอย่างมีประสิทธิภาพ	เชื่อมโยงความรู้เชิงทฤษฎีกับการปฏิบัติจริงในงานวิศวกรรม	Hu (2019)

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

สมรรถนะหลัก	องค์ประกอบสมรรถนะย่อย (Synthesis Components)	คำอธิบายเชิงสังเคราะห์	บทบาทเชิงการเรียนรู้และวิชาชีพ	อ้างอิง
	1.3 การจัดการวิศวกรรมและเทคโนโลยี (ETM)	ความสามารถในการบริหารจัดการเทคโนโลยีและการลงทุนให้สอดคล้องกับเป้าหมายองค์กรและสังคม ผ่านกระบวนการจัดการอย่างเป็นระบบ	สนับสนุนการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์และการบริหารโครงการวิศวกรรม	Zhou et al. (2018)
	1.4 ระบบความรู้ด้าน ETM	ความเข้าใจโครงสร้างและระดับขององค์ความรู้ด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี รวมถึงความเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้	ใช้เป็นกรอบในการออกแบบหลักสูตร การวิจัย และการพัฒนาวิศวกร	Pelc (1991)
	1.5 การศึกษาวิศวกรรมและเทคโนโลยี	ความเข้าใจแนวคิด ขอบเขต และบทบาทของการศึกษาด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีอย่างถูกต้อง	ลดความสับสนเชิงแนวคิดและเชื่อมโยงการศึกษากับวิชาชีพ	Rivera-Reyes et al. (2013)
	1.6 วิธีการสอนและการเรียนรู้ทางวิศวกรรม	ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการออกแบบ การแก้ปัญหา และการคิดขั้นสูง โดยบูรณาการความรู้เชิงข้อเท็จจริง ขั้นตอน และแนวคิด	พัฒนาความสามารถเชิงวิศวกรรมของผู้เรียน	Barak (2013)
	1.7 นวัตกรรมและเศรษฐกิจฐานความรู้ (IKBES)	ความสามารถในการใช้ความรู้วิศวกรรมเป็นฐานในการสร้างนวัตกรรมและขับเคลื่อนเศรษฐกิจฐานความรู้	เตรียมวิศวกรให้มีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	Abdulwahed & Hasna (2017); Cuena (2000)

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

สมรรถนะหลัก	องค์ประกอบสมรรถนะย่อย (Synthesis Components)	คำอธิบายเชิงสังเคราะห์	บทบาทเชิงการเรียนรู้และวิชาชีพ	อ้างอิง
2. การแก้ปัญหาทางวิศวกรรมและการพัฒนาวิชาชีพ (Engineering Problem Solving & Professional Development)	2.1 การแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมที่ซับซ้อน	ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาที่ไม่เป็นเชิงเส้น ใช้การคิดเชิงระบบ และการออกแบบเชิงวิศวกรรม	เป็นหัวใจของการปฏิบัติงานวิศวกรรมในโลกจริง	Fink (2001); Marshall (1988)
	2.2 ทักษะวิชาชีพและทักษะอ่อน	ความสามารถด้านการสื่อสาร การทำงานเป็นทีม ความเป็นผู้นำ และการจัดการโครงการ	เพิ่มความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นในบริบทวิชาชีพ	Chadha & Heng (2024); Schefer-Wenzl & Miladinovic (2019)
	2.3 การเรียนรู้จากการทำงานจริง	การเรียนรู้ผ่านปัญหา โครงการ และบริบทการทำงานจริง	เชื่อมโยงการเรียนรู้ทางวิชาการกับการปฏิบัติวิศวกรรม	Fink (2001)
	2.4 การพัฒนาวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง	การเรียนรู้และพัฒนาตนเองตลอดชีวิตผ่านกิจกรรมพัฒนาวิชาชีพ	เสริมความยั่งยืนของสมรรถนะวิศวกร	West et al. (n.d.); Shumway et al. (2007)
3. ภาวะผู้นำ การบริหารจัดการและการให้บริการวิชาชีพ (Leadership, Management & Professional Service)	3.1 ภาวะผู้นำเชิงวิชาชีพ	ความสามารถในการนำกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีความเป็นอิสระสูง และสร้างวิสัยทัศน์ร่วม	สนับสนุนการทำงานร่วมกันในองค์กรวิศวกรรม	Alvehus (n.d.);Harper (2015)
	3.2 การบริหารจัดการองค์กรและโครงการ	ความสามารถในการบริหารงานให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ	เพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานขององค์กรวิศวกรรม	Leadership and Management (2023)
	3.3 การให้บริการวิชาชีพและสาธารณะ	การใช้ความรู้วิศวกรรมเพื่อประโยชน์ต่อสังคมและวิชาชีพ	สร้างคุณค่าทางสังคมและวิชาชีพ	McKenna & Maister (2002); Lutz (2018)

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

สมรรถนะหลัก	องค์ประกอบสมรรถนะย่อย (Synthesis Components)	คำอธิบายเชิงสังเคราะห์	บทบาทเชิงการเรียนรู้และวิชาชีพ	อ้างอิง
4. ความรับผิดชอบต่อสังคม สาธารณะและสิ่งแวดล้อม (Social, Public & Environmental Responsibility)	4.1 ความรับผิดชอบต่อสังคม	การดำเนินงานวิศวกรรมอย่างมีจริยธรรมและคำนึงถึงผลกระทบต่อสังคม	ส่งเสริมความไว้วางใจและความยั่งยืนทางสังคม	Chaneta (2013); Ksenofontova (n.d.)
	4.2 ความรับผิดชอบต่อสาธารณะ	การปฏิบัติงานตามกรอบกฎหมาย ความโปร่งใส และประโยชน์สาธารณะ	คุ้มครองความปลอดภัยและผลประโยชน์ของประชาชน	Lorenzo & Larramendy (2010); Mézquita et al. (2020)
	4.3 ความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม	การออกแบบและดำเนินงานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและส่งเสริมความยั่งยืน	สนับสนุนการพัฒนาอย่างยั่งยืนและการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม	Seia (2024); Khyzhniakova (2024)

2.6 ประกาศคณะกรรมการคุรุสภา เรื่อง สาระการพัฒนาสมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21 (ประกาศในราชกิจจานุเบกษา 5 พ.ย. 2568)

ประกาศคณะกรรมการคุรุสภา เรื่อง สาระการพัฒนาสมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21 เป็นกรอบสำคัญในการกำหนดทิศทางการพัฒนาครูให้สอดคล้องกับบริบทการศึกษาสมัยใหม่ ครูในศตวรรษที่ 21 ไม่ได้มีบทบาทเพียงผู้ถ่ายทอดความรู้ แต่ต้องเป็นผู้นำทางการเรียนรู้ ผู้จัดการเรียนรู้ ผู้วิจัย ผู้พัฒนาตนเอง และผู้สร้างคุณค่าทางสังคมผ่านกระบวนการศึกษา สมรรถนะครูจึงต้องครอบคลุมทั้งมิติคุณธรรม จริยธรรม การจัดการเรียนรู้ การพัฒนาผู้เรียน การวิจัย และการเรียนรู้ตลอดชีวิต

ในบริบทของวิศวกรรมศึกษา กรอบสมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21 มีความสัมพันธ์กับการพัฒนาผู้สอนที่สามารถสร้างระบบการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี อาชีพ และสังคม ผู้สอนด้านวิศวกรรมจึงต้องมีทั้งความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การใช้เทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนผู้เรียน การสร้างจริยธรรมและความรับผิดชอบในวิชาชีพ และการพัฒนาตนเองผ่านการวิจัยและการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

2.6.1 สมรรถนะหลักที่ 1 ครูผู้นำธรรมาภิบาลและยึดมั่นศาสตร์พระราชา (Teacher Leadership, Ethics, and Values-Based Education)

สมรรถนะด้านครูผู้นำธรรมาภิบาลและยึดมั่นศาสตร์พระราชาเป็นสมรรถนะที่สะท้อนบทบาทของครูในฐานะผู้นำทางคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการจัดการศึกษา ครูไม่ได้ทำหน้าที่เพียงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แต่ยังเป็นแบบอย่างทางความคิด การตัดสินใจ และการประพฤติปฏิบัติของผู้เรียน สภาพแวดล้อมทางการศึกษาที่มีคุณภาพจึงต้องอาศัยครูที่สามารถเชื่อมโยงภาวะผู้นำ จริยธรรม และการปลูกฝังค่านิยมเข้ากับกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างเป็นธรรมชาติ

การนำค่านิยมและจริยธรรมเข้าสู่ภาวะผู้นำทางการศึกษาช่วยส่งเสริมพฤติกรรมทางจริยธรรมของครูและผู้เรียนในสถาบันการศึกษา (Okanda, 2024) การพัฒนาครูจึงไม่ควรมุ่งเฉพาะความสามารถในการสอนหรือการบริหารชั้นเรียน แต่ต้องพัฒนาความตระหนักรู้ทางคุณค่า ความรับผิดชอบทางศีลธรรม และการใช้หลักธรรมาภิบาลเป็นฐานในการตัดสินใจทางการศึกษา ครูที่มีภาวะผู้นำเชิงคุณค่าจะสามารถสร้างวัฒนธรรมการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับความถูกต้อง ความซื่อสัตย์ ความรับผิดชอบ และประโยชน์ส่วนรวม

ผู้บริหารสถานศึกษาและครูมีบทบาทสำคัญต่อการสร้างลักษณะนิสัยและภาวะผู้นำทางจริยธรรมของผู้เรียน เพราะพฤติกรรมของบุคคลเหล่านี้เป็นแบบอย่างที่ผู้เรียนรับรู้และเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริงในโรงเรียน (Gunawan & Gunawan, 2019) การปลูกฝังคุณธรรมจึงไม่ได้เกิดจากการสอนเนื้อหาจริยธรรมในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว แต่เกิดจากบรรยากาศของสถานศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียน และแบบแผนการปฏิบัติที่ผู้เรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน

การปฏิบัติภาวะผู้นำที่บูรณาการการนำทางการสอน จริยธรรม และการกระจายภาวะผู้นำมีส่วนสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาและการพัฒนาผู้เรียน (Servin-Mendieta et al., 2025) ครูในฐานะผู้นำจึงต้องสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น สร้างการมีส่วนร่วม และกระจายความรับผิดชอบในการพัฒนาผู้เรียนไปสู่ชุมชนการเรียนรู้ของโรงเรียน ภาวะผู้นำของครูในมิตินี้ไม่ได้หมายถึงอำนาจการสั่งการ แต่หมายถึงความสามารถในการสร้างทิศทางร่วมและขับเคลื่อนคุณค่าทางการศึกษาให้เกิดขึ้นจริง

การศึกษาตามค่านิยมช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาคุณลักษณะเชิงบวก เช่น ความไว้วางใจ ความเห็นอกเห็นใจ และความซื่อสัตย์ (Hawkes, 2023) การพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 จึงต้องให้ความสำคัญทั้งความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะภายใน เพราะผู้เรียนที่มีความสามารถทางวิชาการแต่ขาดคุณธรรมและความรับผิดชอบอาจไม่สามารถใช้ความรู้เพื่อประโยชน์ของสังคมได้อย่างเหมาะสม การจัดการศึกษาตามค่านิยมจึงช่วยให้การเรียนรู้มีเป้าหมายเชิงมนุษย์มากกว่าการมุ่งผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการเพียงด้านเดียว

การบูรณาการความรู้ด้านค่านิยมเข้าสู่การศึกษาของครูก่อนประจำการช่วยเตรียมครูให้เข้าใจความซับซ้อนของค่านิยมและบทบาทของตนเองในการเป็นแบบอย่างพฤติกรรมเชิงบวก (Christian, 2014) การพัฒนาครูจึงต้องเปิดโอกาสให้ครูได้สะท้อนความเชื่อ คุณค่า และวิธีปฏิบัติของตนเอง เพื่อให้สามารถถ่ายทอดและสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ส่งเสริมคุณธรรมของผู้เรียนได้อย่างมีความหมาย

ภาวะผู้นำทางจริยธรรมในบริบทการศึกษาให้ความสำคัญกับค่านิยมหลัก เช่น ความซื่อสัตย์ ความรับผิดชอบ และความมั่นคงทางศีลธรรม (Papaloi et al., 2023) ครูที่มีภาวะผู้นำทางจริยธรรมต้องสามารถตัดสินใจในสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน และรักษาหลักการทางวิชาชีพแม้เผชิญแรงกดดันจากระบบหรือสภาพแวดล้อม การสร้างครูผู้นำธรรมาภิบาลจึงต้องเชื่อมโยงการพัฒนาความรู้กับการพัฒนาจิตสำนึกและความรับผิดชอบต่อสังคม

การนำหลักจริยธรรมและคุณค่าดั้งเดิมมาผสานกับวิธีการสอนสมัยใหม่ช่วยให้การศึกษาในบริบทที่หลากหลายสามารถตอบสนองต่อความท้าทายของโลกาภิวัตน์และเทคโนโลยีได้ดีขึ้น (Khanom et al., 2025) การยึดมั่นศาสตร์พระราชาในบริบทไทยจึงสามารถเชื่อมโยงกับการพัฒนาครูที่มีความพอประมาณ มีเหตุผล มีภูมิคุ้มกัน และใช้ความรู้คู่คุณธรรมในการจัดการเรียนรู้ ครูที่เข้าใจหลักการเหล่านี้จะสามารถออกแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาผู้เรียนให้เป็นทั้งผู้มีความสามารถและผู้มีความรับผิดชอบต่อชุมชนและสังคม

ความตึงเครียดระหว่างภาระงานเชิงบริหารกับความคาดหวังด้านคุณค่าและจริยธรรมอาจทำให้ผู้นำทางการศึกษาต้องเผชิญความขัดแย้งในการตัดสินใจ การพัฒนาสมรรถนะด้านครูผู้นำธรรมาภิบาลจึงต้องไม่ทำให้จริยธรรมกลายเป็นเพียงเนื้อหาหรือคำขวัญ แต่ต้องทำให้ครูสามารถใช้หลักจริยธรรมเป็นฐานในการคิด วิเคราะห์ และจัดการกับปัญหาจริงในสถานศึกษา ความซับซ้อนของการศึกษาทางศีลธรรมยังทำให้การปลูกฝังค่านิยมไม่ควรถูกลดทอนเป็นรายการคุณลักษณะที่ต้องท่องจำ แต่ควรถูกออกแบบเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้คิด ลงมือปฏิบัติ และสะท้อนผลของการกระทำของตนเอง (Christian, 2014)

สมรรถนะครูผู้นำธรรมาภิบาลและยึดมั่นศาสตร์พระราชาจึงเป็นฐานสำคัญของการพัฒนาครูในศตวรรษที่ 21 ครูที่มีสมรรถนะด้านนี้สามารถสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่มีคุณธรรม ส่งเสริมความรับผิดชอบของผู้เรียน และเชื่อมโยงการเรียนรู้กับการพัฒนาคนและสังคมได้อย่างมีความหมาย ในบริบทของวิศวกรรมศึกษา สมรรถนะนี้ช่วยให้ผู้สอนสามารถปลูกฝังจริยธรรม ความรับผิดชอบ และคุณค่าของวิชาชีพควบคู่กับความรู้และทักษะทางวิศวกรรม

2.6.2 สมรรถนะหลักที่ 2 ครูมืออาชีพในการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาผู้เรียน (Professional Teaching Competency and Student-Centered Learning)

สมรรถนะด้านครูมืออาชีพในการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาผู้เรียนเป็นสมรรถนะที่สะท้อนความสามารถของครูในการออกแบบ จัดการ และประเมินการเรียนรู้ให้ตอบสนองต่อความแตกต่างของผู้เรียน การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของผู้เรียน การเรียนรู้เชิงรุก การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อชีวิตและการทำงาน ครูจึงต้องเปลี่ยนบทบาทจากผู้ถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้ออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ ผู้เอื้ออำนวยการเรียนรู้ และผู้สนับสนุนการเติบโตของผู้เรียนรายบุคคล

การบูรณาการเทคโนโลยีช่วยให้ครูสามารถสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์และตอบสนองต่อความต้องการที่หลากหลายของผู้เรียนได้มากขึ้น (Naimanova et al., 2023) การใช้เครื่องมือดิจิทัลจึงไม่ได้เป็นเพียงการเพิ่มสื่อการสอน แต่เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ ฝึกฝนด้วยตนเอง รับข้อมูลย้อนกลับ และมีส่วนร่วมกับเนื้อหาในรูปแบบที่หลากหลาย ครูที่มีความสามารถด้านเทคโนโลยีจะสามารถออกแบบการเรียนรู้ให้ยืดหยุ่นและเหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนมากขึ้น

การฝึกอบรมครูให้สามารถใช้ระบบการจัดการเรียนรู้และทรัพยากรดิจิทัลเป็นเงื่อนไขสำคัญของการนำเทคโนโลยีเข้าสู่การสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Sutrisno et al., 2024) ครูจำนวนมากอาจมีเครื่องมือดิจิทัลอยู่ในระบบ แต่การใช้เครื่องมือเหล่านั้นให้เกิดผลต่อการเรียนรู้ต้องอาศัยความเข้าใจด้านการออกแบบการสอน การเลือกใช้เทคโนโลยีให้สัมพันธ์กับเป้าหมายการเรียนรู้ และการติดตามผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ

ความสามารถในการวางแผนการสอน การจัดกิจกรรม และการประเมินผลมีความสัมพันธ์กับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกและการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Vásquez et al., 2025) ครูมืออาชีพจึงต้องสามารถออกแบบกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนได้คิด ลงมือปฏิบัติ สื่อสาร และสะท้อนผล ไม่ใช่เพียงรับฟังหรือจดจำเนื้อหา การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางต้องอาศัยการวางแผนที่ชัดเจนและการประเมินที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้จริง

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางต้องคำนึงถึงลักษณะเฉพาะของผู้เรียนและความต้องการทางการศึกษาแต่ละบุคคล (Riabovol, 2022) ครูจึงต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์ผู้เรียน ปรับวิธีสอน เลือกกิจกรรม และจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เหมาะสม ผู้เรียนที่มีพื้นฐานแตกต่างกันย่อมต้องการการสนับสนุนที่แตกต่างกัน การจัดการเรียนรู้ที่ดีจึงไม่ใช่การใช้วิธีเดียวกับผู้เรียนทุกคน แต่เป็นการออกแบบเงื่อนไขที่ช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคนสามารถพัฒนาได้ตามศักยภาพของตนเอง

ความสามารถในการสอนส่งผลต่อสมรรถนะหลักของผู้เรียนผ่านการส่งเสริมการเรียนรู้แบบกำกับตนเองและความพึงพอใจต่อชีวิตในโรงเรียน (Park & Park, 2025) การพัฒนาผู้เรียนจึงไม่ควรมองเฉพาะผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ แต่ต้องพิจารณาความสามารถของผู้เรียนในการรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง ตั้งเป้าหมาย ติดตามความก้าวหน้า และปรับกลยุทธ์การเรียนรู้ ครูมีบทบาทสำคัญในการสร้างสภาพแวดล้อมที่ผู้เรียนรู้สึกเป็นเจ้าของการเรียนรู้และเห็นคุณค่าของการพัฒนาตนเอง

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะและยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางช่วยเชื่อมโยงความรู้กับการประยุกต์ใช้ และเปิดพื้นที่ให้เกิดข้อมูลย้อนกลับและการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน (Pittich & Ludwig, 2022) การเรียนรู้จึงไม่ควรจบที่การเข้าใจเนื้อหา แต่ต้องนำไปสู่การใช้ความรู้ในสถานการณ์จริง การได้รับข้อมูลย้อนกลับช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นจุดแข็ง จุดที่ต้องพัฒนา และแนวทางปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเอง

การพัฒนาทักษะอ่อน เช่น การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และความฉลาดทางอารมณ์ ต้องอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการฝึกอบรมครูที่สอดคล้องกับแนวทางดังกล่าว (Tomory, 2023) ทักษะเหล่านี้มีความสำคัญต่อการทำงานและการดำรงชีวิตในอนาคต ครูจึงต้องออกแบบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกัน เผชิญสถานการณ์ที่ท้าทาย คิดทางเลือก และสะท้อนผลของการตัดสินใจ

การดำเนินการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางอาจเผชิญข้อจำกัดด้านเวลา การสนับสนุนเชิงโครงสร้าง และระดับความสามารถในการบูรณาการเทคโนโลยีของครูที่แตกต่างกัน (Sutrisno et al., 2024; Naimanova et al., 2023) การพัฒนาครูมืออาชีพจึงต้องเป็นกระบวนการต่อเนื่อง ไม่ใช่การอบรมระยะสั้นเพียงครั้งเดียว ครูต้องได้รับการสนับสนุนทั้งด้านทรัพยากร ชุมชนการเรียนรู้ เครื่องมือดิจิทัล และโอกาสในการสะท้อนผลการสอนของตนเอง

สมรรถนะครูมืออาชีพในการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาผู้เรียนจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญของการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ครูที่มีสมรรถนะด้านนี้สามารถออกแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ใช้เทคโนโลยีอย่างมีเป้าหมาย ประเมินผลเพื่อพัฒนา และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในบริบทวิศวกรรมศึกษา สมรรถนะนี้ช่วยให้ผู้สอนสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เชื่อมโยงความรู้ทางวิศวกรรมกับการปฏิบัติจริง การแก้ปัญหา และการพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพได้อย่างเป็นระบบ

2.6.3 สมรรถนะหลักที่ 3 ครูแห่งการเรียนรู้ การวิจัย และการพัฒนาวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง (Teacher Lifelong Learning, Research, and Professional Development)

สมรรถนะด้านครูแห่งการเรียนรู้ การวิจัย และการพัฒนาวิชาชีพอย่างต่อเนื่องเป็นสมรรถนะที่สะท้อนบทบาทของครูในฐานะผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต ครูในศตวรรษที่ 21 ต้องเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี สังคม ผู้เรียน และนโยบายการศึกษา การพัฒนาวิชาชีพจึงไม่สามารถ

หยุดอยู่ที่การสำเร็จการศึกษา หรือการเข้ารับการอบรมเป็นครั้งคราว แต่ต้องเป็นกระบวนการต่อเนื่องที่ครูใช้การเรียนรู้ การวิจัย และการสะท้อนผลเพื่อปรับปรุงการสอนของตนเอง

การเรียนรู้ตลอดชีวิตช่วยให้ครูพัฒนาความรู้และทักษะทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง และปรับตัวต่อความท้าทายและเทคโนโลยีทางการศึกษาใหม่ได้ดีขึ้น (Burlakova et al., 2019; El-Hmoudová & Loudová, 2024) ครูที่เรียนรู้อย่างต่อเนื่องย่อมสามารถปรับแนวทางการสอนให้สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนและสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ การเรียนรู้ของครูจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน

การเรียนรู้ตลอดชีวิตประกอบด้วยทั้งการเรียนรู้อย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการ โดยการเรียนรู้ไม่เป็นทางการมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาวิชาชีพของครู (Burlakova et al., 2019) ครูสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์การสอน การแลกเปลี่ยนกับเพื่อนร่วมงาน การอ่านงานวิจัย การทดลองใช้วิธีสอนใหม่ และการสะท้อนผลจากชั้นเรียนจริง การเรียนรู้ในรูปแบบนี้ทำให้การพัฒนาวิชาชีพมีความใกล้ชิดกับปัญหาและบริบทของการสอนมากกว่าการพัฒนาที่เกิดขึ้นนอกสถานการณ์จริงเพียงอย่างเดียว

ความสามารถทางดิจิทัลและวัฒนธรรมของครูเป็นองค์ประกอบสำคัญของการสอนในห้องเรียนที่มีความหลากหลายและใช้เทคโนโลยีมากขึ้น (El-Hmoudová & Loudová, 2024) ครูจึงต้องพัฒนาทั้งความเข้าใจด้านเทคโนโลยีและความไวต่อความแตกต่างของผู้เรียน เพื่อให้สามารถออกแบบการเรียนรู้ที่เข้าถึงผู้เรียนได้หลากหลายกลุ่ม การเรียนรู้ตลอดชีวิตจึงไม่ได้จำกัดอยู่ที่การเพิ่มความรู้ใหม่ แต่รวมถึงการพัฒนามุมมอง ทักษะ และความสามารถในการปรับตัวของครู

การวิจัยในโรงเรียนมีบทบาทต่อการพัฒนาวิชาชีพของครู เพราะช่วยให้ครูเปลี่ยนจากผู้ปฏิบัติงานตามประสบการณ์ไปสู่ผู้ที่สามารถวิเคราะห์ ตรวจสอบ และพัฒนาการสอนของตนเองอย่างเป็นระบบ การใช้การวิจัยเป็นฐานทำให้ครูสามารถเข้าใจปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียนจากข้อมูลจริง และนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผล และการสนับสนุนผู้เรียนได้ตรงจุดมากขึ้น

วัฒนธรรมการสืบสอบและการสะท้อนคิดช่วยส่งเสริมให้ครูมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และการปรับปรุงการสอนอย่างต่อเนื่อง (Gutierez & Kim, 2018) การพัฒนาวิชาชีพจึงไม่ได้เกิดจากการรับความรู้จากภายนอกเพียงอย่างเดียว แต่เกิดจากความสามารถของครูในการตั้งคำถามต่อการปฏิบัติของตนเอง วิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้น และทดลองแนวทางใหม่ที่ตอบสนองต่อผู้เรียนได้ดีขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและการพัฒนาวิชาชีพจึงเป็นความสัมพันธ์ที่ส่งเสริมกัน เพราะการวิจัยทำให้การพัฒนามีหลักฐานรองรับ และการพัฒนาวิชาชีพทำให้ครูมีคำถามใหม่สำหรับการวิจัยในชั้นเรียน

การเรียนรู้ระหว่างรุ่นช่วยส่งเสริมการแลกเปลี่ยนความรู้และการเติบโตทางวิชาชีพของครู เพราะครูต่างรุ่นมีประสบการณ์ ทักษะ และมุมมองที่แตกต่างกัน (Batista et al., 2024) ครูรุ่นใหม่อาจมีความคล่องตัวด้านเทคโนโลยี ขณะที่ครูที่มีประสบการณ์อาจมีความสามารถด้านความสัมพันธ์ การจัดการชั้นเรียน และความเข้าใจผู้เรียนในเชิงลึก การแลกเปลี่ยนระหว่างรุ่นจึงช่วยเติมเต็มจุดแข็งของกันและกันและทำให้การพัฒนาวิชาชีพมีความสมบูรณ์มากขึ้น

ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพช่วยสนับสนุนการเรียนรู้จากประสบการณ์และการสะท้อนผลร่วมกัน ซึ่งนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงแนวปฏิบัติการสอนอย่างยั่งยืน (Gutierez & Kim, 2018) การพัฒนาครูผ่านชุมชนการเรียนรู้ทำให้ครูไม่ต้องเผชิญปัญหาการสอนเพียงลำพัง แต่มีพื้นที่สำหรับแลกเปลี่ยน ทดลอง วิเคราะห์ และพัฒนาแนวทางร่วมกับเพื่อนร่วมวิชาชีพ แนวทางการเรียนรู้ระหว่างรุ่นและการทำงานร่วมกันยังช่วยจัดการความแตกต่างด้านทักษะ เช่น ความสามารถด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของครูรุ่นใหม่และความสามารถด้านความสัมพันธ์ของครูที่มีประสบการณ์ (Aroca et al., 2022; Batista et al., 2024)

ครูต้องเผชิญความท้าทายจากเทคโนโลยีใหม่ ความต้องการทางการศึกษาที่เปลี่ยนไป และความหลากหลายของผู้เรียน การเรียนรู้ตลอดชีวิตจึงเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาความสามารถใหม่และรักษาคุณภาพการสอน (Burlakova et al., 2019; El-Hmoudová & Loudová, 2024) กลยุทธ์การพัฒนาวิชาชีพควรเชื่อมโยงการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิชาชีพกับการเสริมสร้างความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง (Debbarma & Shivam, 2025) ครูที่เห็นคุณค่าของบทบาทตนเองและเชื่อว่าตนสามารถพัฒนาได้ ย่อมมีแนวโน้มเรียนรู้ ปรับตัว และพัฒนาการสอนอย่างต่อเนื่อง

สถานศึกษาควรให้ความสำคัญกับการศึกษาตลอดชีวิตและการพัฒนาวิชาชีพของครูอย่างต่อเนื่อง เพื่อรักษาคุณภาพการศึกษาและความสามารถในการแข่งขันขององค์กรทางการศึกษา (Jumei, 2022) การพัฒนาครูต้องอาศัยระบบสนับสนุนที่ชัดเจน ทั้งด้านเวลา ทรัพยากร วัฒนธรรมองค์กร และโอกาสในการเรียนรู้ร่วมกัน การวิจัยและการเรียนรู้ร่วมกันจะเกิดผลได้มากขึ้นเมื่อได้รับการสนับสนุนจากสถาบันและสอดคล้องกับเป้าหมายขององค์กร (Batista et al., 2024; Gutierez & Kim, 2018)

สมรรถนะครูแห่งการเรียนรู้ การวิจัย และการพัฒนาวิชาชีพอย่างต่อเนื่องจึงเป็นฐานสำคัญของการพัฒนาครูในศตวรรษที่ 21 ครูที่มีสมรรถนะด้านนี้สามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ ใช้งานวิจัยเพื่อพัฒนาการสอน ทำงานร่วมกับชุมชนวิชาชีพ และปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนและเทคโนโลยีได้อย่างต่อเนื่อง ในบริบทวิศวกรรมศึกษา สมรรถนะนี้ช่วยให้ผู้สอนสามารถพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเทคโนโลยี วิชาชีพ และสมรรถนะของผู้เรียนในอนาคต

ตารางที่ 2-2 การสังเคราะห์สมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21 ตามกรอบคุรุสภา

สมรรถนะหลัก	องค์ประกอบสมรรถนะย่อย (Synthesis Components)	คำอธิบายเชิงสังเคราะห์	บทบาทเชิงการเรียนรู้และวิชาชีพ	อ้างอิง
1) ครูผู้นำธรรมาภิบาลและยึดมั่นศาสตร์พระราชา (Teacher Leadership, Ethics, and Values-Based Education)	1.1 ภาวะผู้นำเชิงค่านิยมและจริยธรรม (Value-awareness leadership)	ความสามารถในการนำการปฏิบัติที่ยึดหลักจริยธรรมและค่านิยมสู่การจัดการศึกษา เพื่อสร้างวัฒนธรรมโรงเรียนที่ตระหนักรู้คุณค่าและส่งเสริมพฤติกรรมเชิงจริยธรรมอย่างเป็นรูปธรรม	ทำหน้าที่เป็น “แกนค่านิยม” ของระบบการเรียนรู้ กำกับทิศทางและบรรทัดฐานการทำงาน/การเรียนรู้	Okanda (2024)
	1.2 บทบาทผู้นำทางจริยธรรมของครูและผู้บริหาร	ความสามารถในการทำหน้าที่ “แบบอย่าง” และทำงานร่วมกันระหว่างครู–ผู้บริหาร เพื่อพัฒนาคุณลักษณะ/ตัวละครผู้เรียนและวัฒนธรรมเชิงบวกขององค์กร	เสริมพลังการสร้างวัฒนธรรมโรงเรียนที่มีคุณธรรม ผ่านการร่วมมือในระดับองค์กร	Gunawan & Gunawan (2019)
	1.3 ภาวะผู้นำแบบผสานและกระจาย (Integrated & distributed leadership)	ความสามารถในการประสานภาวะผู้นำด้านการสอน จริยธรรม และการกระจายบทบาทผู้นำ เพื่อขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาและพัฒนาคุณภาพผู้เรียน	ช่วยให้การเปลี่ยนแปลงเกิดจริงผ่าน “การนำร่วม” มากกว่าการสั่งการ	Servin-Mendieta et al. (2025)
	1.4 การศึกษาตามค่านิยม (Values-based Education: VbE)	นำโปรแกรมที่ปลูกฝังค่านิยมมนุษย์เชิงบวก (เช่น ความไว้วางใจ ความเห็นอกเห็นใจ ความซื่อสัตย์) ให้ส่งผลต่อคุณภาพการสอนและผลลัพธ์ผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง	เชื่อม “ค่านิยม” กับ “ผลลัพธ์การเรียนรู้” ผ่านการจัดกิจกรรม/สภาพแวดล้อมที่เป็นรูปธรรม	Hawkes (2023)

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

สมรรถนะหลัก	องค์ประกอบสมรรถนะย่อย (Synthesis Components)	คำอธิบายเชิงสังเคราะห์	บทบาทเชิงการเรียนรู้และวิชาชีพ	อ้างอิง
	1.5 ความรู้เท่าทันค่านิยม (Values literacy) สำหรับครูก่อนบริการ/ครูปฏิบัติการ	ความสามารถในการเข้าใจความซับซ้อนของ “ค่านิยม” และบทบาทของครูในการสร้างแบบจำลองพฤติกรรมเชิงบวกอย่างมีเหตุผล (ไม่ลดทอนเป็นกิจกรรมเชิงสัญลักษณ์)	ยกระดับการปลูกฝังค่านิยมจาก “สอนให้จำ” ⟶ “สอนให้ตระหนักและลงมือปฏิบัติ”	Christian (2014)
	1.6 ภาวะผู้นำจริยธรรมในบริบทหลากหลาย	ความสามารถในการยึดมั่นค่านิยมหลัก (ซื่อสัตย์ รับผิดชอบ) และปรับใช้ภาวะผู้นำเชิงจริยธรรมให้เหมาะกับบริบทสังคม/วัฒนธรรมที่แตกต่าง	ทำให้การนำเชิงจริยธรรม “ใช้ได้จริง” ในบริบทต่างกัน ไม่เป็นสูตรเดียว	Papaloi et al. (2023); Khanom et al. (2025)
	1.7 การจัดการความตึงเครียดเชิงค่านิยมในภาวะผู้นำ	ความสามารถในการรับมือความขัดแย้งระหว่าง “ความคาดหวังเชิงบริหาร” กับ “หลักจริยธรรม/ค่านิยม” และหลีกเลี่ยงการทำให้การศึกษาศีลธรรมง่ายเกินจริง	ทำให้การนำเชิงจริยธรรมมีความยั่งยืนและไม่ถูกลดทอนเป็นพิธีกรรม	Normore (2008); Christian (2014)

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

สมรรถนะหลัก	องค์ประกอบสมรรถนะย่อย (Synthesis Components)	คำอธิบายเชิงสังเคราะห์	บทบาทเชิงการเรียนรู้และวิชาชีพ	อ้างอิง
2) ครูมืออาชีพในการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาผู้เรียน (Professional Teaching Competency and Student-Centered Learning)	2.1 สมรรถนะบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง	ความสามารถในการใช้เครื่องมือดิจิทัลสร้างประสบการณ์เรียนรู้เชิงโต้ตอบและเฉพาะบุคคล เพื่อตอบโจทย์ความหลากหลายผู้เรียน	ทำให้การเรียนรู้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง “เกิดขึ้นได้จริง” ผ่านเทคโนโลยี	Naimanova et al. (2023)
	2.2 สมรรถนะการใช้ LMS / ทรัพยากรดิจิทัล	ความสามารถในการใช้ระบบจัดการการเรียนรู้และทรัพยากรดิจิทัล พร้อมพัฒนาตนเพื่อเอาชนะข้อจำกัดในการบูรณาการเทคโนโลยี	เป็นเงื่อนไขเชิงระบบของการจัดการเรียนรู้ยุคดิจิทัล	Sutrisno et al. (2024)
	2.3 สมรรถนะการสอนเชิงรุก: วางแผน–จัดกิจกรรม–ประเมิน	ความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้เชิงแอคทีฟ โดยยึดการวางแผน การสอน/โค้ชชิ่ง และการประเมินเพื่อการเรียนรู้	ทำให้ Active learning มีคุณภาพและวัดผลได้	Vásquez et al. (2025)
	2.4 การจัดการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในฐานะ “กิจกรรมวิชาชีพ”	ความสามารถในการจัดการสนับสนุนด้านระเบียบวิธีและการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับลักษณะเฉพาะและความต้องการของผู้เรียน	สะท้อนบทบาทครูในฐานะ “ผู้อำนวยความสะดวก” มากกว่า “ผู้บรรยาย”	Riabovol (2022)
	2.5 การส่งเสริมการเรียนรู้กำกับตนเองและสมรรถนะผู้เรียน	ความสามารถในการสร้างสภาพแวดล้อมที่ผู้เรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ ซึ่งเชื่อมโยงกับความสามารถหลักของผู้เรียนผ่านตัวกลางด้านการเรียนรู้กำกับตนเองและความพึงพอใจในโรงเรียน	ทำให้ผลลัพธ์ผู้เรียนเกิดทั้งด้านสมรรถนะและมิติอารมณ์/แรงจูงใจ	Park & Park (2025)

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

สมรรถนะหลัก	องค์ประกอบสมรรถนะย่อย (Synthesis Components)	คำอธิบายเชิงสังเคราะห์	บทบาทเชิงการเรียนรู้และวิชาชีพ	อ้างอิง
	2.6 สภาพแวดล้อมเรียนรู้แบบ competency-based และผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง	ความสามารถในการออกแบบบริบทเรียนรู้ที่เชื่อมความรู้กับการประยุกต์ใช้ feedback/interaction เพื่อพัฒนาความสามารถ	ลดช่องว่างระหว่างการสอนแบบเดิมกับทักษะที่ระบบสมัยใหม่ต้องการ	Pittich & Ludwig (2022)
	2.7 การพัฒนาทักษะอ่อนผู้เรียนผ่านการสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง	ความสามารถในการใช้แนวทางผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเพื่อพัฒนาทักษะอ่อน เช่น แก้ปัญหา ความคิด สร้างสรรค์ และความฉลาดทางอารมณ์	เชื่อมการเรียนรู้ในห้องเรียนกับสมรรถนะการทำงานในตลาดแรงงาน	Tomory (2023)
3) ครูแห่งการเรียนรู้ การวิจัย และการพัฒนาวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง (Teacher Lifelong Learning, Research, and Professional Development)	3.1 แนวโน้มการเรียนรู้ตลอดชีวิตของครู (lifelong learning)	ความสามารถในการพัฒนาความรู้/ทักษะอย่างต่อเนื่องทั้งแบบทางการและไม่ทางการ เพื่อปรับตัวต่อเทคโนโลยีและความท้าทายใหม่	เป็นฐานของ “ครูที่ไม่หยุดพัฒนา” และเป็นแรงขับคุณภาพการศึกษา	Burlakova et al. (2019); El-Hmoudová & Loudová (2024)
	3.2 การพัฒนาสมรรถนะดิจิทัลและวัฒนธรรมของครู	ความสามารถในการยกระดับ digital & cultural competence เพื่อสอนอย่างมีประสิทธิภาพในห้องเรียนสมัยใหม่และหลากหลาย	เพิ่มความพร้อมของครูต่อบริบทโลกดิจิทัล	El-Hmoudová & Loudová (2024)
	3.3 การวิจัยฐานโรงเรียนเพื่อยกระดับความเป็นมืออาชีพ	ความสามารถในการทำวิจัยในโรงเรียนเพื่อยกระดับการสอนและความรู้โดยนัยของครู นำไปสู่การเปลี่ยนผ่านจากมือใหม่สู่ผู้เชี่ยวชาญ	สร้างวัฒนธรรม evidence-based practice และการพัฒนาบนหลักฐาน	JIA et al. (n.d.)

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

สมรรถนะหลัก	องค์ประกอบสมรรถนะย่อย (Synthesis Components)	คำอธิบายเชิงสังเคราะห์	บทบาทเชิงการเรียนรู้และวิชาชีพ	อ้างอิง
	3.4 วัฒนธรรมการสอบถามและการไตร่ตรอง (inquiry & reflection) ผ่านการโค้ชเพื่อน	ความสามารถในการเรียนรู้ร่วมกันผ่าน peer coaching และ reflective practice เพื่อปรับปรุงการสอนอย่างต่อเนื่อง	ขับเคลื่อน PD แบบยั่งยืนในโรงเรียน/ชุมชนครู	Gutierez & Kim (2018)
	3.5 การเรียนรู้ร่วมกันและ PLC	ความสามารถในการเข้าร่วมชุมชนการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์ สร้างการเปลี่ยนแปลงการสอนอย่างยั่งยืน	เป็นกลไกเชิงสังคมของการพัฒนาวิชาชีพครู	Gutierez & Kim (2018)
	3.6 การเรียนรู้ระหว่างรุ่น (Intergenerational learning)	ความสามารถในการใช้ความหลากหลายรุ่นเป็นทุนความรู้ (เช่น ICT ของรุ่นใหม่ + ทักษะสัมพันธ์ของรุ่นอาวุโส) เพื่อลดช่องว่างและเพิ่มการพัฒนา	เพิ่มพลังการเรียนรู้ร่วมกันและลดความเหลื่อมทักษะในองค์กร	Batista et al. (2024); Aroca et al. (2022)
	3.7 กลยุทธ์ PD แบบมุ่งเป้า + นิเวศวิทยาการเรียนรู้เสริม	ความสามารถในการพัฒนาเชิงระบบ โดยเชื่อม PD กับอัตลักษณ์วิชาชีพและการเพิ่มประสิทธิภาพตนเอง ผ่านการแทรกแซงที่มุ่งเป้า	ทำให้ PD “ตรงจุด” และส่งผลต่อ identity/self-efficacy	Debbarma & Shivam (2025)
	3.8 การจัดลำดับความสำคัญ PD ในระดับองค์กร	ความสามารถในการผลักดันให้โรงเรียน/องค์กรให้ความสำคัญกับ PD ต่อเนื่องเพื่อรักษาคุณภาพและความสามารถแข่งขัน	เปลี่ยน PD จากกิจกรรมรายบุคคล ⟶ เป็นระบบขององค์กร	Jumei (2022)

2.7 อัตลักษณ์ครูช่าง 3 ประการ คิดเป็น ทำเป็น ถ่ายทอดเป็น

อัตลักษณ์ครูช่างเป็นแนวคิดที่สะท้อนคุณลักษณะเฉพาะของครูในสายอาชีวศึกษาและวิศวกรรมศึกษา ซึ่งต้องมีความสามารถมากกว่าการถ่ายทอดความรู้ตามเนื้อหาวิชา ครูช่างต้องเป็นผู้ที่คิดได้อย่างมีเหตุผล ลงมือปฏิบัติได้จริง และสามารถถ่ายทอดความรู้หรือทักษะวิชาชีพให้ผู้เรียนเข้าใจและนำไปใช้ได้ อัตลักษณ์ดังกล่าวสามารถสรุปได้เป็น 3 ประการ ได้แก่ คิดเป็น ทำเป็น และถ่ายทอดเป็น ซึ่งเป็นฐานสำคัญของการพัฒนาครูช่างให้มีความพร้อมทั้งด้านความรู้ ทักษะปฏิบัติ และความสามารถทางการสอน

คำว่า “คิดเป็น” สะท้อนความสามารถทางปัญญาของครูช่างในการเข้าใจหลักวิชา วิเคราะห์ปัญหา วางแผนงาน และตัดสินใจอย่างมีเหตุผล “ทำเป็น” สะท้อนความสามารถในการปฏิบัติงานจริง มีทักษะช่างและความชำนาญในงานที่สอน ไม่ใช่รู้เพียงทฤษฎี “ถ่ายทอดเป็น” สะท้อนความสามารถในการสื่อสาร อธิบาย ชี้แนะ ฝึกฝน และพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความเข้าใจและสามารถปฏิบัติได้จริง อัตลักษณ์ทั้งสามประการจึงมีความสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ เพราะครูช่างที่ดีต้องคิดได้ ทำได้ และสอนได้ในเวลาเดียวกัน

2.7.1 คิดเป็น (Thinking Skill)

คิดเป็น หมายถึง ความสามารถของครูช่างในการใช้ความรู้ ปัญญา และเหตุผลเพื่อทำความเข้าใจหลักวิชา วิเคราะห์สถานการณ์ แก้ปัญหา และวางแผนการทำงานได้อย่างถูกต้อง ครูช่างที่คิดเป็นต้องมีความรู้ในวิชาชีพอย่างลึกซึ้ง เห็นความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับการปฏิบัติ และสามารถใช้หลักการทางวิชาชีพเพื่อตัดสินใจในสถานการณ์จริงได้ การคิดเป็นจึงไม่ใช่เพียงการรู้คำตอบ แต่เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา เลือกใช้ข้อมูลที่เหมาะสม และสร้างแนวทางแก้ไขอย่างมีเหตุผล

ทักษะการคิดครอบคลุมกระบวนการทางปัญญาที่ช่วยให้บุคคลสามารถประมวลผลข้อมูล วิเคราะห์สถานการณ์ แก้ปัญหา และตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะเหล่านี้เป็นฐานสำคัญของความสำเร็จทางวิชาการและการพัฒนาส่วนบุคคล เพราะช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้และนำแนวคิดที่เรียนรู้ไปใช้ในบริบทต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม การคิดอย่างชัดเจน มีเหตุผล และเข้าใจความเชื่อมโยงเชิงตรรกะระหว่างแนวคิดเป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดเชิงวิพากษ์ ซึ่งมีบทบาทโดยตรงต่อการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ (Hidayah et al., 2017) ครูช่างที่มีทักษะการคิดเชิงวิพากษ์จึงสามารถพิจารณาปัญหาทางเทคนิคหรือปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างรอบด้าน ไม่ด่วนตัดสินจากประสบการณ์เพียงอย่างเดียว

ความคิดสร้างสรรค์เป็นส่วนหนึ่งของทักษะการคิดที่ช่วยให้บุคคลสามารถสร้างแนวคิดใหม่ ค้นหาความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างความรู้เดิม และปรับตัวต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงได้ (Dewi & Nasution, 2023) ครูช่างต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ทั้งในการออกแบบงาน การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า

และการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน การสอนงานช่างในสถานการณ์จริงมักเผชิญข้อจำกัดด้านวัสดุ เครื่องมือ เวลา และพื้นฐานของผู้เรียน การคิดสร้างสรรค์ช่วยให้ครูสามารถดัดแปลงวิธีการสอนและวิธีการปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่มีอยู่

ทักษะอภิปัญญาหรือการรู้คิดเกี่ยวกับการคิดของตนเองมีความสำคัญต่อการควบคุมและจัดการกระบวนการเรียนรู้ (Herawati & Fajar, 2017) ครูช่างที่มีอภิปัญญาจะสามารถตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง ประเมินความถูกต้องของการตัดสินใจ และปรับวิธีคิดเมื่อพบว่าข้อมูลหรือสถานการณ์เปลี่ยนแปลง การสอนผู้เรียนให้คิดเป็นจึงต้องเริ่มจากครูที่สามารถสะท้อนการคิดของตนเองและอธิบายกระบวนการคิดให้ผู้เรียนเห็นได้อย่างชัดเจน

การพัฒนาทักษะการคิดต้องอาศัยกลยุทธ์การเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและแลกเปลี่ยนความคิด การเรียนรู้แบบร่วมมือและการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เช่น การคิดเป็นคู่ การแลกเปลี่ยนคำถาม และการสืบสวนกลุ่ม สามารถส่งเสริมการคิดผ่านการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมได้ ครูช่างจึงควรจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้คิด อภิปราย ทดลอง และอธิบายเหตุผลของตนเอง มากกว่าการรับคำตอบจากครูเพียงฝ่ายเดียว

การใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาและความสัมพันธ์ของข้อมูลสามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียนได้ (Chai et al., 2018) ครูช่างสามารถใช้เทคโนโลยีเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลทางเทคนิค ขั้นตอนงาน หรือผลการทดลองอย่างเป็นระบบ การใช้แผนที่ความคิดและแผนที่แนวคิดช่วยจัดระเบียบความรู้ ส่งเสริมการคิดระดับสูง และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา (Burgos et al., 2013) ผู้เรียนในสายช่างมักต้องเชื่อมโยงความรู้หลายด้านเข้าด้วยกัน เช่น วัสดุ เครื่องมือ ขั้นตอน ความปลอดภัย และคุณภาพของงาน การจัดโครงสร้างความคิดให้ชัดเจนช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจงานช่างอย่างเป็นระบบมากขึ้น

ทักษะการคิดควรถูกสอนและฝึกฝนอย่างชัดเจนในทุกสาขาวิชา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลาย การคิดเป็นของครูช่างจึงไม่ได้จำกัดอยู่ที่การแก้โจทย์หรือการอธิบายทฤษฎี แต่ต้องเชื่อมโยงไปสู่การฝึกให้ผู้เรียนสังเกต จำแนก วิเคราะห์ ประเมิน และตัดสินใจในการปฏิบัติงานจริง กระบวนการคิดตั้งแต่ระดับพื้นฐาน เช่น การสังเกตและการจำแนก ไปจนถึงระดับซับซ้อน เช่น การวิเคราะห์และการประเมิน เป็นฐานของการพัฒนาความรู้และการจัดระเบียบความรู้ของผู้เรียน (Burgos et al., 2013)

ครูมีบทบาทสำคัญในการพัฒนานิสัยการคิดของผู้เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต้องใช้การวิเคราะห์และการสะท้อนคิดเชิงวิพากษ์ (Dewi & Nasution, 2023) ครูช่างที่คิดเป็นต้องสามารถออกแบบคำถาม สถานการณ์ และงานปฏิบัติที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดก่อนทำ ระหว่างทำ และหลังทำ การพัฒนาทักษะการคิดในศตวรรษที่ 21 ต้องปรับตัวตามความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและบริบท

ของงานอาชีพ (Hidayah et al., 2017) ครูช่างจึงต้องพัฒนาการคิดของตนเองอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถนำผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ที่เท่าทันโลกวิชาชีพและเทคโนโลยีสมัยใหม่

2.7.2 ทำเป็น (Doing Skill)

ทำเป็น หมายถึง ความสามารถของครูช่างในการลงมือปฏิบัติงานจริงได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย และมีคุณภาพ ครูช่างต้องมีทักษะปฏิบัติ มีความชำนาญในงานช่างที่สอน และสามารถแสดงกระบวนการทำงานให้ผู้เรียนเห็นเป็นแบบอย่างได้ การทำเป็นจึงเป็นหัวใจสำคัญของความเป็นครูช่าง เพราะการสอนงานช่างไม่สามารถอาศัยคำอธิบายเชิงทฤษฎีเพียงอย่างเดียว ผู้เรียนจำเป็นต้องเห็นตัวอย่างการปฏิบัติที่ถูกต้อง เข้าใจขั้นตอน และฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ

ทักษะหมายถึงความสามารถในการใช้ความรู้เพื่อดำเนินการหรือปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูช่างที่ทำเป็นจึงต้องสามารถแปลงความรู้ทางทฤษฎีให้กลายเป็นการปฏิบัติที่ผู้เรียนเห็นและทำตามได้ ความสามารถในการปฏิบัติไม่ได้เกิดจากการรู้เนื้อหาเท่านั้น แต่เกิดจากการฝึกฝนการจัดลำดับการกระทำ การรับรู้ข้อผิดพลาด และการปรับปรุงการทำงานอย่างต่อเนื่อง

ทักษะเป็นพฤติกรรมที่สังเกตได้และเกิดจากระบบการกระทำ เช่น การวางแผน การกำหนดลำดับงาน การระบุอุปสรรค และการเลือกใช้ทรัพยากรเพื่อเอาชนะปัญหา (Beydokhti, 2010) งานช่างจำนวนมากต้องอาศัยลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องและความเข้าใจเงื่อนไขของงานจริง ครูช่างจึงต้องทำให้ผู้เรียนเห็นว่าการปฏิบัติงานไม่ได้เริ่มจากการลงมือทันที แต่เริ่มจากการวางแผน ตรวจสอบเครื่องมือ เตรียมวัสดุ คาดการณ์ความเสี่ยง และควบคุมคุณภาพของงาน

ทักษะสามารถแบ่งเป็นทักษะทั่วไป เช่น การจัดการเวลาและการทำงานเป็นทีม และทักษะเฉพาะโดเมนที่เกี่ยวข้องกับงานเฉพาะทาง (Amareswaran, 2012) ครูช่างต้องพัฒนาทั้งสองด้านควบคู่กัน เพราะการทำงานช่างไม่ได้ต้องการเพียงความชำนาญเฉพาะงาน แต่ต้องใช้ความรับผิดชอบ การสื่อสาร การทำงานร่วมกับผู้อื่น และการจัดการเวลาให้เหมาะสม การทำเป็นในความหมายของครูช่างจึงเป็นสมรรถนะเชิงบูรณาการที่เชื่อมโยงทักษะปฏิบัติ ทักษะวิชาชีพ และทักษะชีวิตเข้าด้วยกัน

การเรียนรู้โดยการลงมือทำเป็นวิธีสำคัญในการได้มาซึ่งทักษะ เพราะเน้นประสบการณ์ตรงและการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในงาน (McLaughlin & Rogers, 2010) ผู้เรียนในสายช่างจะพัฒนาความเข้าใจได้ดีเมื่อได้ปฏิบัติจริง เห็นผลของการกระทำ และได้รับคำแนะนำระหว่างการฝึก การเรียนรู้จากการทำทำให้ผู้เรียนเข้าใจรายละเอียดที่ไม่สามารถเรียนรู้ได้จากตำราเพียงอย่างเดียว เช่น น้ำหนักมือ ความแม่นยำ จังหวะการใช้เครื่องมือ และการตัดสินใจเมื่อเกิดปัญหาเฉพาะหน้า

ประสบการณ์เฉพาะอุตสาหกรรมสามารถเพิ่มทักษะและประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานได้ (Kempf et al., 2017) ครูช่างจึงควรเชื่อมโยงการสอนกับบริบทงานจริง เพื่อให้ผู้เรียนเห็นมาตรฐาน วิธีคิด และข้อจำกัดของการทำงานในวิชาชีพ การเรียนรู้โดยการทำยังถูกนำไปอธิบายในบริบทของ

หุ่นยนต์ ซึ่งระบบสามารถปรับตัวและพัฒนาทักษะผ่านประสบการณ์ได้ การฝึกทักษะในมนุษย์ก็ต้องอาศัยวงจรของการลองทำ รับผลย้อนกลับ ปรับปรุง และฝึกซ้ำจนเกิดความชำนาญ

การพัฒนาทักษะในที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการใช้แนวปฏิบัติ เครื่องมือ และการทำงานร่วมกันหลายรูปแบบเพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพ (Niklasson et al., 2024) ครูช่างจึงต้องเตรียมผู้เรียนให้เข้าใจว่างานช่างจริงไม่ได้เป็นเพียงการทำตามขั้นตอน แต่เป็นการทำงานในระบบที่ต้องประสานกับคน เครื่องมือ วัสดุ เวลา และมาตรฐานคุณภาพ สถานที่ทำงานสมัยใหม่ต้องการทักษะชีวิต ทักษะอ่อน และทักษะการจ้างงาน เพื่อให้บุคคลสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและเศรษฐกิจได้

การฝึกอบรมและการพัฒนาทักษะอย่างต่อเนื่องมีความจำเป็น เพราะทักษะจำนวนมากอาจล้าสมัยเมื่อเทคโนโลยีและลักษณะงานเปลี่ยนแปลง (Amareswaran, 2012) ครูช่างที่ทำเป็นจึงไม่ใช่ผู้ที่หยุดอยู่กับความชำนาญเดิม แต่ต้องพัฒนาทักษะของตนเองให้สอดคล้องกับเครื่องมือ วัสดุ เทคโนโลยี และมาตรฐานวิชาชีพใหม่อยู่เสมอ ความท้าทายของการพัฒนาทักษะยังเกี่ยวข้องกับการเข้าถึงการเรียนรู้ ความเหมาะสมของต้นทุน และความสอดคล้องระหว่างการศึกษากับความต้องการของตลาดแรงงาน การจัดการศึกษาสายช่างจึงต้องเชื่อมโยงกับภาคอุตสาหกรรมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกในบริบทที่ใกล้เคียงกับงานจริง

โอกาสในการพัฒนาทักษะเกิดได้จากการศึกษาอย่างเป็นทางการ แพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์ ความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม และระบบฝึกงาน (Sharma & Poorva, 2023) ครูช่างสามารถใช้โอกาสเหล่านี้ออกแบบการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะได้หลากหลายรูปแบบทั้งในห้องปฏิบัติการ สถานประกอบการ และพื้นที่ดิจิทัล ระบบอัตโนมัติและดิจิทัลทำให้การทำงานเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การเรียนรู้อย่างต่อเนื่องจึงเป็นเงื่อนไขสำคัญของการรักษาความสามารถในการปฏิบัติงาน

การรวมทักษะกับความรู้และนิสัยการทำงานช่วยสร้างกรอบความสามารถที่ครอบคลุมสำหรับความสำเร็จในสภาพแวดล้อมทางการศึกษาและวิชาชีพสมัยใหม่ (McDermott & Daniels, 2023) ครูช่างที่ทำเป็นต้องสามารถแสดงให้ผู้เรียนเห็นทั้งวิธีทำ เหตุผลของการทำ และเจตคติที่ดีต่อการทำงาน เช่น ความประณีต ความปลอดภัย ความรับผิดชอบ และการพัฒนาคุณภาพงานอย่างต่อเนื่อง การทำเป็นจึงเป็นอัตลักษณ์ที่ทำให้ครูช่างมีความน่าเชื่อถือในสายตาผู้เรียน และเป็นฐานสำคัญของการถ่ายทอดทักษะวิชาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ

2.7.3 ถ่ายทอดเป็น (Teaching/Transferring Skill)

ถ่ายทอดเป็น หมายถึง ความสามารถของครูช่างในการสื่อสาร อธิบาย ชี้แนะ สาธิต ฝึกฝน และพัฒนาผู้เรียนให้เข้าใจความรู้หรือทักษะวิชาชีพจนสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ครูช่างที่ถ่ายทอดเป็นต้องไม่เพียงมีความรู้และทำงานได้ แต่ต้องสามารถแปลงความรู้และประสบการณ์ของตนให้เป็น

กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเข้าถึงได้ เข้าใจได้ และฝึกฝนต่อได้ การถ่ายทอดจึงเป็นสะพานเชื่อมระหว่างความรู้ของครูกับความสามารถของผู้เรียน

การถ่ายโอนทักษะหมายถึงความสามารถในการนำทักษะที่เรียนรู้ในบริบทหนึ่งไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือบริบทที่แตกต่างออกไป การสอนของครูช่างจึงไม่ควรมุ่งให้ผู้เรียนทำตามตัวอย่างเฉพาะหน้าได้เท่านั้น แต่ต้องทำให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการของงานจนสามารถปรับใช้กับสถานการณ์อื่นได้ ผู้เรียนที่ถ่ายทอดทักษะได้ดีจะสามารถใช้ความรู้เดิมเพื่อรับมือกับปัญหาใหม่ เครื่องมือใหม่ หรือเงื่อนไขการทำงานที่เปลี่ยนไป

การถ่ายโอนทักษะสามารถแบ่งเป็นการถ่ายโอนใกล้และการถ่ายโอนไกล โดยการถ่ายโอนใกล้เป็นการนำทักษะไปใช้ในบริบทที่คล้ายกัน ส่วนการถ่ายโอนไกลต้องอาศัยการปรับตัวต่อบริบทที่แตกต่างกันอย่างมาก (Aarkrog, 2011) ครูช่างจึงต้องออกแบบการสอนให้ผู้เรียนได้ฝึกทั้งสถานการณ์ที่คล้ายกับตัวอย่างและสถานการณ์ที่ท้าทายมากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนไม่ยึดติดกับขั้นตอนเดิมอย่างตายตัว แต่สามารถเข้าใจหลักการและปรับใช้ได้อย่างเหมาะสม

กระบวนการถ่ายโอนทักษะเกิดได้ทั้งจากการฝึกซ้ำจนเกิดความเป็นอัตโนมัติ และจากการทำความเข้าใจหลักการอย่างมีสติแล้วนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ (Perkins & Salomon, 2018) การสอนงานช่างจึงต้องผสมผสานการฝึกซ้ำเพื่อให้เกิดความคล่องแคล่วกับการอภิปรายเหตุผลของการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจว่าทำไมจึงต้องทำตามขั้นตอนนั้น และเมื่อเงื่อนไขเปลี่ยนไปควรปรับอย่างไร

รูปแบบการสอนที่ส่งเสริมการถ่ายโอนทักษะควรเน้นการฝึกปฏิบัติภายใต้คำแนะนำและการเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีกับการประยุกต์ใช้จริง ครูช่างจึงต้องสาธิตให้เห็นขั้นตอน อธิบายเหตุผล เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติ ให้ข้อมูลย้อนกลับ และค่อย ๆ ลดการช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนมีความสามารถมากขึ้น การถ่ายทอดที่ดีไม่ใช่การบอกทุกอย่างให้ผู้เรียนทำตาม แต่เป็นการออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนค่อย ๆ พัฒนาความสามารถในการคิดและทำด้วยตนเอง

การถ่ายโอนทักษะต้องอาศัยแรงจูงใจของผู้เรียน การบูรณาการเนื้อหาหลักสูตร และการสอนกลยุทธ์การเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ทักษะในบริบทใหม่ได้ ครูช่างจึงต้องทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของทักษะที่เรียน และเข้าใจว่างานที่ฝึกในห้องเรียนสัมพันธ์กับงานจริงอย่างไร เมื่อผู้เรียนเห็นความหมายของการเรียนรู้ โอกาสในการนำทักษะไปใช้ต่อในสถานการณ์อื่นย่อมเพิ่มขึ้น

อุปสรรคสำคัญของการถ่ายโอนทักษะคือการมองว่าการได้มาซึ่งทักษะเป็นเรื่องเฉพาะบุคคลจนละเลยบทบาทของการฝึกปฏิบัติภายใต้คำแนะนำและการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ (Small, 2014) ครูช่างจึงมีบทบาทสำคัญในการจัดโครงสร้างการฝึก ไม่ปล่อยให้ผู้เรียนลองผิดลองถูกโดยไม่มีทิศทาง การให้คำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นข้อผิดพลาดที่ตนเองอาจไม่รู้ตัว และเข้าใจมาตรฐานของการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง

อุปสรรคของการถ่ายโอนทักษะอาจแตกต่างกันตามประเภทของความรู้หรือความเชี่ยวชาญ เช่น ความเข้าใจแนวคิด ทักษะเฉพาะโดเมน หรือกลยุทธ์การแก้ปัญหา ครูช่างจึงต้องเลือกวิธีสอนให้เหมาะกับลักษณะของทักษะที่ต้องการพัฒนา หากเป็นทักษะเชิงกลไกอาจต้องเน้นการสาธิตและฝึกซ้ำ หากเป็นทักษะการวิเคราะห์อาจต้องเน้นการตั้งคำถามและการเปรียบเทียบกรณี หากเป็นทักษะการแก้ปัญหาอาจต้องใช้สถานการณ์จำลองหรือปัญหาจริงเป็นฐานการเรียนรู้

เทคโนโลยีสามารถช่วยสนับสนุนการถ่ายโอนทักษะ โดยเฉพาะทักษะการเคลื่อนไหวละเอียดที่ต้องอาศัยข้อมูลย้อนกลับด้านแรง ตำแหน่ง หรือการเคลื่อนไหว (Endo et al., 2013) ในการเรียนรู้งานช่าง เครื่องมือจำลอง ระบบดิจิทัล หรือสื่อปฏิสัมพันธ์สามารถช่วยให้ผู้เรียนฝึกฝนและรับข้อมูลย้อนกลับก่อนปฏิบัติงานจริง การเรียนรู้การถ่ายโอนในบริบทหุ่นยนต์ยังสะท้อนความสำคัญของการนำทักษะที่เรียนรู้จากสภาพแวดล้อมหนึ่งไปใช้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่คุ้นเคย (Fitzgerald & Thomaz, 2015) การสอนงานช่างในยุคใหม่จึงควรเตรียมผู้เรียนให้ปรับตัวได้ ไม่ใช่เพียงทำตามขั้นตอนเดิมในสถานการณ์เดิม

การถ่ายทอดเป็นจึงเป็นอัตลักษณ์สำคัญของครูช่าง เพราะทำให้ความรู้และทักษะของครูเปลี่ยนเป็นความสามารถของผู้เรียนได้ ครูช่างต้องมีเทคนิคการสอน การสื่อสาร การสาธิต การให้คำแนะนำ การสร้างแรงจูงใจ และการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงทฤษฎีกับการปฏิบัติจริง ผู้เรียนจึงสามารถเข้าใจ ปฏิบัติ และถ่ายโอนทักษะไปใช้ในบริบทวิชาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2-3 การสังเคราะห์ตารางสังเคราะห์อัตลักษณ์ครูช่าง 3 ประการ

อัตลักษณ์ครูช่าง	องค์ประกอบสมรรถนะย่อย (Synthesis Components)	คำอธิบายเชิงสังเคราะห์	กลไกการพัฒนาเชิงการเรียนรู้/วิชาชีพ	อ้างอิงจากวรรณกรรม
คิดเป็น (Thinking Skill)	1) การคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking)	ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงตรรกะ ประเมินข้อมูล และตัดสินใจแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบบนฐานความรู้วิชาชีพ	พัฒนาโดยกิจกรรมที่เน้นการวิเคราะห์ การตั้งคำถาม และการไตร่ตรองเชิงเหตุผล	Halpern (n.d.); Hidayah et al. (2017)
	2) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)	ความสามารถในการสร้างแนวคิดใหม่ ค้นหาความเชื่อมโยงใหม่ระหว่างแนวคิดเดิม เพื่อการออกแบบ นวัตกรรม และการปรับตัวต่อสถานการณ์ใหม่	ส่งเสริมผ่านโจทย์เปิด การออกแบบงาน และการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	Dewi & Nasution (2023); Herawati & Fajar (2017)
	3) ทักษะเชิงอภิปัญญา	ความสามารถในการตระหนักรู้ ควบคุม	พัฒนาโดยการสะท้อนคิด การประเมินตนเอง	Herawati & Fajar (2017)
	4) การคิดระดับสูงข้ามหลักสูตร	ความสามารถในการประยุกต์ทักษะการคิดตั้งแต่พื้นฐานถึงระดับสูงในหลากหลายบริบทและสาขาวิชา	บูรณาการทักษะการคิดอย่างชัดเจนในทุกกลุ่มสาระ	Jacobs et al. (n.d.); Burgos et al. (2013)

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

อัตลักษณ์ครูช่าง	องค์ประกอบสมรรถนะย่อย (Synthesis Components)	คำอธิบายเชิงสังเคราะห์	กลไกการพัฒนาเชิงการเรียนรู้/วิชาชีพ	อ้างอิงจากวรรณกรรม
ทำเป็น (Doing Skill)	5) ทักษะปฏิบัติจริงเชิงวิชาชีพ (Practical Skill)	ความสามารถในการใช้ความรู้ลงมือปฏิบัติได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพและคล่องแคล่ว เป็นแบบอย่างที่ดีในงานช่าง	พัฒนาโดยการฝึกปฏิบัติจริงและงานภาคสนาม	Kaiser & Dillmann (1999)
	6) การวางแผนและลำดับการกระทำ	ความสามารถในการวางแผนงาน ระบุลำดับการปฏิบัติ อุปสรรค และทรัพยากร เพื่อให้การทำงานบรรลุเป้าหมาย	เรียนรู้ผ่านการทำโครงการและงานจริงที่มีความซับซ้อน	Beydokhti (2010)
	7) การเรียนรู้โดยการลงมือทำ (Learning by Doing)	การพัฒนาทักษะผ่านประสบการณ์ตรง การมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น และการสะท้อนจากการปฏิบัติ	เป็นกลไกหลักของการพัฒนาความชำนาญงานช่าง	McLaughlin & Rogers (2010); Kempf et al. (2017)
	8) ทักษะวิชาชีพในบริบทการทำงาน	ความสามารถในการประยุกต์ทักษะทั่วไปและทักษะเฉพาะโดเมนให้สอดคล้องกับบริบทสถานที่ทำงานจริง	เสริมผ่านความร่วมมือกับอุตสาหกรรมและการฝึกงาน	Amareswaran (2012); Niklasson et al. (2024)

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

อัตลักษณ์ครูช่าง	องค์ประกอบสมรรถนะย่อย (Synthesis Components)	คำอธิบายเชิงสังเคราะห์	กลไกการพัฒนาเชิงการเรียนรู้/วิชาชีพ	อ้างอิงจากวรรณกรรม
ถ่ายทอดเป็น (Teaching / Transferring Skill)	9) ความสามารถในการถ่ายโอนทักษะ (Skill Transfer)	ความสามารถในการสื่อสารและออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถนำทักษะไปใช้ได้ทั้งในบริบทใกล้และไกล	พัฒนาโดยการสอนที่เชื่อมทฤษฎีกับการปฏิบัติ	Aarkrog (2011); Perkins & Salomon (2018)
	10) รูปแบบและกลยุทธ์การสอนเพื่อการถ่ายโอน	ความสามารถในการใช้รูปแบบการสอนเชิงโครงสร้าง การฝึกตามคำแนะนำ และการบูรณาการเนื้อหาเพื่อเอื้อต่อการถ่ายโอน	ใช้กิจกรรมเชิงสถานการณ์และงานจริงเป็นตัวกลาง	Wasuri & Traimongkolkul (2006)
	11) การสอนเชิงผู้เชี่ยวชาญและการฝึกปฏิบัติมีแนวทาง	ความสามารถในการชี้แนะ ฝึกขัดเกลา และถ่ายทอด tacit knowledge อย่างเป็นระบบ	ลดอุปสรรคการเรียนรู้จากประสบการณ์เฉพาะบุคคล	Small (2014); Calais et al. (1999)
	12) การใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการถ่ายทอด	ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายโอนทักษะ	ขยายขอบเขตการเรียนรู้และการถ่ายทอดในบริบทสมัยใหม่	Endo et al. (2013); Fitzgerald & Thomaz (2015)

2.8 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวกับสมรรถนะของวิศวกร

สมรรถนะของวิศวกรเป็นคุณลักษณะสำคัญที่สะท้อนความพร้อมของบุคคลในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ การทำงานของวิศวกรในปัจจุบันไม่ได้อาศัยเพียงความรู้ทางเทคนิคหรือความสามารถในการคำนวณเท่านั้น แต่ต้องอาศัยความสามารถในการจัดการ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การตัดสินใจ ความเป็นมืออาชีพ และจริยธรรมทางวิชาชีพ สมรรถนะเหล่านี้ทำให้วิศวกรสามารถปฏิบัติงานในบริบทที่ซับซ้อน มีผู้เกี่ยวข้องหลากหลาย และมีผลกระทบต่อสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมได้อย่างรอบคอบ

โดยทั่วไปสมรรถนะสำคัญของวิศวกรสามารถพิจารณาได้ 5 ด้าน ได้แก่ สมรรถนะด้านเทคนิค สมรรถนะด้านการจัดการ สมรรถนะด้านการสื่อสาร สมรรถนะด้านการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ และสมรรถนะด้านความเป็นมืออาชีพและจริยธรรม ทั้งห้าด้านมีความสัมพันธ์กันและไม่ควรถูกพัฒนาแบบแยกส่วน เพราะการทำงานของวิศวกรในสถานการณ์จริงต้องใช้ความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะหลายด้านควบคู่กัน

2.8.1 สมรรถนะด้านเทคนิค (Technical Competency)

สมรรถนะด้านเทคนิคเป็นพื้นฐานสำคัญของวิศวกร เพราะเกี่ยวข้องกับความรู้เชิงวิชาการ ทักษะเฉพาะทาง และความสามารถในการใช้เครื่องมือหรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาชีพ เช่น การออกแบบ การวิเคราะห์โครงสร้าง การคำนวณ การใช้ซอฟต์แวร์เฉพาะทาง และการประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมในงานจริง วิศวกรที่มีสมรรถนะด้านเทคนิคต้องไม่เพียงเข้าใจทฤษฎี แต่ต้องสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา ออกแบบระบบ และประเมินผลลัพธ์ภายใต้ข้อจำกัดของงานจริงได้

การพัฒนาความสามารถทางเทคนิคและเทคโนโลยีของวิศวกรครูในอนาคตควรครอบคลุมองค์ประกอบด้านแรงจูงใจ การสื่อสาร ความรู้ความเข้าใจ และการสะท้อนตนเอง (Zinchenko & Belgray, 2022) การพัฒนาสมรรถนะด้านเทคนิคจึงไม่ควรถูกมองเป็นการเพิ่มพูนความรู้ทางวิชาชีพเพียงอย่างเดียว แต่ต้องเชื่อมโยงกับความสามารถในการเรียนรู้ วิเคราะห์ตนเอง และปรับตัวต่อเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง วิศวกรครูที่มีสมรรถนะด้านนี้จะสามารถถ่ายทอดความรู้เชิงเทคนิคให้ผู้เรียนเข้าใจ และเชื่อมโยงความรู้นั้นกับบริบทของอุตสาหกรรมสมัยใหม่ได้ดียิ่งขึ้น

วิศวกรในยุคดิจิทัลจำเป็นต้องมีแบบจำลองสมรรถนะที่ผสานทักษะทางเทคนิคเข้ากับองค์ประกอบทางสังคมและมนุษยธรรม (Global Engineering Education Conference, 2022) การทำงานด้านวิศวกรรมในปัจจุบันไม่ได้เกิดขึ้นในพื้นที่ทางเทคนิคที่แยกขาดจากสังคม เพราะเทคโนโลยีทุกประเภทล้วนมีผลกระทบต่อมนุษย์ ชุมชน และสิ่งแวดล้อม วิศวกรจึงต้องสามารถประเมินผลกระทบของเทคโนโลยี ตระหนักถึงความเสี่ยง และเสนอแนวทางแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับความรับผิดชอบต่อสังคม

ความสามารถทางเทคนิคของวิศวกรเป็นการผสมผสานระหว่างความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะส่วนบุคคล เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อความต้องการของเศรษฐกิจและสังคม (Nauryzbayeva et al., 2020) การศึกษาวิศวกรรมจึงควรพัฒนาผู้เรียนผ่านการฝึกอบรมที่มุ่งเน้นอาชีพ การประเมินตนเอง และการปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรม ผู้เรียนที่เข้าใจจุดแข็งและข้อจำกัดของตนเองจะสามารถกำหนดแนวทางพัฒนาทักษะได้เหมาะสมกับเป้าหมายทางวิชาชีพมากขึ้น

ความซับซ้อนของระบบวิศวกรรมทำให้วิศวกรต้องพัฒนาทั้งความสามารถทางเทคนิคและภาวะผู้นำทางเทคนิคไปพร้อมกัน (Godfrey, 2024) โครงการวิศวกรรมจำนวนมากมีขอบเขตงานที่เชื่อมโยงหลายระบบและเกี่ยวข้องกับผู้เชี่ยวชาญหลายฝ่าย วิศวกรจึงต้องเข้าใจภาพรวมของระบบ สามารถประสานความรู้จากหลายสาขา และใช้ภาวะผู้นำเพื่อขับเคลื่อนการตัดสินใจทางเทคนิคให้เหมาะสมกับบริบทของโครงการ

การพัฒนาความสามารถทางเทคนิคเป็นหัวใจสำคัญของการศึกษาวิศวกรรม เพราะช่วยเตรียมนักศึกษาให้พร้อมรับมือกับอุตสาหกรรมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (Nauryzbayeva & Revalde, 2019) การปรับปรุงแนวทางการสอนและการสร้างเงื่อนไขที่เอื้อต่อการเรียนรู้ทำให้นักศึกษาสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีกับการปฏิบัติจริงได้ดีขึ้น การเรียนรู้ด้านเทคนิคจึงควรออกแบบให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด วิเคราะห์ ทดลอง และแก้ปัญหาในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับงานวิศวกรรมจริง

การพัฒนาความสามารถทางวิชาชีพในนักศึกษาวิศวกรรมควรบูรณาการความรู้และทักษะข้ามสาขา โดยอาศัยองค์ประกอบด้านวัตถุประสงค์ ฟังก์ชัน เนื้อหา องค์กร และการประเมิน (Izvorska, 2019) การพัฒนาสมรรถนะด้านเทคนิคจึงต้องมีโครงสร้างที่ชัดเจนและเชื่อมโยงกับเป้าหมายทางการศึกษา การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ห้องปฏิบัติการสหวิทยาการ และกิจกรรมที่เชื่อมโยงวิทยาศาสตร์มนุษยธรรมกับวิทยาศาสตร์เทคนิคสามารถช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของความรู้หลายด้านในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม

การใช้เครื่องมือประเมินการเรียนรู้อัตโนมัติและการจำลองสถานการณ์สามารถสนับสนุนการพัฒนาสมรรถนะด้านวิศวกรรมระบบได้ (Zhang & Wade, 2018) การประเมินในลักษณะนี้ไม่ได้วัดเฉพาะผลลัพธ์สุดท้ายของผู้เรียน แต่ช่วยให้เข้าใจกระบวนการคิด การตัดสินใจ และการวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างการแก้ปัญหา วิศวกรรมศึกษาในยุคใหม่จึงควรใช้การประเมินที่มองเห็นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าการประเมินคำตอบเพียงอย่างเดียว

แบบจำลองสมรรถนะทางวิศวกรรมเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาผู้เชี่ยวชาญให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานโลก (Leslie, 2016) การกำหนดระดับทักษะและเส้นทางอาชีพช่วยให้ผู้เรียนและผู้ประกอบวิชาชีพเข้าใจว่าตนเองควรพัฒนาความสามารถด้านใดในแต่ละช่วงของ

อาชีพ ความร่วมมือระหว่างอุตสาหกรรม สถาบันการศึกษา และองค์กรวิชาชีพจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาหลักสูตรและระบบรับรองสมรรถนะให้สอดคล้องกับความต้องการจริงของภาควิศวกรรม

สมรรถนะด้านเทคนิคจึงเป็นฐานสำคัญของความเป็นวิศวกร แต่การมีความรู้ทางเทคนิคเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการทำงานในยุคปัจจุบัน วิศวกรต้องสามารถประยุกต์ใช้ความรู้อย่างมีวิจารณญาณ ทำงานกับเทคโนโลยีใหม่ เข้าใจผลกระทบของงาน และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตามการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรม

2.8.2 สมรรถนะด้านการจัดการ (Management Competency)

สมรรถนะด้านการจัดการเป็นความสามารถในการวางแผน จัดระบบ ควบคุมทรัพยากร บริหารทีมงาน และติดตามผลการดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมายของโครงการ วิศวกรจำนวนมากต้องทำงานในบทบาทที่เกี่ยวข้องกับการจัดการโครงการ การควบคุมต้นทุน การบริหารเวลา การบริหารความเสี่ยง และการประสานงานกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง สมรรถนะด้านนี้จึงเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้ความรู้ทางเทคนิคสามารถถูกนำไปใช้ในระบบงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การพัฒนาภาวะผู้นำ การจัดการ และความยั่งยืนในหลักสูตรวิศวกรรมช่วยให้ผู้เรียนสามารถรวมความรู้ทางเทคนิคเข้ากับแนวคิดด้านการบริหารและความรับผิดชอบต่ออนาคตได้อย่างเป็นระบบ (Ibrahim et al., 2022) วิศวกรในปัจจุบันต้องสามารถพิจารณาผลกระทบของโครงการตลอดวงจรชีวิต ไม่ว่าจะเป็นด้านทรัพยากร สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย การจัดการทางวิศวกรรมจึงไม่ใช่เพียงการทำให้งานเสร็จตามเวลาและงบประมาณ แต่ต้องทำให้งานมีคุณภาพและยั่งยืน

กรอบสมรรถนะสำหรับผู้จัดการด้านวิศวกรรมควรครอบคลุมทั้งทักษะทางเทคนิคและทักษะระหว่างบุคคล (Barrett, 2020) การบริหารงานวิศวกรรมต้องใช้ความเข้าใจเชิงเทคนิคเพื่อกำกับคุณภาพงาน ขณะเดียวกันต้องใช้ทักษะการสื่อสาร การตัดสินใจ การประสานงาน และการจัดการทีมเพื่อให้โครงการดำเนินไปได้อย่างราบรื่น การพึ่งพาทักษะทางเทคนิคเพียงด้านเดียวอาจทำให้วิศวกรไม่สามารถรับมือกับความซับซ้อนขององค์กรและผู้เกี่ยวข้องได้อย่างเพียงพอ

การทำแผนที่สมรรถนะในการจัดการโครงการช่วยให้องค์กรเห็นความสามารถของบุคลากรในมิติการจัดการโครงการ กระบวนการส่วนบุคคล เทคนิค และบริบททางธุรกิจการประเมินสมรรถนะในลักษณะนี้ช่วยให้องค์กรสามารถออกแบบการพัฒนาบุคลากรได้ตรงกับความต้องการของงานและระดับความซับซ้อนของโครงการ วิศวกรที่ทำหน้าที่บริหารโครงการจึงต้องเข้าใจทั้งงานเทคนิค กระบวนการทำงานของทีม และบริบททางธุรกิจที่ส่งผลต่อความสำเร็จของโครงการ

การใช้แบบจำลองสมรรถนะในการสรรหาและบริหารทรัพยากรมนุษย์ช่วยให้องค์กรสามารถคัดเลือกบุคลากรที่มีความสามารถสอดคล้องกับผลการปฏิบัติงานและศักยภาพในอนาคต (Zhang et al., 2024) การจัดการสมรรถนะจึงมีบทบาทต่อทั้งการพัฒนารายบุคคลและการสร้างความสามารถใน

การแข่งขันขององค์กร ในบริบทวิศวกรรม การมีระบบประเมินและพัฒนาสมรรถนะช่วยให้บุคลากรเห็นเส้นทางการเติบโตของตนเองและพัฒนาทักษะให้สอดคล้องกับบทบาทที่เปลี่ยนแปลง

วิศวกรยุคใหม่มีความต้องการพัฒนาสมรรถนะด้านองค์กรและการจัดการ โดยเฉพาะการทำงานเป็นทีม การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจ และการจัดการความขัดแย้ง (Vrazhnova & Shastina, 2013) การทำงานในองค์กรเทคโนโลยีสูงมักมีความซับซ้อนและต้องอาศัยความร่วมมือของหลายฝ่าย วิศวกรจึงต้องมีความสามารถในการบริหารความสัมพันธ์ จัดการเวลา และตัดสินใจบนฐานข้อมูล ไม่ใช่อาศัยความเชี่ยวชาญเฉพาะทางเพียงอย่างเดียว

ระบบการจัดการสมรรถนะช่วยให้องค์กรประเมินและพัฒนาความสามารถของพนักงานอย่างเป็นระบบผ่านแผนที่ทักษะ การประเมินตนเอง และการประเมินจากหัวหน้างาน (Duncan & Iveson, 2018) การใช้หลักฐานประกอบการประเมินช่วยให้การพัฒนาสมรรถนะมีความชัดเจนและตรวจสอบได้ วิศวกรที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับอย่างเหมาะสมจะสามารถกำหนดเป้าหมายการพัฒนาตนเองได้สอดคล้องกับตำแหน่ง หน้าที่ และความคาดหวังขององค์กร

ความต้องการผู้จัดการที่มีทักษะในภาควิศวกรรมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้วิศวกรมืออาชีพควรพัฒนาทักษะด้านการวางแผน งบประมาณ และการบริหารงานเพื่อเตรียมพร้อมต่อบทบาทผู้นำ การศึกษาด้านการจัดการจึงเป็นส่วนสำคัญของการเติบโตทางวิชาชีพ วิศวกรที่เข้าใจการจัดการจะสามารถเชื่อมโยงความรู้เชิงเทคนิคกับเป้าหมายขององค์กรและการดำเนินงานของทีมได้ดีขึ้น

การกำหนดคำจำกัดความสมรรถนะให้เป็นมาตรฐานช่วยให้ระบบการศึกษาและภาคอุตสาหกรรมสามารถสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านความสามารถได้ตรงกัน (Anido Rifón, 2011) การจัดการศึกษาวิศวกรรมตามสมรรถนะจึงต้องมีภาษากลางที่ช่วยอธิบายระดับความสามารถ ผลลัพธ์การเรียนรู้ และช่องว่างที่ต้องพัฒนาอย่างชัดเจน การสื่อสารสมรรถนะที่เป็นระบบช่วยให้ผู้เรียน ผู้สอน และนายจ้างเข้าใจความคาดหวังร่วมกันได้ดีขึ้น

การจัดการตามสมรรถนะช่วยให้องค์กรปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของตลาดผ่านการระบุจุดแข็ง ช่องว่าง และแนวทางพัฒนาทักษะของบุคลากร (Arruda, 2023) การพัฒนาวิศวกรจึงต้องเชื่อมโยงกับเป้าหมายขององค์กรและความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางธุรกิจ สมรรถนะด้านการจัดการจึงไม่ใช่ทักษะเสริม แต่เป็นความสามารถหลักที่ช่วยให้วิศวกรทำงานในระบบองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.8.3 สมรรถนะด้านการสื่อสาร (Communication Competency)

สมรรถนะด้านการสื่อสารเป็นความสามารถในการถ่ายทอดข้อมูล ความคิด ผลการวิเคราะห์และข้อเสนอทางวิศวกรรมให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม วิศวกรต้องสื่อสารทั้งภายในทีม ภายนอกองค์กร กับลูกค้า ผู้บริหาร ชุมชน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่อาจไม่ได้มีพื้นฐานทางเทคนิค

การสื่อสารจึงเป็นทักษะสำคัญที่ช่วยให้ความรู้ทางวิศวกรรมถูกนำไปใช้ในการตัดสินใจและการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความสามารถในการสื่อสารเป็นทักษะสำคัญสำหรับวิศวกรในการทำงานร่วมกัน นำเสนอแนวคิด และถ่ายทอดข้อมูลไปยังผู้ฟังที่หลากหลาย (Cardoso, 2023) การศึกษาวิศวกรรมจำนวนมากยังคงให้ความสำคัญกับทักษะทางเทคนิคมากกว่าทักษะการสื่อสาร ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างความสามารถของผู้สำเร็จการศึกษากับความต้องการของสถานประกอบการ วิศวกรที่สื่อสารได้ดีจะสามารถทำงานเป็นทีมได้ดีขึ้น อธิบายข้อมูลทางเทคนิคให้เข้าใจง่ายขึ้น และเพิ่มโอกาสในการเติบโตทางวิชาชีพ

ทักษะการสื่อสารมีความสำคัญต่อผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรมในตลาดแรงงานที่มีการแข่งขันสูง เพราะองค์กรจำนวนมากให้ความสำคัญกับผู้ที่สามารถสื่อสารได้ดีควบคู่กับความเชี่ยวชาญทางเทคนิค (Jaheer, 2022) การฝึกอบรมผ่านเวิร์กช็อป การอภิปราย การนำเสนอ และแบบฝึกหัดภาคปฏิบัติสามารถช่วยให้นักศึกษาพัฒนาความสามารถในการสื่อสารได้ การเรียนรู้ด้านการสื่อสารจึงควรถูกออกแบบเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร ไม่ใช่กิจกรรมเสริมที่แยกออกจากการเรียนวิศวกรรม

วิศวกรใหม่มักเรียนรู้การสื่อสารในที่ทำงานผ่านการสังเกตและเลียนแบบเพื่อนร่วมงานที่มีประสบการณ์มากกว่า (Cress & Thomas, 2022) การปรับตัวเข้าสู่ที่ทำงานจึงไม่ได้ขึ้นอยู่กับความรู้ทางเทคนิคเพียงอย่างเดียว แต่เกี่ยวข้องกับการเข้าใจวัฒนธรรมองค์กร วิธีรายงานงาน วิธีสื่อสารความเสี่ยง และวิธีแสดงความเป็นมืออาชีพ การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพยังช่วยลดความเสี่ยงขององค์กรและสะท้อนอัตลักษณ์ทางวิชาชีพของวิศวกร

กิจกรรมที่มีโครงสร้างสามารถช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารของนักศึกษาวิศวกรรมทั้งด้านการพูด การเขียน และการทำงานเป็นทีมได้ (Cruz et al., 2021) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้านการสื่อสารควรเชื่อมโยงกับงานวิศวกรรมจริง เช่น การนำเสนอผลการออกแบบ การเขียนรายงานทางเทคนิค การอธิบายผลการทดลอง และการสื่อสารข้อเสนอเชิงวิศวกรรมต่อผู้ที่ไม่ใช่วิศวกร การฝึกทักษะในบริบทจริงช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจว่าการสื่อสารมีผลต่อความสำเร็จของงานอย่างไร

วิศวกรซอฟต์แวร์และวิศวกรในสาขาเทคโนโลยีจำเป็นต้องมีทักษะการสื่อสารทั้งทางวาจาและลายลักษณ์อักษรเพื่อทำงานร่วมกับทีมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากหลายภูมิหลัง (Symonenko et al., 2019) การทำงานด้านเทคโนโลยีมักต้องประสานความต้องการของผู้ใช้ ผู้พัฒนา ผู้บริหาร และลูกค้า วิศวกรจึงต้องสามารถแปลความต้องการทางธุรกิจหรือสังคมให้เป็นข้อกำหนดทางเทคนิค และสามารถอธิบายข้อจำกัดทางเทคนิคกลับไปยังผู้เกี่ยวข้องได้อย่างเข้าใจง่าย

นายจ้างจำนวนมากพบว่าผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรมยังมีช่องว่างด้านทักษะการสื่อสารเมื่อเทียบกับความคาดหวังของอุตสาหกรรม (Barot, 2020) การปรับหลักสูตรวิศวกรรมให้มีการฝึกอบรมการสื่อสารอย่างจริงจังจึงเป็นแนวทางที่ช่วยเตรียมผู้เรียนให้พร้อมต่อสภาพแวดล้อมทางวิชาชีพ การสื่อสารที่ดีทำให้วิศวกรสามารถถ่ายทอดข้อเท็จจริง ความเสี่ยง ข้อจำกัด และทางเลือกทางเทคนิคได้ชัดเจนขึ้น

การนำเสนอสามารถช่วยพัฒนาทักษะภาษาและการสื่อสารของนักศึกษาวิศวกรรมได้ ทั้งการอ่าน การฟัง การเขียน และการพูด (Kaushal & Talwar, 2021) การใช้กิจกรรมนำเสนอในหลักสูตรจึงช่วยให้ผู้เรียนฝึกจัดระบบความคิด เลือกข้อมูลที่สำคัญ และสื่อสารประเด็นทางเทคนิคให้ผู้อื่นเข้าใจ การฝึกนำเสนออย่างต่อเนื่องยังช่วยให้ผู้เรียนมีความมั่นใจและพร้อมสื่อสารในบริบทการทำงานระดับสากล

การประเมินแบบกำหนดรูปแบบ เช่น การประเมินตนเองและเพื่อน สามารถใช้เป็นกลไกพัฒนาทักษะการสื่อสารด้วยวาจาของนักศึกษาวิศวกรรมได้ แม้ผลลัพธ์อาจขึ้นอยู่กับวิธีออกแบบการประเมินและระดับการมีส่วนร่วมของผู้เรียน (Nikolic et al., 2018) การประเมินด้านการสื่อสารจึงควรเน้นข้อมูลย้อนกลับ การสะท้อนตนเอง และการปรับปรุงผลงาน มากกว่าการให้คะแนนเพียงครั้งเดียว

วิศวกรใช้เวลาสื่อสารจำนวนมากในแต่ละวันทำงาน และทักษะการสื่อสารมีความสัมพันธ์กับความพร้อมในการทำงานทางวิศวกรรม (Jarvie-Eggart et al., 2019) การประเมินและพัฒนาทักษะการสื่อสารตั้งแต่ช่วงต้นของหลักสูตรจึงมีความสำคัญ เพราะผู้เรียนต้องใช้การสื่อสารในการเรียนรู้แบบร่วมมือ การทำโครงงาน และการนำเสนอผลการออกแบบ การพัฒนาทักษะนี้อย่างต่อเนื่องช่วยให้ผู้เรียนพร้อมต่อความท้าทายทางวิชาชีพมากขึ้น

ทักษะการสื่อสารเป็นหนึ่งในคุณสมบัติที่นายจ้างต้องการมากที่สุดในวิชาชีพวิศวกรรม และการขาดทักษะนี้อาจส่งผลต่อโอกาสในการทำงานและความก้าวหน้าในอาชีพวิศวกรจึงควรแสวงหาโอกาสฝึกฝนการสื่อสารอย่างต่อเนื่อง ทั้งในหลักสูตร กิจกรรมวิชาชีพ และสถานการณ์จริง การสื่อสารที่ดีเป็นเครื่องมือที่ทำให้ความรู้ทางเทคนิคเกิดคุณค่าในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

2.8.4 สมรรถนะด้านการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ (Problem-Solving and Decision-Making Competency)

สมรรถนะด้านการแก้ปัญหาและการตัดสินใจเป็นความสามารถในการวิเคราะห์สถานการณ์ที่ซับซ้อน ระบุปัญหา ประเมินทางเลือก ตัดสินใจอย่างรอบคอบ และรับมือกับความไม่แน่นอนหรือความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น งานวิศวกรรมจำนวนมากไม่มีคำตอบสำเร็จรูป วิศวกรจึงต้องใช้ทั้งความรู้ทางเทคนิค ข้อมูล หลักเหตุผล ประสบการณ์ และวิจารณญาณในการเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดภายใต้ข้อจำกัดที่มีอยู่

การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนเป็นทักษะสำคัญในยุคปัจจุบัน และการประเมินทักษะนี้ควรมองผ่านกระบวนการตัดสินใจที่เกิดขึ้นระหว่างการแก้ปัญหา (Wieman & Argenta, 2023) การศึกษาวิศวกรรมจึงควรออกแบบกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนแสดงกระบวนการคิด การเลือกข้อมูล การเปรียบเทียบทางเลือก และเหตุผลของการตัดสินใจ ไม่ใช่วัดเฉพาะคำตอบสุดท้ายของโจทย์

การตัดสินใจและการแก้ปัญหามีความแตกต่างกัน โดยการตัดสินใจมักเกี่ยวข้องกับผลกระทบที่ยาวนานและกว้างขวางกว่า ส่วนการแก้ปัญหามักมุ่งจัดการกับสถานการณ์เฉพาะที่สามารถวัดผลได้ชัดเจนกว่า (Vordermark, 2019) วิศวกรต้องเข้าใจความแตกต่างนี้ เพราะบางสถานการณ์ต้องการการแก้ปัญหาเชิงเทคนิคอย่างรวดเร็ว ขณะที่บางสถานการณ์ต้องการการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ที่คำนึงถึงผลกระทบต่อคน องค์กร และสังคม

การศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนให้ความสำคัญกับความสามารถในการตัดสินใจและการดำเนินการอย่างรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม (Arora & Kaur, 2024) ทักษะการแก้ปัญหาจึงไม่ได้มีความหมายเพียงการหาวิธีทำให้งานสำเร็จ แต่ต้องเป็นการแก้ปัญหาที่คำนึงถึงความยั่งยืนและผลกระทบในระยะยาว วิศวกรในอนาคตต้องสามารถสร้างทางเลือกที่ตอบโจทย์ทั้งด้านเทคนิคและความรับผิดชอบต่อสังคม

การแก้ปัญหาทางวิศวกรรมต้องอาศัยทักษะกระบวนการ เช่น กลยุทธ์ แรงจูงใจ ทัศนคติ และความคิดสร้างสรรค์ ควบคู่กับความรู้ทางเทคนิค (Adams et al., 2008) ผู้เชี่ยวชาญและผู้เริ่มต้นมักมีวิธีคิดในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน เพราะผู้เชี่ยวชาญมีประสบการณ์และโครงสร้างความรู้ที่ช่วยให้มองเห็นรูปแบบของปัญหาได้ลึกกว่า หลักสูตรวิศวกรรมจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกแก้ปัญหาหลากหลายรูปแบบและสะท้อนกระบวนการคิดของตนเอง

การเรียนรู้ที่จะสอนสามารถช่วยให้นักศึกษาวิศวกรรมชั้นปีสุดท้ายพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา เพราะการอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจทำให้ผู้เรียนต้องจัดระบบความรู้ มองเห็นภาพรวม และเชื่อมโยงแนวคิดจากบริบทหนึ่งไปสู่อีกบริบทหนึ่ง (Bowering, 2012) การแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพจึงไม่ใช่เพียงการมีความรู้ แต่ต้องสามารถอธิบายเหตุผล ถ่ายทอดกระบวนการ และประยุกต์ความรู้ในสถานการณ์ใหม่ได้

พื้นฐานทางวิศวกรรม เช่น กระบวนการออกแบบ การประมาณค่า เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม การวิเคราะห์ทางสถิติ และหลักการทางกลศาสตร์ มีบทบาทต่อการแก้ปัญหาและการตัดสินใจทางวิศวกรรม วิศวกรต้องใช้เครื่องมือเหล่านี้เพื่อประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ความปลอดภัย และผลกระทบของทางเลือกต่าง ๆ การตัดสินใจที่ดีจึงต้องอยู่บนฐานของข้อมูลและหลักการ ไม่ใช่การคาดเดาหรือประสบการณ์เฉพาะบุคคลเท่านั้น

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางทฤษฎีกับสถานการณ์จริง และส่งเสริมการร่วมมือระหว่างผู้เรียน การเรียนรู้ในลักษณะนี้ทำให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้ง ฝึกวางแผนการแก้ปัญหา และสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเอง การสะท้อนผลเป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาในระยะยาว

การศึกษาวิศวกรรมตามสมรรถนะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะใหม่และปรับตัวต่อความต้องการของอุตสาหกรรมได้ดีขึ้น (Kovaichelvan, 2014) การมีส่วนร่วมของคณาจารย์และภาคอุตสาหกรรมเป็นปัจจัยสำคัญในการทำให้การพัฒนาสมรรถนะด้านการแก้ปัญหาและการตัดสินใจสอดคล้องกับงานจริง หลักสูตรจึงควรถูกตรวจสอบและปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการของวิชาชีพ

กระบวนการตัดสินใจที่มีโครงสร้างควรเริ่มจากการระบุปัญหา การสร้างทางเลือก การพัฒนาเกณฑ์การตัดสินใจ และการทบทวนผลหลังการตัดสินใจ (Beachboard & Aytes, 2013) วิศวกรที่สามารถสะท้อนผลจากการตัดสินใจเดิมจะเรียนรู้จากประสบการณ์และพัฒนาการตัดสินใจในอนาคตได้ดีขึ้น การแก้ปัญหาและการตัดสินใจจึงเป็นทักษะที่ต้องฝึกฝนผ่านสถานการณ์จริง ข้อมูลย้อนกลับและการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

2.8.5 สมรรถนะด้านความเป็นมืออาชีพและจริยธรรม (Professionalism and Ethical Competency)

สมรรถนะด้านความเป็นมืออาชีพและจริยธรรมเป็นความสามารถในการปฏิบัติงานตามจรรยาบรรณวิชาชีพ มีความซื่อสัตย์ รับผิดชอบ รักษามาตรฐาน และปฏิบัติตามกฎหมายหรือข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง วิศวกรเป็นผู้ประกอบวิชาชีพที่งานของตนมีผลต่อความปลอดภัยของประชาชน คุณภาพชีวิต ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม จริยธรรมจึงเป็นองค์ประกอบที่ต้องพัฒนาไปพร้อมกับความรู้และทักษะทางเทคนิค

การศึกษาวิศวกรรมควรขยายออกจากมิติทางเทคนิคไปสู่การพัฒนาทักษะทางจริยธรรมและความรับผิดชอบต่อสังคม (Monteiro & Sousa, 2024) วิศวกรต้องมีความตระหนักทางสังคมและการเมืองเพื่อให้สามารถใช้ความรู้ทางเทคนิคอย่างรับผิดชอบและยั่งยืน การบูรณาการจริยธรรมในหลักสูตรจึงช่วยให้ผู้เรียนเห็นว่างานวิศวกรรมไม่ได้มีผลเพียงต่อระบบหรือโครงสร้าง แต่มีผลต่อผู้คนและสังคมโดยรวม

คุณธรรมทางวิศวกรรม เช่น ความรอบคอบ ความเป็นกลาง ความจริง และความยุติธรรม มีความสัมพันธ์กับสมรรถนะและจรรยาบรรณวิชาชีพ (Frezza & Greenly, 2024) การตัดสินใจทางวิศวกรรมที่ดีต้องอาศัยทั้งความสามารถทางเทคนิคและคุณธรรมในการพิจารณาผลกระทบอย่างรอบด้าน วิศวกรที่มีความรู้สูงแต่ขาดคุณธรรมอาจตัดสินใจโดยมุ่งผลสำเร็จของงานมากกว่าความปลอดภัยหรือความเป็นธรรมต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

การบรรจุจริยธรรมไว้ในหลักสูตรวิศวกรรมช่วยเตรียมวิศวกรในอนาคตให้สามารถจัดการกับปัญหาทางจริยธรรมที่เกิดขึ้นในการประกอบวิชาชีพได้ (Kim, 2023) การตัดสินใจที่มีจริยธรรมเป็นส่วนหนึ่งของการรักษามาตรฐานวิชาชีพและการคุ้มครองสาธารณชน การฝึกอบรมด้านจริยธรรมจึงควรใช้กรณีศึกษา สถานการณ์จริง และการอภิปรายเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจความซับซ้อนของการตัดสินใจในงานวิศวกรรม

จริยธรรมวิชาชีพของวิศวกรควรเชื่อมโยงกับหลักการพัฒนาสีเขียวและความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม (Hu & Yuan, 2024) วิศวกรต้องตระหนักว่างานของตนอาจส่งผลต่อทรัพยากรธรรมชาติ การใช้พลังงาน และคุณภาพสิ่งแวดล้อม การพัฒนาหลักสูตรที่บูรณาการจริยธรรมกับความยั่งยืนช่วยให้วิศวกรในอนาคตสามารถตัดสินใจโดยคำนึงถึงผลกระทบระยะยาวมากขึ้น

จริยธรรมทางวิศวกรรมเป็นชุดหลักการที่กำหนดพฤติกรรมวิชาชีพของวิศวกร เพื่อให้งานวิศวกรรมเป็นประโยชน์ต่อสังคมและสอดคล้องกับมาตรฐานจริยธรรมวิศวกรต้องพิจารณาความปลอดภัยสาธารณะ สิ่งแวดล้อม และผลกระทบของเทคโนโลยีต่อสังคม การใช้กรณีศึกษาและกรอบการตัดสินใจทางจริยธรรมช่วยให้ผู้เรียนเห็นว่าการตัดสินใจในวิศวกรรมมักมีความซับซ้อนและไม่สามารถตัดสินจากมิติเทคนิคเพียงด้านเดียว

วิศวกรในองค์กรธุรกิจต้องรับผิดชอบต่อจริยธรรมของงานวิศวกรรมและผลกระทบต่อองค์กร สังคม และผู้ใช้ผลงาน (Weil, 2015) การทำงานในองค์กรที่มีเป้าหมายด้านผลกำไรอาจทำให้วิศวกรเผชิญแรงกดดันด้านต้นทุน เวลา และผลประโยชน์ทางธุรกิจ วิศวกรจึงต้องมีความสามารถในการสื่อสาร เจรจา และยืนยันหลักวิชาชีพเพื่อรักษาความปลอดภัยและสวัสดิการของสาธารณะ

สมรรถนะด้านความเป็นมืออาชีพและจริยธรรมจึงเป็นฐานสำคัญของการประกอบวิชาชีพวิศวกรรม วิศวกรต้องสามารถใช้ความรู้ทางเทคนิคควบคู่กับการตัดสินใจที่มีความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์โปร่งใส และคำนึงถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม การพัฒนาวิศวกรที่มีสมรรถนะด้านนี้จะช่วยให้วิชาชีพวิศวกรรมมีความน่าเชื่อถือและสามารถตอบสนองต่อความท้าทายของโลกสมัยใหม่ได้อย่างยั่งยืน

2.9 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวกับอัตลักษณ์ของวิศวกร

อัตลักษณ์ของวิศวกรเป็นแนวคิดที่สะท้อนการรับรู้ตนเองของบุคคลในฐานะสมาชิกของวิชาชีพวิศวกรรม การเป็นวิศวกรไม่ได้หมายถึงการมีความรู้ทางเทคนิคหรือความสามารถในการแก้ปัญหาเท่านั้น แต่รวมถึงวิธีคิด วิธีปฏิบัติ ค่านิยม ความรับผิดชอบ และการทำงานร่วมกับผู้อื่นในบริบทวิชาชีพ อัตลักษณ์ทางวิศวกรรมจึงเป็นผลจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ การปฏิบัติงาน การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และการเชื่อมโยงตนเองเข้ากับบทบาทของวิศวกรในสังคม

อัตลักษณ์ของวิศวกรสามารถพิจารณาได้หลายมิติ โดยทั่วไปอาจแบ่งออกเป็น 4 ด้านหลัก ได้แก่ อัตลักษณ์ด้านความรู้และทักษะ อัตลักษณ์ด้านการแก้ปัญหา อัตลักษณ์ด้านจริยธรรมและความเป็นมืออาชีพ และอัตลักษณ์ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น อัตลักษณ์ทั้ง 4 ด้านมีความสัมพันธ์กัน เพราะวิศวกรที่มีอัตลักษณ์ทางวิชาชีพชัดเจนต้องสามารถใช้ความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาอย่างมีจริยธรรม และทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อสร้างผลลัพธ์ที่มีคุณค่าต่อสังคม

2.9.1 อัตลักษณ์ด้านความรู้และทักษะ (Knowledge and Skills Identity)

อัตลักษณ์ด้านความรู้และทักษะเป็นมิติที่สะท้อนการรับรู้ของบุคคลว่าตนเองมีความรู้ ความสามารถ และความชำนาญที่สอดคล้องกับบทบาทของวิศวกร ความรู้และทักษะไม่ได้เป็นเพียงสิ่งที่ผู้เรียนสะสมจากหลักสูตร แต่เป็นส่วนหนึ่งของการสร้างตัวตนทางวิชาชีพ เมื่อผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับการปฏิบัติงานจริง ผู้เรียนจะเริ่มมองเห็นตนเองในฐานะผู้ที่สามารถคิดและทำงานแบบวิศวกรได้

การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในห้องเรียนกับปัญหาวิศวกรรมจริงช่วยให้นักศึกษาวิศวกรรมชั้นปีแรกเข้าใจความหมายของความรู้ที่เรียนและเห็นความสัมพันธ์กับการปฏิบัติทางวิศวกรรมมากขึ้น (Craig, 2010) การมีส่วนร่วมกับข้อความหรือสถานการณ์จริงทางวิศวกรรมช่วยให้ผู้เรียนไม่ได้มองความรู้เป็นเนื้อหาแยกส่วน แต่เห็นว่าความรู้เป็นเครื่องมือในการทำความเข้าใจและแก้ปัญหาในงานวิชาชีพ การเรียนรู้เช่นนี้ช่วยให้ผู้เรียนเริ่มสร้างความเชื่อมโยงระหว่างตนเองกับบทบาทของวิศวกร

การพัฒนาอัตลักษณ์ความเป็นผู้นำทางวิศวกรรมสามารถเกิดขึ้นผ่านการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนตนเองและพิจารณาว่าตนมีบทบาทอย่างไรในฐานะผู้นำทางวิศวกรรม การเรียนรู้ตามอัตลักษณ์ช่วยให้ผู้เรียนไม่ได้เรียนรู้เฉพาะแนวคิดเรื่องภาวะผู้นำ แต่ได้สำรวจว่าความรู้ ทักษะ และค่านิยมของตนเองสัมพันธ์กับบทบาทของวิศวกรผู้นำอย่างไร การสะท้อนตนเองจึงเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้ความรู้และทักษะเปลี่ยนเป็นส่วนหนึ่งของตัวตนทางวิชาชีพ

ความรู้และอัตลักษณ์มีความสัมพันธ์กันในกระบวนการแบ่งปันและถ่ายโอนความรู้ บุคคลมีแนวโน้มแบ่งปันความรู้แตกต่างกันตามการรับรู้ว่าความรู้นั้นเป็นส่วนหนึ่งของอัตลักษณ์ของตนเองหรือไม่ การสร้างอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมจึงเกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมของการเรียนรู้ร่วมกันในองค์กร

หรือชุมชนวิชาชีพ หากผู้เรียนรับรู้ว่าความรู้ทางวิศวกรรมเป็นส่วนหนึ่งของตัวตนและบทบาทของตนเอง ผู้เรียนย่อมมีแนวโน้มใช้ แบ่งปัน และพัฒนาความรู้นั้นอย่างต่อเนื่อง

การพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิชาชีพต้องเชื่อมโยงสมรรถนะทางวิชาการกับสมรรถนะในสถานที่ทำงาน หลักสูตรวิศวกรรมที่บูรณาการทักษะทางเทคนิค ทักษะวิชาชีพ การสื่อสาร ภาวะผู้นำ และปัญหาจากภาคอุตสาหกรรม ช่วยลดช่องว่างระหว่างการฝึกอบรมทางวิชาการกับการใช้งานจริง ผู้เรียนจึงเห็นว่าการเป็นวิศวกรไม่ได้จำกัดอยู่ที่การรู้ทฤษฎี แต่ต้องสามารถทำงานในบริบทจริงที่มีข้อจำกัดทางสังคม สิ่งแวดล้อม และความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

การสร้างแบบจำลองทักษะและความรู้ของมนุษย์มีความซับซ้อน เพราะพฤติกรรมของมนุษย์อาจอธิบายได้หลายแบบและไม่สามารถลดทอนเป็นแบบจำลองเดียวได้อย่างสมบูรณ์ การพัฒนาอัตลักษณ์ด้านความรู้และทักษะของวิศวกรจึงไม่ควรมองเป็นเพียงการวัดความรู้หรือทักษะตามรายการ แต่ควรมองเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนค่อย ๆ สร้างความเข้าใจ ความชำนาญ และวิธีคิดเชิงวิศวกรรมผ่านประสบการณ์หลายรูปแบบ

อัตลักษณ์ตามทักษะร่วมกันช่วยส่งเสริมการสร้างความรู้ การประสานงาน และผลการทำงานของทีม (Hawkins et al., 2023) ในบริบทวิศวกรรม การรับรู้ว่าทีมมีทักษะร่วมกันหรือมีเป้าหมายทางความรู้รวมกันช่วยให้สมาชิกประสานงานและสร้างความรู้ใหม่ได้ดีขึ้น ผู้เรียนด้านวิศวกรรมจึงควรได้รับประสบการณ์การทำงานร่วมกันที่ทำให้มองเห็นบทบาทของความรู้และทักษะของตนเองในระบบงานของทีม

ความรู้และทักษะควรถูกมองว่ามีความสำคัญเท่าเทียมกันในการทำความเข้าใจพฤติกรรมมนุษย์และการปฏิบัติทางวิชาชีพ (Van Dijk & Bongers, 2013) การศึกษาวิศวกรรมจึงไม่ควรให้ความสำคัญกับความรู้เชิงทฤษฎีโดยแยกจากทักษะปฏิบัติ เพราะอัตลักษณ์ของวิศวกรเกิดจากการบูรณาการระหว่างการรู้ การทำ และการตัดสินใจภายใต้สถานการณ์จริง ผู้เรียนจะพัฒนาอัตลักษณ์ด้านนี้ได้เมื่อสามารถใช้ความรู้และทักษะร่วมกันในการสร้างผลงานทางวิศวกรรมที่มีคุณภาพ

อัตลักษณ์ของวิศวกรรมอุตสาหกรรมสะท้อนการเปลี่ยนผ่านจากทักษะทางประวัติศาสตร์ไปสู่ค่านิยม หน้าที่ และบทบาทสมัยใหม่ของวิศวกร (Darwish & Van Dyk, 2016) วิศวกรในปัจจุบันจึงไม่ได้ถูกกำหนดด้วยทักษะเฉพาะทางเพียงอย่างเดียว แต่ถูกกำหนดด้วยบทบาทที่กว้างขึ้น ทั้งในฐานะผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิค ผู้ให้คำปรึกษา ผู้จัดการระบบ และผู้มีส่วนร่วมต่อการพัฒนาสังคม อัตลักษณ์ด้านความรู้และทักษะจึงต้องพัฒนาให้สอดคล้องกับบทบาทวิศวกรที่เปลี่ยนแปลงในโลกสมัยใหม่

2.9.2 อัตลักษณ์ด้านการแก้ปัญหา (Problem-Solving Identity)

อัตลักษณ์ด้านการแก้ปัญหาเป็นมิติที่สะท้อนการรับรู้ของบุคคลว่าตนเองสามารถคิด วิเคราะห์ และจัดการกับปัญหาทางวิศวกรรมได้อย่างเป็นระบบ การแก้ปัญหาเป็นภาพจำสำคัญของวิชาชีพวิศวกรรม แต่การเป็นวิศวกรในโลกปัจจุบันไม่ได้หมายถึงการแก้โจทย์เฉพาะหน้าเท่านั้น วิศวกรต้อง

สามารถเข้าใจระบบที่ซับซ้อน ระบุปัญหาอย่างถูกต้อง ประเมินผลกระทบ และสร้างแนวทางแก้ไขที่เหมาะสมกับบริบทจริง

การมองวิศวกรเป็นเพียงผู้แก้ปัญหาอาจทำให้อัตลักษณ์ของวิศวกรแคบเกินไป เพราะความท้าทายทางวิศวกรรมจำนวนมากไม่ได้จบลงด้วยการหาคำตอบครั้งเดียว แต่เป็นการจัดการปัญหาที่ซับซ้อน ต่อเนื่อง และเกี่ยวข้องกับระบบหลายมิติ (Darwish & Van Dyk, 2016) การพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมจึงควรขยายจากการมองว่าผู้เรียนเป็นผู้แก้โจทย์ ไปสู่การมองว่าผู้เรียนเป็นผู้เข้าใจปัญหาในระบบจริงและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม

กิจกรรมการแก้ปัญหาร่วมกันช่วยให้นักศึกษาเจรจาต่อรองและสร้างอัตลักษณ์ของตนเองในฐานะวิศวกรผ่านการทำงานเป็นทีมและการมีส่วนร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม (Khosronejad et al., 2021) การแก้ปัญหาในบริบทการเรียนรู้จึงไม่ได้พัฒนาเฉพาะทักษะทางเทคนิค แต่ยังทำให้ผู้เรียนเรียนรู้บทบาทของตนเองในทีม วิธีแสดงความเห็น วิธีรับฟังผู้อื่น และวิธีสร้างการตัดสินใจร่วมกันในฐานะสมาชิกของชุมชนวิศวกรรม

ภาษาที่นักศึกษาวิศวกรรมใช้ระหว่างกิจกรรมการแก้ปัญหามีผลต่อการรับรู้ตนเองในฐานะวิศวกร นักศึกษาบางกลุ่มอาจมองตนเองเป็นเพียงผู้เรียนในบริบทวิชาการมากกว่าการเป็นวิศวกรในอนาคต (Koro-Ljungberg et al., 2017) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นงานวิชาการเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอต่อการสร้างอัตลักษณ์ทางวิชาชีพ หลักสูตรวิศวกรรมจึงควรเชื่อมโยงปัญหาในชั้นเรียนกับบริบทการทำงานจริง เพื่อให้ผู้เรียนเห็นว่าการแก้ปัญหาที่เรียนอยู่มีความหมายต่อบทบาทวิศวกรอย่างไร

การเรียนรู้ร่วมกันและเทคโนโลยีมีบทบาทในการสร้างอัตลักษณ์ทางวิชาชีพของนักศึกษาวิศวกรรม เพราะการเรียนรู้เป็นกระบวนการของการกลายเป็นมืออาชีพผ่านประสบการณ์ การตัดสินใจ และการปฏิบัติร่วมกัน (Khosronejad et al., 2016) เมื่อผู้เรียนใช้เทคโนโลยีเพื่อค้นหาข้อมูล ประเมินทางเลือก และร่วมตัดสินใจในงานวิศวกรรม ผู้เรียนจะค่อย ๆ พัฒนาวิธีคิดและวิธีปฏิบัติที่สอดคล้องกับบทบาทวิศวกร

การเรียนรู้ตามปัญหาและการเข้าถึงโครงการจริงร่วมกับภาคอุตสาหกรรมช่วยเสริมสร้างอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมของนักศึกษา (Murray et al., 2018) ประสบการณ์จริงทำให้ผู้เรียนเข้าใจว่างานวิศวกรรมมีเงื่อนไขและความซับซ้อนมากกว่าปัญหาในตำรา การมีแบบอย่างจากอุตสาหกรรมและการได้รับคำแนะนำจากผู้ปฏิบัติงานจริงช่วยให้ผู้เรียนเห็นเส้นทางการเติบโตในวิชาชีพและรับรู้ตนเองในฐานะวิศวกรได้ชัดเจนขึ้น

การระบุปัญหาและการกำหนดปัญหาเป็นทักษะสำคัญที่ควรได้รับการพัฒนาในนักศึกษาวิศวกรรมผ่านการเรียนรู้เชิงปัญหาและกิจกรรมที่เน้นการเรียนรู้เชิงรุก (Guerra & Bøgelund, 2015) การแก้ปัญหาที่มีคุณภาพเริ่มจากการเข้าใจว่าปัญหาที่แท้จริงคืออะไร ผู้เรียนที่ฝึกตั้งคำถาม วิเคราะห์

สถานการณ์ และกำหนดขอบเขตปัญหาด้วยตนเองจะพัฒนาอัตลักษณ์ในฐานะผู้คิดและผู้ตัดสินใจเชิงวิศวกรรมได้มากขึ้น

กิจกรรมการแก้ปัญหาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้รับอิทธิพลจากวัฒนธรรมองค์กร ลำดับชั้นการตัดสินใจ และพฤติกรรมการทำงานร่วมกันของวิศวกร (Tsuru et al., 2014) การสร้างอัตลักษณ์ด้านการแก้ปัญหาจึงไม่ได้เกิดจากตัวผู้เรียนเพียงลำพัง แต่สัมพันธ์กับระบบงานที่ผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วม วิศวกรที่ทำงานในบริบทต่างกันอาจมีวิธีแก้ปัญหาและรูปแบบการร่วมมือที่แตกต่างกันตามวัฒนธรรมขององค์กรและประเทศ

การฝึกอบรมนักศึกษาวิศวกรรมด้านการแก้ปัญหามีความจำเป็น เพราะผู้เรียนจำนวนมากยังมีความท้าทายในการนำความรู้ทางทฤษฎีไปใช้กับสถานการณ์จริง การออกแบบการเรียนรู้จึงต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกประยุกต์ใช้ความรู้กับปัญหาที่หลากหลาย รับข้อมูลย้อนกลับ และปรับปรุงวิธีคิดอย่างต่อเนื่อง การแก้ปัญหาเป็นอัตลักษณ์ที่เกิดจากการฝึกฝน ไม่ใช่ความสามารถที่เกิดขึ้นจากการเรียนทฤษฎีเพียงอย่างเดียว

การพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมได้รับอิทธิพลจากภูมิหลัง ประสบการณ์ และบริบทของสถาบันการศึกษา (Matusovich et al., 2011) กิจกรรมที่สร้างประสบการณ์ร่วมกัน เช่น ชุมชนการศึกษา โครงการร่วม หรือกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนได้ทำงานแบบวิศวกร สามารถสนับสนุนการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิชาชีพได้ การสร้างอัตลักษณ์ด้านการแก้ปัญหาจึงควรคำนึงถึงความหลากหลายของผู้เรียนและออกแบบประสบการณ์ที่ช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นตนเองในบทบาทวิศวกร

ความคิดสร้างสรรค์และแรงบันดาลใจมีบทบาทต่อการแก้ปัญหาในการศึกษาด้านวิศวกรรม การใช้วิธีการสอนที่สร้างสรรค์ เช่น ละคร วิดีโอ การสร้างแบบจำลอง การทำงานร่วมกัน และการอภิปราย ช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมและส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึก (Nordström & Korpelainen, 2011) อัตลักษณ์ด้านการแก้ปัญหาจึงควรรวมทั้งการคิดอย่างเป็นระบบและการคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาแนวทางใหม่ในการจัดการปัญหาทางวิศวกรรม

2.9.3 อัตลักษณ์ด้านจริยธรรมและความเป็นมืออาชีพ (Ethics and Professionalism Identity)

อัตลักษณ์ด้านจริยธรรมและความเป็นมืออาชีพเป็นมิติที่สะท้อนการรับรู้ของวิศวกรว่าตนเองต้องปฏิบัติงานภายใต้จรรยาบรรณ ความรับผิดชอบต่อสังคม และมาตรฐานของวิชาชีพ วิศวกรรมเป็นวิชาชีพที่ผลงานมีผลต่อความปลอดภัย คุณภาพชีวิต เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม วิศวกรจึงต้องไม่เพียงมีความสามารถทางเทคนิค แต่ต้องมีความซื่อสัตย์ ความรับผิดชอบ และความสามารถในการตัดสินใจทางจริยธรรมในสถานการณ์ที่ซับซ้อน

เทคโนโลยีและการเปลี่ยนแปลงทางสังคมส่งผลให้กรอบจริยธรรมวิชาชีพต้องได้รับการปรับให้ทันสมัยอยู่เสมอ (Schünemann, 2023) วิศวกรในยุคปัจจุบันต้องเผชิญสถานการณ์ที่เทคโนโลยีมีผลกระทบต่อข้อมูลส่วนบุคคล ความปลอดภัย ความเป็นธรรม และความไว้วางใจของสังคม อัต

ลักษณ์ทางจริยธรรมจึงต้องเชื่อมโยงกับความสามารถในการประเมินผลกระทบของเทคโนโลยีและการตัดสินใจอย่างรับผิดชอบ

วิศวกรต้องให้ความสำคัญกับความปลอดภัย สุขภาพ และสวัสดิการของประชาชนและสิ่งแวดล้อมมากกว่าผลประโยชน์ทางการค้า (Murthy et al., 2020) การฝึกอบรมจริยธรรมทางวิศวกรรมจึงมีความสำคัญต่อการเตรียมผู้เรียนให้รับมือกับสถานการณ์ที่อาจเกิดความขัดแย้งระหว่างหน้าที่ทางวิชาชีพ ผลประโยชน์ส่วนบุคคล และแรงกดดันจากองค์กร ผู้เรียนต้องได้ฝึกพิจารณากรณีปัญหาจริงและใช้หลักจริยธรรมในการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล

ความเป็นมืออาชีพสามารถพิจารณาผ่านบทบาทที่คาดหวังและคุณลักษณะเชิงคุณธรรมของผู้ประกอบวิชาชีพ เช่น ความซื่อสัตย์และความรับผิดชอบ (Kong et al., 2019) วิศวกรที่มีอัตลักษณ์ความเป็นมืออาชีพจึงต้องแสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพและสร้างความไว้วางใจให้กับผู้เกี่ยวข้อง อัตลักษณ์ด้านนี้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้ตนเองเพียงอย่างเดียว แต่ต้องปรากฏผ่านการปฏิบัติงานจริงและการรับผิดชอบต่อผลของการกระทำ

การเรียนรู้ร่วมกันและเทคโนโลยีมีบทบาทต่อการกำหนดอัตลักษณ์ทางวิชาชีพของนักศึกษาวิศวกรรม โดยเฉพาะเมื่อผู้เรียนต้องร่วมกันตัดสินใจและมีส่วนร่วมกับงานวิศวกรรมที่หลากหลาย (Khosronejad et al., 2016) การตัดสินใจร่วมกันในกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกพิจารณาทั้งเหตุผลทางเทคนิคและความรับผิดชอบต่อผู้อื่น อัตลักษณ์ทางจริยธรรมจึงสามารถพัฒนาได้ผ่านประสบการณ์ที่ผู้เรียนต้องเผชิญกับทางเลือกและผลกระทบของการตัดสินใจ

การเรียนรู้แบบบูรณาการกับการทำงานช่วยพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิชาชีพและจริยธรรมของผู้เรียน เพราะผู้เรียนมีโอกาสนำความรู้ไปใช้ในสภาพแวดล้อมจริงและเผชิญสถานการณ์ที่ต้องตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน (Zegwaard et al., 2017) ประสบการณ์การทำงานจริงช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความคาดหวังของนายจ้าง มาตรฐานวิชาชีพ และผลกระทบของการตัดสินใจในงาน ผู้เรียนจึงพัฒนาอัตลักษณ์จากการรับรู้บทบาทจริงของตนเองในบริบทวิชาชีพ

ประสบการณ์โครงการปลายหลักสูตรช่วยให้นักศึกษาวิศวกรรมซอฟต์แวร์เชื่อมโยงตนเองกับวิชาชีพจริงและลดช่องว่างระหว่างสภาพแวดล้อมทางวิชาการกับการทำงาน (Parker, 2017) อัตลักษณ์ทางวิชาชีพที่ชัดเจนช่วยเพิ่มความมุ่งมั่นในอาชีพและลดความเสี่ยงจากความเหนื่อยล้าทางวิชาชีพ ผู้เรียนที่ได้มีประสบการณ์ใกล้เคียงกับงานจริงจะเห็นความหมายของบทบาทวิศวกรและความรับผิดชอบที่มากกว่าการทำงานให้เสร็จตามโจทย์

การศึกษาจริยธรรมทางวิศวกรรมในแต่ละประเทศมีความแตกต่างกันตามบริบททางสังคมและวัฒนธรรม (Downey et al., 2015) การพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมจึงสัมพันธ์กับความเข้าใจเรื่องความรับผิดชอบทางจริยธรรมในระดับท้องถิ่นและระดับสากล วิศวกรต้องสามารถปรับตัวต่อความ

คาดหวังของสังคมที่เปลี่ยนแปลง และเข้าใจว่ามาตรฐานทางจริยธรรมไม่ได้เกิดขึ้นในสุญญากาศ แต่สัมพันธ์กับบริบทของประเทศ วัฒนธรรม และระบบวิชาชีพ

ความขัดแย้งระหว่างผลประโยชน์ของลูกค้ากับมาตรฐานจริยธรรมเป็นสถานการณ์ที่วิศวกรอาจต้องเผชิญในการประกอบวิชาชีพ อัตลักษณ์ด้านจริยธรรมจึงต้องช่วยให้วิศวกรสามารถยืนอยู่บนหลักการของความซื่อสัตย์ ความปลอดภัย และประโยชน์สาธารณะ แม้ต้องเผชิญแรงกดดันจากผลประโยชน์ขององค์กรหรือผู้ว่าจ้าง

การบูรณาการความเป็นมืออาชีพและจริยธรรมเข้าสู่หลักสูตรวิศวกรรมช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับปัจจัยทางสังคมและจริยธรรม การผลิตวิศวกรที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมต้องอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเห็นผลกระทบของงานวิศวกรรมต่อผู้คนและสังคม การสอนจริยธรรมจึงควรเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ทางวิศวกรรม ไม่ใช่หัวข้อแยกที่อยู่นอกกระบวนการพัฒนาวิชาชีพ

การจัดสัมมนาหรือกิจกรรมในหลักสูตรวิศวกรรมโยธาที่เน้นจริยธรรม ความเป็นมืออาชีพ ความปลอดภัย และกรณีศึกษาทางวิศวกรรม ช่วยให้นักศึกษาเห็นบทบาทของวิศวกรในสังคมและความรับผิดชอบที่เกี่ยวข้องกับงานวิชาชีพ อัตลักษณ์ด้านจริยธรรมและความเป็นมืออาชีพจึงควรถูกพัฒนาผ่านการอภิปรายกรณีจริง การพิจารณาผลกระทบ และการฝึกตัดสินใจอย่างมีหลักการ

2.9.4 อัตลักษณ์ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น (Teamwork and Collaboration Identity)

อัตลักษณ์ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่นสะท้อนการรับรู้ของวิศวกรว่าตนเองเป็นสมาชิกของทีม ชุมชนวิชาชีพ และระบบงานที่ต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายฝ่าย งานวิศวกรรมส่วนใหญ่ไม่สามารถสำเร็จได้ด้วยบุคคลเพียงคนเดียว แต่ต้องใช้การสื่อสาร การประสานงาน การแบ่งบทบาทการทำงานข้ามสาขา และการร่วมตัดสินใจ วิศวกรจึงต้องพัฒนาอัตลักษณ์ที่มองเห็นตนเองเป็นส่วนหนึ่งของทีมและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อัตลักษณ์ทางการเรียนรู้เชิงบวกมีความสัมพันธ์กับความสำเร็จและการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา โดยการตั้งคำถามและการให้เหตุผลเป็นกลยุทธ์ที่ช่วยพัฒนาทักษะการคิดและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน (Swensen, 2015) แม้งานวิจัยนี้อยู่ในบริบทอัตลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แต่แนวคิดเรื่องการสร้างสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนอัตลักษณ์เชิงบวกสามารถเชื่อมโยงกับวิศวกรรมศึกษาได้ เพราะการทำงานร่วมกันในทีมวิศวกรรมต้องอาศัยการตั้งคำถาม การให้เหตุผล และการยอมรับบทบาทของสมาชิกแต่ละคน

ความร่วมมือระหว่างประเทศและการเรียนรู้แบบบูรณาการเนื้อหากับภาษาเปิดโอกาสให้ผู้สอนและผู้เรียนสำรวจอัตลักษณ์ของตนเองในฐานะนักการศึกษาหรือผู้เรียนที่ทำงานในบริบทสากล การทำงานร่วมกับผู้อื่นในวิศวกรรมไม่ได้จำกัดอยู่ในทีมภายในองค์กร แต่ขยายไปสู่ความร่วมมือข้าม

สถาบัน ข้ามภาษา และข้ามวัฒนธรรม วิศวกรจึงต้องพัฒนาอัตลักษณ์ที่เปิดรับความหลากหลายและสามารถสื่อสารในบริบทสากลได้

ทักษะการทำงานเป็นทีมเป็นความสามารถทางสังคมที่จำเป็นต่อการทำงานในสภาพแวดล้อมวิชาชีพ และซอฟต์แวร์สนับสนุนการทำงานร่วมกันสามารถช่วยพัฒนาการสื่อสาร การวางแผน และการจัดการเอกสารในงานออกแบบวิศวกรรมได้ (Gidion & Buchal, 2013) การเรียนรู้ด้านวิศวกรรมจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้เครื่องมือดิจิทัลในการประสานงาน แบ่งงาน ติดตามความก้าวหน้า และร่วมสร้างผลงาน เพราะการทำงานเป็นทีมในยุคปัจจุบันเกิดขึ้นทั้งในพื้นที่จริงและพื้นที่ดิจิทัล

การทำงานเป็นทีมประกอบด้วยการสื่อสาร การประสานงาน และการทำงานร่วมกันเพื่อบรรลุเป้าหมายร่วม (Driskell et al., 2018) ทีมที่มีประสิทธิภาพไม่ได้เกิดจากการรวมคนเก่งเข้าด้วยกันเท่านั้น แต่ต้องมีโครงสร้าง บทบาท ความไว้วางใจ และกระบวนการทำงานที่เอื้อต่อความร่วมมือ วิศวกรที่มีอัตลักษณ์ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่นต้องเข้าใจทั้งบทบาทของตนเองและบทบาทของสมาชิกคนอื่นในระบบงาน

การศึกษาด้วยตนเองแบบร่วมกันสามารถพัฒนาอัตลักษณ์ของทีมและอัตลักษณ์ของบุคคลผ่านการเผชิญกับความตึงเครียด การสะท้อนผล และการเรียนรู้ร่วมกันในชุมชนวิชาชีพ (Tuval et al., 2011) การทำงานร่วมกันจึงไม่ใช่เพียงการแบ่งงาน แต่เป็นกระบวนการที่สมาชิกต้องเรียนรู้ ปรับตัว และสร้างความหมายร่วมกันต่อเป้าหมายของทีม อัตลักษณ์ทีมเกิดขึ้นเมื่อสมาชิกเห็นว่าตนเองมีส่วนร่วมต่อความสำเร็จและการเติบโตของกลุ่ม

การทำงานร่วมกันในองค์กรสมัยใหม่ต้องอาศัยทั้งปฏิสัมพันธ์ในชีวิตประจำวันและกระบวนการที่มีโครงสร้างเพื่อสนับสนุนการทำงานของทีม (Cooper, 2012) วิศวกรรมความร่วมมือทำให้เห็นว่าการทำงานเป็นทีมต้องพึ่งพาพลวัตของคน ระบบสารสนเทศ และความยืดหยุ่นของกระบวนการ วิศวกรจึงต้องสามารถปรับวิธีสื่อสารและวิธีทำงานให้เหมาะกับปัญหา ทีม และบริบทขององค์กร

นักศึกษาอาจตระหนักถึงเทคโนโลยีการทำงานร่วมกันหลายรูปแบบ แต่ยังใช้งานจริงได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ หากไม่ได้รับการสอนหรือการสนับสนุนที่เหมาะสม (Tabatabaei & Lam, 2013) ผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญในการออกแบบกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีเพื่อการทำงานเป็นทีมอย่างมีเป้าหมาย ไม่ใช่เพียงใช้เครื่องมือดิจิทัลเพื่อส่งงานหรือสื่อสารพื้นฐานเท่านั้น

การสื่อสารอัตลักษณ์ในทีมเสมือนมีผลต่อความสามัคคีและประสิทธิภาพของทีม โดยการเลือกเครื่องมือสื่อสารที่เหมาะสมช่วยให้สมาชิกแสดงบทบาทและตัวตนในทีมได้ชัดเจนขึ้น (Wilson et al., 2015) การทำงานทางวิศวกรรมในปัจจุบันจำนวนมากเกิดขึ้นในทีมที่กระจายตัวทางภูมิศาสตร์หรือทำงานผ่านระบบออนไลน์ วิศวกรจึงต้องสามารถสร้างความไว้วางใจ สื่อสารบทบาท และรักษาความร่วมมือในสภาพแวดล้อมเสมือนได้

การแบ่งปันข้อมูลจำลองผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลช่วยส่งเสริมการทำงานร่วมกันของวิศวกรในกระบวนการวิเคราะห์และจำลองสถานการณ์ทางวิศวกรรม (Gargiulo et al., 2015) การทำงานร่วมกันในงานวิศวกรรมสมัยใหม่มักเกี่ยวข้องกับข้อมูลจำนวนมาก แบบจำลอง ผลลัพธ์การวิเคราะห์ และคำอธิบายประกอบที่ต้องใช้ร่วมกันระหว่างทีม การแบ่งปันข้อมูลอย่างเป็นระบบช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการตัดสินใจและการประสานงานของทีม

การชี้แจงการรับรู้เกี่ยวกับอัตลักษณ์วิศวกรตั้งแต่ระยะแรกช่วยให้นักศึกษารับผิดชอบเส้นทางอาชีพของตนเองและพัฒนาความมุ่งมั่นต่อการเรียนด้านวิศวกรรมได้ดีขึ้น (Rouvrais & Chelin, 2010) การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก การฝึกงาน และประสบการณ์ปฏิบัติช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นเส้นทางอาชีพและบทบาทของตนเองในวิชาชีพ อัตลักษณ์ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่นจึงควรถูกพัฒนาตั้งแต่ช่วงต้นของการศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจว่าวิศวกรต้องเติบโตผ่านการทำงานร่วมกับคน ระบบ และชุมชนวิชาชีพ

อัตลักษณ์ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่นเป็นองค์ประกอบสำคัญของความเป็นวิศวกรในศตวรรษที่ 21 วิศวกรต้องสามารถสื่อสาร ทำงานเป็นทีม ใช้เทคโนโลยีสนับสนุนความร่วมมือ และทำงานข้ามสาขาได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนาอัตลักษณ์ด้านนี้ช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นตนเองไม่ใช่เพียงผู้เชี่ยวชาญรายบุคคล แต่เป็นสมาชิกของระบบวิชาชีพที่ต้องสร้างคุณค่าร่วมกับผู้อื่น

2.10 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวกับ KSEC Model

KSEC Model เป็นกรอบแนวคิดการพัฒนาสมรรถนะที่ขยายจากโมเดล KSA (Knowledge, Skills, Attitudes) ดั้งเดิม โดยเปลี่ยนมิติด้าน Attitudes ไปสู่มิติทางคุณค่าและคุณลักษณะส่วนบุคคลที่ลึกกว่า กล่าวคือ Ethics (จริยธรรม) และ Character (คุณลักษณะ) ซึ่งสอดคล้องกับทิศทางของการศึกษาทางวิศวกรรมในระดับอุดมศึกษาที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาวิศวกรในภาพรวม (whole engineer) ไม่ใช่เพียงทักษะทางเทคนิคเท่านั้น แต่รวมถึงความรับผิดชอบทางวิชาชีพและคุณลักษณะนิสัยที่พึงประสงค์ของวิชาชีพวิศวกร (Hess & Fore, 2018; Reimagining Engineering Ethics, 2020) โมเดล KSEC จึงประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

Knowledge (ความรู้): องค์ความรู้เฉพาะทางและความเข้าใจเชิงทฤษฎีที่จำเป็นต่อการประกอบวิชาชีพวิศวกรรม ครอบคลุมทั้งความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ตลอดจนกฎระเบียบ มาตรฐานทางวิชาชีพ และหลักการที่เกี่ยวข้องในสาขาเฉพาะทาง อันเป็นรากฐานของการตัดสินใจและการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม

Skills (ทักษะ): ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้สู่การปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครอบคลุมทั้งทักษะเชิงเทคนิค (technical skills) เช่น การออกแบบ การวิเคราะห์ข้อมูล

การใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีในวิชาชีพ และทักษะอ่อน (soft skills) เช่น การคิดเชิงวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร และการทำงานเป็นทีม ซึ่งเป็นทักษะสำคัญของวิศวกรในศตวรรษที่ 21

Ethics (จริยธรรม): หลักจริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพที่ชี้นำการตัดสินใจและการปฏิบัติงานของวิศวกร ครอบคลุมความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ความซื่อสัตย์ ความปลอดภัยสาธารณะ ตลอดจนการตระหนักรู้ในผลกระทบของเทคโนโลยีต่อมนุษย์และสังคม จริยธรรมในกรอบ KSEC ไม่ใช่เพียงความรู้เชิงนามธรรมเกี่ยวกับหลักจริยศาสตร์ หากแต่เป็นความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรม (ethical reasoning) และการตัดสินใจในสถานการณ์ที่ซับซ้อน (Hess & Fore, 2018)

Character (คุณลักษณะ): คุณลักษณะนิสัยและคุณธรรมส่วนบุคคล (virtues) ที่หล่อหลอมพฤติกรรมของวิศวกรในระยะยาว ครอบคลุมคุณลักษณะเชิงปัญญา (intellectual virtues) เช่น ความถ่อมตน ความใฝ่รู้ และความซื่อตรงทางวิชาการ ตลอดจนคุณลักษณะเชิงศีลธรรม (moral virtues) เช่น ความกล้าหาญ ความยุติธรรม และความมุ่งมั่น ในขณะที่จริยธรรม (Ethics) เป็นกรอบการใช้เหตุผลและตัดสินใจ คุณลักษณะ (Character) เป็นรากฐานของบุคลิกที่ทำให้เลือกปฏิบัติสิ่งที่ถูกต้องอย่างสม่ำเสมอ แม้ในสถานการณ์ที่ไม่มีผู้กำกับดูแล (Hess & Fore, 2018; Jubilee Centre for Character and Virtues)

การประยุกต์ใช้ KSEC Model ในการพัฒนาวิศวกรรมศึกษาระดับอุดมศึกษามีตัวอย่างที่ชัดเจนในหลายมหาวิทยาลัยชั้นนำ เช่น Duke University ผ่านโครงการ Character Forward Initiative และ Wake Forest University ที่ร่วมกับ Program on Leadership and Character บูรณาการการพัฒนาคุณธรรมและคุณลักษณะตลอดหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาตรี (Hess & Fore, 2018) แนวทางเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาวิศวกรที่สมบูรณ์ในศตวรรษที่ 21 ต้องบูรณาการทั้งสี่มิติของ KSEC เข้าด้วยกัน โดย Knowledge และ Skills เป็นพื้นฐานของสมรรถนะทางเทคนิค ส่วน Ethics และ Character เป็นรากฐานของความรับผิดชอบทางวิชาชีพและการดำรงตนในฐานะวิศวกรที่ดีต่อสังคม ทั้งนี้การพัฒนาทั้งสี่องค์ประกอบไม่อาจเกิดขึ้นได้โดยลำพังในรายวิชาใดวิชาหนึ่ง หากแต่ต้องอาศัยระบบนิเวศการเรียนรู้ (Learning Ecosystem) ที่เอื้อต่อการบ่มเพาะองค์รวม ดังจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

ตารางที่ 2-4 การสังเคราะห์สมรรถนะวิศวกรรมศึกษาภายใต้กรอบ KSEC

มิติ KSEC	**องค์ประกอบย่อย (Components)**	**คำอธิบายเชิงสมรรถนะ**
K – Knowledge (ความรู้)	K1 ความรู้วิศวกรรมและเทคโนโลยี	ความเข้าใจทฤษฎี หลักการ และการประยุกต์ใช้วิศวกรรมในการแก้ปัญหาจริง
	K2 ความรู้เชิงระบบและการจัดการ	ความเข้าใจระบบวิศวกรรม การจัดการเทคโนโลยี และการบูรณาการองค์ความรู้
	K3 ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้	ความรู้ด้าน pedagogy, student-centered learning และการออกแบบการเรียนรู้วิศวกรรม
	K4 ความรู้ด้านจริยธรรมและสังคม	ความเข้าใจบทบาทวิศวกรต่อสังคม สิ่งแวดล้อม และวิชาชีพ
S – Skill (ทักษะ)	S1 ทักษะการคิดและแก้ปัญหา	การคิดเชิงวิพากษ์ วิเคราะห์ ออกแบบ และแก้ปัญหาทางวิศวกรรม
	S2 ทักษะปฏิบัติ (Hands-on Skill)	ความสามารถในการลงมือปฏิบัติ ใช้เครื่องมือ และทำงานจริง
	S3 ทักษะการวิจัยและสืบค้น	การตั้งคำถาม ทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล และพัฒนาองค์ความรู้
	S4 ทักษะการสื่อสารและถ่ายทอด	การอธิบาย สาธิต ถ่ายทอดความรู้และทักษะให้ผู้อื่นเข้าใจ
	S5 ทักษะการทำงานร่วมกัน	การทำงานเป็นทีม การสื่อสาร และการมีปฏิสัมพันธ์ใน CoP

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

มิติ KSEC	องค์ประกอบย่อย (Components)	คำอธิบายเชิงสมรรถนะ
E – Ethics (จริยธรรม)	E1 จรรยาบรรณวิชาชีพวิศวกร	การยึดมั่นมาตรฐานวิชาชีพ ความปลอดภัย และความถูกต้อง
	E2 คุณธรรมและธรรมาภิบาล	ความซื่อสัตย์ รับผิดชอบ มีวินัย และยึดหลักธรรมาภิบาล
	E3 ความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม	การตระหนักถึงผลกระทบของงานวิศวกรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม
	E4 จริยธรรมการเป็นครู	การเป็นแบบอย่างที่ดี ถ่ายทอดคุณค่าและพัฒนาผู้เรียนอย่างมีจริยธรรม
C – Characters (ลักษณะบุคคล)	C1 ความเป็นผู้นำ	ความสามารถในการนำทีม ตัดสินใจ และขับเคลื่อนงาน
	C2 การใฝ่เรียนรู้ตลอดชีวิต	การพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง และปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลง
	C3 อัตลักษณ์ครูช่าง (คิด–ทำ–ถ่ายทอด)	การเป็นผู้มีความรู้ ปฏิบัติได้ และถ่ายทอดได้
	C4 ทัศนคติวิชาชีพ	ความภาคภูมิใจในวิชาชีพ ความมุ่งมั่น และความรับผิดชอบ
	C5 บุคลิกภาพและมนุษยสัมพันธ์	การทำงานร่วมกับผู้อื่น ความเคารพ และความเป็นมืออาชีพ

ผลการสังเคราะห์สมรรถนะดังกล่าวถูกนำไปใช้เป็นกรอบในการออกแบบระบบ AI-CoP Learning Ecosystem โดยเชื่อมโยงองค์ประกอบด้านความรู้ ทักษะ จริยธรรม และลักษณะบุคคล เข้ากับกิจกรรมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การเรียนรู้ร่วมกัน และการสนับสนุนด้วยปัญญาประดิษฐ์ภายในบริบทการเรียนรู้ทางวิศวกรรม

2.11 ระบบนิเวศการเรียนรู้ (Learning Ecosystem)

ระบบนิเวศการเรียนรู้เป็นกรอบแนวคิดที่มองการเรียนรู้ว่าเกิดจากปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลายส่วนที่เชื่อมโยงกัน ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการสอนในห้องเรียน การบรรยายของอาจารย์ หรือการเรียนรู้จากเนื้อหารายวิชาเท่านั้น การเรียนรู้ของผู้เรียนเกิดขึ้นจากการมีส่วนร่วมกับบริบท บุคคล พื้นที่ ทรัพยากร ความสัมพันธ์ กิจกรรม ประสบการณ์เดิม และเป้าหมายในอนาคต องค์ประกอบของระบบนิเวศการเรียนรู้ของผู้เรียนประกอบด้วยบริบท บุคคล พื้นที่ ทรัพยากร สิ่งเอื้อ ความสัมพันธ์ กระบวนการ อดีต ปัจจุบัน และอนาคต ซึ่งทำงานร่วมกันในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมาย (Jackson, 2013) การเรียนรู้จึงเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนสร้างขึ้นจากการปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมรอบตัว ไม่ใช่ผลจากการรับความรู้จากผู้สอนเพียงทางเดียว

ในระดับอุดมศึกษา ระบบนิเวศการเรียนรู้ครอบคลุมทั้งมิติด้านหลักสูตร รายวิชา การปฏิบัติจริง เทคโนโลยี ชุมชน และสังคม หลักสูตรและรายวิชาทำหน้าที่วางฐานความรู้และโครงสร้างการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ขณะที่ประสบการณ์ปฏิบัติจริง เช่น โครงงาน การฝึกงาน การวิจัย และความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ทางวิชาการกับบริบทการทำงานจริง เทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ช่วยขยายพื้นที่การเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ รับข้อมูลย้อนกลับ และพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้ต่อเนื่องมากขึ้น ส่วนชุมชนการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยผู้เรียน อาจารย์ ศิษย์เก่า ผู้ประกอบวิชาชีพ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ทำให้การเรียนรู้มีลักษณะทางสังคมและเชื่อมโยงกับโลกวิชาชีพอย่างเป็นรูปธรรม

ระบบนิเวศการเรียนรู้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับกรอบ KSEC ซึ่งประกอบด้วย Knowledge, Skills, Ethics และ Character การพัฒนา Knowledge และ Skills อาจเกิดขึ้นได้ผ่านการเรียนในรายวิชา การฝึกปฏิบัติ และการทำกิจกรรมที่มีเป้าหมายชัดเจน แต่การพัฒนา Ethics และ Character ต้องอาศัยประสบการณ์ที่ต่อเนื่องและปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนในระดับมหาวิทยาลัยต้องอาศัยระบบนิเวศเชิงสถาบันที่บูรณาการหลักสูตร กิจกรรมเสริมหลักสูตร วัฒนธรรมองค์กร และความสัมพันธ์กับชุมชนเข้าด้วยกัน (Jubilee Centre, 2020) ผู้เรียนจึงไม่ได้พัฒนาคุณลักษณะจากการเรียนเนื้อหาเชิงจริยธรรมเพียงอย่างเดียว แต่พัฒนาจากการอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เปิดโอกาสให้คิด ตัดสินใจ รับผิดชอบ และปฏิบัติตามคุณค่าทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง

การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนต้องอาศัยระบบนิเวศการศึกษาเชิงองค์รวมที่โรงเรียน ครอบครัว และชุมชนทำงานร่วมกันในการบ่มเพาะค่านิยม (Saliba, 2024) การเรียนรู้เชิงคุณลักษณะจึงไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะในห้องเรียน แต่เกิดจากวัฒนธรรมของสถาบัน ความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน แบบอย่างของบุคคลในชุมชน และประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้เผชิญในชีวิตจริง เมื่อผู้เรียนได้อยู่

ในสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ความร่วมมือ และการเคารพผู้อื่น คุณลักษณะเหล่านี้จะค่อย ๆ ถูกหล่อหลอมเป็นส่วนหนึ่งของอัตลักษณ์และพฤติกรรมการเรียนรู้

ในบริบทของวิศวกรรมศึกษา ระบบนิเวศการเรียนรู้สามารถทำหน้าที่เป็นโครงสร้างที่เชื่อมโยงการพัฒนาทุกมิติของ KSEC เข้าด้วยกัน ห้องเรียนและรายวิชาช่วยพัฒนา Knowledge และ Skills ผ่านเนื้อหา ทฤษฎี หลักการ และการฝึกปฏิบัติ โครงงาน การฝึกงาน และประสบการณ์วิชาชีพช่วยให้ผู้เรียนใช้ความรู้และทักษะในสถานการณ์จริง กิจกรรมเสริมหลักสูตรและวัฒนธรรมของสถาบันช่วยบ่มเพาะ Ethics และ Character ผ่านการทำงานร่วมกัน ความรับผิดชอบ และการตัดสินใจในสถานการณ์ที่มีผลกระทบต่อผู้อื่น เครือข่ายความร่วมมือกับอุตสาหกรรม ศิษย์เก่า และชุมชนช่วยให้ผู้เรียนได้สังเกตแบบอย่างของผู้ประกอบวิชาชีพ และฝึกฝนคุณลักษณะทางวิชาชีพในบริบทที่ใกล้เคียงกับโลกการทำงานจริง

ระบบนิเวศการเรียนรู้จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาผู้เรียนในฐานะบุคคลและในฐานะสมาชิกของวิชาชีพ การออกแบบการเรียนรู้ในระดับอุดมศึกษาควรมองผู้เรียนอยู่ภายในระบบความสัมพันธ์ที่มีทั้งหลักสูตร ผู้สอน เพื่อนร่วมเรียน เทคโนโลยี ชุมชนวิชาชีพ และวัฒนธรรมของสถาบัน การพัฒนา KSEC ให้เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์จำเป็นต้องอาศัยระบบนิเวศที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ คิด ปฏิบัติ สะท้อนผล และซึมซับคุณค่าทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.12.1 Model Educational Media

2.12.1.1 Ghaliya Muslem Al Farsi et al. (2024) ศึกษาการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เปลี่ยนแปลงการศึกษา โดยเฉพาะการใช้ E-learning ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา การใช้แอปพลิเคชันมือถือในการเรียนการสอนโปรแกรมมิ่งได้รับการยืนยันว่าใช้งานง่ายและเป็นมิตรกับผู้ใช้ เทคโนโลยีที่ก้าวหน้าในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาได้เปลี่ยนภูมิทัศน์การศึกษา โดยทำให้การเข้าถึงข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์และแพลตฟอร์มดิจิทัลกลายเป็นวิธีการสื่อสารหลักที่สามารถใช้งานได้ทั้งในและนอกห้องเรียน

2.12.1.2 Cary Campbell et al. (2024) การศึกษาในยุคโพสต์ดิจิทัลควรมุ่งเน้นการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและสังคม โดยใช้ทฤษฎีสังคมศาสตร์และการวิเคราะห์เชิงกายภาพเพื่อขยายความเข้าใจในการรู้หนังสือ การวิจัยในอนาคตควรเน้นการออกแบบโปรแกรมการรู้หนังสือที่ยืดหยุ่นและครอบคลุม รวมทั้งใช้แนวคิดทางสังคมและชีวะเซมิโอติกในการสร้างกรอบการรู้หนังสือที่เหมาะสมกับยุคใหม่

2.12.1.3 Shawn Abraham et al. (2024) การศึกษาดิจิทัลเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในช่วงการระบาดของ COVID-19 การนำแชทบอทที่ใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่ทำให้การเข้าถึงข้อมูลง่ายขึ้น แต่การขาดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนและครูส่งผลกระทบต่อการพัฒนาทางจิตใจและสังคมของนักเรียน งานวิจัยนี้นำเสนอกรอบงานผู้ช่วยเสมือนแบบโต้ตอบ (IVA) ที่ใช้เทคโนโลยี NLP, Wav2Lip และ GFPGAN เพื่อสร้างวิดีโอที่ลิปซิงค์สมจริง ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมออนไลน์และผสมผสาน

2.12.1.4 Steven Watson et al. (2024) การศึกษาในยุคดิจิทัลปัจจุบัน ChatGPT และโมเดลภาษาขนาดใหญ่ (LLMs) ได้กลายเป็นองค์ประกอบสำคัญในการวิวัฒนาการของสังคมและการศึกษา ผ่านทฤษฎีระบบ ChatGPT ไม่เพียงแค่เป็นเครื่องมือ แต่ยังเป็นสื่อกลางที่เชื่อมโยงความคิด การกระทำ และการสื่อสารในสังคม เทคโนโลยีนี้สามารถช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และการสอน แต่ก็ต้องระมัดระวังการเข้าถึงที่ไม่เท่าเทียมกัน การบูรณาการ ChatGPT ในการศึกษาอย่างมีจริยธรรมจำเป็นต้องมีนโยบายที่รองรับการใช้เทคโนโลยีนี้อย่างรับผิดชอบเพื่อประโยชน์สูงสุดต่อสังคม

2.12.1.5 Xiaoyue Luo (2024) ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรเทคโนโลยีการศึกษาในยุคดิจิทัลเน้นการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (IT) และการประยุกต์ใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (WSN) ร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อรวบรวมข้อมูลและประเมินคุณภาพการสอนแบบเรียลไทม์ โมเดล IPSO-Adam-GRU แสดงให้เห็นถึงความแม่นยำในการประเมินคุณภาพการสอนและช่วยปรับกลยุทธ์การสอนอย่างมีประสิทธิภาพ การบูรณาการเทคโนโลยีเหล่านี้ในกระบวนการเรียนการสอนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความเหมาะสมในยุคดิจิทัล

2.12.1.6 Olga Malysheva (2022) ศึกษาการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเชิงโต้ตอบในการเรียนประวัติศาสตร์ที่มหาวิทยาลัยเมืองมอสโก โดยมีนักศึกษา 623 คนและคณาจารย์ 29 คนเข้าร่วม ผลการสำรวจพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ใช้วิธีการดั้งเดิมและไม่บ่อยนักในการใช้เครื่องมือดิจิทัลในการเรียน ในขณะเดียวกัน 71% ระบุว่าเทคโนโลยีดิจิทัลช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียน ผลการสำรวจครั้งที่สองหลังจากพัฒนาโปรแกรมเพิ่มแรงจูงใจแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของแรงจูงใจในการเรียน และทักษะทางวิชาชีพ เช่น ความสามารถทางเทคนิคและความคิดสร้างสรรค์ก็เพิ่มขึ้น 10% ผลการวิจัยยืนยันว่าเทคโนโลยีดิจิทัลช่วยเสริมทักษะและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้

2.12.2 Civil Engineering

2.12.2.1 Haiyan Sally Xie et al. (2024) ศึกษาการสำรวจการใช้ AI และ NLP ในการควบคุมคุณภาพและการจัดการในวิศวกรรมโยธา โดยพัฒนาโมเดลภาษาที่เฉพาะเจาะจงเพื่อการออกแบบวิศวกรรมอัตโนมัติจากข้อมูลต่าง ๆ ผลการทดสอบโมเดลภาษาขนาดใหญ่ (LLMs) พบว่า GPT-4 มีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยเพิ่มความแม่นยำและคะแนน F1 อย่างมีนัยสำคัญ การใช้

SVM อัลกอริธึมช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ และการสกัดเนื้อหาทางสถิติช่วยสร้างเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพสำหรับวิศวกรและผู้จัดการ การวิจัยยังเน้นการพัฒนาแนวทาง AI และ NLP ในการจัดการความรู้ในสาขาวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของโครงสร้างและลดการซ่อมแซมในอนาคต

2.12.2.2 M. Z. Naser (2022) ศึกษาการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในวิศวกรรมโยธามีศักยภาพในการปรับปรุงคุณภาพงานในหลายด้าน เช่น การตรวจสอบและบำรุงรักษาโครงสร้างโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลจากเซ็นเซอร์, การจำลองเชิงตัวเลขเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ, การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในโรงไฟฟ้าพลังน้ำ, การคาดการณ์น้ำท่วม, และการออกแบบเชื่อน AI สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการออกแบบและปรับปรุงการดำเนินงาน แต่ยังมีความท้าทายในการนำมาใช้ เช่น การขาดความโปร่งใสในอัลกอริธึมและความไว้วางใจในผลลัพธ์ งานวิจัยกำลังมุ่งพัฒนา AI ให้เชื่อถือได้มากขึ้นและสามารถนำมาใช้ในการศึกษาวิศวกรรมโยธาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.12.2.3 Emily Zechman Berglund et al. (2020) ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอัจฉริยะในวิศวกรรมโยธาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของโครงสร้างพื้นฐาน โดยใช้เซ็นเซอร์และข้อมูลขนาดใหญ่ในการตรวจสอบและบำรุงรักษา รวมถึงการใช้ UAVs ในการตรวจสอบโครงสร้าง เช่น สะพานและอาคาร เทคโนโลยี VR และ AR ช่วยในการออกแบบและการก่อสร้างได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว ในขณะเดียวกัน ยังมีความท้าทายด้านกฎหมาย ความปลอดภัยของข้อมูล และการเข้าถึงเทคโนโลยีในบางชุมชน วิศวกรโยธาควรมีบทบาทสำคัญในการบูรณาการเทคโนโลยีเหล่านี้เพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่ยั่งยืนและมีประสิทธิภาพในเมืองอัจฉริยะ

2.12.3 Artificial Intelligence in Instructional Videos

2.12.3.1 Daniel Leiker et al. (2023) ศึกษาการใช้วิดีโอการเรียนรู้ที่สร้างโดย AI สามารถเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับวิดีโอการสอนแบบดั้งเดิม โดยมีประสิทธิภาพในการเข้าถึงเนื้อหาการศึกษาคุณภาพสูงในภูมิภาคที่ทรัพยากรจำกัด ผลการวิจัยไม่พบความแตกต่างที่สำคัญในผลการเรียนรู้ระหว่างสองรูปแบบนี้ ซึ่งบ่งชี้ว่า AI สามารถจำลองการสอนของอาจารย์มนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ ประสบการณ์การเรียนรู้ยังไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยการใช้ AI สามารถปรับขนาดเนื้อหาการศึกษามากขึ้นและตอบสนองต่อความต้องการการเรียนรู้ที่หลากหลาย การศึกษายังชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบระยะยาวของเนื้อหาที่สร้างโดย AI เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เรียนทุกกลุ่ม

2.12.3.2 Daniel Leiker et al. (2023) ศึกษาการสำรวจศักยภาพของวิดีโอการเรียนรู้สังเคราะห์ที่สร้างโดย AI ในสภาพแวดล้อมการศึกษา โดยเน้นความก้าวหน้าของ AI เช่น DALL-E 2 และ ChatGPT การวิจัยใช้วิธีการทดลองกับผู้เรียน 83 คน แบ่งเป็นสองกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบ

วิดีโอจากผู้สอนแบบดั้งเดิมและวิดีโอสังเคราะห์ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าทั้งสองกลุ่มมีผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และไม่มีความแตกต่างด้านประสิทธิภาพหรือคุณภาพระหว่างวิดีโอทั้งสองประเภท ซึ่งชี้ให้เห็นว่าวิดีโอที่สร้างโดย AI อาจเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าสื่อการสอนแบบดั้งเดิม

2.12.3.3 Kyoungwon Seo et al. (2020) ศึกษาการมีส่วนร่วมของผู้เรียน AI สามารถช่วยพัฒนา VBL ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นผ่านการสร้างสื่ออัตโนมัติและการโต้ตอบที่ดีขึ้น การประชุมเชิงปฏิบัติการนี้รวบรวมนักวิจัยและผู้ปฏิบัติงานเพื่อสำรวจอนาคตของ AI ใน VBL ผ่านการอภิปรายและการทำงานร่วมกัน ผลลัพธ์ที่ได้จะช่วยกำหนดแนวทางในการผสาน AI กับการสอนและการเรียนรู้ผ่านวิดีโอในอนาคต

2.12.3.4 Xiao Tan et al. (2025) ศึกษา AI ช่วยเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้โดยปรับเนื้อหาให้เหมาะกับนักเรียนแต่ละคน ส่งเสริมแรงจูงใจและประสิทธิภาพ เครื่องมืออย่าง SlideSai และ Tome ช่วยให้ครูสร้างสื่อการสอนได้ง่ายขึ้น แต่ต้องคำนึงถึงคุณภาพและความเป็นส่วนตัว AI ยังพัฒนาเรียนรู้แบบโต้ตอบผ่านการจำลองและเกม เสริมความเข้าใจของผู้เรียน การสร้างวิดีโอหลายภาษาช่วยเพิ่มการเข้าถึงการศึกษา ในขณะเดียวกัน ควรให้ความสำคัญกับความเท่าเทียมในการเข้าถึงเทคโนโลยี AI และใช้งานอย่างรอบคอบเพื่อลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น

2.12.4 AI for Educational content development

2.12.4.1 Miguel Morales Chan et al. (2024) ศึกษาการช่วยให้นักการศึกษาสร้างและปรับแต่งสื่อการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ทำให้เนื้อหาน่าสนใจและตรงกับความต้องการของนักเรียนมากขึ้น การฝึกอบรมทักษะ AI เป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้สามารถใช้ในการออกแบบการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ AI ยังช่วยสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่โต้ตอบและปรับตัวได้ ส่งเสริมการเรียนรู้อย่างเป็นอิสระและเหมาะกับแต่ละบุคคล ในขณะเดียวกัน ควรพิจารณาประเด็นด้านจริยธรรมเพื่อให้เกิดความเท่าเทียม การทำงานร่วมกันระดับสากลจะช่วยพัฒนาแนวทางที่ดีที่สุดในการนำ AI มาใช้ในระบบการศึกษา

2.12.4.2 Ashraf Munther Sayegh (2022) ศึกษาการช่วยปรับปรุงระบบการศึกษาโดยการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแนะนำเนื้อหาที่ตรงกับความต้องการของนักเรียน ปรับแต่งการเรียนรู้ให้เหมาะกับแต่ละบุคคล เพิ่มการมีส่วนร่วมและทำให้เนื้อหาเข้าใจง่ายขึ้น AI ยังช่วยขยายโอกาสในการเข้าถึงการศึกษา โดยเฉพาะสำหรับนักเรียนที่มีความพิการ ทำให้เกิดความเท่าเทียมทางการเรียนรู้ ทั้งนี้ การเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วย AI ช่วยสร้างสภาพแวดล้อมที่ดึงดูดและมีประสิทธิภาพมากขึ้นในอนาคต AI จะเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาระบบการศึกษาให้ครอบคลุมและตอบสนองผู้เรียนยุคใหม่

2.12.4.3 Megan Menchaca (2024) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวทางการสอนและการเรียนรู้ โดยช่วยผลิตสื่อการศึกษาที่หลากหลายและปรับแต่งหลักสูตรให้เหมาะกับผู้เรียนแต่ละคน เพิ่มการมีส่วนร่วมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งนี้ AI ยังช่วยให้การศึกษาเข้าถึงกลุ่มนักเรียนที่มีความต้องการหลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ กรณีศึกษาต่าง ๆ แสดงให้เห็นถึงผลกระทบเชิงบวกของ AI ในสถาบันการศึกษา ในขณะเดียวกัน ยังมีความท้าทายด้านจริยธรรม เช่น การปกป้องข้อมูลและคุณภาพเนื้อหาที่สร้างโดย AI อนาคตของ AI แบบสร้างสรรค์ต้องมุ่งเน้นการใช้งานอย่างมีความรับผิดชอบเพื่อให้เกิดการศึกษาอย่างยั่งยืน

2.12.4.4 Rachid Ejjami (2024) ศึกษาการปรับปรุงการเรียนรู้ส่วนบุคคลโดยการปรับแต่งเนื้อหาการศึกษาให้เหมาะสมกับความต้องการของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนมีส่วนร่วมและมีแรงจูงใจมากขึ้น เพิ่มผลการศึกษา AI ยังช่วยพัฒนาเครื่องมือการประเมินที่ปรับตามความต้องการของนักเรียน โดยให้ข้อเสนอแนะแบบเรียลไทม์ ทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การใช้เทคโนโลยี VR และ AR ช่วยเพิ่มการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง แต่ก็มีข้อจำกัดด้านการลงทุนและความเชี่ยวชาญทางเทคนิค การใช้ AI ในการศึกษาอาจมีปัญหาด้านจริยธรรม เช่น ความเป็นส่วนตัวของข้อมูลและความไม่เท่าเทียมในการเข้าถึง จำเป็นต้องมีกำกับดูแลอย่างรอบคอบและการพัฒนาทักษะของนักการศึกษาเพื่อใช้งาน AI อย่างมีประสิทธิภาพ

2.12.5 Intelligent Video Production for Education

2.12.5.1 Daniel Leiker et al. (2023) ศึกษาการสร้างวิดีโอการเรียนรู้แบบสังเคราะห์และวิเคราะห์ผลกระทบต่อประสบการณ์และผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน โดยมีการทดลองเปรียบเทียบกับวิดีโอที่สร้างโดยผู้สอนแบบดั้งเดิม ซึ่งนำไปสู่ข้อสรุปที่สำคัญหลายประการเกี่ยวกับประสิทธิภาพและศักยภาพของ AI ในการพัฒนาสื่อการศึกษา การทดลองแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่ใช้วิดีโอสังเคราะห์ที่สร้างโดย AI มีพัฒนาการในการเรียนรู้เทียบเท่ากับผู้ที่ดูวิดีโอที่สร้างโดยผู้สอนแบบดั้งเดิม ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในทั้งสองกลุ่มแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาที่ชัดเจนและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกัน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถของ AI ในการสร้างเนื้อหาที่มีประสิทธิภาพในการถ่ายทอดความรู้

2.12.5.2 Carlos Alberto Gómez Cano et al. (2023) ศึกษาบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการปรับปรุงกระบวนการสอนและการเรียนรู้ โดยพบว่า AI มีศักยภาพในการทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเข้าถึงได้มากขึ้นผ่านการปรับแต่งการศึกษาให้เหมาะสมกับความต้องการเฉพาะของนักเรียนแต่ละคน การปรับแต่งนี้ช่วยเพิ่มแรงจูงใจและประสิทธิภาพการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ที่ดียิ่งขึ้นและมีโอกาสในการประสบความสำเร็จทางการศึกษามากขึ้น

2.12.6 AI-Assisted Education Video Tools

2.12.6.1 Thanh Nguyen Ngoc et al. (2023) ศึกษาการประเมินประสิทธิภาพของ ChatGPT ในฐานะเครื่องมือสนับสนุนการสอนและการเรียนรู้โดยเฉพาะในหลักสูตรระบบวงจรรวมที่สถาบันอุดมศึกษาในประเทศในเอเชียมุ่งเน้นไปที่การทำความเข้าใจว่า ChatGPT สามารถปรับปรุงประสบการณ์การเรียนรู้ในการศึกษาด้านวิศวกรรมได้ การศึกษาเน้นทั้งประโยชน์และข้อจำกัด ของการใช้ ChatGPT ในบริบททางการศึกษาผลการศึกษาสะท้อนว่าในขณะที่ ChatGPT สามารถให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าและการสนับสนุนส่วนบุคคล แต่ก็มีความท้าทายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการจัดการคำถามที่ต้องใช้ภาพประกอบแบบกราฟิกสิ่งนี้บ่งชี้ถึงความจำเป็นในการพัฒนาแบบจำลอง AI ต่อไปเพื่อตอบสนองความต้องการด้านการศึกษาได้ดียิ่งขึ้น

2.12.6.2 Shan Wang et al. (2024) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่โดดเด่นในการศึกษาเนื่องจากความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในเทคโนโลยี AI ประเด็นนี้สะท้อนว่า AI ไม่ใช่แค่เครื่องมือเท่านั้นแต่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาสำหรับการเปลี่ยนแปลงวิธีการส่งมอบและประสบการณ์ หนึ่งในเป้าหมายหลักของการรวม AI ในการศึกษาคือการเพิ่มการมีส่วนร่วมของนักเรียนบทความชี้ให้เห็นว่า AI สามารถสร้างประสบการณ์การเรียนรู้แบบโต้ตอบและมีส่วนร่วมมากขึ้นซึ่งสามารถนำไปสู่ผลลัพธ์ทางวิชาการที่ดีขึ้น และ AI มีศักยภาพในการปรับปรุงผลการศึกษาสำหรับนักเรียนซึ่งหมายความว่าเครื่องมือ AI สามารถช่วยปรับแต่งประสบการณ์การศึกษาให้ตรงกับความต้องการของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งจะส่งเสริมผลการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

2.12.6.3 Navdeep Verma et al. (2023) ศึกษาการออกแบบที่มุ่งเน้นไปที่การสร้างเครื่องมือที่สร้างรายงานเกี่ยวกับวิดีโอการสอนที่มีส่วนร่วมโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกนี่เป็นขั้นตอนที่สองของการวิจัย โดยอาศัยผลการค้นพบจากระยะแรก ซึ่งระบุลักษณะและตัวบ่งชี้ของวิดีโอการสอนที่มีส่วนร่วมเครื่องมือนี้สามารถช่วยครูในการรับรู้พฤติกรรมที่เพิ่มการมีส่วนร่วมของพวกเขาในระหว่างการประชุมทางวิดีโอ เครื่องมือรุ่นที่สองแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่น่าประทับใจ บรรลุความแม่นยำเฉลี่ย การเรียกคืน คะแนน F1 และความแม่นยำที่สมดุล 68%, 75%, 73% และ 79% ตามลำดับในการจำแนกวิดีโอที่มีคำอธิบายประกอบในระดับตัวบ่งชี้ตัวชี้วัดเหล่านี้บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของเครื่องมือในการวิเคราะห์และรายงานแนวทางปฏิบัติการสอนที่มีส่วนร่วม

2.12.6.4 Bunyami Kayali (2024) ศึกษาความสำคัญที่เพิ่มขึ้นของแอปพลิเคชัน AI ในสภาพแวดล้อมการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการศึกษาออนไลน์AI ได้รับการยอมรับในความสามารถในการปรับปรุงประสบการณ์การเรียนรู้โดยการปรับแต่งและปรับให้เข้ากับความต้องการของนักเรียนแต่ละคนสร้างวิดีโอหลายภาษาที่มีอวตารเป็นประโยชน์อีกประการหนึ่งของ AI ในการศึกษาคุณลักษณะนี้ช่วยเพิ่มการเข้าถึงและช่วยให้สามารถปรับแต่งสื่อการเรียนรู้ได้มากขึ้น ทำให้การศึกษาครอบคลุมมากขึ้นสำหรับประชากรนักเรียนที่หลากหลาย

2.12.6.5 Daniel Leiker et al. (2023) ศึกษาการประเมินประสิทธิภาพของวิดีโอการเรียนรู้ที่สร้างโดย AI ในการศึกษาออนไลน์ โดยเปรียบเทียบกับวิดีโอแบบดั้งเดิม ผลการค้นพบระบุว่า ทั้งสองกลุ่มแสดงการเรียนรู้ที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังการประเมิน ($p<.001$) แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในผลการเรียนรู้ระหว่างวิดีโอสังเคราะห์กับวิดีโอแบบดั้งเดิม ($p=.80$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิดีโอที่สร้างโดย AI มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับวิดีโอแบบดั้งเดิม ทั้งนี้ ผู้เรียนยังไม่สามารถแยกแยะคุณภาพของวิดีโอทั้งสองประเภทได้ การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า วิดีโอสังเคราะห์จาก AI อาจเป็นทางเลือกที่ดีในการทดแทนการใช้วิดีโอแบบดั้งเดิมและสามารถช่วยให้การศึกษามีการเข้าถึงที่กว้างขึ้นและมีคุณภาพสูงสำหรับผู้เรียนทั่วโลก

2.12.7 Machine Leaning in Teaching Media

2.12.7.1 Saidjon Kamolov (2024) ศึกษาการใช้เทคโนโลยี AI และการเรียนรู้ของเครื่อง (ML) ในวิศวกรรมโยธา โดยมีผลกระทบอย่างมากในการปรับปรุงประสิทธิภาพและกระบวนการตัดสินใจในโครงการวิศวกรรม ตัวอย่างการใช้งาน AI ในวิศวกรรมโยธาประกอบด้วยการบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ การตรวจสอบสุขภาพโครงสร้าง และการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการก่อสร้าง การใช้ ML ช่วยแก้ปัญหาที่เป็นนวัตกรรมและยกระดับกระบวนการในวิศวกรรมโยธา นอกจากนี้ยังมีการเรียกร้องให้มีการวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาอัลกอริธึมที่แข็งแกร่งขึ้น และสร้างกรอบการทำงานที่เหมาะสมในการผสาน AI กับแนวทางวิศวกรรมที่มีอยู่

2.12.7.2 David Speller (2023) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ การรวมเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เข้ากับวิศวกรรมโยธาสามารถปรับปรุงการตัดสินใจและเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการโครงการ โดยการเรียนรู้ของเครื่องช่วยวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่และทำนายผลลัพธ์ที่ดีขึ้น ทำให้สามารถออกแบบและปรับปรุงโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การตรวจสอบสุขภาพโครงสร้าง การประเมินความเสี่ยง และการจัดสรรทรัพยากร ซึ่งมีความซับซ้อนและไม่แน่นอน การใช้เทคนิคนี้ช่วยให้จัดการกับปัญหาเหล่านี้ได้ดียิ่งขึ้น

2.12.8 AI-Driven Video Content for Education

2.12.8.1 E. Ivette Cota-Rivera (2024) ศึกษาปัญญาประดิษฐ์ (AI) มีศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงการศึกษาในหลายมิติ ตั้งแต่การปรับแต่งการเรียนรู้เฉพาะบุคคล ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียน ช่วยนักการศึกษาในการวางแผนการสอน ไปจนถึงการจัดการความท้าทายในการเรียนรู้ที่ซับซ้อน AI สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำเสนอการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน ช่วยให้ประสบการณ์การเรียนรู้เป็นส่วนตัวและสอดคล้องกับศักยภาพเฉพาะบุคคล การปรับแต่งนี้มีผลดีต่อการเพิ่มพูนความเข้าใจและการจดจำเนื้อหาในระยะยาว ขณะเดียวกัน การผสาน AI ในการเรียนยังช่วยกระตุ้นการมีส่วนร่วมของนักเรียน ทำให้พวกเขามีแรงจูงใจในการศึกษามากขึ้น ซึ่งส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้โดยรวม AI ยังเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยนักการศึกษาในการปรับกลยุทธ์

การสอน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลนักเรียนเพื่อให้ครูสามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละกลุ่ม ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญโดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษาที่มีความซับซ้อน การใช้งาน AI ยังครอบคลุมถึงการสร้างสื่อโสตทัศน์ การให้คำปรึกษา และการปรับปรุงระบบการจัดการการศึกษา ทั้งหมดนี้ช่วยให้นักเรียนและบุคลากรมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและครบวงจร

2.12.9 Smart Video Dolutions for Learning

2.12.9.1 Michail N. Giannakos et al. (2016) วิเคราะห์การเรียนรู้อัจฉริยะ (Smart Learning Analytics) ผสานการวิเคราะห์การเรียนรู้กับเทคโนโลยีชาญฉลาดเพื่อยกระดับประสบการณ์การเรียนรู้ โดยเฉพาะในการเรียนรู้ผ่านวิดีโอที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น แม้ว่าการวิจัยในด้านการวิเคราะห์วิดีโอจะยังอยู่ในช่วงเริ่มต้น แต่มีศักยภาพสูงในการพัฒนาระบบการเรียนรู้ที่ปรับตัวได้ โดยเฉพาะในบริบทของ MOOC การทำความเข้าใจประเภทของการวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพและการปรับหลักสูตรให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้วิดีโออัจฉริยะเป็นสิ่งสำคัญ การรวมคุณสมบัติอัจฉริยะ เช่น การให้ข้อเสนอแนะส่วนบุคคลและการปรับตัวตามสถานการณ์ต่างๆ จะช่วยยกระดับการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น การทำงานร่วมกันระหว่างผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาและวิทยาศาสตร์ข้อมูลจะช่วยสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้อัจฉริยะที่มีประสิทธิภาพและส่งผลกระทบต่ออนาคตของการศึกษา

2.12.9.2 Saurabh Pal et al. (2019) ศึกษาการใช้ระบบ m-learning บนวิดีโอในสภาพแวดล้อมการศึกษาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ โดยเฉพาะการเรียนรู้ที่มีความสมจริงและการโต้ตอบที่ทำให้เข้าใจแนวคิดได้เร็วขึ้น การปรับวิดีโอให้เหมาะสมกับอุปกรณ์มือถือช่วยให้เข้าถึงเนื้อหาได้ง่ายขึ้นและตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของผู้เรียน ผลการทดลองใช้ระบบพบว่ามีอัตราการยอมรับสูงและช่วยปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างมีนัยสำคัญ การวิจัยเพิ่มเติมในด้านนี้สามารถนำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือการศึกษาที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการรวมเทคโนโลยีและการศึกษาเป็นกุญแจสำคัญในการเสริมสร้างผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้นในอนาคต

2.12.9.3 Siqing Wei et al. (2024) ศึกษาและวิเคราะห์การก่อตัวและการยั่งยืนของสองชุมชนการศึกษาวิศวกรรมที่แตกต่างกัน ได้แก่ สโมสรการศึกษาวิศวกรรมจีน (CEEC) และ Fellows ด้านวิศวกรรมแอฟริกัน (AEEF) ซึ่งช่วยสนับสนุนการพัฒนาวิชาชีพและอัตลักษณ์ของสมาชิกโดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยและสนับสนุนการสำรวจความสนใจทางวิชาชีพ การใช้กรอบชุมชนแห่งการปฏิบัติ (CoP) ทำให้เห็นถึงความสำคัญของการสนับสนุนเชิงวิชาชีพในชุมชนเหล่านี้ แม้จะมีความแตกต่างในโครงสร้างและกิจกรรม แต่ทั้งสองชุมชนเน้นการสร้างความร่วมมือและการเรียนรู้ร่วมกัน การศึกษาเชิงเปรียบเทียบนี้ช่วยให้เข้าใจถึงความท้าทายและความสำเร็จในการสร้างชุมชนที่สนับสนุนการศึกษาด้านวิศวกรรมชาติพันธุ์ ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาการศึกษาคุณภาพในอนาคต

2.12.9.4 Alexandra Ethier (2024) สำรวจการสื่อสารภายในสมาคมวิศวกรรมนักศึกษามหาวิทยาลัย และเน้นว่าพวกเขาทำหน้าที่เป็นชุมชนแห่งการปฏิบัติตามกรอบของ Wenger (2011) โดยมีเป้าหมายร่วมกันและการเรียนรู้ร่วมกัน การศึกษาผ่านการสังเกต, การวิเคราะห์เอกสาร, และการสัมภาษณ์เผยให้เห็นถึงฟังก์ชันการโต้ตอบที่สำคัญในการสร้างความเข้าใจร่วมกันและการบรรลุเป้าหมายผ่านการสื่อสาร การวิจัยนี้ยืนยันถึงความสำคัญของประเภทการสื่อสารในการจัดกิจกรรมและสร้างโครงสร้างการสื่อสารในบริบทของวิศวกรรม ข้อจำกัดบางประการของการศึกษา เช่น การเข้าถึงเอกสารที่จำกัด ชี้ให้เห็นถึงโอกาสในการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับการสื่อสารทางวิศวกรรมในอนาคต

2.12.9.5 Henry Tran (2023) ศึกษาชุมชนแห่งการปฏิบัติบทบาทของความสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างครูและการแก้ปัญหาภายในชุมชนการศึกษาเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมการเรียนรู้และการพัฒนาวิชาชีพของครู การทำงานร่วมกันช่วยให้ครูสามารถแบ่งปันทรัพยากรและกลยุทธ์ ส่งผลให้การสอนและผลลัพธ์ของนักเรียนดีขึ้น การมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหากันเองสร้างวัฒนธรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องในโรงเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหมู่ครู ผู้นำโรงเรียนสามารถใช้กรอบชุมชนแห่งการปฏิบัติเพื่อสนับสนุนการทำงานร่วมกันและการเติบโตทางวิชาชีพ โดยการพัฒนาเครือข่ายสังคมที่แข็งแกร่งในหมู่ครู การวิจัยชี้ให้เห็นว่าเมื่อครูทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ทางการศึกษาสำหรับนักเรียนจะดีขึ้น การศึกษานี้เสนอกลยุทธ์และคำแนะนำที่ช่วยเสริมสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สนับสนุนและกระตุ้นการคิดเชิงวิพากษ์สำหรับการพัฒนาวิชาชีพของครู

2.12.9.6 Paul W. Irving (2020) ศึกษาชุมชนแห่งการปฏิบัติเป็นทฤษฎีการออกแบบหลักสูตรในชั้นเรียนฟิสิกส์เบื้องต้นสำหรับวิศวกร การประยุกต์ใช้ชุมชนของกรอบการปฏิบัติในการออกแบบหลักสูตรสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมที่ศึกษาฟิสิกส์สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันและการพัฒนาความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นเกี่ยวกับแนวคิดฟิสิกส์ ด้วยการสร้างความรู้สึกของชุมชนในห้องเรียน นักเรียนจะรู้สึกสบายใจในการแบ่งปันความรู้และถามคำถาม การออกแบบหลักสูตรนี้ยังช่วยเตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับการทำงานร่วมกันในอาชีพวิศวกรรมในอนาคต การวิจัยชี้ให้เห็นว่าแม้ในสภาพแวดล้อมของมหาวิทยาลัยขนาดใหญ่ ชุมชนของกรอบการปฏิบัติยังสามารถปรับใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นการมีส่วนร่วมของนักเรียนและการสร้างโอกาสสำหรับการโต้ตอบระหว่างเพื่อนร่วมเรียน ซึ่งส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันและการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในอาชีพการงานในอนาคต คำแนะนำสำหรับนักการศึกษาคือการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สนับสนุนการมีส่วนร่วมและการทำงานร่วมกันในห้องเรียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการออกแบบหลักสูตรและผลลัพธ์การเรียนรู้

2.12.9.7 Amanda L. Glaze-Crampes (2020) ศึกษาการสร้างชุมชนการเรียนรู้ระดับมืออาชีพ (PLC) ในการศึกษา STEM โดยกล่าวถึงความท้าทายในการรวมสาขาวิชา STEM (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์) ที่มีวัฒนธรรมและการปฏิบัติที่แตกต่างกัน การ

รวมสาขาเหล่านี้เข้าด้วยกันจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนทางวัฒนธรรมภายในสถาบันการศึกษา เพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกันและการเรียนรู้ของนักเรียน การเปลี่ยนแปลงนี้สามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการทำงานร่วมกันระหว่างนักการศึกษาผ่านชุมชนของการปฏิบัติ ซึ่งจะนำไปสู่การปรับปรุงการสอนและผลการเรียนรู้ของนักเรียน นอกจากนี้ยังเน้นความสำคัญของการกำหนดเป้าหมายร่วมกันเพื่อเสริมสร้างความรับผิดชอบและการสนับสนุนในหมู่นักการศึกษา การศึกษาเสนอให้มีการพัฒนาแนวทางที่สอดคล้องกันในสาขาวิชาต่าง ๆ ภายในการศึกษา STEM เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และการสอน

2.12.9.8 Rachel E. McCord (2018) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงชุมชนการเรียนรู้ทางวิศวกรรม เน้นการสร้างชุมชนแห่งการปฏิบัติ (CoP) ที่มุ่งส่งเสริมการวิจัยเชิงอภิปัญญาในการศึกษาด้านวิศวกรรม โดยระบุถึงความท้าทายและโอกาสที่เฉพาะเจาะจงในด้านวิศวกรรมเมื่อเปรียบเทียบกับสาขาอื่น ๆ ผู้เขียนเสนอการสร้าง CoP เพื่อรวบรวมนักวิจัยและผู้ปฏิบัติงานในการแบ่งปันทรัพยากรและพัฒนากลยุทธ์เชิงอภิปัญญาในวิศวกรรม การจัดตั้ง CoP นี้มีการมุ่งเน้นที่ห้าพื้นที่สำคัญ ได้แก่ การศึกษา K-12, การศึกษาระดับปริญญาตรี, การพัฒนาแรงงาน, การพัฒนาคณะ และกรอบวิธีการ ซึ่งช่วยให้ครอบคลุมทุกขั้นตอนของการศึกษาและการพัฒนาวิชาชีพ การศึกษานี้เรียกร้องให้มีการวิจัยและความร่วมมือที่ต่อเนื่องในด้านการอภิปัญญาภายในวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพในการสอนและการปฏิบัติ

2.12.9.9 Ruth A. Streveler (2018) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับด้านวิศวกรรมสามารถปรับปรุงการประยุกต์ใช้ผลการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการรวบรวมบุคคลที่มีความสนใจร่วมกันในการปรับปรุงแนวทางปฏิบัติทางการศึกษา CoP ส่งเสริมการทำงานร่วมกันและการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งสามารถนำไปสู่การใช้แนวทางปฏิบัติตามหลักฐานในการศึกษา การสร้าง CoP ต้องใช้ความพยายามในการสรรหาสมาชิกที่มีความกระตือรือร้นและเต็มใจที่จะมีส่วนร่วม ซึ่งเป็นการสร้างความยั่งยืนให้กับชุมชน ทั้งนี้ การให้สมาชิก CoP มีอิสระในการตัดสินใจและกำหนดกิจกรรมเองเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาชุมชนให้มีอิทธิพลในวงกว้างในสาขาการศึกษาด้านวิศวกรรม การศึกษาเน้นถึงความสำคัญของการมีส่วนร่วมของที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญใน CoP ซึ่งสามารถส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงในการกำหนดเส้นทางอาชีพของนักศึกษาวิศวกรรม และช่วยเพิ่มการประยุกต์ใช้ผลการวิจัยในสภาพแวดล้อมการทำงานจริง

2.12.9.10 Samantha Ruth Brunhaver (2018) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับด้านวิศวกรรมกำลังปรับตัวให้สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและโลกาภิวัตน์ โดยมุ่งเน้นการจัดสอดคล้องระหว่างการศึกษาและการปฏิบัติวิชาชีพ ความสำคัญของการสร้างชุมชนวิชาการที่เน้นการปฏิบัติทางวิศวกรรมผ่านการเรียนรู้ร่วมกันและการอภิปรายช่วยส่งเสริมการทำงานร่วมกันระหว่างนักวิจัยและผู้ปฏิบัติงาน การวิจัยแสดงให้เห็นว่าความ

เข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับความซับซ้อนของการปฏิบัติทางวิศวกรรมสามารถช่วยปรับปรุงกลยุทธ์การศึกษาและการพัฒนาแรงงานวิศวกรรมในอนาคต โดยการสร้างกรอบสำหรับการพัฒนาชุมชนวิชาการและส่งเสริมการวิจัยเพิ่มเติมในด้านนี้ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึกอบรมและเตรียมนักวิศวกรให้พร้อมรับความท้าทายในโลกจริงได้ดีขึ้น

2.12.9.11 Ann Q. Gates et al. (2018) ศึกษาการพัฒนาชุมชนแห่งการปฏิบัติเพื่อเตรียมวิศวกรซอฟต์แวร์ที่มีทักษะทีมที่มีประสิทธิภาพ หลักสูตรวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่เน้นทีม (TOSE) ที่มหาวิทยาลัยเท็กซัสที่ El Paso ใช้การเรียนรู้ร่วมกันในทีมเพื่อพัฒนาทักษะและอัตลักษณ์ของนักเรียนในฐานะวิศวกรซอฟต์แวร์ โดยการสร้างชุมชนแห่งการปฏิบัติที่ช่วยให้การแบ่งปันความรู้และการสนับสนุนกันเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ หลักสูตรนี้มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมในการจัดการกับข้อกำหนดซอฟต์แวร์ที่ไม่สมบูรณ์และเปลี่ยนแปลงได้ พร้อมทั้งพัฒนาความสามารถในการใช้แนวทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่มีระเบียบวินัยในสภาพแวดล้อมที่มีความท้าทาย นักเรียนเริ่มต้นจากการเป็นผู้เข้าร่วมแบบพาสซีฟและค่อย ๆ กลายเป็นสมาชิกที่มีบทบาทสำคัญในทีม ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาทักษะและอัตลักษณ์ของพวกเขาในฐานะวิศวกรซอฟต์แวร์ การเรียนรู้ในทีมและการพัฒนาอัตลักษณ์ช่วยเตรียมความพร้อมนักศึกษาให้รับบทบาทในทีมและทำงานในอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.12.10 AI Learning Ecosystem

2.12.10.1 Luciana LazzerettiUniversity of Florence (2023) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับระบบนิเวศของปัญญาประดิษฐ์ (AI) โดยเน้นความซับซ้อนและการพิจารณาทางจริยธรรมในการพัฒนา AI การอภิปรายรวมถึงการใช้ Machine Learning (ML), การเรียนรู้เชิงลึก, และข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งมีผลต่อผลลัพธ์ของระบบ AI โดยเฉพาะในเรื่องของอัลกอริทึมและความอคติข้อมูล นอกจากนี้ยังกล่าวถึงการทำงานของ AI ที่เป็น 'กล่องดำ' ซึ่งสร้างความกังวลเกี่ยวกับความโปร่งใสและความรับผิดชอบ บทความระบุคุณสมบัติ 10 ประการของระบบนิเวศ AI เช่น ความหลากหลายสาขาวิชา, ความเร็ว, และลักษณะที่ขัดขวาง ซึ่งส่งผลกระทบต่อหลายอุตสาหกรรมและวิธีการทำงาน เทคโนโลยี AI สามารถนำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในวิธีการทำงานและการสื่อสาร การอภิปรายนี้ยังชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการวิจัยและปรับตัวอย่างต่อเนื่องเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่ AI นำมา

2.12.10.2 Izaque Silva et al. (2023) ศึกษาความท้าทายในการรวม AI เข้ากับการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยเน้นการจัดการข้อมูลและการผสานรวมอัลกอริทึมอัจฉริยะเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้ AI อย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนาแพลตฟอร์มระบบนิเวศซอฟต์แวร์ที่สามารถรองรับการผสานรวม AI เป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะการปรับปรุงวิธีการและเครื่องมือวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่มีอยู่ให้เหมาะสมกับการใช้ AI ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน ความสำคัญของการจัดการข้อมูลอย่างมี

ประสิทธิภาพและการทำงานร่วมกันในชุมชน SE จะช่วยสร้างเครื่องมือและวิธีการที่สอดคล้องกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยี AI และการเรียนรู้ของเครื่อง

2.12.10.3 Ravindra R Dharamshi et al. (2024) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครื่องมือ AI เช่น Coursera Coach powered by Generative AI และ การสร้างหลักสูตรที่ช่วยด้วย AI ซึ่งช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมและปรับปรุงประสบการณ์การเรียนรู้ส่วนบุคคลในระดับอุดมศึกษา เครื่องมือ AI เหล่านี้สามารถปรับเนื้อหาการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคนและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการประเมินผลโดยการใช้เครื่องมืออัตโนมัติ เช่น Turnitin ข้อมูลการวิจัยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ใช้ AI กับกลุ่มที่ใช้วิธีดั้งเดิมแสดงให้เห็นว่า AI ส่งผลให้ผลการเรียนรู้ดีขึ้น การศึกษายังระบุจุดแข็งและข้อจำกัดของเครื่องมือ AI ต่าง ๆ ซึ่งช่วยให้นักการศึกษาทราบวิธีเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับหลักสูตร การนำข้อมูลเชิงประจักษ์เหล่านี้ไปใช้สามารถช่วยในการพัฒนากลยุทธ์การนำ AI มาใช้ในสภาพแวดล้อมการศึกษาที่มีประสิทธิภาพและเป็นประโยชน์สูงสุด

2.12.10.4 arxiv (2023) ศึกษา Ecotwin ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเป็นเครื่องมือที่มีความเป็นไปได้และยืดหยุ่นสำหรับการจำลองระบบนิเวศ โดยการรวมแบบจำลองภูมิประเทศและแบบจำลองสัตว์ที่ควบคุมด้วยการเรียนรู้การเสริมแรงเชิงลึก (DRL) ทำให้สามารถสำรวจผลกระทบทางนิเวศวิทยาของกิจกรรมทางเศรษฐกิจต่างๆ ได้อย่างละเอียด Ecotwin ช่วยในการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่คลุมที่ดิน การแสวงหาประโยชน์จากทรัพยากร มลพิษ และสายพันธุ์ที่รุกราน รวมถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อความหลากหลายทางชีวภาพ นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการตัดสินใจทางธุรกิจและนโยบายโดยการจำลองผลกระทบต่อระบบนิเวศ

2.12.10.5 Claes Strannegaard et al. (2023) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือ AI ที่ใช้ในการจำลองระบบนิเวศสามารถจำลองผลกระทบจากกิจกรรมทางเศรษฐกิจต่อความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการรวมแบบจำลองภูมิประเทศสามมิติและแบบจำลองสัตว์ที่ควบคุมด้วยการเรียนรู้การเสริมแรงเชิงลึก (DRL) ช่วยให้สามารถจำลองพลวัตของระบบนิเวศที่สมจริงยิ่งขึ้น การใช้สภาพแวดล้อมของเครื่องยนต์เกมช่วยให้สามารถสังเกตระบบนิเวศแบบเรียลไทม์ได้ ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงและปฏิสัมพันธ์ในระบบนิเวศอย่างทันท่วงที

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือ AI สามารถช่วยในการทำความเข้าใจผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ครอบคลุมที่ดิน การแสวงหาประโยชน์จากทรัพยากร มลพิษ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และช่วยในการทำนายผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งมีความสำคัญสำหรับการพัฒนากลยุทธ์การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพและการตัดสินใจที่ยั่งยืน ผู้กำหนดนโยบายและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถใช้ข้อมูลเหล่านี้เพื่อดำเนินการที่มีข้อมูลและปกป้องระบบนิเวศในท้องถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.12.10.6 Olateju Temitope Akintayo et al. (2024) ศึกษาการผสานรวม AI กับการเรียนรู้ทางสังคมและอารมณ์ (SEL) ในการศึกษาประถมศึกษามีความสำคัญในการส่งเสริมการพัฒนาแบบองค์รวมของนักเรียน โดยช่วยให้พวกเขาจัดการความท้าทายทางวิชาการ สร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และควบคุมอารมณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ AI สามารถปรับแต่งประสบการณ์การเรียนรู้ให้ตรงกับความต้องการของนักเรียนแต่ละคน และส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อพัฒนาทักษะทางสังคมและการทำงานเป็นทีม ทั้งนี้ AI ยังช่วยให้ได้รับข้อเสนอแนะแบบเรียลไทม์ ซึ่งช่วยปรับวิธีการสอนและกลยุทธ์การเรียนรู้ให้ตรงตามความต้องการของนักเรียน ในขณะเดียวกันการผสานรวมนี้ยังต้องเผชิญกับความท้าทายทางจริยธรรม เช่น ความเป็นส่วนตัวของข้อมูลและความอคติในอัลกอริทึม รวมถึงความจำเป็นในการฝึกอบรมนักการศึกษาในการใช้เครื่องมือ AI อย่างมีประสิทธิภาพ การทำงานร่วมกันระหว่างนักการศึกษา นักเทคโนโลยี และผู้กำหนดนโยบายเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาแนวทางปฏิบัติที่มีหลักฐานและการเข้าถึงเทคโนโลยีอย่างเท่าเทียมกัน

2.12.10.7 Gaurav Kumar Srivastav et al. (2023) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบของปัญญาประดิษฐ์ต่อระบบนิเวศการเรียนรู้เสมือน พบว่า การรวม AI และ ML ในการศึกษาเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการปรับปรุงกระบวนการสอนและการเรียนรู้ โดยเน้นการพัฒนาระบบนิเวศทางการศึกษาที่รองรับ AI ผ่านการใช้วิทยาศาสตร์ข้อมูลและการขุดข้อมูลทางการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ชุดข้อมูลขนาดใหญ่ ช่วยให้เกิดกลยุทธ์การสอนที่มีประสิทธิภาพและประสบการณ์การเรียนรู้ที่ปรับแต่งตามความต้องการของนักเรียน ในขณะเดียวกัน ยังมีช่องว่างด้านความเข้าใจของผู้ปฏิบัติงานทางการศึกษาต่อ AI ในระบบการศึกษา (AIED) ซึ่งเป็นทั้งความท้าทายและโอกาสสำหรับนักวิจัยในการพัฒนาแนวทางที่เหมาะสม การศึกษานี้เสนอกรอบการทำงานที่ช่วยให้ AI สามารถนำไปใช้ในบริบททางการศึกษาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเรียกร้องให้มีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อสำรวจผลกระทบของ AI ต่อการสอน การมีส่วนร่วมของนักเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อขับเคลื่อนระบบการศึกษาสู่รูปแบบที่มีพลวัตและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.12.10.8 S. G. Grigoriev et al. (2020) ศึกษา ระบบนิเวศทางปัญญาดิจิทัลสำหรับการเรียนรู้ในมหาวิทยาลัยแบบผสมผสามุ่งเน้นการปรับตัวให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและแก้ไขข้อบกพร่องของการศึกษาทางไกลแบบดั้งเดิม โดยผสานทฤษฎีระบบ การทำให้เป็นดิจิทัล และปัญญาประดิษฐ์เพื่อยกระดับประสบการณ์และประสิทธิภาพการเรียนรู้ ระบบนิเวศนี้เน้นการฝึกอบรมแบบกระจายอำนาจและการใช้โมเดลคู่ดิจิทัลเพื่อติดตามและปรับปรุงกระบวนการศึกษาแบบเรียลไทม์ พร้อมทั้งส่งเสริมความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยและองค์กรภาคธุรกิจเพื่อพัฒนาหลักสูตรที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดงาน การรวม AI และการทำให้เป็นดิจิทัลช่วยเพิ่มคุณภาพและความยืดหยุ่นของหลักสูตร ตอบสนองต่อวิวัฒนาการของอุตสาหกรรมและเสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียนให้พร้อมกับตลาดแรงงานยุคใหม่

2.12.11 Engineering identity

เอกลักษณ์ทางวิศวกรรมครอบคลุมการรับรู้ตนเองและการยอมรับของบุคคลในฐานะวิศวกรซึ่งได้รับอิทธิพลจากปัจจัยด้านการศึกษาและสังคมต่างๆ อัตลักษณ์นี้ถูกกำหนดขึ้นจากประสบการณ์ในสภาพแวดล้อมทางวิชาการ ปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน และการรับรู้ทางสังคมส่วนต่อไปนี้สำรวจแง่มุมสำคัญของการสร้างอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม

2.12.11.1 Elizabeth H. Flanagan et al. (2024) ศึกษาการสำรวจผลกระทบของการสอนความเห็นอกเห็นใจในหลักสูตรวิศวกรรมปีแรกต่ออัตลักษณ์ทางวิศวกรรมของนักศึกษา โดยพบว่าการรวมเอาใจใส่ช่วยเปลี่ยนมุมมองของนักเรียนเกี่ยวกับบทบาทของวิศวกร ทำให้ตระหนักถึงผลกระทบทางสังคมและความสำคัญของการสื่อสารกับผู้มีส่วนได้เสีย การวิเคราะห์เชิงปริมาณผ่านการสร้างแบบจำลองสมการโครงสร้าง (SEM) แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างความเห็นอกเห็นใจกับอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมแข็งแกร่งขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ผลลัพธ์สนับสนุนให้บรรจุความเห็นอกเห็นใจในหลักสูตรวิศวกรรมเพื่อพัฒนาวิศวกรที่มีความสามารถทางเทคนิค คำนึงถึงมิติทางสังคม วัฒนธรรม และจริยธรรม พร้อมรับมือกับความท้าทายในโลกจริงอย่างมีความรับผิดชอบ

2.12.11.2 Cassie Wallwey et al. (2024) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและอัตลักษณ์ที่ชาญฉลาดมีบทบาทสำคัญในการตัดสินใจของผู้หญิงในการเข้าสู่และคงอยู่ในสาขาวิศวกรรม โดยพบว่าอัตลักษณ์เหล่านี้มีเสถียรภาพแม้เผชิญกับความท้าทาย และมีปฏิสัมพันธ์ที่ซับซ้อนซึ่งส่งผลต่อการตัดสินใจด้านอาชีพ ความเข้าใจในปัจจัยเหล่านี้มีความสำคัญต่อการแก้ไขปัญหาการเป็นตัวแทนต่ำของผู้หญิงในสาขาวิศวกรรม โดยเฉพาะวิศวกรรมไฟฟ้าและวิทยาการคอมพิวเตอร์ งานวิจัยยังเน้นถึงความจำเป็นในการศึกษาต่อเนื่องเกี่ยวกับการพัฒนาอัตลักษณ์เหล่านี้และแนวทางสนับสนุนในสถาบันการศึกษาเพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้หญิงในวิศวกรรมมากขึ้น

2.12.11.3 Jiabin Zhu (2023) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการปฏิบัติ เช่น โครงการออกแบบ Capstone และการแข่งขันนวัตกรรมทางเทคโนโลยี ส่งผลเชิงบวกต่อการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมของนักศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเข้าร่วมการแข่งขันหลายครั้ง ในขณะเดียวกัน การฝึกงานกลับไม่แสดงผลกระทบที่มีนัยสำคัญ ปัจจัยสื่อกลางที่สำคัญคือการรับรู้จากภายนอก ซึ่งมีบทบาทในการสร้างอัตลักษณ์ของนักศึกษา การศึกษาชี้ถึงข้อจำกัดด้านขนาดตัวอย่างและเสนอให้มีการวิจัยเพิ่มเติมในบริบทที่กว้างขึ้นเพื่อทำความเข้าใจกลไกของประสบการณ์เหล่านี้อย่างลึกซึ้ง ทั้งนี้ ผลการวิจัยเน้นถึงความสำคัญของการออกแบบหลักสูตรที่ผสมผสานกิจกรรมที่มุ่งเน้นการปฏิบัติเพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมของนักศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ

2.12.11.4 Jeroen Lievens (2023) ศึกษาการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมที่แข็งแกร่งต้องอาศัยความเข้าใจในความเป็นจริงของสถานที่ทำงานและการตระหนักถึงความสำคัญของทักษะการสื่อสาร ทั้งนี้ การวิจัยเชิงสำรวจช่วยให้นักเรียนปรับมุมมองเกี่ยวกับอาชีพ โดยผสมผสานทักษะที่จำเป็น เช่น การเขียน การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา วิธีการนี้สามารถปรับใช้ในสาขาต่าง ๆ และช่วยแก้ไขความเข้าใจผิดเกี่ยวกับบทบาทของวิศวกร แม้ว่าการพัฒนาหลักสูตรแบบนี้จะต้องอาศัยความพยายามจากอาจารย์ แต่ก็ให้ประโยชน์ที่คุ้มค่าสำหรับนักศึกษาและภาคอุตสาหกรรม โดยเตรียมพวกเขาให้พร้อมสำหรับความท้าทายในโลกการทำงาน

2.12.11.5 Juebei Chen et al. (2023) ศึกษาการสำรวจการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบ PBL ต่อการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม พบว่าความสำคัญของแรงจูงใจภายในในการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมของนักเรียนในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบโครงการ (PBL) โดยการศึกษาแนะนำแบบจำลองทางทฤษฎีที่ใช้วิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการสร้างอัตลักษณ์เหล่านี้ องค์ประกอบที่สำคัญประกอบด้วยแรงจูงใจภายใน (IM), ความเชื่อด้านความสามารถ (CBs), และการสนับสนุนภายนอก (ES) โดยแรงจูงใจภายในถูกระบุว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการช่วยให้นักเรียนเห็นตัวเองเป็นวิศวกรในอนาคต นอกจากนี้ยังระบุถึงความแปรปรวนของผลกระทบจากองค์ประกอบเหล่านี้ที่แตกต่างกันไปตามเพศ, ระดับการศึกษา และวิชาเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า PBL ต้องการการปรับแต่งเพื่อตอบสนองความหลากหลายของนักเรียน การวิจัยนี้ยังแนะนำว่าควรมีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านี้ให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นและพัฒนากลยุทธ์ PBL ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.12.11.6 V. Putarek (2023) ศึกษาความสำคัญของอัตลักษณ์ทางวิชาชีพในนักศึกษาวิศวกรรม โดยพบว่าเอกลักษณ์ทางวิชาชีพที่แข็งแกร่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการทำงานอย่างมืออาชีพและเพิ่มความสามารถในการจ้างงาน โดยมีสามมิติหลัก ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับอาชีพในอนาคต, ประสบการณ์ตรงกับอาชีพ, และความสามารถในตนเอง ซึ่งมิติความสามารถในตนเองได้รับการจัดอันดับสูงสุด การศึกษายังแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของปัจจัยทางสังคมศาสตร์ เช่น เพศ, ความรู้เกี่ยวกับโปรแกรมการศึกษา, และภูมิหลังครอบครัวในวิศวกรรม ที่มีผลต่อการพัฒนาเอกลักษณ์ทางวิชาชีพ นักการศึกษาควรพิจารณาปัจจัยเหล่านี้ในการออกแบบโปรแกรมการศึกษาที่ช่วยเสริมสร้างเอกลักษณ์ทางวิชาชีพในนักเรียน การวิจัยนี้ยังเปิดทางให้มีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อพัฒนากลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิชาชีพในกลุ่มนักเรียนที่หลากหลาย

2.12.11.7 Sarah L. Rodriguez (2023) ศึกษาการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและการประมวลผล (E&C) ของนักศึกษาลาตินาที่เกิดในสหรัฐอเมริกาและต่างประเทศพบว่ามีนักเรียนลาตินาที่มีการแสดงตัวตนต่ำในสาขา E&C แม้จำนวนจะเพิ่มขึ้นการพัฒนาอัตลักษณ์ E&C ขึ้นอยู่กับต้นกำเนิดของชาติและแรงจูงใจในการเลือกสาขา โดยนักเรียนที่มีภูมิหลังต่างกันแสดงความ

สนใจใน E&C แตกต่างกัน การมีแบบแผนและอคติทางสังคมในสหรัฐอเมริกาเกี่ยวกับนักเรียนลาตินน่าทำให้เกิดความท้าทายในการจดจำตัวตนและการพัฒนาอัตลักษณ์นักวิศวกร การศึกษาชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการสร้างสภาพแวดล้อมที่ครอบคลุมและสนับสนุนเพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมในสาขานี้และลดอุปสรรคที่นักเรียนลาตินน่าประสบ, โดยเฉพาะผู้หญิง, เพื่อกระตุ้นให้พวกเขามองตัวเองเป็นวิศวกรหรือนักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ในอนาคต

2.12.11.8 Frontiers in Education Conference (2022) ศึกษาเอกลักษณ์ทางวิศวกรรม การรับรู้ของการศึกษาทางสังคมเทคนิค และมุมมองของการปฏิบัติทางวิศวกรรมในนักศึกษาปริญญาตรี การรวมความคิดทางสังคมเทคนิคในการศึกษาด้านวิศวกรรมช่วยเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับบทบาทและบริบททางสังคมของการปฏิบัติทางวิศวกรรม ซึ่งมีผลกระทบต่อการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมของนักเรียน การศึกษาพบว่าอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมที่แข็งแกร่งเชื่อมโยงกับการรับรู้ถึงผลกระทบทางสังคมของงานวิศวกรรม โดยกลุ่มนักเรียนที่แตกต่างกันมีมุมมองที่หลากหลายเกี่ยวกับความคิดทางสังคมเทคนิคและอัตลักษณ์การเป็นวิศวกร การบูรณาการแนวคิดทางสังคมเทคนิคในหลักสูตรวิศวกรรมสามารถช่วยนักเรียนพัฒนามุมมองแบบองค์รวมเกี่ยวกับอาชีพของพวกเขา การทำความเข้าใจวิธีที่นักเรียนมีส่วนร่วมกับแนวคิดเหล่านี้สามารถขยายการมีส่วนร่วมในสาขาวิศวกรรมได้ โดยการจัดการกับอัตลักษณ์ที่หลากหลายของนักเรียนและสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ครอบคลุมมากขึ้น

2.12.11.9 Joni M. Lakin (2022) ศึกษาการจัดกรอบวิศวกรรมในฐานะอาชีพที่เน้นการบริการสังคมและการเห็นแก่ผู้อื่นช่วยเพิ่มความสนใจของนักเรียนในสาขานี้ โดยเฉพาะนักเรียนมัธยมที่มาจากกลุ่มที่มีสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมต่ำ เช่น นักเรียนผิวดำ การมุ่งเน้นไปที่การมีส่วนร่วมในชุมชนและการทำงานร่วมกับผู้อื่นมีผลต่อการสร้างอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมในเชิงบวก ทั้งนี้ โปรแกรมที่เน้นการเห็นแก่ผู้อื่นมีประสิทธิภาพมากกว่ากลุ่มโปรแกรม STEM แบบดั้งเดิมที่ไม่เน้นแง่มุมนี้ ในการเพิ่มการมีส่วนร่วมและความสนใจในวิศวกรรม โดยการมีส่วนร่วมของนักศึกษาวิศวกรรมระดับปริญญาตรีชนกลุ่มน้อยในฐานะผู้ให้คำปรึกษาก็ช่วยเป็นแบบอย่างที่สำคัญ

2.12.11.10 William J. Schell et al. (2022) ศึกษาการพัฒนาอัตลักษณ์ความเป็นผู้นำในด้านวิศวกรรมผ่านกรอบของอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและการเป็นผู้นำ โดยเสนอแบบจำลองที่แสดงให้เห็นถึงการบรรจบกันของทั้งสององค์ประกอบนี้ ซึ่งสำคัญต่อการเข้าใจวิธีที่นักศึกษาวิศวกรรมสามารถพัฒนาเป็นผู้นำที่มีประสิทธิภาพ การค้นพบจากการสำรวจระดับชาติและกลุ่มโฟกัสของนักเรียนยืนยันว่ากระบวนการพัฒนาอัตลักษณ์ความเป็นผู้นำนั้นไม่เหมือนกันในแต่ละบุคคล และได้รับอิทธิพลจากบริบทต่าง ๆ เช่น สภาพแวดล้อมการศึกษาและประสบการณ์ส่วนบุคคล การวิจัยแนะนำว่าควรออกแบบโปรแกรมการพัฒนาผู้นำที่มีความละเอียดอ่อนต่อประสบการณ์เฉพาะของนักศึกษาวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นผู้นำในหมู่นักวิศวกรในอนาคต

2.12.12 Engineering education competency

ความสามารถในการศึกษาด้านวิศวกรรมครอบคลุมทักษะและคุณลักษณะที่จำเป็นสำหรับการเตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงของตลาดแรงงานงานวิจัยล่าสุดชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการรวมทั้งความสามารถทางเทคนิคและขวางเข้ากับหลักสูตรวิศวกรรมเพื่อเพิ่มความพร้อมและความยั่งยืนของอุตสาหกรรมส่วนต่อไปนี้สรุปประเด็นสำคัญของความสามารถด้านการศึกษาด้านวิศวกรรม

2.12.12.1 Olav Torp et al. (2024) ศึกษาด้านวิศวกรรมในอนาคตคาดว่าจะเปลี่ยนแปลงไปสู่แนวทางบูรณาการที่ผสมผสานการฝึกอบรมทั้งอย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการโดยได้รับอิทธิพลจากเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น ปัญญาประดิษฐ์และข้อมูลขนาดใหญ่ ตลาดงานในอนาคตจะต้องการความสามารถที่หลากหลาย เช่น ความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม และทักษะทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งนี้ ยังมีความจำเป็นสำหรับทักษะเสริม เช่น ความสามารถทางสังคมและพลเมืองและการรู้ดิจิทัล การร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษาและอุตสาหกรรมจะช่วยออกแบบโปรแกรมการศึกษาให้ตรงกับความต้องการตลาดแรงงาน และการเรียนรู้ตลอดชีวิตจะช่วยให้นักเรียนสามารถปรับตัวและพัฒนาทักษะได้อย่างต่อเนื่องเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับความท้าทายในอนาคต

2.12.12.2 Yakhoub Ndiaye et al. (2023) ศึกษาการติดตามดวงตา (ET) และปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการศึกษาด้านวิศวกรรมเพื่อปรับปรุงการประเมินความสามารถของนักเรียน วิธีการประเมินแบบดั้งเดิมมีข้อจำกัดในการประเมินงานออกแบบวิศวกรรมแบบเปิด ซึ่งสามารถใช้เวลานานและต้องใช้แรงงาน การผสาน AI กับ ET (AIET) ถูกเสนอเป็นโซลูชันที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามสายตาและวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน การประยุกต์ใช้ AIET ช่วยทำนายและประเมินข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลเชิงลึกที่ดียิ่งขึ้น การทบทวนยังเน้นถึงความจำเป็นในการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อสำรวจวิธีการที่เทคโนโลยีเหล่านี้สามารถช่วยเพิ่มประสบการณ์การศึกษาและความเข้าใจในความสามารถของนักเรียน

2.12.12.3 Xiaoqi Feng et al. (2022) ศึกษาการสำรวจความสามารถของครูในการศึกษาวิศวกรรมสหวิทยาการ การศึกษาชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของความสามารถทางสังคม, อารมณ์ และการสอนสำหรับครูในการสอนสหวิทยาการที่มีประสิทธิภาพในวิศวกรรม ครูต้องมีทักษะในการสื่อสารที่ดีทั้งกับนักเรียนและเพื่อนครูจากสาขาวิชาต่างๆ และต้องมีแรงจูงใจในการสอนเพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วมของนักเรียนในกระบวนการเรียนรู้ การศึกษายังพบว่าอุปสรรคสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการสอนคือการขาดความรู้เฉพาะในสาขาวิชาต่างๆ ซึ่งทำให้การสอนสหวิทยาการมีความซับซ้อน ดังนั้นจำเป็นต้องมีโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพที่มุ่งเน้นการเสริมสร้างทักษะเหล่านี้เพื่อเอาชนะช่องว่างในการเรียนการสอน

2.12.12.4 Jacqueline Mei Ling. Wong et al. (2022) ศึกษาความสำคัญของการแก้ปัญหาและการสร้างแบบจำลองในคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาด้านวิศวกรรม พร้อมทั้งระบุช่องว่างในการวิจัย โดยเฉพาะในด้านการเชื่อมโยงระหว่างความสามารถทางคณิตศาสตร์และการประเมิน การวิจัยได้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการสร้างคำจำกัดความที่ชัดเจนของความสามารถทางคณิตศาสตร์เพื่อสนับสนุนการทำงานร่วมกันระหว่างนักการศึกษาและนักวิจัย นอกจากนี้ยังเน้นถึงความสำคัญของการเสริมอำนาจนักการศึกษาในการยอมรับและนำแนวคิดเรื่องความสามารถทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการสอนเพื่อพัฒนาการศึกษาทางคณิตศาสตร์ในด้านวิศวกรรมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.12.12.5 Denys Zagirniak et al. (2022) ศึกษา การศึกษาด้านวิศวกรรมระบบสมัยใหม่ในบริบทของการก่อตัวของความสามารถทางวิชาชีพ พบว่าการศึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมและเทคนิคเน้นความสำคัญของการปรับระบบการศึกษาเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน โดยการร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษาและผู้ประกอบการ ความสามารถทางวิชาชีพของวิศวกรไม่คงที่และต้องพัฒนาอย่างต่อเนื่อง การวิจัยชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบสำคัญที่นำไปสู่ความสามารถทางวิชาชีพ เช่น ความสามารถส่วนบุคคลและความสามารถทางสังคม เช่น การทำงานเป็นทีม บทความย้ำถึงบทบาทสำคัญของกระบวนการศึกษาที่มีโครงสร้างที่ดีในการพัฒนาความสามารถที่จำเป็น เพื่อเตรียมผู้เชี่ยวชาญให้พร้อมรับมือกับความท้าทายในอุตสาหกรรม

2.12.12.6 Negmatzhan Almetov et al. (2020) ศึกษาความจำเป็นในการปรับปรุงการศึกษาด้านวิศวกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการทางเศรษฐกิจ วิทยาศาสตร์ เทคนิค และสังคมที่เปลี่ยนแปลง โดยการรวมแนวทางตามความสามารถในด้านต่างๆ เช่น การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การสร้างปัญญา และความคิดเชิงนิเวศวิทยา การสำรวจจากนายจ้างแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการเตรียมบัณฑิตที่ไม่เพียงแต่มีความรู้เฉพาะด้าน แต่ยังมีความสามารถที่กว้างขึ้น การปรับปรุงการศึกษาผ่านโซลูชันนวัตกรรมทางองค์กรและการสอนจะช่วยเพิ่มคุณภาพการศึกษาด้านวิศวกรรมและความสามารถของผู้สำเร็จการศึกษาให้ตอบสนองความท้าทายในยุคปัจจุบัน

2.12.12.7 Besarion Ch. Meskhi et al. (2021) ศึกษาการพัฒนาความสามารถทางวิศวกรรมในนักเรียนโดยการใช้แนวทางตามความสามารถ ซึ่งผสมผสานความรู้และทักษะผ่านวิธีการสอนที่เป็นนวัตกรรม เช่น การเรียนรู้แบบแอคทีฟและการทำงานตามโครงการ นักเรียนจะได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสหวิทยาการผ่านการทำงานกลุ่มและกิจกรรมที่ส่งเสริมการมีส่วนร่วมและแรงจูงใจ การประเมินอย่างเป็นระบบรวมถึงการประเมินตนเองและจากเพื่อนช่วยให้สามารถสะท้อนความสำเร็จและปรับปรุงได้ และการพิจารณาประสบการณ์ระหว่างประเทศช่วยเพิ่มความโปร่งใสในการประเมินความรู้และความสามารถของนักเรียนในระดับสากล

2.12.12.8 Sushchenko Olena et al. (2020) ศึกษาความสำคัญของการพัฒนาความสามารถในการศึกษาด้านวิศวกรรมโดยการใช้การศึกษาตามความสามารถ (CBE) ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถเฉพาะในนักศึกษาวิศวกรรมเพื่อเสริมทักษะการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ การวิจัยชี้ให้เห็นถึงการประเมินองค์ประกอบของความสามารถในการตัดสินใจและเสนอแนวทางที่ช่วยระบุพื้นที่สำหรับการปรับปรุง นอกจากนี้ยังแนะนำให้สถาบันการศึกษาสร้างโปรแกรมการฝึกอบรมที่สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมเพื่อพัฒนาผู้เชี่ยวชาญในอนาคตอย่างมีประสิทธิภาพ

2.12.13 Digital Learning Ecosystem

ระบบนิเวศการเรียนรู้แบบดิจิทัล (DLE) แสดงถึงแนวทางการเปลี่ยนแปลงในการศึกษา รวมเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้และผลลัพธ์ระบบนิเวศเหล่านี้อำนวยความสะดวกในการศึกษาส่วนบุคคล ยืดหยุ่น และเข้าถึงได้ ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับเนื้อหาได้ทุกที่ทุกเวลาส่วนต่อไปนี้สรุปประเด็นสำคัญของ DLE รวมถึงส่วนประกอบ ประโยชน์ และความท้าทาย

2.12.13.1 Roya Anvari et al. (2024) ศึกษาความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลในการศึกษาของอิหร่าน โดยเน้นถึงการปรับปรุงระบบการศึกษาให้ตอบสนองต่อความต้องการที่เปลี่ยนแปลงของสังคมและอุตสาหกรรม การใช้ทรัพยากรดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพ ต้องการการฝึกอบรมที่เหมาะสมสำหรับทุกแผนกและความร่วมมือระหว่างอุตสาหกรรมเพื่อเสริมสร้างผลลัพธ์ทางการศึกษา นอกจากนี้ยังกล่าวถึงความท้าทายในการบูรณาการเทคโนโลยีและการพัฒนาความร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษาและภาคอุตสาหกรรม การวิจัยในอนาคตควรเน้นไปที่การศึกษาประสบการณ์ดิจิทัลของนักศึกษาและปรับรูปแบบธุรกิจของมหาวิทยาลัยให้สอดคล้องกับภูมิทัศน์การศึกษาที่เปลี่ยนแปลง

2.12.13.2 Ana María Pinto-Llorente et al. (2024) ศึกษาบทบาทสำคัญของระบบนิเวศการเรียนรู้แบบดิจิทัล (DLE) ในการปรับปรุงการประเมินแบบฟอร์แมนทีฟ (FA) ในการเรียนรู้ภาษาที่สอง (SLA) โดย DLE ช่วยอำนวยความสะดวกในการประเมินและเพิ่มคุณภาพการเรียนรู้ผ่านเครื่องมือดิจิทัลที่เข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา การมีส่วนร่วมของนักเรียนในการเรียนรู้ทักษะภาษาผ่าน FA เป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาทักษะภาษาและทักษะอ่อนโยน ข้อมูลที่รวบรวมจาก FA ใน DLE ช่วยให้นักการศึกษาสามารถระบุปัญหาของผู้เรียนและปรับกลยุทธ์การสอนให้เหมาะสม การประเมินแบบกำหนดยังช่วยสนับสนุนผู้เรียนในการบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้และยกระดับประสบการณ์การศึกษาใน SLA

2.12.13.3 Henrik Kohler Simonsen (2024) ศึกษาการเรียนรู้ระบบนิเวศและการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลเป็นแนวทางที่สำคัญในการปรับตัวของสถาบันการศึกษาและอุตสาหกรรม โดยการเรียนรู้ระบบนิเวศสามารถจัดการกับความท้าทายจากการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพ เทคโนโลยีการเรียนรู้ดิจิทัลช่วยเพิ่มความร่วมมือและการแบ่งปันความรู้ในระบบนิเวศ

การศึกษากรณีจากอุตสาหกรรมยาและประกันภัยแสดงให้เห็นถึงการใช้แพลตฟอร์มและกลยุทธ์ดิจิทัลในการปรับปรุงการเรียนรู้และความร่วมมือ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าหลักการนี้สามารถขยายไปใช้งานในภาคอุตสาหกรรมอื่น ๆ และการวิจัยต่อเนื่องเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาแนวทางเหล่านี้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.12.13.4 Heru Susanto et al. (2024) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความฉลาดทางอารมณ์และความพร้อมของนักเรียนสำหรับการเรียนรู้แบบดิจิทัล โดยพบว่าความฉลาดทางอารมณ์ โดยเฉพาะในด้านความเป็นอยู่ที่ดี มีบทบาทสำคัญในการเตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับการเรียนรู้ออนไลน์ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าสถาบันการศึกษาควรรวมการฝึกอบรมความฉลาดทางอารมณ์ในหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างความพร้อมของนักเรียนสำหรับการเรียนรู้ดิจิทัล ข้อมูลนี้ช่วยแนะนำกลยุทธ์การศึกษาและระบบสนับสนุนที่มุ่งพัฒนาความพร้อมของนักเรียนในโลกดิจิทัล

2.12.13.5 Yi Xu et al. (2023) ศึกษาการเปรียบเทียบระบบนิเวศการศึกษาดิจิทัลกับระบบนิเวศทางธรรมชาติ โดยมองเห็นความหลากหลายและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในทั้งสองระบบ การพัฒนาระบบนิเวศการศึกษาดิจิทัลขึ้นอยู่กับความร่วมมือระหว่างองค์กรเทคโนโลยี สารสนเทศและภาคการศึกษา พร้อมกับการสนับสนุนจากรัฐบาล ในขณะเดียวกัน ยังมีความท้าทายในการปรับตัวของครูและนักเรียน โดยเฉพาะในแง่ของการขาดปฏิสัมพันธ์กับเทคโนโลยีใหม่ การศึกษาระบุว่าแม้การศึกษาแบบดั้งเดิมอาจไม่หายไปทั้งหมด แต่ต้องปรับตัวเพื่อผสานรวมกับแพลตฟอร์มดิจิทัล เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี

2.12.13.6 Somsak Techakosit et al. (2024) ศึกษาการเรียนรู้ตามแนวทางด้านการก่อสร้างช่วยเพิ่มทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง (SDL) และความสำเร็จในการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญ โดยการใช้เครื่องมือดิจิทัล เช่น การสร้างสตอรี่บอร์ดและการนำเสนอวิดีโอ มีผลในเชิงบวกต่อการพัฒนาทักษะ SDL ของนักเรียน การศึกษาใช้การออกแบบกึ่งทดลองและพบว่ากิจกรรมเหล่านี้สามารถนำไปสู่ผลลัพธ์การศึกษาที่ดีขึ้นในระบบนิเวศการเรียนรู้ดิจิทัล ในอนาคต การศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการส่งเสริมทักษะ SDL จะช่วยให้เข้าใจการปฏิสัมพันธ์ในสภาพการศึกษามากขึ้น

2.12.13.7 Yan Zhao et al. (2024) ศึกษาการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลในระบบนิเวศการศึกษาระดับอุดมศึกษาที่มีการทำงานร่วมกันระหว่างรัฐบาล องค์กร และมหาวิทยาลัย ซึ่งส่งผลให้คุณภาพการศึกษาและประสบการณ์การสอนดีขึ้น การสนับสนุนทางการเงินจากรัฐบาลช่วยเพิ่มนวัตกรรมในภาคส่วนเหล่านี้ การทำงานร่วมกันในการวิจัยและพัฒนานำไปสู่ผลตอบแทนที่ดีกว่าการทำงานแยกกัน การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์เงินอุดหนุนที่เหมาะสมสามารถบรรลุความเหมาะสมของ Pareto โดยให้ทุกฝ่ายได้ประโยชน์โดยไม่เสียเปรียบ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาระบบนิเวศการอุดมศึกษาอย่างยั่งยืน

2.12.13.8 J ournal Article (2023) ศึกษาความสำคัญของการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในระบบการศึกษาแบบเปิดและระยะไกล (ODL) โดยการยอมรับเทคโนโลยีช่วยปรับปรุงประสบการณ์การศึกษาและตอบสนองต่อความท้าทายในประเทศกำลังพัฒนา ความสำเร็จของระบบ ODL ขึ้นอยู่กับความพร้อมของสถาบันในการจัดการและสนับสนุนการวิจัย รวมถึงการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย นอกจากนี้ยังเน้นความสำคัญของการคิดเชิงวิพากษ์และการปรับกลยุทธ์ของสถาบันให้สอดคล้องกับนโยบายแห่งชาติเพื่อให้สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.12.13.9 Maila Pentucci et al. (2023) ศึกษาความสำคัญของระบบนิเวศการเรียนรู้แบบดิจิทัลที่มีการตอบกลับซ้ำ ซึ่งช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในหมู่นักเรียนและครู ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าระบบนี้มีผลกระทบเชิงบวกต่อการเรียนรู้ทั้งในระดับปัญญาและระหว่างบุคคล นักเรียนรู้สึกว่ามีการปรับตัวดีขึ้นเมื่อใช้วิธีการสอนแบบผสมและสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ได้ดีขึ้น นอกจากนี้การใช้แบบจำลองหัวข้อโครงสร้างช่วยให้เข้าใจประสบการณ์การเรียนรู้ได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

2.12.13.10 Jose Peirats-Chacon (2023) ศึกษาการนำแบบจำลองห้องเรียนอัจฉริยะมาใช้และผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อแนวทางการสอนและการเรียนรู้แบบดั้งเดิม โดยการศึกษาแสดงให้เห็นว่าห้องเรียนอัจฉริยะช่วยเปลี่ยนแปลงวิธีการสอนจากการเน้นครูเป็นศูนย์กลางไปสู่การเรียนรู้ที่กระตือรือร้นและเน้นนักเรียนมากขึ้น แม้ว่าเทคโนโลยีดิจิทัลจะมีศักยภาพในการปรับปรุงการเรียนรู้ แต่ครูมักจะเน้นที่เทคโนโลยีเองแทนที่จะประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติจริง ซึ่งสะท้อนถึงช่องว่างระหว่างทฤษฎีกับการใช้งานจริง ทั้งนี้ ห้องเรียนอัจฉริยะแนะนำคุณค่าทางการศึกษาใหม่ ๆ เช่น การให้ความสำคัญกับทักษะอ่อนและวิธีการที่กระตือรือร้น โดยนักเรียนถูกมองว่าเป็นผู้สร้างการเรียนรู้ของตนเองอย่างกระตือรือร้น แต่บทบาทนี้ยังไม่ได้รับการยอมรับอย่างเต็มที่จากนักเรียนบางคน ซึ่งยังคงมีส่วนร่วมกับทรัพยากรอย่างจำกัด ห้องเรียนอัจฉริยะใช้เครื่องมือการศึกษาหลายประเภททั้งแบบอนาล็อกและดิจิทัล ซึ่งช่วยให้ประสบการณ์การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ถึงแม้ว่ารูปแบบนี้จะมีแนวโน้มที่ดี แต่การพัฒนาและการสนับสนุนยังคงเป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะการฝึกอบรมครูในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้ตระหนักถึงศักยภาพเต็มรูปแบบในการส่งเสริมการเรียนรู้และการมีส่วนร่วมของนักเรียน

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเรื่อง “ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา” เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) ร่วมกับการวิจัยเชิงประเมินผล (Evaluation Research) โดยมุ่งพัฒนารูปแบบและระบบการเรียนรู้ทางวิศวกรรมที่บูรณาการชุมชนแห่งการปฏิบัติ ระบบนิเวศการเรียนรู้ปัญญาประดิษฐ์ กระบวนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ และการประเมินสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้มุ่งศึกษาระบบในฐานะแพลตฟอร์มดิจิทัลเพียงอย่างเดียว แต่พิจารณาระบบนิเวศการเรียนรู้ในลักษณะของการบูรณาการระหว่างห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม สื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาด้วยปัญญาประดิษฐ์ การเรียนรู้ร่วมกันของผู้เรียน และการประเมินผลการเรียนรู้เชิงสมรรถนะ โดยนำระบบไปทดลองใช้และประเมินผลในบริบทการเรียนรู้ทางวิศวกรรม 2 บริบท ได้แก่ บริบทระดับอุดมศึกษาและบริบทระดับอาชีวศึกษา เพื่อศึกษาความเหมาะสม ความเป็นไปได้ และผลลัพธ์ของระบบต่อการพัฒนาอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนผู้วิจัยได้กำหนดกระบวนการดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 ระยะ ตามวัตถุประสงค์ของกาวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 การสังเคราะห์อัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์

ระยะที่ 3 การพัฒนาระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์

ระยะที่ 4 การประเมินอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน

รายละเอียดของการดำเนินการวิจัยในแต่ละระยะ มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3-1 ขั้นตอน วิธีการ และผลลัพธ์ของการวิจัย

ระยะที่	ขั้นตอนวิจัย (Process)	วิธีการ (Methods)	ผลลัพธ์ (Result)
1	สังเคราะห์อัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม	1. ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม 2. สรุปและสังเคราะห์ เอกสารเพื่อให้ได้อัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม	อัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม
2	พัฒนารูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อพัฒนาอัตลักษณ์ และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม	1. ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม 2. สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อพัฒนาอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม 3. ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของรูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อพัฒนาอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม	รูปแบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อพัฒนาอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ระยะที่	ขั้นตอนวิจัย (Process)	วิธีการ (Methods)	ผลลัพธ์ (Result)
3	พัฒนาระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์	1. พัฒนาระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ 2. สร้างแบบประเมิน คุณภาพของระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ 3. ผู้เชี่ยวชาญประเมิน คุณภาพของระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์	พัฒนาระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์
4	การประเมินอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม	1. กำหนดกลุ่มตัวอย่างจาก 2 บริบทการศึกษา ได้แก่ ระดับอุดมศึกษาและระดับอาชีวศึกษา 2. ทดลองใช้ระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ในรายวิชาทดสอบวัสดุทางวิศวกรรมโยธา 3. เก็บรวบรวมข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สมรรถนะการปฏิบัติ ความพึงพอใจ และความคิดเห็นของผู้เรียน 4. วิเคราะห์ผลการทดลองใช้ระบบและสังเคราะห์ผลลัพธ์ข้ามบริบทการศึกษา	ผลการประเมินการใช้ระบบ AI-CoP Learning Ecosystem ภายใต้บริบทระดับอุดมศึกษาและระดับอาชีวศึกษาต่อการพัฒนาอัตลักษณ์สมรรถนะวิศวกรรมศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของผู้เรียนในบริบทอุดมศึกษาและอาชีวศึกษา

3.1 ระยะที่ 1 การสังเคราะห์สมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม

3.1.1 การศึกษาเอกสาร

3.1.1.1 วิธีศึกษาเอกสาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในฐานข้อมูลระดับชาติและนานาชาติ ในประเด็นเกี่ยวกับอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม เพื่อนำมาสรุปเป็นอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม ของการวิจัยครั้งนี้

3.1.1.2 เอกสารที่ใช้ในการศึกษา

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และมีเกณฑ์ในการคัดเลือกเอกสารที่ใช้ในการศึกษาตามแบบวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis form) โดยเป็นเอกสารหรือบทความที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม

3.1.2 การสรุปและสังเคราะห์เอกสาร

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาเอกสาร โดยทำการรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร

ด้วยเกณฑ์การคัดเลือกเอกสารที่ได้กำหนดไว้แล้ว จากนั้นนำเอกสารเหล่านั้นมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยการจำแนกชนิดข้อมูลแบบไม่ใช้ทฤษฎี (Typological Analytic) คัดเฉพาะเอกสารที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม และทำการตรวจสอบข้อมูลโดยพิจารณาแหล่งที่มาของเอกสารมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ และนำเนื้อหาเหล่านั้นมาสังเคราะห์ เพื่อให้ได้อัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม ให้สอดคล้องกับการวิจัยครั้งนี้

3.2 ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1.1 รูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อพัฒนาอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม

3.2.1.2 แบบประเมินความเหมาะสมรูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อพัฒนาอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม

3.2.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

3.2.2.1 ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้

การพัฒนารูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อพัฒนาอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม พัฒนาขึ้นจากการวิเคราะห์และสังเคราะห์ โดยการศึกษาแนวคิด และทฤษฎี รวมไปถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาสังเคราะห์

เป็นกรอบแนวคิด และพัฒนาเป็น รูปแบบการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

3.2.2.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับหลักการพัฒนารูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อพัฒนาอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับผู้เรียนทางวิศวกรรม โดยผู้วิจัยจะทำการศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในฐานข้อมูล ระดับชาติและนานาชาติ และพิจารณาแหล่งที่มาที่มีความน่าเชื่อถือ

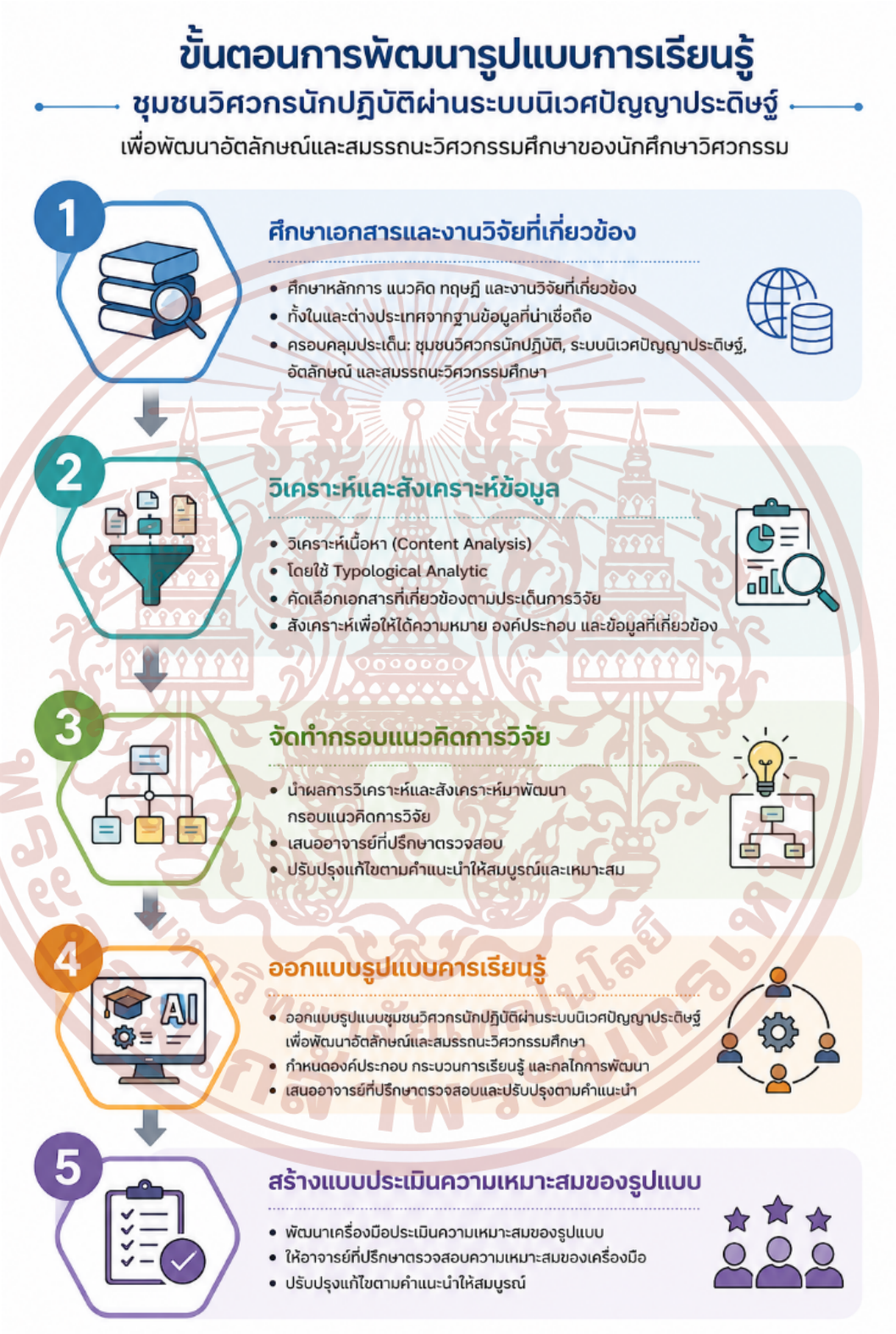
3.2.2.1.2 นำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์ เพื่อให้ได้ความหมาย องค์ประกอบ และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยผู้วิจัยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยการจำแนก ชนิดข้อมูลแบบไม่ใช้ทฤษฎี (Typological Analytic) คัดเฉพาะเอกสารที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการ เรียนรู้แบบ ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติ ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ อัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา เมื่อคัดแยกเนื้อหาที่ตรงประเด็นได้แล้วจะนำเนื้อหามาสังเคราะห์ เพื่อให้ได้ความหมาย องค์ประกอบ และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้

3.2.2.1.3 จัดทำกรอบแนวคิดการวิจัย ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์และสังเคราะห์ทั้งความหมาย องค์ประกอบ และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง มาพัฒนาเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย จากนั้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบกรอบแนวคิด และนำคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาไปปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้กรอบแนวคิดการวิจัยที่เหมาะสมและสมบูรณ์

3.2.2.1.4 ออกแบบรูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อพัฒนาอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา ตามกรอบแนวคิดการวิจัย เมื่อพัฒนารูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำรูปแบบการเรียนรู้ที่ได้ พัฒนา ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบ และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของ อาจารย์ที่ปรึกษา

3.2.2.1.5 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อพัฒนาอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา และให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ

ความเหมาะสมของเครื่องมือ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของ อาจารย์ที่ปรึกษา



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์

3.2.2.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความเหมาะสม การสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา มีขั้นตอนดังนี้

3.2.2.2.1 ศึกษาตัวอย่างแบบประเมินความเหมาะสม ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาตัวอย่างการประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับด้านการเรียนการสอน เทคโนโลยีสารสนเทศ และวิศวกรรมศาสตร์

3.2.2.2.2 กำหนดประเด็นของข้อคำถาม ผู้วิจัยได้กำหนดข้อคำถามในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ 1) ปัจจัยนำเข้า 2) กระบวนการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติ 3) ตัวบ่งชี้ของอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา 4) ผลสะท้อนกลับ และ 5) การนำรูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาไปใช้จริง โดยแบบประเมินความเหมาะสมจะแบ่ง ออกเป็น 3 ตอน ได้แก่ 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ 2) รายละเอียดของรูปแบบการชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา และ 3) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3.2.2.2.3 ออกแบบแบบประเมินความเหมาะสม เมื่อได้ประเด็นข้อคำถามสำหรับสร้างแบบประเมินเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงนำประเด็นต่าง ๆ เหล่านั้น มาออกแบบแบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาลักษณะแบบประเมินความเหมาะสมเป็น แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert's Scale) สถิติที่นำมาใช้คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean: $\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์การประเมินไว้ดังนี้

5 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
3 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
2 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.2.2.2.4 ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ ผู้วิจัยนำแบบประเมินความเหมาะสม นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบประเมิน ความเหมาะสมองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

3.2.2.1.5 ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา และ ผู้วิจัยได้นำ ข้อเสนอแนะดังกล่าวจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษามาปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินความ

เหมาะสมรูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์มากที่สุด เพื่อนำแบบประเมินความเหมาะสมไปใช้ในการเก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญในลำดับถัดไป



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

3.2.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนนี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่มีความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสาร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก หรือดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมที่มีความรู้และประสบการณ์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกหรือดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ในด้านวิศวกรรม ผู้เชี่ยวชาญด้านครูช่างที่เป็นบุคลากรหรืออาจารย์ในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกหรือดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ และผู้เชี่ยวชาญสายวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นบุคลากรสายวิชาการของวิทยาลัยเทคนิค และมีประสบการณ์สอนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพและประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลสามารถทำได้ดังนี้

3.2.3.1 อธิบายรายละเอียดของรูปแบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาให้กับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญ ทราบถึงรายละเอียดองค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

3.2.3.2 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมรูปแบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

3.2.3.3 เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ 2) รายละเอียดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ และ 3) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญบันทึกข้อมูลลงในแบบประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์ ข้อมูลความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ในลำดับถัดไป

3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้

3.2.4.1 นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ เพื่อหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นรายข้อ จากนั้นจึงนำมาหาค่าเฉลี่ยโดยรวมของค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2.4.2 นำผลค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้มาทำการประเมินกับเกณฑ์วัดผล โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) และใช้มาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert's Scale) สถิติที่นำมาใช้คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean: $\overline{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์การประเมินไว้ดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

2.51 – 3.50 หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

1.00 – 1.50 หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.2.4.3 นำค่าเฉลี่ยโดยรวมของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มาวิเคราะห์หาความเหมาะสมโดยเทียบกับเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้

3.2.4.4 รายงานผลของข้อมูลโดยใช้วิธีนำเสนอในรูปแบบตาราง จากนั้นสรุปและรายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบการบรรยายท้ายตาราง

3.3 ระยะที่ 3 การพัฒนาระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย ChatGPT สำหรับสนับสนุนการอธิบายเนื้อหา การตอบคำถาม และการสะท้อนผลการเรียนรู้ AI-generated instructional media สำหรับพัฒนาสื่อวิดีโอและสื่อมัลติมีเดีย และระบบ AI-supported feedback สำหรับสนับสนุนการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้และสมรรถนะทางวิศวกรรมของผู้เรียน

3.3.1.1 ระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

3.3.1.2 แบบประเมินคุณภาพระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์

3.3.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

3.3.2.1 ขั้นตอนการระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์

3.3.2.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยการคัดเลือกแบบ เจาะจง (Purposive Sampling) และมีเกณฑ์ในการคัดเลือกเอกสารที่ใช้ในการศึกษาตามแบบ วิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis form) โดยเป็นเอกสารหรือบทความที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการ ระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งผู้วิจัยจะทำการศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในฐานข้อมูลระดับชาติและนานาชาติ และพิจารณาแหล่งที่มาของเอกสารที่มีความน่าเชื่อถือ

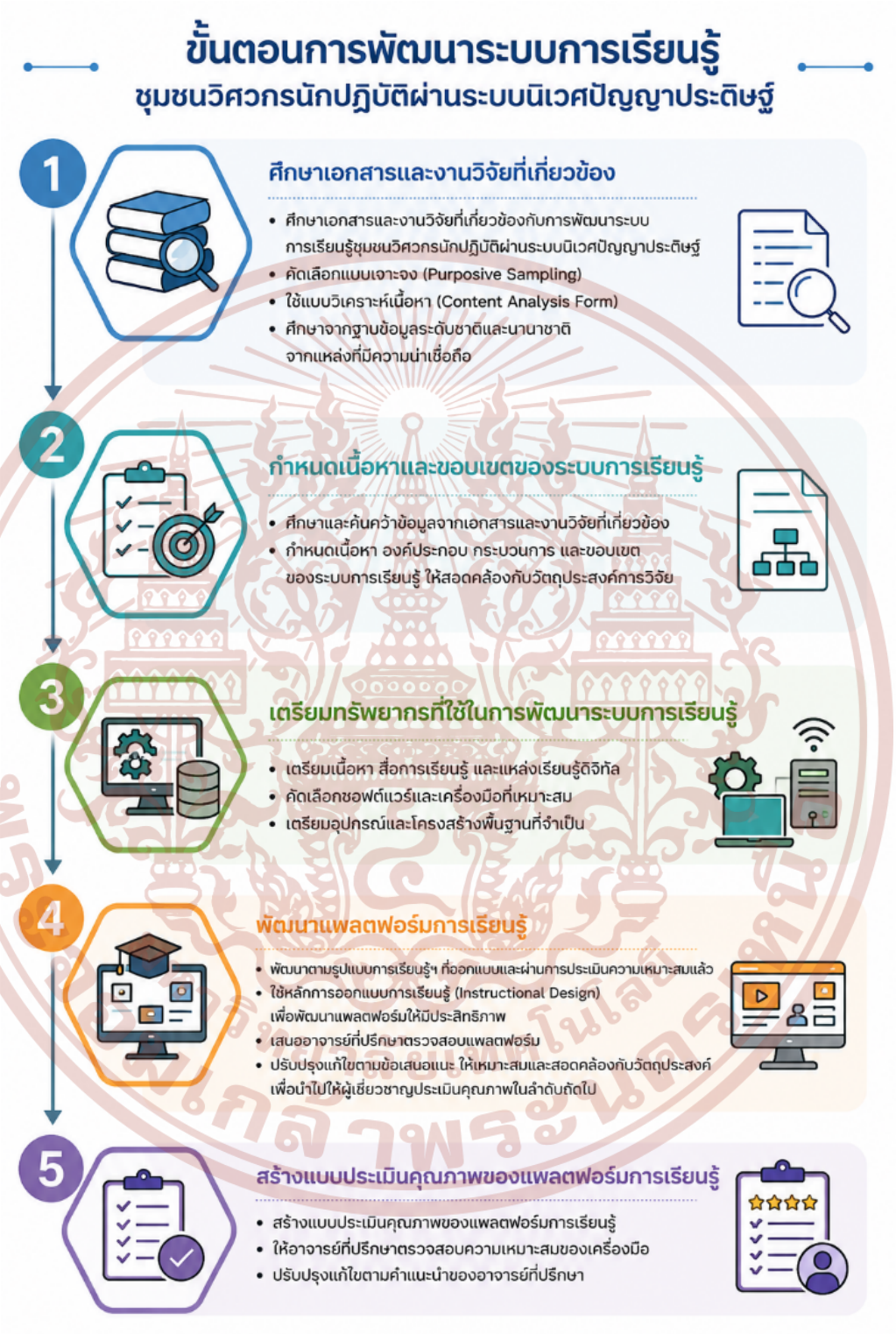
3.3.2.1.2 กำหนดเนื้อหาและขอบเขตของระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและค้นคว้าหาข้อมูลต่าง ๆ จากเอกสารและ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ในการกำหนดเนื้อหาและขอบเขต

3.3.2.1.3 เตรียมทรัพยากรที่ใช้ในการระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติ ได้แก่ เนื้อหา ซอฟต์แวร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการพัฒนาระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์

3.3.2.1.4 พัฒนาระบบการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำรูปแบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา ที่ได้ทำการ พัฒนาขึ้นในระยะที่ 2 และผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว มาเป็น ขอบเขตแนวทางในพัฒนาเป็นระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงนำระบบการเรียนรู้ดังกล่าวไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบระบบ หลังจากผู้วิจัยได้รับคำแนะนำและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะดังกล่าวจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษามาปรับปรุงแก้ไขระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์มากที่สุด เพื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของระบบ ในลำดับถัดไป

3.3.2.1.5 สร้างแบบประเมินคุณภาพของระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา และให้อาจารย์ที่ ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของ อาจารย์ที่ปรึกษา



ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนการพัฒนาระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

3.3.2.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพ

ระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา เมื่อพัฒนาขึ้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว จำเป็นต้องได้รับการประเมินคุณภาพและความเหมาะสมของระบบก่อนนำไปทดลองใช้จริงในบริบทการเรียนรู้ทางวิศวกรรม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินองค์ประกอบของระบบการเรียนรู้ ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ การบูรณาการปัญญาประดิษฐ์ และความสอดคล้องของระบบกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผ่านแบบประเมินคุณภาพระบบการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.3.2.2.1 ศึกษาตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพของระบบการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพระบบการเรียนรู้จากเอกสาร งานวิจัย และบทความวิชาการที่เกี่ยวข้องกับระบบการเรียนรู้ดิจิทัล เทคโนโลยีการศึกษา และ AI-supported learning environments

3.3.2.2.2 กำหนดประเด็นของข้อคำถาม ผู้วิจัยได้กำหนดข้อคำถามในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านการออกแบบระบบการเรียนรู้และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ 3) ด้านการปฏิสัมพันธ์ การเรียนรู้ร่วมกัน และ Community of Practice (CoP) 4) ด้านการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-supported learning) และ 5)ด้านการส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา3.3.2.2.3 ออกแบบแบบประเมินคุณภาพระบบการเรียนรู้ เมื่อกำหนดประเด็นข้อคำถามสำหรับการประเมินเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงนำประเด็นต่าง ๆ มาออกแบบแบบประเมินคุณภาพของระบบ AI-CoP Learning Ecosystem โดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแนวคิดของลิเคิร์ท (Likert's Scale) เพื่อประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบภายในระบบการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การบูรณาการปัญญาประดิษฐ์ และการส่งเสริมสมรรถนะทางวิศวกรรมของผู้เรียน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean: $\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินไว้ดังนี้

5 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับมาก

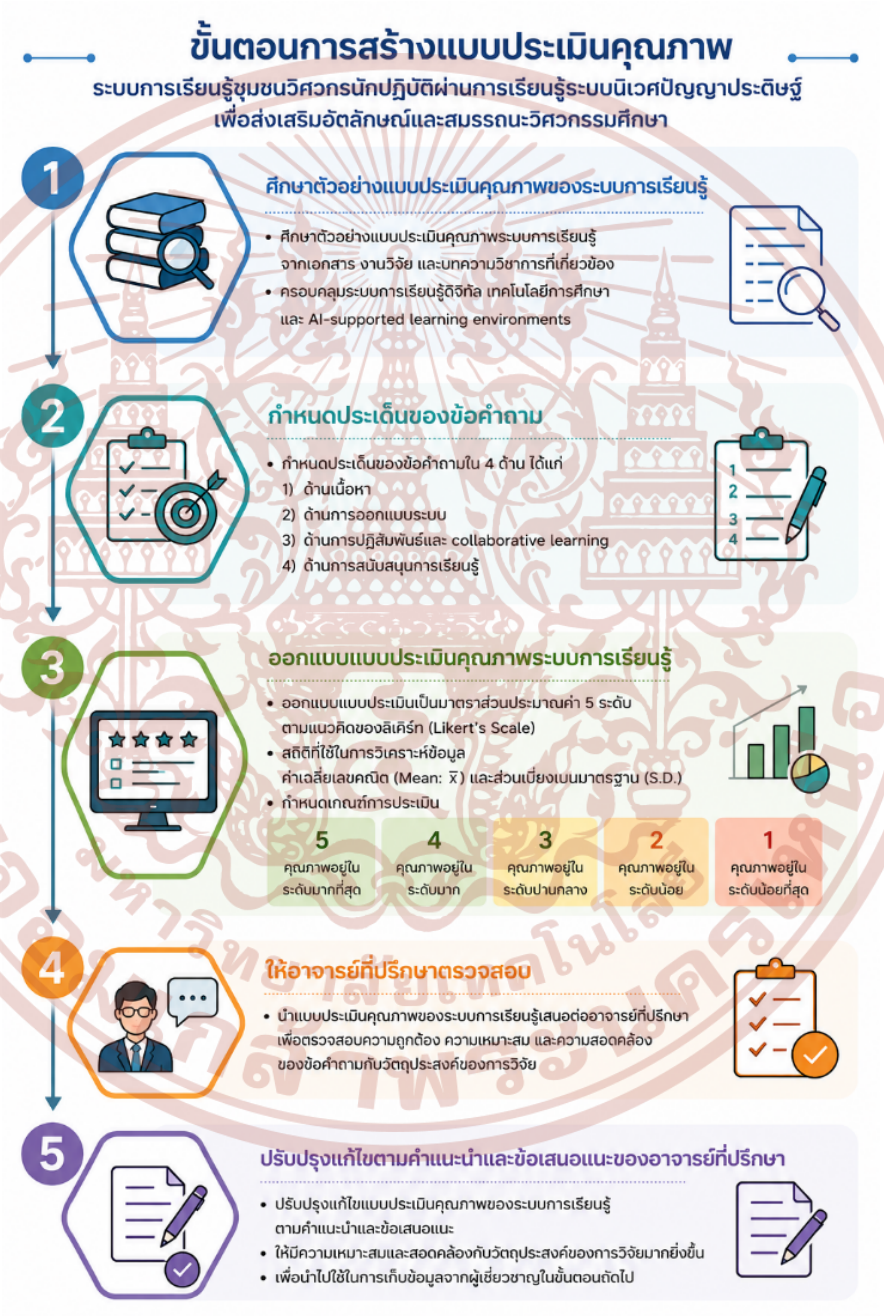
3 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.3.2.2.4 ให้อาจารย์ที่ปรึกษาผู้วิจัยนำแบบประเมินคุณภาพของระบบการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.3.2.2.5 ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา ภายหลังจากได้รับข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินคุณภาพของระบบการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยมากยิ่งขึ้น ก่อนนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญในขั้นตอนถัดไป



ภาพที่ 3-4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

3.3.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนนี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา โดยผู้วิจัยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ การประเมินด้านเทคนิคของระบบการเรียนรู้ และการประเมินด้านเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้

ผู้วิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ทั้งหมด 5 ประเด็น ได้แก่ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านการออกแบบระบบการเรียนรู้และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ 3) ด้านการปฏิสัมพันธ์ การเรียนรู้ร่วมกัน และ Community of Practice (CoP) 4) ด้านการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-supported learning) และ 5)ด้านการส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา โดยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญสามารถดำเนินการได้ดังนี้

3.3.3.1 อธิบายรายละเอียดของระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาให้กับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญทราบถึงแนวคิด องค์ประกอบ กระบวนการเรียนรู้ ฟังก์ชันของระบบ บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ และแนวทางการส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

3.3.3.2 ผู้เชี่ยวชาญดำเนินการประเมินคุณภาพของระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

3.3.3.3 เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ 2) รายละเอียดเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพของระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา และ 3) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญบันทึกข้อมูลลงในแบบประเมินคุณภาพของระบบการเรียนรู้ เพื่อนำผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญไปวิเคราะห์ข้อมูลในลำดับถัดไป

3.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้

3.3.4.1 นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน เพื่อหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นรายข้อ จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยโดยรวมของแต่ละด้าน และค่าเฉลี่ยรวมของแบบประเมินคุณภาพของระบบการเรียนรู้

3.3.4.2 นำผลค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้มาประเมินกับเกณฑ์วัดผล โดยใช้แบบประเมินคุณภาพเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert’s Scale) สถิติที่นำมาใช้คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean: $\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(Standard Deviation: S.D.) โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินไว้ดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง ระบบการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง ระบบการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก

2.51 – 3.50 หมายถึง ระบบการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง ระบบการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อย

1.00 – 1.50 หมายถึง ระบบการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.3.4.3 นำค่าเฉลี่ยโดยรวมของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มาวิเคราะห์หาคุณภาพโดยเทียบกับเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้

3.3.4.4 รายงานผลของข้อมูลโดยใช้วิธีนำเสนอในรูปแบบตาราง จากนั้นสรุปและรายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบการบรรยายท้ายตาราง

3.4 ระยะที่ 4 การประเมินอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน โดยใช้รูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

3.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.4.1.1 ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้เรียนทางด้านวิศวกรรมโยธาและวิศวกรรมศึกษา ที่กำลังศึกษาในรายวิชาวัสดุทางวิศวกรรมโยธาและการทดสอบ (Civil Engineering Materials and Testing) ทั้งในระดับอุดมศึกษาและระดับอาชีวศึกษา โดยแบ่งออกเป็น 2 บริบทการศึกษา ได้แก่

1. นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาวัสดุทางวิศวกรรมโยธาและการทดสอบ รหัสวิชา 020323225

2. นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ ที่กำลังศึกษาในรายวิชาทดสอบวัสดุงานโยธา

3.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้มาจากการเลือกแบบการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling) โดยคัดเลือกผู้เรียนที่กำลังศึกษาในรายวิชาวัสดุทางวิศวกรรมโยธาและการทดสอบ ซึ่งเป็นรายวิชาที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการวัสดุทางวิศวกรรมโยธา และมีการบูรณาการสื่อการเรียนรู้และระบบสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-supported learning) ภายในกระบวนการเรียนรู้ ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 บริบทการศึกษา ดังนี้

กลุ่มตัวอย่างระดับอุดมศึกษา ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาวัสดุทางวิศวกรรมโยธาและการทดสอบ รหัสวิชา 020323225 โดยมีผู้ตอบแบบสอบถามความต้องการเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้และการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน จำนวนทั้งสิ้น 46 คน รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่างระดับอุดมศึกษา ประกอบด้วย นักศึกษาชั้นปีที่ 3 จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 41.30 นักศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 43.50 นักศึกษาชั้นปีที่ 5 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 15.20 โดยผู้วิจัยใช้ข้อมูลดังกล่าวในการวิเคราะห์ความต้องการด้าน AI-supported learning การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ และการออกแบบระบบ AI-CoP Learning Ecosystem สำหรับการเรียนรู้ทางวิศวกรรม

1) กลุ่มตัวอย่างระดับอุดมศึกษา

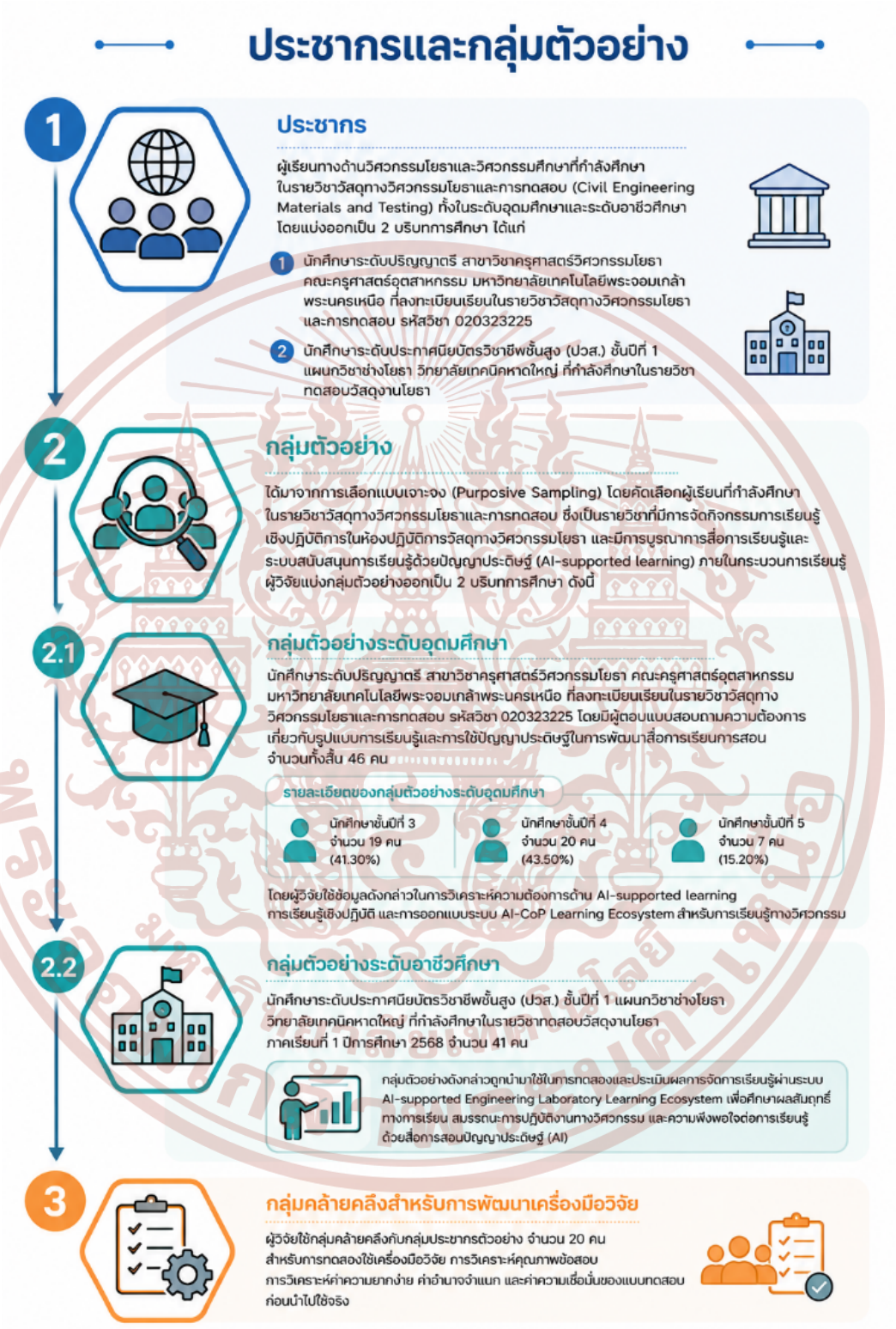
โดยกลุ่มตัวอย่างระดับอุดมศึกษาที่ใช้ทดลอง ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาวัสดุทางวิศวกรรมโยธาและการทดสอบ รหัสวิชา 020323225 จำนวน 26 คน

2) กลุ่มตัวอย่างระดับอาชีวศึกษา

กลุ่มตัวอย่างระดับอาชีวศึกษา ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ ที่กำลังศึกษาในรายวิชาทดสอบวัสดุงานโยธา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 41 คน

กลุ่มตัวอย่างดังกล่าวถูกนำมาใช้ในการทดลองและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ผ่านระบบ AI-CoP Learning Ecosystem เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังใช้กลุ่มคล้ายคลึงกับกลุ่มประชากรตัวอย่าง จำนวน 20 คน สำหรับการทดลองใช้เครื่องมือวิจัย การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริงดังภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3-5 การเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อการศึกษารูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

3.4.2 แบบแผนการทดลอง

การดำเนินการในระยะนี้ใช้รูปแบบ One-Group Pretest–Posttest Design โดยดำเนินการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนภายหลังการใช้ระบบ AI-CoP Learning Ecosystem เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสมรรถนะทางวิศวกรรมของผู้เรียนแสดงแบบแผนการทดลองดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 แบบแผนการทดลองการวัดอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้รูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนเรียน	การทดลอง	หลังเรียน
G	T_1	X	T_2

โดย G แทน กลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยใช้ระบบ AI-CoP Learning Ecosystem

T1 แทน การประเมินผลก่อนเรียน (Pretest)

X แทน การจัดการเรียนรู้ผ่านระบบ AI-CoP Learning Ecosystem

T2 แทน การประเมินผลหลังเรียน (Posttest)

3.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.3.1 รูปแบบระบบการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ระบบ AI-CoP Learning Ecosystem เป็นระบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเพื่ออัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา ภายในชุมชนแห่งการปฏิบัติทางวิศวกรรม โดยบูรณาการกิจกรรมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การเรียนรู้ร่วมกัน และการสนับสนุนด้วยปัญญาประดิษฐ์เข้าด้วยกันภายในบริบทการเรียนรู้ทางวิศวกรรม

3.4.3.2 แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม เป็นแบบประเมินที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการประเมินสมรรถนะของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ได้แก่

1 การมีส่วนร่วมทางวิชาชีพ (Professional Participation)

2 ประสบการณ์เชิงปฏิบัติทางวิศวกรรม (Practical Engineering Experience)

3 การเรียนรู้เชิงสะท้อนคิด (Reflective Learning)

4 การปฏิสัมพันธ์และชุมชนแห่งการปฏิบัติ (Community Interaction and Community of Practice)

5 การพัฒนาอัตลักษณ์และความมั่นใจด้วย AI (AI-supported Confidence and Professional Identity Development)

เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) เพื่อใช้ประเมินการรับรู้ตนเอง ความมั่นใจ และความสนใจทางวิศวกรรมของผู้เรียน และแบบวัดสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา เป็นแบบประเมินที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการประเมินสมรรถนะของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ได้แก่

1 ด้านเทคนิคและการปฏิบัติ (Technical and Practical Competency)

2 การแก้ปัญหาทางวิศวกรรม (Engineering Problem Solving)

3 การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และการทำงานเป็นทีม (Communication, Collaboration, and Teamwork)

4 ด้านดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ (Digital and AI Competency)

5 การเรียนรู้เชิงสะท้อนคิดและการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Reflective and Lifelong Learning)

6 นวัตกรรม ความคิดสร้างสรรค์ และการปรับตัวทางวิชาชีพ (Innovation, Creativity, and Professional Adaptability) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale)

3.4.3.3 แบบประเมินความพึงพอใจต่อระบบการเรียนรู้

แบบประเมินความพึงพอใจ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ใช้สำหรับศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนต่อระบบการเรียนรู้ในด้านเนื้อหา การออกแบบระบบ การสนับสนุนการเรียนรู้ด้วย AI และประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน

3.4.4 ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือวิจัย

3.4.4.1 ศึกษาตัวอย่างเครื่องมือวัดอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาผู้วิจัยทำการศึกษาตัวอย่าง เครื่องมือวัดอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของนักศึกษา จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.4.4.2 กำหนดประเด็นสำหรับประเมินอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

3.4.4.3 นำองค์ประกอบและประเด็นต่าง ๆ มาออกแบบเป็นแบบวัดอัตลักษณ์ แบบวัดสมรรถนะ แบบประเมินการมีส่วนร่วม และแบบประเมินความพึงพอใจ โดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale)

3.4.4.4 ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ ผู้วิจัยนำเครื่องมือวิจัยเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.4.4.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดสมรรถนะวิศวกรรมตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษามาปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือวิจัย เพื่อให้เครื่องมือมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยมากที่สุด

3.4.4.6 ปรับปรุงและแก้ไขเครื่องมือวิจัยตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือวิจัยตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้เครื่องมือมีความเที่ยงตรงและพร้อมสำหรับนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป



ภาพที่ 3-6 ขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสำหรับรูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

3.4.5 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.5.1 ดำเนินการเตรียมความพร้อมด้านเนื้อหา ระบบ AI-CoP Learning Ecosystem สื่อการเรียนรู้ดิจิทัล เครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-supported learning) อุปกรณ์ดิจิทัล และกิจกรรม collaborative learning สำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างในบริบทการเรียนรู้ทางวิศวกรรม

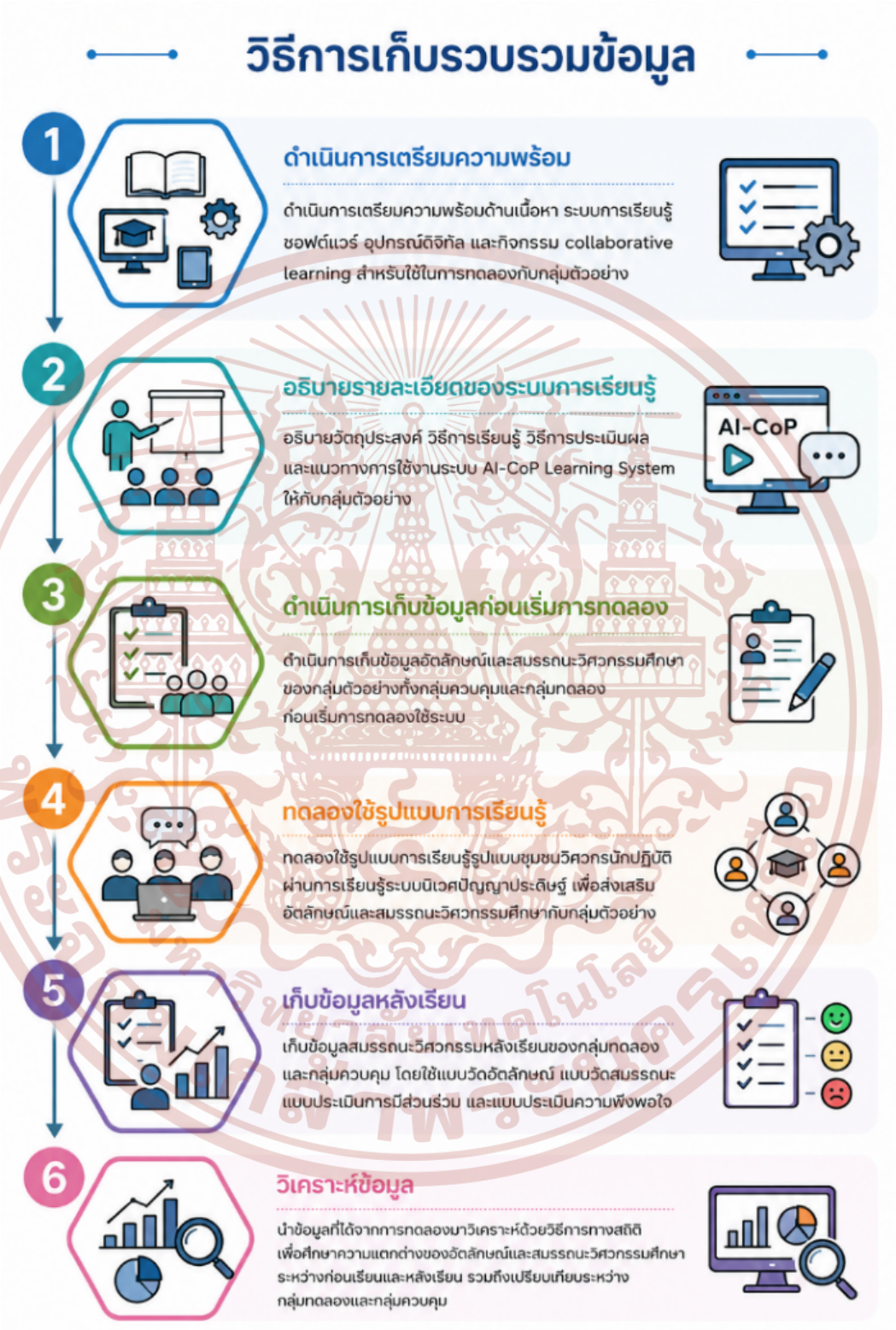
3.4.5.2 อธิบายรายละเอียดของระบบ AI-CoP Learning Ecosystem วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการประเมินผล และแนวทางการใช้เครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ให้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจแนวทางการเรียนรู้และการใช้งานระบบอย่างถูกต้อง

3.4.5.3 ดำเนินการเก็บข้อมูลก่อนเรียน (Pretest) ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม แบบวัดสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา และแบบประเมินการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เพื่อศึกษาระดับอัตลักษณ์และสมรรถนะของผู้เรียนก่อนการใช้ระบบ AI-CoP Learning Ecosystem

3.4.5.4 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านระบบ AI-CoP Learning Ecosystem ภายในรายวิชาวัสดุทางวิศวกรรมโยธาและการทดสอบ โดยบูรณาการ collaborative learning, AI-supported learning, reflective learning และกิจกรรมปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการวัสดุทางวิศวกรรมโยธา เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน

3.4.5.5 ดำเนินการเก็บข้อมูลหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มตัวอย่าง ภายหลังเสร็จสิ้นการใช้ระบบ AI-CoP Learning Ecosystem โดยใช้แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม แบบวัดสมรรถนะวิศวกรรม และแบบประเมินความพึงพอใจ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านอัตลักษณ์ สมรรถนะทางวิศวกรรม การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และความคิดเห็นของผู้เรียนต่อระบบการเรียนรู้

3.4.5.6 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้ระบบ AI-CoP Learning Ecosystem มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อศึกษาความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อัตลักษณ์ทางวิศวกรรม และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน รวมถึงสังเคราะห์ผลการใช้ระบบในบริบทระดับอุดมศึกษาและระดับอาชีวศึกษา



ภาพที่ 3-7 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลการประเมินวัดอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา สำหรับรูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

3.4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.6.1 หาผลรวมคะแนนเป็นรายบุคคล นำค่าคะแนนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม แบบวัดสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา มาหาผลรวมคะแนนเป็นรายบุคคล เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในขั้นตอนถัดไป

3.4.6.2 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของเครื่องมือวิจัย ผู้วิจัยนำเครื่องมือวิจัยไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน พิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) เกณฑ์การพิจารณาได้แก่ ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าสามารถนำไปใช้ได้ ส่วนข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 จะต้องปรับปรุงแก้ไขหรือตัดออกซึ่งใช้เกณฑ์การกำหนดคะแนนความคิดเห็นไว้ดังนี้

+1 หมายถึง ข้อคำถามมีความแน่ใจว่าสอดคล้อง

0 หมายถึง ข้อคำถามมีความไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง

-1 หมายถึง ข้อคำถามมีความแน่ใจว่าไม่สอดคล้อง

โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) คำนวณได้โดยใช้สูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

โดยที่ *IOC* แทนความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

R แทนคะแนนการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ

N แทนจำนวนผู้ชี่ยวชาญ

เกณฑ์กับประเมินความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ค่า IOC จะต้องมากกว่า 0.5 ขึ้นไป เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา คือ ข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป เป็นข้อ คำถามที่สามารถนำไปใช้ได้ ส่วนข้อคำถามที่มีค่าน้อยกว่า 0.50 คะแนน เป็นข้อคำถามที่ต้องปรับปรุง แก้ไขหรือตัดออก แสดงดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและแบบวัดสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญ

เครื่องมือวิจัย	ด้านการประเมิน	จำนวนข้อ	ช่วงค่า IOC	ค่า IOC เฉลี่ย	การแปลผล
แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม	Professional Participation	5	0.89–1.00	0.96	สอดคล้อง
	Practical Engineering Experience	5	0.89–1.00	0.96	สอดคล้อง
	Reflective Learning	5	0.89–1.00	0.96	สอดคล้อง
	Community Interaction and Community of Practice (CoP)	5	0.89–1.00	0.96	สอดคล้อง
	AI-supported Confidence and Professional Identity Development	5	0.89–1.00	0.93	สอดคล้อง
รวม		25	0.89–1.00	0.95	สอดคล้อง
แบบวัดสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา	Technical and Practical Competency	5	0.89 – 1.00	0.96	สอดคล้อง
	Engineering Problem Solving	5	0.89 – 1.00	0.96	สอดคล้อง
	Communication, Collaboration, and Teamwork	5	0.89–1.00	0.98	สอดคล้อง
	Digital and AI Competency	5	0.89–1.00	0.93	สอดคล้อง
	Reflective and Lifelong Learning	5	0.89–1.00	0.96	สอดคล้อง
	Innovation, Creativity, and Professional Adaptability	5	0.89–1.00	0.93	สอดคล้อง
รวม		30	0.89–1.00	0.95	สอดคล้อง

3.4.6.3 หาค่าเฉลี่ยของผลคะแนนการประเมินอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของนักศึกษาที่โดยใช้รูปแบบชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์

นำคะแนนผลรวมรายบุคคลในข้อ 3.4.6.1 มาหาค่าเฉลี่ย เพื่อวิเคราะห์ระดับอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม สมรรถนะวิศวกรรมศึกษา การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และความพึงพอใจของผู้เรียนภายหลังการใช้ระบบ AI-CoP Learning Ecosystem โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean: $\overline{x}$) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต โดยใช้สูตร

$$\overline{X} = \frac{\sum x}{n}$$

โดยที่ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

x แทนข้อมูลแต่ละจำนวน

n แทนจำนวนนักเรียน

การแปลผลคะแนนจากการใช้ค่าเฉลี่ย ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 การแปลคะแนนค่าเฉลี่ย

ระดับคะแนน	คุณภาพ	ความพึงพอใจ
4.50 – 5.00	ดีมาก	มากที่สุด
3.50 - 4.49	ดี	มาก
2.50 - 3.49	พอใช้	ปานปลาง
1.50 - 2.49	ควรปรับปรุง	น้อย
1.00 - 1.49	ควรปรับปรุงอย่างยิ่ง	น้อยที่สุด

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

โดยที่ $S.D.$ แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x แทนข้อมูลแต่ละจำนวน

n แทนจำนวนนักเรียน ระดับความยากง่าย (Level of Difficulty)

โดยใช้สูตร

$$p = \frac{R}{N}$$

โดยที่ p แทนระดับความยากง่ายของข้อสอบ

R แทนจำนวนคนตอบถูก

N แทนจำนวนนักเรียนทั้งหมด

ขอบเขตของค่า p และความหมาย

0.81 – 1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.61 – 0.80	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย
0.40 – 0.60	เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ
0.20 – 0.39	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก
0.00 – 0.19	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) โดยใช้สูตร

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H or N_L}$$

โดยที่ r แทนอำนาจจำแนกของข้อสอบ

R_H แทนจำนวนคนที่เลือกตัวเลือกในกลุ่มสูง

● แทนจำนวนคนที่เลือกตัวเลือกในกลุ่มต่ำ

$N_H or N_L$ แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

ขอบเขตของค่า r และความหมาย

1.00 ถึง 0.20	เป็นข้อสอบที่จำแนกได้
0.19 ถึง 0.10	เป็นข้อสอบที่จำแนกต่ำ
0.09 ถึง 0.00	เป็นข้อสอบที่จำแนกไม่ได้
-0.01 ถึง -1.00	เป็นข้อสอบที่จำแนกกลับ

ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson โดยใช้สูตร

$$R_{tt} = \frac{1}{n-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^{\,2}}\right]$$

โดยที่ R_{tt} แทนสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทนจำนวนข้อสอบทั้งหมด

pq แทนความแปรปรวนของข้อสอบแต่ละข้อ

แทนความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

3.4.6.4 รายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบตาราง พร้อมทั้งสรุปและอธิบายผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบการบรรยายท้ายตาราง เพื่ออธิบายผลของระบบ AI-CoP Learning Ecosystem ต่อการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม สมรรถนะวิศวกรรมศึกษา และการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง “ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา” มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนากระบวนการ รูปแบบและระบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติ ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ และการประเมินสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ โดยการนำเสนอผลการวิจัยในบทนี้จัดเรียงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย 4 ข้อ ดังนี้

1 เพื่อสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

2 เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

3 เพื่อพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ของชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

4 เพื่อประเมินผลสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติในการใช้ระบบการจัดการเรียนรู้ผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์

4.1 ผลการสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

การวิจัยในระยะนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์องค์ความรู้ กระบวนการเรียนรู้และองค์ประกอบของระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรม เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบและระบบการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์
การสังเคราะห์พบว่า การจัดการเรียนรู้ทางวิศวกรรมในบริบทปัจจุบันยังเผชิญข้อจำกัดหลายประการ โดยเฉพาะการเรียนรู้ที่เน้นการถ่ายทอดเนื้อหาเชิงทฤษฎีมากกว่าการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ ส่งผลให้ผู้เรียนขาดความเข้าใจในกระบวนการทดลองทางวิศวกรรม ขาดการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีกับการปฏิบัติจริง และขาดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน

4.1.1 ผลการสังเคราะห์ปัญหาและความต้องการของผู้เรียนทางวิศวกรรม

ผลการสังเคราะห์ข้อมูลจากผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนต้องการสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สามารถช่วยให้เข้าใจกระบวนการทดลองทางวิศวกรรมได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะการเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ

การสาธิตการทดลอง และการอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงานแบบเป็นลำดับขั้น รายละเอียดผลการสังเคราะห์ปัญหาและความต้องการของผู้เรียนทางวิศวกรรม แสดงดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการสังเคราะห์ปัญหาและความต้องการของผู้เรียนทางวิศวกรรม

ประเด็นการวิเคราะห์	**ผลการสังเคราะห์**	**นัยสำคัญต่อการออกแบบระบบ IELE-CoP**
ลักษณะการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องการ	ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริงและการทดลองในห้องปฏิบัติการ	ต้องออกแบบระบบให้สนับสนุน Engineering Laboratory Learning
ปัญหาด้านสื่อการเรียนรู้	ขาดวิดีโออธิบายขั้นตอนการทดลองและ visualization	ต้องใช้ AI-generated Engineering Media
ปัญหาด้านการเรียนเชิงทฤษฎี	การใช้สไลด์และข้อความทำให้ผู้เรียนไม่เห็นภาพการปฏิบัติจริง	ต้องพัฒนาสื่อ interactive และ AI-assisted explanation
ความต้องการด้าน AI	ผู้เรียนต้องการ AI ช่วยอธิบายและสร้างสื่อการเรียนรู้	ต้องพัฒนา AI-supported learning ecosystem
ประเด็นการวิเคราะห์	ผลการสังเคราะห์	นัยสำคัญต่อการออกแบบระบบ IELE-CoP
ปัญหาด้านการมีส่วนร่วม	ผู้เรียนบางส่วนยังขาด interaction และ collaborative learning	ต้องบูรณาการ Community of Practice

จากผลการสังเคราะห์ดังกล่าว ผู้วิจัยพบว่า การพัฒนาระบบการเรียนรู้ทางวิศวกรรมไม่สามารถอาศัยเพียงการถ่ายทอดเนื้อหาเชิงทฤษฎี แต่จำเป็นต้องสร้าง “ระบบนิเวศการเรียนรู้” ที่สามารถสนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การเรียนรู้ร่วมกัน และการสะท้อนผลการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง

4.1.2 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรม

ผู้วิจัยสังเคราะห์องค์ประกอบหลักของระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมออกเป็น 8 องค์ประกอบ ได้แก่

1. AI-Integrated Learning Ecosystem
2. Community of Practice
3. CDIO Learning Process

4. M-MIAP Instructional Process
5. Engineering Laboratory Learning
6. Reflective Learning
7. Engineering Identity Development
8. Engineering Education Competencies

องค์ประกอบดังกล่าวมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันในลักษณะของระบบนิเวศการเรียนรู้เชิงสังคม–เทคนิค (Socio-Technical Learning Ecosystem) รายละเอียดผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรม แสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรม

องค์ประกอบหลัก	**บทบาทภายในระบบนิเวศการเรียนรู้**	**ผลที่คาดว่าจะเกิดกับผู้เรียน**
AI-Integrated Learning Ecosystem	สนับสนุนการเรียนรู้ด้วย AI และ learning analytics	ผู้เรียนเข้าถึงองค์ความรู้ได้ต่อเนื่อง
Community of Practice	ส่งเสริม collaborative learning	ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน
CDIO Learning Process	สนับสนุนกระบวนการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม	ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการทำงานจริง
M-MIAP Instructional Process	กำหนดลำดับกิจกรรมการเรียนรู้	ผู้เรียนเกิด structured learning
Engineering Laboratory Learning	สงเสริมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ	ผู้เรียนพัฒนาทักษะปฏิบัติ
Reflective Learning	สนับสนุนการสะท้อนผลการเรียนรู้	ผู้เรียนพัฒนาความเข้าใจเชิงลึก
Engineering Identity Development	พัฒนาความเป็นวิศวกรของผู้เรียน	ผู้เรียนเกิด professional identity
Engineering Education Competencies	พัฒนาสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา	ผู้เรียนมี competency growth

4.1.3 ผลการสังเคราะห์บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ภายในระบบ IELE-CoP

ผลการสังเคราะห์พบว่า ปัญญาประดิษฐ์ภายในระบบนิเวศการเรียนรู้มิได้ทำหน้าที่เพียงเครื่องมือช่วยสอน แต่ทำหน้าที่เป็นกลไกสนับสนุนการเรียนรู้เชิงระบบ (Systemic Intelligence Layer) ที่ช่วยสนับสนุนการอธิบายเนื้อหา การสร้างสื่อ การสะท้อนผลการเรียนรู้ และการวิเคราะห์ข้อมูลผู้เรียน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ ChatGPT เป็นเครื่องมือหลักในการสนับสนุนการเรียนรู้ภายในระบบ IELE-CoP โดย ChatGPT ถูกใช้ในการอธิบายเนื้อหาทางวิศวกรรม การสร้างสื่อการเรียนรู้ การสะท้อนผลการเรียนรู้ และการสนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติภายในห้องปฏิบัติการวัสดุทางวิศวกรรมโยธา

รายละเอียดบทบาทของ AI ภายในระบบ IELE-CoP แสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ภายในระบบ IELE-CoP

บทบาทของ AI	ลักษณะการทำงาน	การประยุกต์ใช้ในงานวิจัย
AI-assisted Learning Support	ช่วยอธิบายเนื้อหาและตอบคำถาม	ใช้ ChatGPT อธิบายขั้นตอนการทดลองวัสดุ
AI-generated Engineering Media	สนับสนุนการสร้างสื่อการเรียนรู้	ใช้ ChatGPT ช่วยพัฒนาเนื้อหาและ script วิดีโอ
AI Reflection and Feedback	สนับสนุน reflective learning	ใช้ ChatGPT วิเคราะห์และสะท้อนผลการเรียนรู้
Learning Analytics and Personalization	วิเคราะห์ข้อมูลผู้เรียนและสนับสนุนการเรียนรู้เฉพาะบุคคล	ใช้ข้อมูลผลการเรียนและพฤติกรรมการเรียนรู้ในการวิเคราะห์ competency progression
AI-supported Laboratory Learning	สนับสนุนการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการ	ใช้ ChatGPT อธิบายขั้นตอนการใช้อุปกรณ์และการทดลอง
AI-mediated Collaboration	สนับสนุน collaborative learning	ใช้ ChatGPT สนับสนุน discussion และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ผลการสังเคราะห์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า ChatGPT ภายในระบบ IELE-CoP มิได้ทำหน้าที่แทนผู้สอน แต่ทำหน้าที่เป็น AI-supported learning facilitator ที่ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ การสะท้อนผล และการเข้าถึงองค์ความรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง

4.1.4 ผลการสังเคราะห์ Community of Practice ในการเรียนรู้ทางวิศวกรรม

ผลการสังเคราะห์พบว่า การเรียนรู้ทางวิศวกรรมที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัย “ชุมชนแห่งการปฏิบัติ” (Community of Practice: CoP) เพื่อส่งเสริมการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ การอภิปรายปัญหา และการเรียนรู้ร่วมกันผ่านประสบการณ์จริง

โดยเฉพาะในบริบทของรายวิชาวัสดุทางวิศวกรรมโยธาและการทดสอบ ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ผ่านการทดลองปฏิบัติจริง การสังเกตผล การวิเคราะห์ข้อมูล และการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกัน การแก้ปัญหา และความเข้าใจเชิงวิศวกรรม

ผู้วิจัยจึงสังเคราะห์องค์ประกอบสำคัญของ Community of Practice ภายในระบบ IELE-CoP ออกเป็น 5 องค์ประกอบ ได้แก่

1. Collaborative Learning
2. Shared Engineering Practice
3. Reflective Discussion
4. Peer-supported Learning
5. AI-mediated Collaboration

รายละเอียดผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของ Community of Practice แสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของ Community of Practice

องค์ประกอบ	บทบาทในการเรียนรู้	ผลต่อผู้เรียน
Collaborative Learning	ส่งเสริมการทำงานร่วมกัน	ผู้เรียนเกิด teamwork competency
Shared Engineering Practice	แลกเปลี่ยนประสบการณ์การปฏิบัติ	ผู้เรียนเชื่อมโยงทฤษฎีกับปฏิบัติ
Reflective Discussion	วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลอง	ผู้เรียนเกิด reflective thinking
Peer-supported Learning	เรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียน	ผู้เรียนเกิด social learning
AI-mediated Collaboration	ใช้ AI สนับสนุนการแลกเปลี่ยนความรู้	ผู้เรียนเข้าถึงข้อมูลได้รวดเร็ว

ผลการสังเคราะห์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า Community of Practice มีบทบาทสำคัญในการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันผ่านกิจกรรมปฏิบัติจริง ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและสมรรถนะการทำงานร่วมกันของผู้เรียน

4.1.5 ผลการสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมผ่าน CDIO และ M-MIAP

ผลการสังเคราะห์พบว่า การเรียนรู้ทางวิศวกรรมควรเป็นกระบวนการเรียนรู้ ที่เชื่อมโยงการคิด การออกแบบ การลงมือปฏิบัติ และการสะท้อนผลเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ

ผู้วิจัยจึงสังเคราะห์และบูรณาการแนวคิด CDIO ร่วมกับ M-MIAP เพื่อใช้เป็นแกนกลางของกระบวนการจัดการเรียนรู้ภายในระบบ IELE-CoP โดย CDIO ทำหน้าที่เป็นกรอบกระบวนการเรียนรู้ทางวิศวกรรม (Engineering Learning Framework) ขณะที่ M-MIAP ทำหน้าที่เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงการสอน (Instructional Process)

แนวคิด CDIO ประกอบด้วย

1. Conceive
2. Design
3. Implement
4. Operate

ส่วนแนวคิด M-MIAP ประกอบด้วย

1. Motivation
2. Information
3. Application
4. Progress and Reflection

ผลการสังเคราะห์พบว่า การบูรณาการ CDIO และ M-MIAP ช่วยให้กระบวนการเรียนรู้ทางวิศวกรรมมีลำดับขั้นที่ชัดเจน ตั้งแต่การสร้างแรงจูงใจ การศึกษาข้อมูล การลงมือปฏิบัติ และการสะท้อนผลการเรียนรู้ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เชิงทฤษฎีกับสถานการณ์ปฏิบัติจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รายละเอียดความสัมพันธ์ระหว่าง CDIO และ M-MIAP แสดงดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง CDIO และ M-MIAP

CDIO Process	M-MIAP Process	ลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้
Conceive	Motivation	กระตุ้นความสนใจและระบุปัญหา
Design	Information	ศึกษาเนื้อหาและวางแผนการทดลอง
CDIO Process	M-MIAP Process	ลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้
Implement	Application	ลงมือปฏิบัติการทดลองจริง
Operate	Progress and Reflection	วิเคราะห์ผล สะท้อนผล และปรับปรุง

ผลการสังเคราะห์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า การบูรณาการ CDIO และ M-MIAP ภายในระบบ IELE-CoP ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมที่เชื่อมโยงระหว่างการคิด การปฏิบัติ และการสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ

4.1.6 ผลการสังเคราะห์กลไกการพัฒนาอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

ผลการสังเคราะห์พบว่า อัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาไม่ได้เกิดจากการเรียนรู้เชิงทฤษฎีเพียงอย่างเดียว แต่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การมีส่วนร่วมในชุมชนแห่งการปฏิบัติ และการสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

ผู้วิจัยสังเคราะห์อัตลักษณ์ทางวิศวกรรม ได้แก่

1. Professional Participation
2. Practical Engineering Experience
3. Reflective Learning
4. Community Interaction and Community of Practice
5. AI-supported Confidence and Professional Identity Development

รายละเอียดผลการสังเคราะห์อัตลักษณ์ทางวิศวกรรม แสดงดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ผลการสังเคราะห์อัตลักษณ์ทางวิศวกรรม

ด้านอัตลักษณ์	ลักษณะกระบวนการ	ผลที่เกิดขึ้น
Professional Participation	การมีส่วนร่วมในกิจกรรมวิศวกรรม	ผู้เรียนรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของวิชาชีพ
Practical Engineering Experience	การปฏิบัติจริงในห้อง ปฏิบัติการ	ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการปฏิบัติงาน
Reflective Learning	การสะท้อนผลการเรียนรู้	ผู้เรียนเข้าใจตนเองมากขึ้น
Community Interaction and Community of Practice	การแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น	ผู้เรียนเกิด professional belonging
AI-supported Confidence and Professional Identity Development	การได้รับ feedback และ support จาก AI	ผู้เรียนเกิด confidence growth

ในด้านสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา ผู้วิจัยสังเคราะห์สมรรถนะหลักที่ควรได้รับการพัฒนาในระบบ IELE-CoP ออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่

1. Technical Competency
2. Engineering Problem Solving
3. Communication and Collaboration
4. Digital and AI Competency
5. Reflective and Lifelong Learning
6. Innovation and Professional Adaptability

รายละเอียดผลการสังเคราะห์สมรรถนะวิศวกรรมศึกษา แสดงดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ผลการสังเคราะห์สมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

ด้านสมรรถนะ	รายละเอียดสมรรถนะ	กลไกที่สนับสนุน
Technical Competency	ความรู้และทักษะทางวิศวกรรม	Laboratory learning + CDIO
Engineering Problem Solving	การวิเคราะห์และแก้ปัญหา	Reflective learning + AI support
Communication and Collaboration	การสื่อสารและทำงานร่วมกัน	Community of Practice
Digital and AI Competency	การใช้ AI และ digital tools	AI-integrated learning
Reflective and Lifelong Learning	การเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง	Reflection + AI feedback
Innovation and Professional Adaptability	การปรับตัวและสร้างนวัตกรรม	Ecosystem interaction

4.1.7 ผลการสังเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงระบบของ IELE-CoP Model

จากผลการสังเคราะห์ทั้งหมด ผู้วิจัยได้พัฒนา “IELE-CoP Model” (Intelligent Engineering Learning Ecosystem Model with Community of Practice Integration) เพื่อใช้อธิบายความสัมพันธ์เชิงระบบระหว่าง AI-Integrated Learning Ecosystem, Community of Practice, CDIO Learning Process, M-MIAP Instructional Process และการพัฒนาอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

ผลการสังเคราะห์แสดงให้เห็นว่า AI ทำหน้าที่เป็นกลไกสนับสนุนการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงทุกองค์ประกอบภายในระบบ ขณะที่ Community of Practice ทำหน้าที่ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน CDIO ทำหน้าที่เป็นกระบวนการเรียนรู้ทางวิศวกรรม และ M-MIAP ทำหน้าที่เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงการสอน

องค์ประกอบทั้งหมดดังกล่าวทำงานร่วมกันในลักษณะของระบบนิเวศการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ รายละเอียดผลการสังเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงระบบของ IELE-CoP Model แสดงดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 ผลการสังเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงระบบของ IELE-CoP Model

องค์ประกอบ	**ความสัมพันธ์ภายในระบบ**	**ผลต่อการพัฒนาผู้เรียน**
AI-Integrated Learning Ecosystem	สนับสนุนการเรียนรู้ทุกกระบวนการ	เพิ่ม accessibility และ personalization
Community of Practice	ส่งเสริม social learning	เพิ่ม engagement และ interaction
CDIO Learning Process	เชื่อมการเรียนรู้กับกระบวนการวิศวกรรมจริง	เพิ่ม engineering understanding
M-MIAP Instructional Process	กำหนดลำดับกิจกรรมการเรียนรู้	เพิ่ม structured learning
Reflective Learning	สนับสนุนการวิเคราะห์ตนเอง	เพิ่ม reflective competency
องค์ประกอบ	ความสัมพันธ์ภายในระบบ	ผลต่อการพัฒนาผู้เรียน
Engineering Education Competencies	พัฒนาสมรรถนะรอบด้าน	เพิ่ม professional competency

ผลการสังเคราะห์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า ระบบ IELE-CoP เป็นระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมเชิงสังคม–เทคนิคที่บูรณาการ AI การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การเรียนรู้ร่วมกัน และกระบวนการเรียนรู้ทางวิศวกรรมเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

4.2 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

ภายหลังจากการสังเคราะห์องค์ความรู้ กระบวนการเรียนรู้ และองค์ประกอบของระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมในระยะที่ 1 ผู้วิจัยได้นำผลการสังเคราะห์ดังกล่าวมาพัฒนาเป็น “รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์” เพื่อใช้เป็นกรอบแนวทางในการพัฒนาระบบการเรียนรู้ทางวิศวกรรมที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์ การเรียนรู้ร่วมกัน และการเรียนรู้เชิงปฏิบัติภายในบริบทวิศวกรรมศึกษา

รูปแบบที่พัฒนาขึ้นได้รับการสังเคราะห์และพัฒนาในลักษณะของระบบนิเวศการเรียนรู้เชิงสังคม–เทคนิค (Socio-Technical Engineering Learning Ecosystem) ซึ่งบูรณาการองค์ประกอบด้าน AI-Integrated Learning Ecosystem, Community of Practice, CDIO Learning Process และ M-MIAP Instructional Process เข้าด้วยกัน เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน

ผลการพัฒนารูปแบบดังกล่าวนำไปสู่การพัฒนา “IELE-CoP Model” (Intelligent Engineering Learning Ecosystem Model with Community of Practice Integration) ซึ่งเป็นกรอบแนวคิดหลักของงานวิจัยนี้

4.2.1 ผลการพัฒนา IELE-CoP Model

ผลการพัฒนารูปแบบพบว่า ระบบการเรียนรู้ทางวิศวกรรมที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัยองค์ประกอบทั้งด้านเทคโนโลยี กระบวนการเรียนรู้ การเรียนรู้ร่วมกัน และบริบทการปฏิบัติจริง โดยองค์ประกอบทั้งหมดต้องทำงานเชื่อมโยงกันในลักษณะของ “ระบบนิเวศการเรียนรู้”

ผู้วิจัยจึงพัฒนา IELE-CoP Model เพื่อใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบการเรียนรู้ทางวิศวกรรม โดยโมเดลดังกล่าวประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 5 ส่วน ได้แก่

1. AI-Integrated Learning Ecosystem
2. Community of Practice
3. CDIO Learning Process
4. M-MIAP Instructional Process
5. Engineering Identity and Engineering Education Competencies

องค์ประกอบทั้งหมดทำงานร่วมกันในลักษณะของระบบนิเวศการเรียนรู้ที่สนับสนุนทั้งการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การเรียนรู้ร่วมกัน และการพัฒนาความเป็นวิศวกรของผู้เรียน

4.2.2 องค์ประกอบของ IELE-CoP Model

4.2.2.1 AI-Integrated Learning Ecosystem

องค์ประกอบด้าน AI-Integrated Learning Ecosystem ทำหน้าที่เป็นกลไกสนับสนุนการ

เรียนรู้เชิงระบบ (Systemic Intelligence Layer) โดยผู้วิจัยใช้ ChatGPT เป็นเครื่องมือหลักในการสนับสนุนการเรียนรู้ภายในระบบ ซึ่งถูกนำมาใช้ในการอธิบายเนื้อหาทางวิศวกรรม การสร้างสื่อการเรียนรู้ การสะท้อนผลการเรียนรู้ และการสนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ

AI ภายในระบบมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงองค์ความรู้ได้อย่างต่อเนื่อง รวมถึงช่วยสนับสนุนการเรียนรู้เฉพาะบุคคล (Personalized Learning) และการสะท้อนผลการเรียนรู้แบบทันที

4.2.2.2 Community of Practice

Community of Practice ภายในระบบ IELE-CoP ทำหน้าที่ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันผ่านการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ การอภิปรายผลการทดลอง และการแก้ปัญหาร่วมกันภายในกลุ่มผู้เรียน

ผู้วิจัยพบว่า การเรียนรู้ร่วมกันภายในชุมชนแห่งการปฏิบัติช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และการคิดวิเคราะห์เชิงวิศวกรรมได้ดีขึ้น โดยเฉพาะในกิจกรรมการทดลองวัสดุทางวิศวกรรมโยธาที่ผู้เรียนต้องอาศัยการทำงานเป็นทีมและการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกัน

4.2.2.3 CDIO Learning Process

CDIO Learning Process ถูกใช้เป็นกรอบกระบวนการเรียนรู้ทางวิศวกรรมภายในระบบ IELE-CoP เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้กับกระบวนการทำงานทางวิศวกรรมจริง กระบวนการ CDIO ประกอบด้วย Conceive Design Implement และOperate

ผู้วิจัยพบว่า การใช้ CDIO ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการคิด การออกแบบ และการปฏิบัติงานทางวิศวกรรมอย่างเป็นระบบมากยิ่งขึ้น

4.2.2.4 M-MIAP Instructional Process

M-MIAP ถูกใช้เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงการสอนภายในระบบ IELE-CoP เพื่อช่วยกำหนดลำดับขั้นของกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนทางวิศวกรรม กระบวนการ M-MIAP ประกอบด้วย Motivation Information Application และProgress and Reflection

ผู้วิจัยพบว่า การใช้ M-MIAP ร่วมกับ CDIO ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เชิงปฏิบัติอย่างเป็นลำดับขั้นตั้งแต่การสร้างแรงจูงใจ การศึกษาข้อมูล การลงมือปฏิบัติ และการสะท้อนผลการเรียนรู้

4.2.2.5 Engineering Identity and Engineering Education Competencies

องค์ประกอบด้าน Engineering Identity และ Engineering Education Competencies เป็นผลลัพธ์สำคัญของระบบ IELE-CoP โดยผู้วิจัยพบว่า การเรียนรู้ผ่านระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมช่วยส่งเสริมทั้งความเป็นวิศวกรและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน

สมรรถนะสำคัญที่ได้รับการพัฒนา ได้แก่

- Technical Competency
- Engineering Problem Solving
- Communication and Collaboration
- Digital and AI Competency
- Reflective Learning
- Innovation and Adaptability

4.2.3 กลไกการทำงานของ IELE-CoP Model

ผลการพัฒนารูปแบบพบว่า กลไกการทำงานของระบบ IELE-CoP มีลักษณะเป็น วงจรการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งองค์ประกอบทั้งหมดทำงานเชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่อง ทำหน้าที่สนับสนุนการเข้าถึงองค์ความรู้ การสร้างสื่อ และการสะท้อนผลการเรียนรู้ ขณะที่ Community of Practice สนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันผ่านการอภิปรายและการแลกเปลี่ยนประสบการณ์

ในส่วนของ CDIO และ M-MIAP ทำหน้าที่กำหนดกระบวนการเรียนรู้ทางวิศวกรรมและกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เชิงทฤษฎีกับการปฏิบัติจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลลัพธ์ของระบบดังกล่าวส่งผลต่อการพัฒนาอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง

4.2.4 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ภายหลังจากการพัฒนา IELE-CoP Model ผู้วิจัยได้นำรูปแบบดังกล่าวเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมศึกษา เทคโนโลยีการศึกษา และปัญญาประดิษฐ์ จำนวน 9 คน ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ

ผลการประเมินแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

1. ด้านองค์ประกอบของรูปแบบ
2. ด้านความเหมาะสมของกระบวนการเรียนรู้
3. ด้านการบูรณาการ AI ภายในระบบการเรียนรู้
4. ด้านการส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

รายละเอียดผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ แสดงดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 ผลการประเมินความเหมาะสมของ IELE-CoP Model โดยผู้เชี่ยวชาญ

ด้านการประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านองค์ประกอบของรูปแบบ (Model Components)	4.68	0.08	มากที่สุด
2. ด้านกระบวนการเรียนรู้ทางวิศวกรรม (Engineering Learning Process)	4.74	0.12	มากที่สุด
3. ด้านการบูรณาการปัญญาประดิษฐ์ภายใน ระบบการเรียนรู้ (AI Integration in Learning Ecosystem)	4.51	0.11	มากที่สุด
4. ด้านการส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะ วิศวกรรมศึกษา (Engineering Identity and Competency Development)	4.74	0.12	มากที่สุด
รวม	4.67	0.11	มากที่สุด

ผลการประเมินความเหมาะสมของ IELE-CoP Model โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9 คน พบว่า ภาพรวมของรูปแบบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.67, S.D. = 0.11)

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านกระบวนการเรียนรู้ทางวิศวกรรม และด้านการส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากัน ($\bar{x}$ = 4.74, S.D. = 0.12) รองลงมา คือ ด้านองค์ประกอบของรูปแบบ ($\bar{x}$ = 4.68, S.D. = 0.08) และด้านการบูรณาการปัญญาประดิษฐ์ภายในระบบการเรียนรู้ ($\bar{x}$ = 4.51, S.D. = 0.11) ตามลำดับ

ผลการประเมินดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า IELE-CoP Model มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ทางวิศวกรรม และสามารถส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสมในบริบทวิศวกรรมศึกษาและอาชีวศึกษาไทย

4.3 ผลการพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ของชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

ภายหลังจากการพัฒนา IELE-CoP Model ในระยะที่ 2 ผู้วิจัยได้นำรูปแบบดังกล่าวมาพัฒนาเป็น “ระบบการจัดการเรียนรู้ของชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์” เพื่อใช้เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางวิศวกรรมที่บูรณาการ AI การเรียนรู้ร่วมกัน และการเรียนรู้เชิงปฏิบัติภายในรายวิชาวัสดุทางวิศวกรรมโยธาและการทดสอบ

ระบบที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะเป็น AI-supported Engineering Learning Ecosystem ซึ่งออกแบบให้สนับสนุนการเรียนรู้ทั้งภายในห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ และการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน โดยใช้ ChatGPT เป็นเครื่องมือหลักในการสนับสนุนการเรียนรู้ภายในระบบ

ผลการพัฒนาระบบดังกล่าวนำไปสู่การพัฒนา “AI-CoP Learning System” ซึ่งทำหน้าที่เป็นระบบการเรียนรู้หลักสำหรับการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในระยะที่ 4

4.3.1 ผลการพัฒนาระบบ AI-CoP Learning System

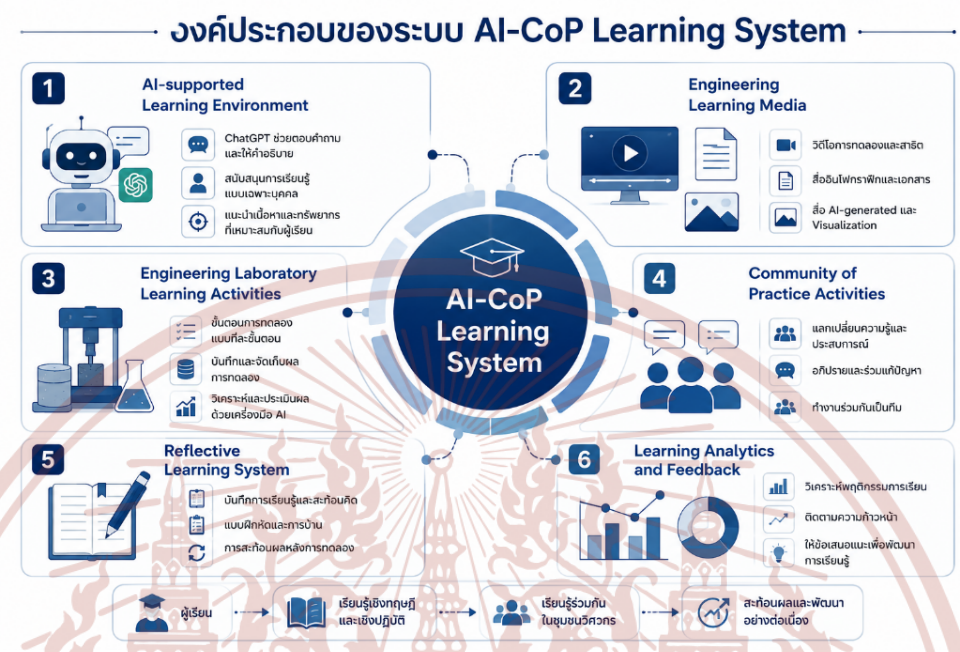
ผลการพัฒนาระบบพบว่า ระบบ AI-CoP Learning System สามารถทำหน้าที่เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สนับสนุนทั้งการเรียนรู้เชิงทฤษฎี การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ และการเรียนรู้ร่วมกันภายในชุมชนแห่งการปฏิบัติทางวิศวกรรม

ระบบดังกล่าวได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนทางวิศวกรรม โดยเฉพาะรายวิชาวัสดุทางวิศวกรรมโยธาและการทดสอบ ซึ่งเป็นรายวิชาที่เน้นการทดลองปฏิบัติจริง การวิเคราะห์ผล และการอภิปรายผลการทดลอง

องค์ประกอบสำคัญของระบบ AI-CoP Learning System ประกอบด้วย

1. AI-supported Learning Environment
2. Engineering Learning Media
3. Engineering Laboratory Learning Activities
4. Community of Practice Activities
5. Reflective Learning System
6. Learning Analytics and Feedback

ดังภาพ 4-1



ภาพที่ 4-1 รายละเอียดองค์ประกอบของระบบ AI-CoP Learning System

รายละเอียดองค์ประกอบของระบบ AI-CoP Learning System แสดงดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 องค์ประกอบของระบบ AI-CoP Learning System

องค์ประกอบของระบบ	ลักษณะการทำงาน	บทบาทในการเรียนรู้
AI-supported Learning Environment	สนับสนุนการเรียนรู้ด้วย AI	ช่วยอธิบายเนื้อหาและตอบคำถาม
Engineering Learning Media	สื่อการเรียนรู้ทางวิศวกรรม	ช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพกระบวนการทดลอง
Engineering Laboratory Learning Activities	กิจกรรมการทดลองปฏิบัติจริง	ส่งเสริมทักษะการปฏิบัติ
Community of Practice Activities	กิจกรรม collaborative learning	ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน
Reflective Learning System	ระบบสะท้อนผลการเรียนรู้	ส่งเสริม reflective learning
Learning Analytics and Feedback	ระบบวิเคราะห์ข้อมูลผู้เรียน	สนับสนุน competency development

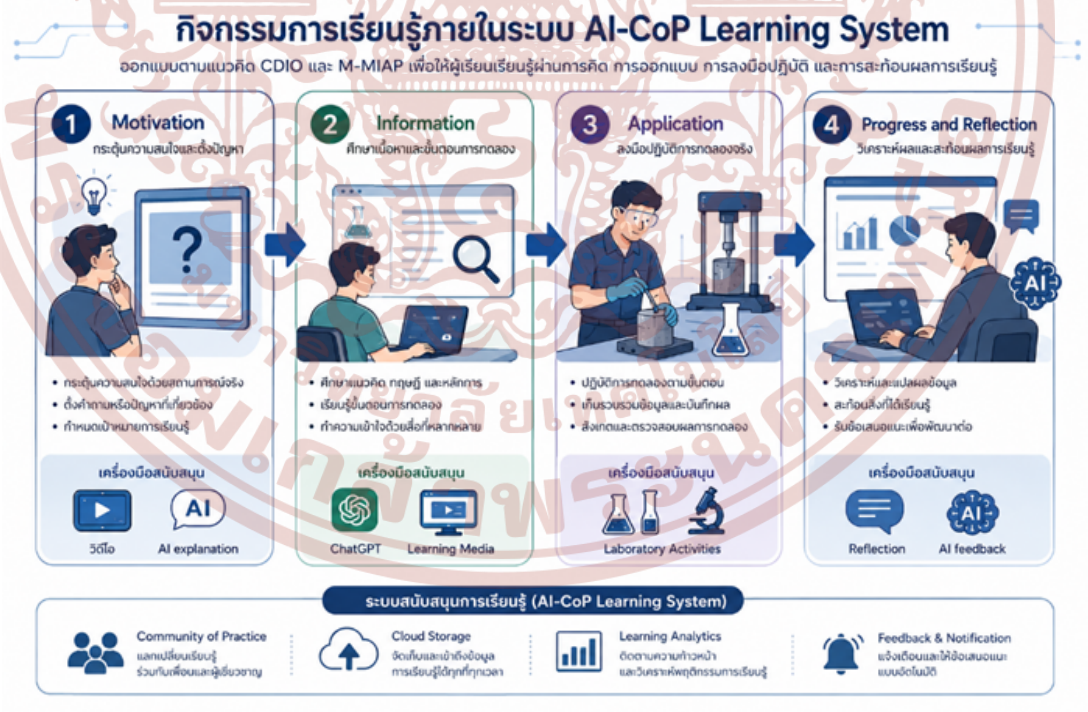
4.3.2 ผลการพัฒนาสื่อและกิจกรรมการเรียนรู้ภายในระบบ

ผู้วิจัยได้พัฒนาสื่อและกิจกรรมการเรียนรู้ภายในระบบ AI-CoP Learning System ให้สอดคล้องกับบริบทของรายวิชาวัสดุทางวิศวกรรมโยธาและการทดสอบ โดยมุ่งเน้นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การเรียนรู้ร่วมกัน และการสะท้อนผลการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย

1. วิดีโออธิบายขั้นตอนการทดลอง
2. สื่อภาพประกอบกระบวนการทดลอง
3. AI-supported explanation media
4. เอกสารและคู่มือการทดลอง
5. แบบฝึก reflective learning

กิจกรรมการเรียนรู้ภายในระบบถูกออกแบบตามแนวคิด CDIO และ M-MIAP เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ผ่านการคิด การออกแบบ การลงมือปฏิบัติ และการสะท้อนผลการเรียนรู้ รายละเอียดกิจกรรมการเรียนรู้ภายในระบบ



ภาพที่ 4-2 กิจกรรมการเรียนรู้ภายในระบบ AI-CoP Learning System

ตารางที่ 4-11 กิจกรรมการเรียนรู้ภายในระบบ AI-CoP Learning System

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	เครื่องมือสนับสนุน
Motivation	กระตุ้นความสนใจและตั้งปัญหา	วิดีโอ / AI explanation
Information	ศึกษาเนื้อหาและขั้นตอนการทดลอง	ChatGPT / Learning Media
Application	ลงมือปฏิบัติการทดลองจริง	Laboratory Activities
Progress and Reflection	วิเคราะห์ผลและสะท้อนผลการเรียนรู้	Reflection + AI feedback

4.3.3 ผลการบูรณาการ ChatGPT ภายในระบบการเรียนรู้

ผลการพัฒนาระบบพบว่า ChatGPT สามารถทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ภายในระบบ AI-CoP Learning System ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในการอธิบายเนื้อหาทางวิศวกรรม การตอบคำถาม และการสะท้อนผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

ผู้วิจัยใช้ ChatGPT ในกิจกรรมการเรียนรู้หลายรูปแบบ ได้แก่

1. การอธิบายขั้นตอนการทดลอง
2. การตอบคำถามระหว่างการทดลอง
3. การช่วยสร้างสื่อและเนื้อหาการเรียนรู้
4. การสะท้อนผลการเรียนรู้
5. การวิเคราะห์ผลการทดลองเบื้องต้น

ผลการพัฒนาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า ChatGPT ภายในระบบ AI-CoP Learning System มิได้ทำหน้าที่แทนผู้สอน แต่ทำหน้าที่เป็น “Embedded AI Support” ที่ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ การเข้าถึงองค์ความรู้ และการสะท้อนผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง

รายละเอียดบทบาทของ ChatGPT ภายในระบบ แสดงดังตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 บทบาทของ ChatGPT ภายในระบบ AI-CoP Learning System

บทบาทของ ChatGPT	การใช้งานภายในระบบ	ผลที่เกิดขึ้น
Learning Support	อธิบายเนื้อหาและตอบคำถาม	ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น
Media Development	สนับสนุนการพัฒนาสื่อ	ผู้เรียนเข้าถึงสื่อได้ง่ายขึ้น
Reflective Feedback	สะท้อนผลการเรียนรู้	ผู้เรียนเกิด reflective thinking
Laboratory Support	สนับสนุนกิจกรรมปฏิบัติการ	ผู้เรียนปฏิบัติการทดลองได้ถูกต้อง
Collaborative Support	สนับสนุน discussion และ collaborative learning	ผู้เรียนเกิด interaction มากขึ้น
Laboratory Support	สนับสนุนกิจกรรมปฏิบัติการ	ผู้เรียนปฏิบัติการทดลองได้ถูกต้อง

4.3.4 ผลการประเมินคุณภาพของระบบ AI-CoP Learning System โดยผู้เชี่ยวชาญ

ภายหลังจากการพัฒนาระบบ AI-CoP Learning System ผู้วิจัยได้นำระบบดังกล่าวเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมศึกษา เทคโนโลยีการศึกษา และปัญญาประดิษฐ์ จำนวน 9 คน ประเมินคุณภาพของระบบ

ผลการประเมินแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่

1. ด้านเนื้อหา
2. ด้านการออกแบบระบบการเรียนรู้และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้
3. ด้านการปฏิสัมพันธ์ การเรียนรู้ร่วมกัน และ Community of Practice (CoP)
4. ด้านการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-supported learning) และ
5. ด้านการส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

รายละเอียดผลการประเมินคุณภาพของระบบ แสดงดังตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-13 ผลการประเมินคุณภาพของระบบ AI-CoP Learning System โดยผู้เชี่ยวชาญ

ด้านการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านเนื้อหา	4.71	0.13	มากที่สุด
ด้านการออกแบบระบบการเรียนรู้และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้	4.73	0.08	มากที่สุด
ด้านการปฏิสัมพันธ์ การเรียนรู้ร่วมกัน และ Community of Practice (CoP)	4.70	0.16	มากที่สุด
ด้านการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์	4.54	0.13	มากที่สุด
ด้านการส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา	4.74	0.12	มากที่สุด
รวม	4.68	0.12	มากที่สุด

ภายหลังจากการพัฒนาระบบ AI-CoP Learning System ผู้วิจัยได้นำระบบดังกล่าวเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ด้านวิศวกรรม ด้านครูช่าง และด้านอาชีวศึกษาทางวิศวกรรม จำนวน 9 คน ประเมินคุณภาพของระบบ ผลการประเมินพบว่า ภาพรวมของระบบ AI-CoP Learning System มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.70, S.D. = 0.14) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}$ = 4.77, S.D. = 0.13) รองลงมา ได้แก่ ด้านการออกแบบระบบการเรียนรู้และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ($\bar{x}$ = 4.74, S.D. = 0.11) ด้านการปฏิสัมพันธ์ การเรียนรู้ร่วมกัน และ Community of Practice (CoP) ($\bar{x}$ = 4.73, S.D. = 0.15) และด้านเนื้อหา ($\bar{x}$ = 4.72, S.D. = 0.14) ตามลำดับ ส่วนด้านการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-supported learning) มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าด้านอื่นเล็กน้อย ($\bar{x}$ = 4.56, S.D. = 0.17) แม้ว่ายังคงอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าระบบ AI สามารถสนับสนุนการเรียนรู้ทางวิศวกรรมได้อย่างเหมาะสม แต่ยังสามารถพัฒนาเพิ่มเติมในด้าน adaptive AI support และ learning analytics ในอนาคตได้ โดยภาพรวม ผลการประเมินดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า AI-CoP Learning System มีคุณภาพและความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ทางวิศวกรรม ทั้งในบริบทอุดมศึกษาและอาชีวศึกษา และสามารถส่งเสริมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การเรียนรู้ร่วมกัน อัตลักษณ์ทางวิศวกรรม และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม

4.3.5 ผลการประเมินความสอดคล้องของเครื่องมือวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ

ภายหลังจากการพัฒนาแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและแบบวัดสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือวิจัยดังกล่าวเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9 ท่าน ประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์และสิ่งที่ต้องการวัด โดยผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี

สารสนเทศและการสื่อสาร ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม ผู้เชี่ยวชาญด้านครูช่าง และผู้เชี่ยวชาญด้านอาชีวศึกษาทางวิศวกรรม

การประเมินใช้วิธีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ด้วยดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินเป็น 3 ระดับ ได้แก่ +1 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้อง 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ และ -1 หมายถึง ข้อคำถามไม่สอดคล้อง

ผลการประเมินพบว่า ข้อคำถามของแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและแบบวัดสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาทุกข้อมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.89–1.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 0.50 แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือวิจัยมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และตัวแปรที่ต้องการวัดอยู่ในระดับสูง และสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่า ข้อคำถามสามารถสะท้อนองค์ประกอบของอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาได้อย่างครอบคลุม โดยเฉพาะในด้านการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การเรียนรู้ร่วมกัน และการประยุกต์ใช้ AI เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ทางวิศวกรรม อย่างไรก็ตาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้เสนอข้อคิดเห็นเพิ่มเติมในบางข้อที่เกี่ยวข้องกับ AI-supported learning และ Digital Competency เพื่อให้ข้อคำถามมีความเฉพาะเจาะจงและสะท้อนบริบทของการใช้ AI ทางการศึกษาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
รายละเอียดผลการประเมินความสอดคล้องของเครื่องมือวิจัย

4.4 ผลการประเมินอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนผ่าน AI-CoP Learning System

การวิจัยในระยะนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน โดยดำเนินการทดลองใช้ระบบกับผู้เรียนใน 2 บริบท ได้แก่ ระดับอุดมศึกษาและระดับอาชีวศึกษา

กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย

1. นักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 26 คน และ

2. นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จำนวน 41 คน

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่าน AI-CoP Learning System ภายในรายวิชาวัสดุทางวิศวกรรมโยธาและการทดสอบ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติร่วมกับการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วย ChatGPT ภายใต้กระบวนการ CDIO และ M-MIAP เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม การเรียนรู้ร่วมกัน และการสะท้อนผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

4.4.1 ผลการทดลองใช้ระบบ AI-CoP Learning System

ผลการทดลองใช้ระบบพบว่า ผู้เรียนสามารถใช้ AI-CoP Learning System เพื่อสนับสนุนการศึกษาทฤษฎี การปฏิบัติการทดลอง และการสะท้อนผลการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง โดยผู้เรียนใช้ ChatGPT ในการอธิบายขั้นตอนการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลอง สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้สอนและสมาชิกภายในกลุ่ม

ผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้พบว่า ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมเพิ่มขึ้น มีการอภิปรายและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทางวิศวกรรมมากขึ้น รวมถึงสามารถเชื่อมโยงความรู้เชิงทฤษฎีกับการปฏิบัติจริงภายในห้องปฏิบัติการได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ผู้เรียนยังสามารถใช้ AI เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองและการเรียนรู้ร่วมกันภายใน Community of Practice ได้อย่างต่อเนื่อง

4.4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยดำเนินการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนภายหลังการใช้ AI-CoP Learning System เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านความรู้และสมรรถนะทางวิศวกรรมของผู้เรียน

ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนหลังเรียนของผู้เรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนทั้งในบริบทระดับอุดมศึกษาและระดับอาชีวศึกษา ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า AI-CoP Learning System สามารถช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการเรียนรู้ทางวิศวกรรมของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติและการทดลองทางวิศวกรรมภายในห้องปฏิบัติการวัสดุทางวิศวกรรมโยธา รายละเอียดผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงดังตารางที่ 4-14

ตารางที่ 4-14 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนเฉลี่ยของผู้เรียน

กลุ่มตัวอย่าง	n	ก่อนเรียน ($\bar{x}$)	หลังเรียน ($\bar{x}$)	ผลการเปลี่ยนแปลง
นักศึกษาระดับอุดมศึกษา	26	6.22	9.31	สูงขึ้น
นักศึกษาระดับอาชีวศึกษา	41	7.57	9.82	สูงขึ้น

4.4.3 ผลการประเมินอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมของผู้เรียน

ผลการประเมินอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมของผู้เรียนภายหลังการใช้ AI-CoP Learning System พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านความเป็นวิศวกรเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะด้านความมั่นใจในการเรียนรู้ทางวิศวกรรม ความสนใจในวิชาชีพ และความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของชุมชนการเรียนรู้ทางวิศวกรรม

ผู้วิจัยพบว่า การเรียนรู้ผ่าน Community of Practice ร่วมกับกิจกรรมการทดลองเชิงปฏิบัติและการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วย AI ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้กับบริบทวิชาชีพทางวิศวกรรมได้มากยิ่งขึ้น ส่งผลให้เกิดการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมทั้งในด้านความภาคภูมิใจในวิชาชีพ ความเชื่อมั่นในการปฏิบัติงาน และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางวิศวกรรม รายละเอียดผลการประเมินอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม แสดงดังตารางที่ 4-15

ตารางที่ 4-15 ผลการประเมินอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมก่อนและหลังเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 26 คน

ด้านอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			ผลการเปลี่ยนแปลง
	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.	ระดับ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.	ระดับ	
1. การมีส่วนร่วมทางวิชาชีพ (Professional Participation)	3.21	0.51	ปานกลาง	4.42	0.39	มากที่สุด	สูงขึ้น
2. ประสบการณ์ปฏิบัติทางวิศวกรรม (Practical Engineering Experience) (Practical Engineering Experience)	3.34	0.47	ปานกลาง	4.56	0.36	มากที่สุด	สูงขึ้น
3. การเรียนรู้เชิงสะท้อนคิด (Reflective Learning)	3.18	0.54	ปานกลาง	4.38	0.41	มาก	สูงขึ้น
4. การปฏิสัมพันธ์และการเรียนรู้ร่วมกันในชุมชนแห่งการปฏิบัติ (Community Interaction)	3.29	0.49	ปานกลาง	4.47	0.37	มากที่สุด	สูงขึ้น

ตารางที่ 4-15 (ต่อ)

ด้านอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			ผลการเปลี่ยนแปลง
	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.	ระดับ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.	ระดับ	
5. การพัฒนาความมั่นใจผ่านการสนับสนุนด้วย AI (AI-supported Confidence Development)	3.05	0.61	ปานกลาง	4.51	0.35	มากที่สุด	5. การพัฒนาความมั่นใจผ่านการสนับสนุนด้วย AI (AI-supported Confidence Development)
รวม	3.21	0.52	ปานกลาง	4.47	0.38	มากที่สุด	สูงขึ้น

จากตารางที่ 4-15 พบว่า ผู้เรียนมีอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมสูงขึ้นในทุกด้าน โดยค่าเฉลี่ยรวมหลังเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.47, S.D. = 0.38) สูงกว่าก่อนเรียนซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 3.21, S.D. = 0.52) ตามลำดับ

ตารางที่ 4-16 ผลการประเมินอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมก่อนและหลังเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จำนวน 41 คน

ด้านอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			ผลการเปลี่ยนแปลง
	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.	ระดับ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.	ระดับ	
1. การมีส่วนร่วมทางวิชาชีพ (Professional Participation)	3.08	0.58	ปานกลาง	4.31	0.42	มาก	สูงขึ้น
2. ประสบการณ์ปฏิบัติทางวิศวกรรม (Practical Engineering Experience) (Practical Engineering Experience)	3.16	0.55	ปานกลาง	4.44	0.39	มากที่สุด	สูงขึ้น
3. การเรียนรู้เชิงสะท้อนคิด (Reflective Learning)	3.02	0.61	ปานกลาง	4.27	0.46	มาก	สูงขึ้น
4. การปฏิสัมพันธ์และการเรียนรู้ร่วมกันในชุมชนแห่งการปฏิบัติ (Community Interaction)	3.11	0.57	ปานกลาง	4.36	0.41	มาก	สูงขึ้น
5. การพัฒนาความมั่นใจผ่านการสนับสนุนด้วย AI (AI-supported Confidence Development)	2.94	0.66	ปานกลาง	4.41	0.38	มากที่สุด	สูงขึ้น
รวม	**3.06**	**0.59**	**ปานกลาง**	**4.36**	**0.41**	**มาก**	**สูงขึ้น**

จากตารางที่ 4-16 ผู้เรียนมีอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมสูงขึ้นในทุกด้าน โดยค่าเฉลี่ยรวมหลังเรียนอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.36, S.D. = 0.41) สูงกว่าก่อนเรียนซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 3.06, S.D. = 0.59)

4.4.4 ผลการประเมินสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน

ผลการประเมินสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนภายหลังการใช้ AI-CoP Learning System พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านสมรรถนะทางวิศวกรรมเพิ่มขึ้นในหลายด้าน โดยเฉพาะด้านทักษะการปฏิบัติทางวิศวกรรม การแก้ปัญหาทางวิศวกรรม การทำงานร่วมกัน และการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและ AI เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์สะท้อนให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่าน CDIO และ M-MIAP ร่วมกับ AI-supported learning ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เชิงทฤษฎีกับการปฏิบัติจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงช่วยส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร และการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งเป็นสมรรถนะสำคัญสำหรับวิศวกรรมศึกษาในบริบทของการเรียนรู้ยุคดิจิทัล

ตารางที่ 4-17 ผลการประเมินสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 26 คน

ด้านสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา	**ก่อนเรียน**			**หลังเรียน**			**ผลการเปลี่ยนแปลง**
	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	**S.D.**	**ระดับ**	**ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)**	**S.D.**	**ระดับ**	
1. สมรรถนะด้านเทคนิคทางวิศวกรรม (Technical Competency)	3.28	0.49	ปานกลาง	4.58	0.34	มากที่สุด	สูงขึ้น
2. สมรรถนะด้านการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม (Engineering Problem Solving)	3.19	0.53	ปานกลาง	4.49	0.37	มากที่สุด	สูงขึ้น
3. สมรรถนะด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน (Communication and Collaboration)	3.31	0.47	ปานกลาง	4.46	0.39	มากที่สุด	สูงขึ้น

ตารางที่ 4-17 (ต่อ)

ด้านสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา	ก่อนเรียน			หลังเรียน			ผลการเปลี่ยนแปลง
	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.	ระดับ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.	ระดับ	
4. สมรรถนะด้านดิจิทัลและการใช้ AI (Digital and AI Competency)	3.07	0.58	ปานกลาง	4.61	0.33	มากที่สุด	สูงขึ้น
5. สมรรถนะด้านการเรียนรู้ตลอดชีวิตและการสะท้อนคิด (Reflective and Lifelong Learning)	3.24	0.51	ปานกลาง	4.43	0.38	มาก	สูงขึ้น
6. สมรรถนะด้านนวัตกรรมและการปรับตัวทางวิชาชีพ (Innovation and Professional Adaptability)	3.15	0.55	ปานกลาง	4.38	0.41	มาก	สูงขึ้น
รวม	**3.21**	**0.52**	**ปานกลาง**	**4.49**	**0.37**	**มากที่สุด**	**สูงขึ้น**

จากตารางที่ 4-17 ผู้เรียนมีสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสูงขึ้นในทุกด้าน โดยค่าเฉลี่ยรวมหลังเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.49, S.D. = 0.37) สูงกว่าก่อนเรียนซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 3.21, S.D. = 0.52)

ตารางที่ 4-18 ผลการประเมินสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จำนวน 41 คน

ด้านสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา	ก่อนเรียน			หลังเรียน			ผลการเปลี่ยนแปลง
	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.	ระดับ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.	ระดับ	
1. สมรรถนะด้านเทคนิคทางวิศวกรรม (Technical Competency)	3.11	0.56	ปานกลาง	4.41	0.39	มากที่สุด	สูงขึ้น
2. สมรรถนะด้านการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม (Engineering Problem Solving)	3.02	0.61	ปานกลาง	4.33	0.42	มาก	สูงขึ้น
3. สมรรถนะด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน (Communication and Collaboration)	3.18	0.54	ปานกลาง	4.36	0.41	มาก	สูงขึ้น
4. สมรรถนะด้านดิจิทัลและการใช้ AI (Digital and AI Competency)	2.95	0.66	ปานกลาง	4.47	0.37	มากที่สุด	สูงขึ้น
5. สมรรถนะด้านการเรียนรู้ตลอดชีวิตและการสะท้อนคิด (Reflective and Lifelong Learning)	3.07	0.58	ปานกลาง	4.28	0.45	มาก	สูงขึ้น

ตารางที่ 4-18 (ต่อ)

ด้านสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา	ก่อนเรียน			หลังเรียน			ผลการเปลี่ยนแปลง
	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.	ระดับ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.	ระดับ	
6. สมรรถนะด้านนวัตกรรมและการปรับตัวทางวิชาชีพ (Innovation and Professional Adaptability)	3.01	0.6	ปานกลาง	4.24	0.47	มาก	สูงขึ้น
รวม	**3.06**	**0.59**	**ปานกลาง**	**4.35**	**0.42**	**มาก**	**สูงขึ้น**

จากตารางที่ 4-18 ผู้เรียนมีสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาสูงขึ้นในทุกด้าน โดยค่าเฉลี่ยรวมหลังเรียนอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.35, S.D. = 0.42) สูงกว่าก่อนเรียนซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 3.06, S.D. = 0.59)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาครุศาสตร์โยธา และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พบว่า ผู้เรียนทั้งสองบริบทมีแนวโน้มการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนภายหลังการเรียนรู้ผ่าน AI-CoP Learning System

ในด้านอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม นักศึกษาระดับปริญญาตรีมีค่าเฉลี่ยรวมก่อนเรียนอยู่ที่ 3.21 (S.D. = 0.52) และเพิ่มขึ้นเป็น 4.44 (S.D. = 0.38) หลังเรียน ขณะที่นักศึกษาระดับ ปวส. มีค่าเฉลี่ยรวมก่อนเรียนอยู่ที่ 3.06 (S.D. = 0.59) และเพิ่มขึ้นเป็น 4.37 (S.D. = 0.41) หลังเรียน สะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนทั้งสองบริบทมีพัฒนาการด้านอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมในทางที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง

เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านประสบการณ์ปฏิบัติทางวิศวกรรม การปฏิสัมพันธ์ภายในชุมชนแห่งการปฏิบัติ และการพัฒนาความมั่นใจผ่านการสนับสนุนด้วย AI มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในทั้งสองกลุ่ม โดยเฉพาะด้านการพัฒนาความมั่นใจผ่าน AI ซึ่งมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนอยู่ในระดับมากที่สุดทั้งในกลุ่มปริญญาตรีและกลุ่ม ปวส. สะท้อนบทบาทของ AI-supported learning ecosystem ต่อการสร้างความมั่นใจและการเรียนรู้ทางวิศวกรรมของผู้เรียน

ในด้านสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา นักศึกษาระดับปริญญาตรีมีค่าเฉลี่ยรวมก่อนเรียนอยู่ที่ 3.21 (S.D. = 0.52) และเพิ่มขึ้นเป็น 4.41 (S.D. = 0.37) หลังเรียน ขณะที่นักศึกษาระดับ ปวส. มีค่าเฉลี่ยรวมก่อนเรียนอยู่ที่ 3.06 (S.D. = 0.59) และเพิ่มขึ้นเป็น 4.32 (S.D. = 0.42) หลังเรียน โดยทั้งสองกลุ่มมีแนวโน้มการพัฒนาไปในทิศทางเดียวกัน

ด้านที่มีแนวโน้มสูงที่สุดในทั้งสองกลุ่ม ได้แก่ สมรรถนะด้านดิจิทัลและการใช้ AI ซึ่งสะท้อนว่า AI-CoP Learning System สามารถช่วยสนับสนุนการใช้ AI เพื่อการเรียนรู้ การค้นคว้าข้อมูล และการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม

นอกจากนี้ นักศึกษาระดับปริญญาตรียังมีแนวโน้มด้านการเรียนรู้เชิงสะท้อนคิดและการสร้างองค์ความรู้ร่วมกันภายใน Community of Practice สูงกว่ากลุ่ม ปวส. เล็กน้อย ขณะที่กลุ่ม ปวส. มีแนวโน้มด้านการพัฒนาความมั่นใจและการเรียนรู้เชิงปฏิบัติเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งสะท้อนลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของทั้งสองบริบทการศึกษา

โดยภาพรวม ผลการวิจัยสะท้อนว่า IELE-CoP Model และ AI-CoP Learning System สามารถสนับสนุนการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม ทั้งในบริบทอุดมศึกษาและอาชีวศึกษา ภายในระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรม

บทที่ 5
รูปแบบระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมอัจฉริยะร่วมกับชุมชนแห่งการปฏิบัติ
Intelligent Engineering Learning Ecosystem with Community of Practice Integration: IELE-CoP Model

บทนี้นำเสนอรูปแบบระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมอัจฉริยะร่วมกับชุมชนแห่งการปฏิบัติ หรือ IELE-CoP Model ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากการสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ ชุมชนแห่งการปฏิบัติ กระบวนการเรียนรู้ทางวิศวกรรมตามแนวคิด CDIO และกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ M-MIAP โดยนำแนวคิดดังกล่าวมาบูรณาการเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบริบทของการเรียนรู้ทางวิศวกรรมในยุคดิจิทัล

รูปแบบ IELE-CoP Model มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิด อัตลักษณ์ทางวิศวกรรม และพัฒนา สมรรถนะวิศวกรรมศึกษา ผ่านการเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างการลงมือปฏิบัติจริง การเรียนรู้ร่วมกันภายในชุมชนแห่งการปฏิบัติ และการใช้ปัญญาประดิษฐ์เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ การสะท้อนผล การวิเคราะห์ข้อมูล และการพัฒนาการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

สาระสำคัญของรูปแบบนี้มิได้มุ่งเน้นเพียงการใช้ AI เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนการสอนเท่านั้น แต่ให้ความสำคัญกับการออกแบบระบบการเรียนรู้ทั้งระบบ โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ผู้สอน ชุมชนการเรียนรู้ กิจกรรมปฏิบัติทางวิศวกรรม สื่อและเทคโนโลยี ห้องปฏิบัติการ และระบบข้อมูลป้อนกลับอัจฉริยะ เพื่อให้การเรียนรู้ทางวิศวกรรมเกิดขึ้นอย่างมีความหมาย มีทิศทาง และสามารถนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนได้ทั้งด้านความรู้ ทักษะ เจตคติ อัตลักษณ์ และสมรรถนะวิชาชีพ

5.1 องค์ประกอบของ IELE-CoP Model

5.1.1 ภาพรวมขององค์ประกอบรูปแบบ

รูปแบบ IELE-CoP Model ประกอบด้วยองค์ประกอบหลักที่มีความสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ ได้แก่ ระบบนิเวศการเรียนรู้ด้วย AI ชุมชนแห่งการปฏิบัติ กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด CDIO สมรรถนะวิศวกรรมศึกษา สมรรถนะครู บริบทสนับสนุน และวงจรข้อมูลป้อนกลับอัจฉริยะ โดยมีอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม ทำหน้าที่เป็นแกนกลางของรูปแบบ

การกำหนดให้อัตลักษณ์ทางวิศวกรรมเป็นแกนกลางมีความสำคัญ เนื่องจากการเรียนรู้ทางวิศวกรรมไม่ได้หมายถึงการเรียนรู้เนื้อหาหรือการฝึกทักษะปฏิบัติเพียงอย่างเดียว แต่ยังเกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของวิชาชีพ ความมั่นใจในการปฏิบัติงาน ความเข้าใจในบทบาท

ของตนเองในฐานะผู้เรียนทางวิศวกรรม และการเห็นคุณค่าของความรู้ทางวิศวกรรมต่อการแก้ปัญหาในโลกจริง ดังนั้น รูปแบบนี้จึงออกแบบให้ทุกองค์ประกอบสนับสนุนไปสู่การสร้างอัตลักษณ์ดังกล่าวควบคู่กับการพัฒนาสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

โดยสรุป รูปแบบ IELE-CoP Model ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

1 ระบบนิเวศการเรียนรู้ด้วย AI

2 ชุมชนแห่งการปฏิบัติทางวิศวกรรม

3 กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด CDIO

4 สมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

5 สมรรถนะครูในฐานะกลไกสนับสนุนการเรียนรู้

6 บริบทสนับสนุนการเรียนรู้

7 วงจรข้อมูลป้อนกลับอัจฉริยะและการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

8 ผลลัพธ์ที่คาดหวัง ได้แก่ อัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

5.1.2. หลักการของ IELE-CoP Model

IELE-CoP Model พัฒนาขึ้นบนหลักการสำคัญ 4 ประการ

ประการแรก รูปแบบนี้ยึดหลักการของ ระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมอัจฉริยะ ซึ่งมองการเรียนรู้เป็นระบบที่มีองค์ประกอบหลายส่วนเชื่อมโยงกัน ไม่ว่าจะเป็นผู้เรียน ผู้สอน เทคโนโลยี AI สื่อการเรียนรู้ ห้องปฏิบัติการ ข้อมูลการเรียนรู้ และชุมชนการปฏิบัติ องค์ประกอบเหล่านี้ไม่ได้ทำงานแยกส่วน แต่มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่องเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน

ประการที่สอง รูปแบบนี้ยึดหลักการของ การเรียนรู้ร่วมกันผ่านชุมชนแห่งการปฏิบัติ โดยให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ ร่วมกันแก้ปัญหา อภิปรายผลการเรียนรู้ และสร้างองค์ความรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม การเรียนรู้จึงเกิดขึ้นทั้งจากประสบการณ์ของตนเองและจากปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

ประการที่สาม รูปแบบนี้ใช้ กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด CDIO เป็นกรอบในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ทางวิศวกรรม ตั้งแต่การกำหนดปัญหา การออกแบบแนวทาง การลงมือปฏิบัติ และการประเมินหรือประยุกต์ใช้ผลลัพธ์ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีกับการปฏิบัติจริง

ประการที่สี่ รูปแบบนี้ใช้ AI-supported learning เป็นกลไกสนับสนุนการเรียนรู้ การให้ข้อมูลย้อนกลับ การวิเคราะห์ข้อมูลการเรียนรู้ การสร้างสื่อทางวิศวกรรม และการช่วยให้ผู้เรียนสะท้อนผลการเรียนรู้ได้ลึกซึ้งขึ้น ทั้งนี้ AI ไม่ได้ทำหน้าที่แทนผู้สอนหรือแทนกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน แต่ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสนับสนุนให้การเรียนรู้มีความยืดหยุ่น เป็นรายบุคคล และมีข้อมูลประกอบการพัฒนามากขึ้น

5.1.3 วัตถุประสงค์ของ IELE-CoP Model

รูปแบบ IELE-CoP Model มีวัตถุประสงค์หลัก ดังนี้

1 เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ทางวิศวกรรมที่บูรณาการระบบนิเวศการเรียนรู้ด้วย AI ร่วมกับชุมชนแห่งการปฏิบัติ

2 เพื่อส่งเสริมการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมของผู้เรียนผ่านการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การเรียนรู้ร่วมกัน และการสะท้อนผลการเรียนรู้

3 เพื่อพัฒนาสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน ทั้งด้านเทคนิค การแก้ปัญหา การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและ AI รวมถึงการเรียนรู้ตลอดชีวิต

4 เพื่อสนับสนุนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิศวกรรมให้มีลำดับขั้นตอนชัดเจนผ่านกระบวนการ CDIO

5 เพื่อพัฒนาระบบการเรียนรู้ที่สามารถใช้ข้อมูลป้อนกลับจาก AI ในการปรับปรุงกิจกรรม สื่อ และกระบวนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

6 เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการออกแบบการเรียนรู้ทางวิศวกรรมในบริบทอุดมศึกษาและอาชีวศึกษาให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและวิชาชีพในอนาคต

5.2 รูปแบบ IELE-CoP Model แบบสมบูรณ์

จากการสังเคราะห์แนวคิดและองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบ IELE-CoP Model ดังแสดงในภาพที่ 5-1 โดยรูปแบบดังกล่าวมีโครงสร้างเป็นระบบนิเวศการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงองค์ประกอบหลักหลายด้านเข้าด้วยกัน มีอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมเป็นแกนกลาง และมีวงจรข้อมูลป้อนกลับอัจฉริยะทำหน้าที่เชื่อมโยงการเรียนรู้ การประเมินผล และการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง



ภาพที่ 5-1 รูปแบบระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมอัจฉริยะร่วมกับชุมชนแห่งการปฏิบัติ (IELE-CoP Model)

จากภาพที่ 5-1 รูปแบบ IELE-CoP Model แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาผู้เรียนทางวิศวกรรมในยุคปัญญาประดิษฐ์จำเป็นต้องอาศัยการบูรณาการองค์ประกอบหลายมิติ ทั้งมิติด้านเทคโนโลยี มิติด้านสังคมการเรียนรู้ มิติด้านกระบวนการวิศวกรรม มิติด้านการจัดการเรียนรู้ และมิติด้านสมรรถนะ โดยองค์ประกอบเหล่านี้ทำงานร่วมกันเพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจทางวิศวกรรม สามารถปฏิบัติงานจริงได้ และพัฒนาตนเองในฐานะผู้เรียนหรือผู้ปฏิบัติงานด้านวิศวกรรม

ระบบนิเวศการเรียนรู้ด้วย AI ทำหน้าที่เป็นชั้นการเรียนรู้อัจฉริยะที่ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ผ่านการอธิบายเนื้อหา การสร้างสื่อการเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูล การให้ข้อเสนอแนะ และการปรับประสบการณ์การเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน ขณะที่ชุมชนแห่งการปฏิบัติทำหน้าที่เป็นพื้นที่ทางสังคมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ ทำงานร่วมกัน และเรียนรู้จากประสบการณ์ของกันและกัน

ในขณะเดียวกัน กระบวนการเรียนรู้ CDIO ทำหน้าที่เป็นกรอบของการคิดและการปฏิบัติทางวิศวกรรม โดยเริ่มจากการกำหนดแนวคิดหรือการระบุปัญหา ไปสู่การออกแบบ การลงมือปฏิบัติ และการประเมินผลหรือการนำไปใช้จริง

องค์ประกอบด้านสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาเป็นเป้าหมายสำคัญของรูปแบบ โดยมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถด้านเทคนิค การแก้ปัญหา การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน การใช้ดิจิทัลและ AI การเรียนรู้ตลอดชีวิต และความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ รูปแบบยังให้ความสำคัญกับสมรรถนะครู ซึ่งทำหน้าที่เป็นกลไกสนับสนุนให้การใช้ AI, CoP, CDIO เกิดผลอย่างมีประสิทธิภาพ

กล่าวได้ว่า IELE-CoP Model เป็นรูปแบบที่มองการเรียนรู้ทางวิศวกรรมอย่างเป็นองค์รวม โดยไม่แยกการเรียนรู้เนื้อหาออกจากการปฏิบัติจริง ไม่แยกเทคโนโลยีออกจากปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และไม่แยกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกจากการพัฒนาอัตลักษณ์และสมรรถนะของผู้เรียน

5.3 การอธิบายองค์ประกอบของ IELE-CoP Model

5.3.1 ระบบนิเวศการเรียนรู้ด้วย AI

ระบบนิเวศการเรียนรู้ด้วย AI เป็นองค์ประกอบที่ทำหน้าที่สนับสนุนการเรียนรู้ในฐานะชั้นการเรียนรู้อัจฉริยะ ภายในรูปแบบนี้ AI ถูกใช้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงข้อมูล เข้าใจเนื้อหา วิเคราะห์ผลการทดลอง และสะท้อนผลการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างของการใช้ AI ได้แก่ การใช้ ChatGPT เพื่ออธิบายแนวคิดทางวิศวกรรม การใช้ AI-generated engineering media เพื่อสร้างสื่อประกอบการเรียนรู้ การใช้ AI reflection เพื่อช่วยตั้งคำถามสะท้อนคิด และการใช้ Learning Analytics เพื่อติดตามพฤติกรรมหรือพัฒนาการของผู้เรียน

บทบาทของ AI ในรูปแบบนี้จึงไม่ได้จำกัดอยู่ที่การตอบคำถามหรือสร้างเนื้อหาเท่านั้น แต่ทำหน้าที่เป็นกลไกสนับสนุนการเรียนรู้แบบมีข้อมูลเป็นฐาน ผู้เรียนสามารถใช้ AI เพื่อทบทวนความรู้

วิเคราะห์ข้อผิดพลาด และเชื่อมโยงผลการปฏิบัติกับหลักการทางทฤษฎี ขณะที่ผู้สอนสามารถใช้ข้อมูลจากระบบเพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีจุดแข็ง จุดอ่อน หรือความต้องการสนับสนุนด้านใดเพิ่มเติม การใช้ AI ในรูปแบบนี้ยังคงต้องอยู่ภายใต้การกำกับดูแลทางวิชาการของผู้สอน ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการส่งเสริมให้ใช้ AI อย่างมีวิจารณญาณ ตรวจสอบข้อมูล และไม่พึ่งพา AI โดยปราศจากการคิดวิเคราะห์ ดังนั้น AI จึงเป็นเครื่องมือเสริมสมรรถนะการเรียนรู้ ไม่ใช่สิ่งทดแทนกระบวนการคิดของผู้เรียน

5.3.2 ชุมชนแห่งการปฏิบัติทางวิศวกรรม

ชุมชนแห่งการปฏิบัติทางวิศวกรรมเป็นองค์ประกอบที่ช่วยให้การเรียนรู้เกิดขึ้นผ่านปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และการทำงานร่วมกันของผู้เรียน ภายในชุมชนแห่งการปฏิบัติ ผู้เรียนไม่ได้เรียนรู้เพียงจากผู้สอนหรือจากสื่อการเรียนรู้เท่านั้น แต่ยังเรียนรู้จากเพื่อนร่วมกลุ่มจากการอภิปรายปัญหา จากการสังเกตวิธีคิดของผู้อื่น และจากการร่วมกันแก้ปัญหาทางวิศวกรรม

องค์ประกอบนี้มีความสำคัญต่อการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม เนื่องจากผู้เรียนจะเริ่มมองเห็นบทบาทของตนเองในฐานะสมาชิกของชุมชนวิชาชีพ ผ่านการลงมือปฏิบัติ การรับผิดชอบหน้าที่ในกลุ่ม การแสดงความคิดเห็น การรับฟังข้อเสนอแนะ และการร่วมสร้างองค์ความรู้กับผู้อื่น การเรียนรู้ลักษณะนี้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม เกิดความมั่นใจ และเข้าใจค่านิยมของการทำงานทางวิศวกรรมมากขึ้น

เมื่อบูรณาการร่วมกับ AI ชุมชนแห่งการปฏิบัติยังสามารถขยายศักยภาพของการเรียนรู้ร่วมกันได้มากขึ้น เช่น การใช้ AI เป็นตัวช่วยสรุปประเด็นการอภิปราย การตั้งคำถามสะท้อนคิด การช่วยวิเคราะห์ผลการทดลอง หรือการสร้างข้อเสนอแนะเพื่อให้กลุ่มนำไปพัฒนางานต่อไป

5.3.3 กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด CDIO

กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด CDIO ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ Conceive, Design, Implement และ Operate ซึ่งในรูปแบบ IELE-CoP Model ถูกนำมาใช้เป็นกรอบในการจัดการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดและการปฏิบัติที่ใกล้เคียงกับการทำงานจริงทางวิศวกรรม

ขั้น Conceive เป็นขั้นของการกำหนดแนวคิด การวิเคราะห์ความต้องการ การระบุปัญหา และการมองเห็นโอกาสในการแก้ปัญหา ขั้นนี้ช่วยให้ผู้เรียนเริ่มต้นจากสถานการณ์หรือปัญหาจริง ไม่ใช่เริ่มจากเนื้อหาเชิงทฤษฎีเพียงอย่างเดียว ผู้เรียนจึงมีโอกาสฝึกการตั้งคำถาม การวิเคราะห์บริบท และการมองปัญหาอย่างเป็นระบบ

ขั้น Design เป็นขั้นของการออกแบบแนวทางแก้ไข การวางแผน การออกแบบการทดลอง หรือการออกแบบระบบทางวิศวกรรม ขั้นนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้เชิงทฤษฎีกับการวางแผนปฏิบัติจริง และฝึกการใช้เหตุผลในการเลือกวิธีการหรือแนวทางที่เหมาะสม

ขั้น Implement เป็นขั้นของการลงมือปฏิบัติจริง การดำเนินงาน การทดสอบ และการตรวจสอบความถูกต้อง ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะทางเทคนิค การใช้เครื่องมือ การทำงานร่วมกัน และการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า ซึ่งเป็นสมรรถนะสำคัญของการเรียนรู้ทางวิศวกรรม

ขั้น Operate เป็นขั้นของการวิเคราะห์ผล การประเมิน การปรับปรุง และการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง ขั้นนี้ทำให้ผู้เรียนไม่หยุดอยู่ที่การทำกิจกรรมให้เสร็จ แต่สามารถพิจารณาคุณภาพของผลลัพธ์ วิเคราะห์ข้อจำกัด และเสนอแนวทางพัฒนางานให้ดีขึ้น

ขั้น Motivation เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้สถานการณ์จริง ปัญหาทางวิศวกรรม วิดีโอ หรือสื่อที่สร้างด้วย AI เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ขั้นนี้มีบทบาทสำคัญในการสร้างความหมายของการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจว่าความรู้ที่กำลังเรียนมีความเกี่ยวข้องกับงานจริงหรือวิชาชีพอย่างไร

ขั้น Information เป็นขั้นที่ผู้เรียนศึกษาข้อมูล ทฤษฎี หลักการ และขั้นตอนการปฏิบัติ โดยใช้สื่อการเรียนรู้ร่วมกับเครื่องมือ AI เพื่อช่วยอธิบาย ขยายความ หรือทบทวนเนื้อหา ขั้นนี้ช่วยเตรียมความพร้อมทางความรู้ก่อนเข้าสู่การปฏิบัติจริง

ขั้น Application เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ทดลอง วิเคราะห์ หรือแก้ปัญหาทางวิศวกรรม โดยใช้ความรู้ที่ได้ศึกษามาในสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลอง ขั้นนี้มีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะปฏิบัติและความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้

ขั้น Progress and Reflection เป็นขั้นของการติดตามพัฒนาการ วิเคราะห์ผล สะท้อนผลการเรียนรู้ และรับข้อเสนอแนะจากผู้สอน เพื่อนร่วมกลุ่ม และระบบ AI ขั้นนี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทบทวนสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ วิเคราะห์จุดที่ต้องพัฒนา และวางแผนปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่อง

5.3.4 สมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

สมรรถนะวิศวกรรมศึกษาในรูปแบบ IELE-CoP Model หมายถึง ความสามารถเชิงบูรณาการของผู้เรียนในการนำความรู้ ทักษะ กระบวนการคิด และเจตคติทางวิศวกรรมไปใช้ในการเรียนรู้ การปฏิบัติงาน และการแก้ปัญหาในบริบททางวิศวกรรมศึกษา สมรรถนะดังกล่าวมิได้จำกัดเฉพาะความสามารถทางเทคนิค แต่ครอบคลุมถึงการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและ AI และการเรียนรู้ตลอดชีวิต

ในรูปแบบนี้ สมรรถนะวิศวกรรมศึกษาถูกพัฒนาอย่างค่อยเป็นค่อยไปผ่านกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องคิด ออกแบบ ปฏิบัติ วิเคราะห์ และสะท้อนผล เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ในระบบที่มี AI สนับสนุน ได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นในชุมชนแห่งการปฏิบัติ และได้ลงมือปฏิบัติผ่านกระบวนการ CDIO ผู้เรียนย่อมมีโอกาสพัฒนาสมรรถนะที่รอบด้านมากกว่าการเรียนรู้แบบรับฟังหรือท่องจำเพียงอย่างเดียว

สมรรถนะที่สำคัญภายในรูปแบบนี้ ได้แก่ สมรรถนะทางเทคนิค การแก้ปัญหาทางวิศวกรรม สมรรถนะด้านดิจิทัลและ AI การสื่อสารและความร่วมมือ การสะท้อนคิดและการเรียนรู้ตลอดชีวิต นวัตกรรมและการปรับตัวทางวิชาชีพ และความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

5.3.5 อัตลักษณ์ทางวิศวกรรม

อัตลักษณ์ทางวิศวกรรมเป็นแกนกลางของ IELE-CoP Model เนื่องจากเป็นผลลัพธ์เชิงลึกที่สะท้อนว่าผู้เรียนเริ่มรับรู้ เข้าใจ และพัฒนาตนเองในฐานะผู้เรียนหรือผู้ปฏิบัติงานด้านวิศวกรรม อัตลักษณ์ดังกล่าวประกอบด้วยมโนทัศน์แห่งตนเชิงวิชาชีพ ความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของชุมชนวิศวกรรม ค่านิยมและจริยธรรมทางวิศวกรรม ความมั่นใจ แรงจูงใจ และกรอบคิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต การพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้มีประสบการณ์ที่มีความหมายทางวิศวกรรม เช่น การวิเคราะห์ปัญหาจริง การออกแบบแนวทางแก้ไข การทำงานร่วมกับผู้อื่น การเผชิญข้อผิดพลาดในการปฏิบัติ และการสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเอง ประสบการณ์เหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนไม่ได้เพียงรู้วิศวกรรม แต่เริ่มมองตนเองในฐานะผู้ที่สามารถคิดและปฏิบัติทางวิศวกรรมได้

5.3.6 สมรรถนะครูในฐานะกลไกสนับสนุนการเรียนรู้

ในรูปแบบ IELE-CoP Model ครูหรือผู้สอนไม่ได้มีบทบาทเพียงผู้ถ่ายทอดความรู้ แต่เป็นผู้ออกแบบระบบการเรียนรู้ ผู้อำนวยความสะดวก ผู้ให้คำปรึกษา และผู้เชื่อมโยงระหว่าง AI ผู้เรียน ชุมชนแห่งการปฏิบัติ และกิจกรรมทางวิศวกรรม สมรรถนะครูจึงเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้รูปแบบสามารถนำไปใช้ได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ

สมรรถนะครูในรูปแบบนี้แบ่งออกเป็น 3 มิติสำคัญ ได้แก่ ทักษะการคิด ทักษะการปฏิบัติ และทักษะการถ่ายทอด ทักษะการคิดเกี่ยวข้องกับความสามารถในการวิเคราะห์ ออกแบบการเรียนรู้ด้วย AI และตีความข้อมูลการเรียนรู้ ทักษะการปฏิบัติเกี่ยวข้องกับความสามารถในการจัดกิจกรรมเชิงเทคนิค การใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี การอำนวยความสะดวก และการแก้ปัญหาระหว่างการเรียนรู้ ส่วนทักษะการถ่ายทอดเกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารความรู้ การให้คำแนะนำ การกำกับติดตาม และการส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาตนเอง

ดังนั้น ความสำเร็จของ IELE-CoP Model ไม่ได้ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยี AI เพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สอนในการเลือกใช้ AI อย่างเหมาะสม ออกแบบกิจกรรมที่มีความหมาย และสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการคิด การลงมือทำ และการสะท้อนผลของผู้เรียน

5.3.7 บริบทสนับสนุนการเรียนรู้

บริบทสนับสนุนเป็นเงื่อนไขสำคัญที่ทำให้การนำ IELE-CoP Model ไปใช้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรม บริบทดังกล่าวประกอบด้วยโครงสร้างพื้นฐานด้าน AI และเทคโนโลยี สภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และทรัพยากร นโยบายของสถาบัน หลักสูตร บริบทการเรียนรู้แบบฐานการปฏิบัติ ความพร้อมและแรงจูงใจของผู้เรียน ความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม และแพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัล

การมีบริบทสนับสนุนที่เหมาะสมช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเครื่องมือและประสบการณ์การเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิศวกรรม ตัวอย่างเช่น ห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะจริง แพลตฟอร์มดิจิทัลช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงสื่อและข้อมูลได้ต่อเนื่อง ส่วนความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมช่วยให้กิจกรรมการเรียนรู้มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงมากขึ้น

หากบริบทสนับสนุนไม่เพียงพอ การใช้รูปแบบอาจเกิดข้อจำกัด เช่น ผู้เรียนไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยี AI ได้อย่างทั่วถึง กิจกรรมปฏิบัติไม่สมบูรณ์ หรือการเรียนรู้ร่วมกันไม่เกิดขึ้นอย่างเต็มที่ ดังนั้นการออกแบบรูปแบบจึงต้องพิจารณาทั้งมิติของการเรียนรู้และมิติของความพร้อมเชิงระบบควบคู่กัน

5.3.8 วงจรข้อมูลป้อนกลับอัจฉริยะและการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

วงจรข้อมูลป้อนกลับอัจฉริยะและการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเป็นกลไกที่เชื่อมโยงองค์ประกอบทั้งหมดของ IELE-CoP Model เข้าด้วยกัน วงจรนี้ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลและพฤติกรรมของผู้เรียน ให้ข้อมูลย้อนกลับ สนับสนุนการสะท้อนคิด ติดตามสมรรถนะ และนำข้อมูลไปใช้ในการปรับปรุงระบบการเรียนรู้

วงจรดังกล่าวประกอบด้วยการวิเคราะห์และข้อมูลเชิงลึกด้วย AI ข้อมูลและหลักฐานการเรียนรู้ การปรับตัวเชิงสะท้อนคิด การติดตามสมรรถนะ และการพัฒนาระบบ องค์ประกอบเหล่านี้ช่วยให้การเรียนรู้ไม่สิ้นสุดเมื่อกิจกรรมจบลง แต่สามารถนำผลการเรียนรู้กลับมาพิจารณาเพื่อพัฒนาผู้เรียน กิจกรรม สื่อ และการจัดการเรียนรู้ในรอบถัดไป

ในเชิงวิชาการ วงจรนี้สะท้อนแนวคิดของการประเมินเพื่อพัฒนา ซึ่งให้ความสำคัญกับข้อมูลระหว่างกระบวนการมากกว่าการประเมินผลปลายทางเพียงอย่างเดียว ผู้เรียนได้รับโอกาสในการเรียนรู้จากข้อผิดพลาด ผู้สอนได้ข้อมูลเพื่อปรับการสอน และระบบการเรียนรู้สามารถพัฒนาให้เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่อง

5.4 กิจกรรมการเรียนรู้ภายใน AI-CoP Learning System

การนำ IELE-CoP Model ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบ AI-CoP Learning System เพื่อเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่บูรณาการ AI-supported learning, Community of Practice, CDIO และ M-MIAP เข้าด้วยกัน กิจกรรมการเรียนรู้ภายในระบบถูกออกแบบให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งจากสื่อ AI จากการลงมือปฏิบัติจริง และจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น

กิจกรรมภายในระบบแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ Motivation, Information, Application และ Progress and Reflection

ขั้น Motivation เป็นขั้นกระตุ้นความสนใจ โดยผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรม วิดีโอ สื่อจำลอง หรือคำถามนำ เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของเนื้อหาที่กำลังเรียน และเกิดความพร้อมในการเรียนรู้ ขั้นนี้เชื่อมโยงกับขั้น Conceive ของ CDIO เนื่องจากเป็นช่วงที่ผู้เรียนเริ่มทำความเข้าใจบริบทของปัญหาและกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้

ขั้น Information เป็นขั้นศึกษาข้อมูล โดยผู้เรียนเรียนรู้หลักการ ทฤษฎี ขั้นตอนการทดลอง หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องผ่านสื่อการเรียนรู้และเครื่องมือ AI เช่น ChatGPT ผู้เรียนสามารถใช้ AI เพื่อขยายความ อธิบายคำศัพท์ สรุปแนวคิด หรือเปรียบเทียบวิธีการต่าง ๆ ขั้นนี้ช่วยเตรียมความพร้อมก่อนเข้าสู่การออกแบบและปฏิบัติจริง

ขั้น Application เป็นขั้นลงมือปฏิบัติ โดยผู้เรียนทำกิจกรรมทดลอง วิเคราะห์ปัญหา ออกแบบแนวทาง หรือปฏิบัติงานทางวิศวกรรมภายในห้องปฏิบัติการหรือสถานการณ์จำลอง ขั้นนี้สอดคล้องกับขั้น Design และ Implement ของ CDIO โดยเน้นให้ผู้เรียนใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาและสร้างประสบการณ์ตรง

ขั้น Progress and Reflection เป็นขั้นติดตามความก้าวหน้าและสะท้อนผลการเรียนรู้ ผู้เรียนวิเคราะห์ผลการทดลอง สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ อภิปรายร่วมกับเพื่อน และรับข้อเสนอแนะจากผู้สอนหรือระบบ AI ขั้นนี้สอดคล้องกับขั้น Operate ของ CDIO เนื่องจากเป็นการประเมินผลลัพธ์ ปรับปรุงแนวทาง และพิจารณาการนำความรู้ไปใช้ในบริบทจริง

5.5 บทบาทของผู้เรียนและผู้สอนใน IELE-CoP Model

5.5.1 บทบาทของผู้เรียน

ผู้เรียนใน IELE-CoP Model มีบทบาทเป็นผู้เรียนเชิงรุกและสมาชิกของชุมชนแห่งการปฏิบัติ ผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมในการศึกษาข้อมูล วิเคราะห์ปัญหา ออกแบบแนวทาง ลงมือปฏิบัติ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเอง

นอกจากนี้ ผู้เรียนยังมีบทบาทในการใช้ AI เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของตนเองอย่างมีวิจารณญาณ เช่น ใช้ AI เพื่อทบทวนแนวคิด วิเคราะห์ผลการทดลอง ตรวจสอบความเข้าใจ หรือสร้างคำอธิบายเพิ่มเติม อย่างไรก็ตาม ผู้เรียนต้องไม่ใช้ AI ในลักษณะคัดลอกคำตอบโดยไม่ผ่านการคิดวิเคราะห์ แต่ควรใช้ AI เป็นเครื่องมือช่วยกระตุ้นการคิดและพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง

บทบาทของผู้เรียนในรูปแบบนี้จึงครอบคลุมทั้งการเป็นผู้เรียน ผู้ปฏิบัติ ผู้ร่วมแลกเปลี่ยนความรู้ และผู้สะท้อนผลการเรียนรู้ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

5.5.2 บทบาทของผู้สอน

ผู้สอนใน IELE-CoP Model มีบทบาทเป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้ ผู้อำนวยความสะดวก พี่เลี้ยง และผู้กำกับคุณภาพทางวิชาการ ผู้สอนต้องออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับ CDIO เลือกใช้ AI และสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ ติดตามพัฒนาการของผู้เรียน และให้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนา

ผู้สอนยังมีบทบาทสำคัญในการสร้างบรรยากาศของชุมชนแห่งการปฏิบัติ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าแสดงความคิดเห็น รับฟังผู้อื่น ทำงานร่วมกัน และสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ ในขณะเดียวกัน ผู้สอนต้องช่วยกำกับการใช้ AI ให้ถูกต้อง เหมาะสม และมีจริยธรรม ดังนั้น บทบาทของผู้สอนในรูปแบบนี้จึงเปลี่ยนจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้เพียงฝ่ายเดียว ไปสู่การเป็นผู้ออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้และผู้สนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ

5.6 สื่อ เทคโนโลยี และระบบสนับสนุนการเรียนรู้

สื่อและเทคโนโลยีใน IELE-CoP Model ประกอบด้วยสื่อการเรียนรู้ทางวิศวกรรม สื่อวิดีโอ สื่ออินโฟกราฟิก สื่อจำลอง สื่อที่สร้างด้วย AI เครื่องมือ ChatGPT ระบบ Learning Analytics แพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์ และกิจกรรมในห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม

สื่อเหล่านี้ถูกใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ในแต่ละช่วงของกระบวนการเรียนรู้ เช่น สื่อวิดีโอและสถานการณ์ปัญหาใช้ในขั้น Motivation สื่ออธิบายเนื้อหาและ ChatGPT ใช้ในขั้น Information กิจกรรมปฏิบัติและแบบบันทึกผลใช้ในขั้น Application ส่วน AI feedback และแบบสะท้อนคิดใช้ในขั้น Progress and Reflection

การใช้สื่อและเทคโนโลยีในรูปแบบนี้จึงไม่ได้เป็นการเพิ่มเครื่องมือเข้าไปในชั้นเรียนเท่านั้น แต่เป็นการออกแบบให้เทคโนโลยีทำหน้าที่สนับสนุนกระบวนการเรียนรู้อย่างมีเป้าหมาย โดยช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น ลงมือปฏิบัติได้อย่างมีทิศทาง และสะท้อนผลการเรียนรู้ได้ลึกซึ้งขึ้น

5.7 การประเมินผลภายใน IELE-CoP Model

การประเมินผลภายใน IELE-CoP Model ใช้แนวคิดการประเมินแบบหลายมิติ เพื่อสะท้อนพัฒนาการของผู้เรียนอย่างรอบด้าน ทั้งด้านความรู้ ทักษะ อัตลักษณ์ สมรรถนะ และการเรียนรู้ร่วมกัน การประเมินไม่ได้มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพียงอย่างเดียว แต่พิจารณากระบวนการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียนตลอดการเข้าร่วมกิจกรรม

เครื่องมือประเมินภายในรูปแบบประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม แบบวัดสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา แบบประเมินการปฏิบัติ แบบสะท้อนผลการเรียนรู้

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนใช้เพื่อประเมินพัฒนาการด้านความรู้และความเข้าใจทางวิศวกรรม แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมใช้เพื่อประเมินการรับรู้ตนเอง ความมั่นใจ ความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่ง และการเห็นคุณค่าของบทบาททางวิศวกรรม แบบวัดสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาใช้เพื่อประเมินความสามารถด้านเทคนิค การแก้ปัญหา การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและ AI

ส่วนการสะท้อนผลการเรียนรู้เป็นกระบวนการประเมินที่มีความสำคัญ เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนประสบการณ์ของตนเอง วิเคราะห์สิ่งที่ทำได้ดี สิ่งที่ยังต้องพัฒนา และแนวทางในการนำความรู้ไปใช้ต่อไป การประเมินลักษณะนี้ช่วยเชื่อมโยงการเรียนรู้กับการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง

5.8 การนำ IELE-CoP Model ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ทางวิศวกรรม

การนำ IELE-CoP Model ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ทางวิศวกรรม ผู้วิจัยดำเนินการผ่านการพัฒนา AI-CoP Learning System เพื่อใช้เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนรู้ทางวิศวกรรมในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับวัสดุทางวิศวกรรมโยธาและการทดสอบ โดยกิจกรรมการเรียนรู้ถูกออกแบบให้ผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหา ลงมือปฏิบัติ วิเคราะห์ผล แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสะท้อนผลการเรียนรู้ร่วมกัน

ในการจัดกิจกรรม ผู้เรียนเริ่มจากการรับรู้สถานการณ์หรือปัญหาทางวิศวกรรม จากนั้นศึกษาข้อมูลและหลักการที่เกี่ยวข้องผ่านสื่อการเรียนรู้และเครื่องมือ AI ต่อมาผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงหรือทำกิจกรรมในห้องปฏิบัติการ แล้วจึงนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ อภิปราย และสะท้อนผลการเรียนรู้ร่วมกับเพื่อนและผู้สอน

การใช้ AI-CoP Learning System ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทั้งในมิติรายบุคคลและมิติกลุ่ม ผู้เรียนสามารถใช้ AI เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ขณะเดียวกันก็สามารถแลกเปลี่ยนความรู้และเรียนรู้ร่วมกับสมาชิกในกลุ่มได้ การออกแบบลักษณะนี้ทำให้การเรียนรู้มีความยืดหยุ่นแต่ยังคงมีโครงสร้างและเป้าหมายทางวิชาการที่ชัดเจน

ผลจากการนำรูปแบบไปใช้แสดงให้เห็นว่า ระบบดังกล่าวสามารถสนับสนุนการเรียนรู้ทางวิศวกรรมได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะการเชื่อมโยงความรู้เชิงทฤษฎีกับการปฏิบัติจริง การส่งเสริมการทำงานร่วมกันภายในชุมชนแห่งการปฏิบัติ และการใช้ AI เพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์ผล การสรุปองค์ความรู้ และการสะท้อนผลการเรียนรู้

5.9 ผลลัพธ์ที่คาดหวังจาก IELE-CoP Model

ผลลัพธ์หลักที่คาดหวังจาก IELE-CoP Model ประกอบด้วย 2 ด้านสำคัญ ได้แก่ อัตลักษณ์ทางวิศวกรรม และ สมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

ด้านอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม ผู้เรียนคาดว่าจะมีความเข้าใจในบทบาทของตนเองในฐานะผู้เรียนทางวิศวกรรม มีความมั่นใจในการเรียนรู้และการปฏิบัติงาน มีความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของชุมชนทางวิศวกรรม และมีแรงจูงใจในการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง

ด้านสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา ผู้เรียนคาดว่าจะมีความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิศวกรรมเพื่อแก้ปัญหา สามารถปฏิบัติงานหรือทดลองได้อย่างเป็นระบบ สามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่น ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและ AI เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ และสามารถสะท้อนผลการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง

ผลลัพธ์ทั้งสองด้านมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด กล่าวคือ เมื่อผู้เรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมาย มีโอกาสลงมือปฏิบัติ ได้รับการสนับสนุนจากชุมชนแห่งการปฏิบัติ และสามารถใช้ AI เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง ผู้เรียนย่อมมีแนวโน้มที่จะพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมควบคู่กับสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

บทที่ 6
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. เพื่อสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา 2. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา 3. เพื่อพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ของชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา 4. เพื่อประเมินผลสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติในการใช้ระบบการจัดการเรียนรู้ผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ โดยสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมอัจฉริยะร่วมกับชุมชนแห่งการปฏิบัติ เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน โดยดำเนินการวิจัยอย่างเป็นลำดับ ตั้งแต่การสังเคราะห์แนวคิดและองค์ประกอบของรูปแบบการพัฒนา IELE-CoP Model การพัฒนาระบบ AI-CoP Learning System ตลอดจนการประเมินผลการใช้รูปแบบกับผู้เรียนทั้งระดับอุดมศึกษาและระดับอาชีวศึกษา ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

6.1.1 ผลการสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์

ผลการสังเคราะห์เอกสาร งานวิจัย และแนวคิดที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดการเรียนรู้ทางวิศวกรรมในบริบทการศึกษายุคดิจิทัลจำเป็นต้องอาศัยการบูรณาการองค์ประกอบหลายด้านเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ โดยองค์ประกอบสำคัญที่สนับสนุนการเรียนรู้ทางวิศวกรรม ได้แก่ ระบบนิเวศการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ ชุมชนแห่งการปฏิบัติ กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด CDIO การเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้เชิงสะท้อนคิด การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ และการเรียนรู้ที่สนับสนุนด้วยปัญญาประดิษฐ์

องค์ประกอบดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันในลักษณะของระบบนิเวศการเรียนรู้ กล่าวคือ ปัญญาประดิษฐ์ทำหน้าที่สนับสนุนการเข้าถึงความรู้ การวิเคราะห์ข้อมูล การสะท้อนผล และการให้ข้อมูลป้อนกลับ ขณะที่ชุมชนแห่งการปฏิบัติทำหน้าที่ส่งเสริมการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ การเรียนรู้

ร่วมกัน และการสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน ส่วนกระบวนการ CDIO ช่วยกำหนดลำดับการเรียนรู้ทางวิศวกรรม ตั้งแต่การกำหนดปัญหา การออกแบบ การลงมือปฏิบัติ และการประเมินผลลัพธ์ของการเรียนรู้

ผลการสังเคราะห์ยังพบว่า อัตลักษณ์ทางวิศวกรรม เป็นองค์ประกอบสำคัญที่สะท้อนการรับรู้ตนเองของผู้เรียนในฐานะผู้เรียนหรือผู้ปฏิบัติงานด้านวิศวกรรม โดยประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ การมีส่วนร่วมทางวิชาชีพ ประสบการณ์ปฏิบัติทางวิศวกรรม การเรียนรู้เชิงสะท้อนคิด การปฏิสัมพันธ์ภายในชุมชนแห่งการปฏิบัติ และการพัฒนาความมั่นใจผ่านการสนับสนุนด้วยปัญญาประดิษฐ์ องค์ประกอบเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมไม่ได้เกิดจากการเรียนรู้เนื้อหาเพียงอย่างเดียว แต่เกิดจากประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้คิด ลงมือปฏิบัติ ทำงานร่วมกับผู้อื่น และสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่อง

ในส่วนของ สมรรถนะวิศวกรรมศึกษา ผลการสังเคราะห์พบว่า ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ สมรรถนะด้านเทคนิคทางวิศวกรรม สมรรถนะด้านการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม สมรรถนะด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน สมรรถนะด้านดิจิทัลและการใช้ปัญญาประดิษฐ์ สมรรถนะด้านการเรียนรู้ตลอดชีวิตและการสะท้อนคิด และสมรรถนะด้านการประยุกต์ใช้วิชาชีพเชิงนวัตกรรม

จากผลการสังเคราะห์ดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า การพัฒนาผู้เรียนทางวิศวกรรมในยุคดิจิทัลควรมุ่งเน้นการบูรณาการทั้งความรู้ทางวิศวกรรม ทักษะการปฏิบัติ การทำงานร่วมกัน การใช้ปัญญาประดิษฐ์ และการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิชาชีพเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างรอบด้านภายในระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมอัจฉริยะ

6.1.2 ผลการพัฒนารูปแบบ IELE-CoP Model

ผลการพัฒนารูปแบบ IELE-CoP Model พบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะเป็นระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์ ชุมชนแห่งการปฏิบัติ และกระบวนการเรียนรู้ทางวิศวกรรมเข้าด้วยกัน โดยมีเป้าหมายสำคัญในการส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน

ในเชิงโครงสร้าง รูปแบบประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 4 ส่วน ได้แก่ ปัจจัยนำเข้า กระบวนการเรียนรู้ การประเมินผล และผลสะท้อนกลับ โดยแต่ละองค์ประกอบมีบทบาทเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ ปัจจัยนำเข้าทำหน้าที่กำหนดทรัพยากร เงื่อนไข และบริบทที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ทำหน้าที่ขับเคลื่อนกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิศวกรรม การประเมินผลทำหน้าที่ตรวจสอบพัฒนาการและผลลัพธ์ของผู้เรียน ส่วนผลสะท้อนกลับทำหน้าที่สนับสนุนการปรับปรุงการเรียนรู้และการพัฒนาระบบอย่างต่อเนื่อง

กระบวนการเรียนรู้ภายในรูปแบบประกอบด้วยการเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้แบบเพื่อนสอนเพื่อน การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การเรียนรู้เชิงสะท้อนคิด และการเรียนรู้ที่สนับสนุนด้วยปัญญาประดิษฐ์ โดยกระบวนการเหล่านี้ดำเนินอยู่ภายใต้กรอบการเรียนรู้ตามแนวคิด CDIO ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการคิด การออกแบบ การลงมือปฏิบัติ และการประเมินผลเข้ากับบริบททางวิศวกรรมได้อย่างเป็นระบบ

ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า รูปแบบ IELE-CoP Model มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบของรูปแบบมีความสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ทางวิศวกรรมในยุคดิจิทัล และสามารถนำไปใช้เป็นกรอบในการออกแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม

6.1.3 ผลการพัฒนาระบบ AI-CoP Learning System

ผลการพัฒนาระบบ AI-CoP Learning System พบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถทำหน้าที่เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สนับสนุนการนำ IELE-CoP Model ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ทางวิศวกรรมได้อย่างเป็นรูปธรรม ระบบดังกล่าวออกแบบขึ้นเพื่อรองรับการเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ และการเรียนรู้เชิงสะท้อนคิดของผู้เรียน โดยมีปัญญาประดิษฐ์เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน

ภายในระบบประกอบด้วยเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ กิจกรรมการเรียนรู้ กิจกรรมการสะท้อนผลการเรียนรู้ และสภาพแวดล้อมสำหรับการปฏิสัมพันธ์ภายในชุมชนแห่งการปฏิบัติ องค์ประกอบเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากสื่อและข้อมูล ใช้ AI เพื่อสนับสนุนการทำความเข้าใจเนื้อหา วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมกลุ่ม และสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างต่อเนื่อง

ผลการประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า ระบบ AI-CoP Learning System มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบระบบ ด้านการปฏิสัมพันธ์ และด้านการสนับสนุนการเรียนรู้ผ่านปัญญาประดิษฐ์ ผลดังกล่าวสะท้อนว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ทางวิศวกรรม และสามารถช่วยเชื่อมโยงแนวคิดเชิงทฤษฎีของ IELE-CoP Model เข้ากับการปฏิบัติจริงในบริบทการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.1.4 ผลการประเมินอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมของผู้เรียน

ผลการประเมินอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนทั้งระดับปริญญาตรีและระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงมีค่าเฉลี่ยอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า การเรียนรู้ผ่านระบบ AI-CoP Learning System ภายใต้รูปแบบ IELE-CoP Model มีแนวโน้มช่วยส่งเสริมการรับรู้ตนเอง ความมั่นใจ และความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ทางวิศวกรรมได้อย่างชัดเจน

สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรมโยธา จำนวน 26 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมก่อนเรียนอยู่ที่ 3.21 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 และเพิ่มขึ้นเป็น 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38 หลังเรียน โดยด้านที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด ได้แก่ การมีส่วนร่วมทางวิชาชีพ ประสบการณ์ปฏิบัติทางวิศวกรรม และการพัฒนาความมั่นใจผ่านการสนับสนุนด้วยปัญญาประดิษฐ์

ในทำนองเดียวกัน นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จำนวน 41 คน มีค่าเฉลี่ยรวมก่อนเรียนอยู่ที่ 3.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59 และเพิ่มขึ้นเป็น 4.37 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41 หลังเรียน โดยเฉพาะด้านประสบการณ์ปฏิบัติทางวิศวกรรมและการพัฒนาความมั่นใจผ่านการสนับสนุนด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า เมื่อผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง การทำงานร่วมกัน การใช้ AI สนับสนุนการเรียนรู้ และการสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ผู้เรียนมีแนวโน้มที่จะพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมในระดับที่สูงขึ้น ทั้งในมิติของความมั่นใจ การรับรู้ความสามารถของตนเอง และการเห็นความหมายของการเรียนรู้ทางวิศวกรรม

6.1.5 ผลการประเมินสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน

ผลการประเมินสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่า รูปแบบ IELE-CoP Model และระบบ AI-CoP Learning System มีแนวโน้มช่วยส่งเสริมสมรรถนะของผู้เรียนได้ทั้งด้านทักษะทางเทคนิค การแก้ปัญหา การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์

สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมก่อนเรียนอยู่ที่ 3.21 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 และเพิ่มขึ้นเป็น 4.41 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 หลังเรียน โดยด้านที่มีแนวโน้มสูงที่สุด ได้แก่ สมรรถนะด้านดิจิทัลและการใช้ปัญญาประดิษฐ์ และสมรรถนะด้านเทคนิคทางวิศวกรรม ผลดังกล่าวสะท้อนว่า การใช้ AI ร่วมกับกิจกรรมปฏิบัติทางวิศวกรรมสามารถช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทั้งความสามารถด้านเทคโนโลยีและความเข้าใจเชิงเทคนิคได้อย่างชัดเจน

สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมก่อนเรียนอยู่ที่ 3.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59 และเพิ่มขึ้นเป็น 4.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.42 หลังเรียน โดยด้านที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ได้แก่ สมรรถนะด้านดิจิทัลและการใช้ปัญญาประดิษฐ์ สมรรถนะด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน และสมรรถนะด้านเทคนิคทางวิศวกรรม

จากผลการประเมินดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้ภายใต้ IELE-CoP Model ช่วยสนับสนุนการพัฒนาสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนได้อย่างรอบด้าน โดยเฉพาะเมื่อผู้เรียนได้รับโอกาสในการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริง การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในชุมชนแห่งการปฏิบัติ และการใช้ AI เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูล และการสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

6.2 อภิปรายผล

6.2.1 การอภิปรายผลการสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์

ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ พบว่า ระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมในยุคดิจิทัลควรประกอบด้วย ระบบนิเวศการเรียนรู้ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence Learning Ecosystem) ชุมชนแห่งการปฏิบัติ (Community of Practice: CoP) กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด (CDIO Learning Process) การเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (Practical Learning) การเรียนรู้เชิงสะท้อนคิด (Reflective Learning) และการเรียนรู้ที่สนับสนุนด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-supported Learning) ซึ่งองค์ประกอบทั้งหมดมีความสัมพันธ์กันในลักษณะของระบบนิเวศการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม (Engineering Identity) และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา (Engineering Competency) ของผู้เรียน สะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ทางวิศวกรรมในยุคดิจิทัลไม่สามารถอาศัยเพียงการถ่ายทอดองค์ความรู้เชิงทฤษฎี แต่จำเป็นต้องสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ การทำงานร่วมกัน และการใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะของการศึกษาทางวิศวกรรมเป็นการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยทั้งความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ร่วมกัน จึงทำให้การจัดการเรียนรู้ในลักษณะของระบบนิเวศการเรียนรู้สามารถช่วยเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิศวกรรมกับบริบทการปฏิบัติจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ Abdulwahed and Hasna (2017) ที่อธิบายว่า การศึกษาด้านวิศวกรรมในศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องบูรณาการเทคโนโลยี การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ และการพัฒนาสมรรถนะทางวิชาชีพเข้าด้วยกัน รวมถึงสอดคล้องกับ Barak (2013) ที่เสนอว่าการศึกษาทางวิศวกรรมควรมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการคิด การออกแบบ และการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม (Engineering Identity) ที่สังเคราะห์ได้ พบว่า ประกอบด้วย การมีส่วนร่วมทางวิชาชีพ (Professional Participation) ประสบการณ์ปฏิบัติทางวิศวกรรม (Practical Engineering Experience) การเรียนรู้เชิงสะท้อนคิด (Reflective

Learning) การปฏิสัมพันธ์ภายในชุมชนแห่งการปฏิบัติ (Community Interaction) และการพัฒนาความมั่นใจผ่านการสนับสนุนด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-supported Confidence Development) ซึ่งสะท้อนว่า อัตลักษณ์ทางวิชาชีพของผู้เรียนไม่ได้เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ภายในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว แต่เกิดจากกระบวนการมีส่วนร่วม การปฏิบัติจริง และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในบริบททางวิชาชีพ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้เรียนทางวิศวกรรมจำเป็นต้องเรียนรู้ผ่านสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับการปฏิบัติงานจริง จึงทำให้การมีส่วนร่วมภายในชุมชนแห่งการปฏิบัติสามารถช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาท หน้าที่และคุณลักษณะของวิชาชีพวิศวกรรมได้อย่างต่อเนื่องและสอดคล้องกับ Chadha and Heng (2024) ที่เสนอว่าการเรียนรู้ร่วมกันและการมีส่วนร่วมทางวิชาชีพมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาอัตลักษณ์และสมรรถนะทางวิชาชีพของผู้เรียน

ผลการสังเคราะห์สมรรถนะวิศวกรรมศึกษา (Engineering Competency) พบว่าประกอบด้วย สมรรถนะด้านเทคนิคทางวิศวกรรม (Technical Competency) สมรรถนะด้านการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม (Engineering Problem Solving) สมรรถนะด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน (Communication and Collaboration) สมรรถนะด้านดิจิทัลและการใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Digital and AI Competency) สมรรถนะด้านการเรียนรู้ตลอดชีวิตและการสะท้อนคิด (Reflective and Lifelong Learning) และสมรรถนะด้านการประยุกต์ใช้วิชาชีพเชิงนวัตกรรม (Innovative Professional Application) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า สมรรถนะทางวิศวกรรมในยุคดิจิทัลมีลักษณะเป็นสมรรถนะเชิงบูรณาการที่รวมทั้งความรู้ ทักษะการปฏิบัติ การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และการทำงานร่วมกันเข้าด้วยกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากบริบทการทำงานทางวิศวกรรมในปัจจุบันมีความซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องพัฒนาทั้งทักษะด้านเทคนิคและทักษะด้านดิจิทัลควบคู่กัน สอดคล้องกับ Hussain et al. (2015) ที่เสนอว่าการศึกษาด้านวิศวกรรมควรมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีร่วมกับการเรียนรู้ทางวิชาชีพ รวมถึงสอดคล้องกับ Schefer-Wenzl and Miladinovic (2019) ที่อธิบายว่า การบูรณาการทักษะวิชาชีพเข้ากับหลักสูตรทางเทคนิคจะช่วยเพิ่มความสามารถในการทำงานร่วมกันและการแก้ปัญหาของผู้เรียนทางวิศวกรรม

ผลการวิจัยยังสะท้อนให้เห็นว่า การบูรณาการระบบนิเวศการเรียนรู้ปัญญาประดิษฐ์ ชุมชนแห่งการปฏิบัติ และกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดซีดีไอโอ สามารถช่วยสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สนับสนุนทั้งด้านการคิด การปฏิบัติ และการเรียนรู้ร่วมกันของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากผู้เรียนไม่ได้ทำหน้าที่เพียงผู้รับองค์ความรู้ แต่มีบทบาทในการสร้างองค์ความรู้ร่วมกันผ่านกระบวนการอภิปราย การปฏิบัติ และการสะท้อนผลการเรียนรู้ภายในบริบทของการเรียนรู้ทางวิศวกรรม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ (Constructivist Learning Theory) ที่มองว่าการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการสร้างความรู้ผ่านประสบการณ์และปฏิสัมพันธ์

ทางสังคมของผู้เรียน

ผลการสังเคราะห์ได้สะท้อนแนวคิดอัตลักษณ์ครูช่าง “คิดเป็น ทำเป็น ถ่ายทอดเป็น” อย่างชัดเจน กล่าวคือ ผู้เรียนทางวิศวกรรมจำเป็นต้องพัฒนาทั้งทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการปฏิบัติ และความสามารถในการถ่ายทอดองค์ความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนรู้และการทำงาน ซึ่งสะท้อนแนวทางการพัฒนาผู้เรียนทางวิศวกรรมในยุคดิจิทัลที่มุ่งพัฒนาทั้งด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะทางวิชาชีพควบคู่กันอย่างเป็นระบบ

6.2.2 การอภิปรายผลการพัฒนารูปแบบ IELE-CoP Model

ผลการพัฒนารูปแบบ IELE-CoP Model หรือรูปแบบระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมอัจฉริยะร่วมกับชุมชนแห่งการปฏิบัติ แสดงให้เห็นว่า รูปแบบดังกล่าวสามารถบูรณาการระบบนิเวศการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ ชุมชนแห่งการปฏิบัติ และกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด CDIO เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ โดยมีเป้าหมายสำคัญในการส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนผ่านการเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การเรียนรู้เชิงสะท้อนคิด และการเรียนรู้ที่ได้รับการสนับสนุนด้วยปัญญาประดิษฐ์

การจัดการเรียนรู้ทางวิศวกรรมในยุคดิจิทัลไม่ควรถูกออกแบบในลักษณะที่แยกส่วนระหว่างเนื้อหาวิชาการ เทคโนโลยี การปฏิบัติจริง และการเรียนรู้ร่วมกัน แต่ควรออกแบบให้เป็นระบบนิเวศการเรียนรู้ที่องค์ประกอบต่าง ๆ ทำงานสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากผู้เรียนทางวิศวกรรมจำเป็นต้องพัฒนาทั้งความรู้เชิงทฤษฎี ทักษะการปฏิบัติ ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการทำงานร่วมกับผู้อื่น ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ในลักษณะระบบนิเวศจึงมีศักยภาพในการสนับสนุนการพัฒนาผู้เรียนได้ครอบคลุมมากกว่าการเรียนรู้แบบดั้งเดิมที่เน้นการถ่ายทอดเนื้อหาเป็นหลัก

ประเด็นดังกล่าวสอดคล้องกับ Hu (2019) ที่อธิบายว่า เทคโนโลยีวิศวกรรมมีบทบาทสำคัญในการเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิศวกรรมกับการปฏิบัติจริงในบริบทอุตสาหกรรม และสอดคล้องกับ Crawley et al. (2014) ที่เสนอว่า กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด CDIO ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด การออกแบบ การลงมือปฏิบัติ และการดำเนินงานจริงในบริบททางวิศวกรรม เมื่อพิจารณาร่วมกันจะเห็นได้ว่า IELE-CoP Model มีลักษณะเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่พยายามเชื่อมโยงความรู้ การปฏิบัติ และบริบทวิชาชีพเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ

การบูรณาการชุมชนแห่งการปฏิบัติเข้ากับระบบการเรียนรู้ยังเป็นประเด็นสำคัญที่ช่วยเพิ่มคุณค่าของรูปแบบ เนื่องจากการเรียนรู้ทางวิศวกรรมเป็นการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วมทางสังคม การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และการสร้างความรู้ร่วมกัน ผู้เรียนจึงไม่ได้เรียนรู้จากผู้สอนหรือสื่อการเรียนรู้เพียงฝ่ายเดียว แต่ยังเรียนรู้จากเพื่อนร่วมกลุ่ม การอภิปราย การรับฟังความคิดเห็น และการร่วมกันแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับการปฏิบัติงานจริง ลักษณะดังกล่าวสอดคล้อง

กับ Chadha and Heng (2024) ที่อธิบายว่า การเรียนรู้ภายในชุมชนแห่งการปฏิบัติเกิดจากกระบวนการมีส่วนร่วมและการสร้างองค์ความรู้ร่วมกันภายในชุมชนวิชาชีพ

การเรียนรู้ที่สนับสนุนด้วยปัญญาประดิษฐ์สามารถช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เฉพาะบุคคล การสะท้อนผลการเรียนรู้ และการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากปัญญาประดิษฐ์สามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงข้อมูล วิเคราะห์สถานการณ์ ตรวจสอบความเข้าใจ และพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในบริบทที่ผู้เรียนมีพื้นฐาน ความพร้อม และรูปแบบการเรียนรู้แตกต่างกัน การใช้ AI จึงช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของการเรียนรู้และสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เหมาะสมกับความต้องการของตนเองมากขึ้น บทบาทของ AI ในรูปแบบนี้ไม่ใช่การทดแทนกระบวนการคิดของผู้เรียนหรือบทบาทของผู้สอน หากแต่เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ที่ช่วยขยายโอกาสในการเข้าถึงความรู้ การได้รับข้อมูลย้อนกลับ และการสะท้อนผลการเรียนรู้ ผู้เรียนยังคงต้องใช้การคิดวิเคราะห์ การตัดสินใจ และการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลด้วยตนเอง ขณะที่ผู้สอนยังคงมีบทบาทสำคัญในการออกแบบกิจกรรม กำกับทิศทางทางวิชาการ และส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ AI อย่างเหมาะสมและมีจริยธรรม

อีกประเด็นหนึ่งที่ปรากฏจากผลการพัฒนารูปแบบคือ IELE-CoP Model สะท้อนแนวคิดการจัดการเรียนรู้ทางวิศวกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญอย่างชัดเจน ผู้เรียนไม่ได้ทำหน้าที่เป็นเพียงผู้รับความรู้ แต่มีบทบาทในการสร้างความรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ การอภิปรายร่วมกัน การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และการสะท้อนผลการเรียนรู้ภายในระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมอัจฉริยะ กระบวนการดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ ซึ่งมองว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนสร้างความเข้าใจผ่านประสบการณ์ การมีปฏิสัมพันธ์ และการตีความด้วยตนเอง

ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญที่อยู่ในระดับมากที่สุด จึงสะท้อนว่า IELE-CoP Model มีความสอดคล้องกับบริบทของการศึกษาทางวิศวกรรมในยุคดิจิทัล โดยเฉพาะในด้านการเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิศวกรรม การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การทำงานร่วมกัน และการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ รูปแบบดังกล่าวจึงมีศักยภาพในการนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้มีทั้งอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม สมรรถนะทางวิศวกรรมศึกษา และความพร้อมต่อการเรียนรู้และการทำงานในบริบทวิชาชีพในอนาคต

6.2.3 การอภิปรายผลการพัฒนาระบบ AI-CoP Learning System

ผลการพัฒนาระบบ AI-CoP Learning System พบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ และการเรียนรู้เชิงสะท้อนคิดของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม โดยภายในระบบประกอบด้วยเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ กิจกรรมการเรียนรู้ กิจกรรมการสะท้อนผลการเรียนรู้ และสภาพแวดล้อมสำหรับการปฏิสัมพันธ์ภายในชุมชนแห่งการปฏิบัติ องค์ประกอบดังกล่าวช่วยให้ระบบทำหน้าที่เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางวิศวกรรม

อัจฉริยะที่เชื่อมโยงเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ากับกระบวนการเรียนรู้ทางวิชาชีพได้อย่างเป็นระบบ

ระบบการเรียนรู้ทางวิศวกรรมในยุคดิจิทัลจำเป็นต้องออกแบบให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้จากหลายแหล่งและหลายรูปแบบ ทั้งการศึกษาด้วยตนเอง การทำงานร่วมกัน การลงมือปฏิบัติจริง และการสะท้อนผลการเรียนรู้ การเรียนรู้ทางวิศวกรรมไม่สามารถพัฒนาได้อย่างสมบูรณ์จากการรับความรู้เชิงทฤษฎีเพียงอย่างเดียว เนื่องจากผู้เรียนต้องอาศัยทั้งองค์ความรู้ ทักษะการปฏิบัติ ประสบการณ์จากสถานการณ์จริง และความสามารถในการแก้ปัญหาร่วมกับผู้อื่น ระบบ AI-CoP Learning System จึงมีความเหมาะสมในฐานะระบบที่ออกแบบมาเพื่อรองรับการเรียนรู้ทางวิศวกรรมในลักษณะดังกล่าว

ประเด็นนี้สอดคล้องกับ Abdulwahed and Hasna (2017) ที่เสนอว่า การศึกษาด้านวิศวกรรมในศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องบูรณาการเทคโนโลยี การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ และการพัฒนาสมรรถนะทางวิชาชีพเข้าด้วยกัน ระบบ AI-CoP Learning System จึงไม่ได้เป็นเพียงแพลตฟอร์มสำหรับนำเสนอเนื้อหา แต่ทำหน้าที่เป็นพื้นที่การเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น วิเคราะห์ปัญหา ทดลองปฏิบัติ และสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

นอกจากนี้ ระบบดังกล่าวยังช่วยสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางวิศวกรรมแบบร่วมมือ โดยผู้เรียนสามารถแลกเปลี่ยนความรู้ วิเคราะห์ปัญหา และเรียนรู้ร่วมกันภายในชุมชนแห่งการปฏิบัติ ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาทั้งอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนไม่ได้เป็นเพียงผู้รับองค์ความรู้ แต่มีบทบาทในการร่วมสร้างองค์ความรู้ผ่านการมีส่วนร่วม การอภิปราย การแก้ปัญหา และการสะท้อนผลการเรียนรู้ร่วมกัน ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ Chadha and Heng (2024) ที่มองว่าการเรียนรู้ภายในชุมชนแห่งการปฏิบัติเกิดจากการมีส่วนร่วมและการสร้างความหมายร่วมกันภายในชุมชนวิชาชีพ

เครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ภายในระบบมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการเรียนรู้เฉพาะบุคคล การให้ข้อมูลย้อนกลับ และการสะท้อนผลการเรียนรู้ของผู้เรียน AI สามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงข้อมูล วิเคราะห์สถานการณ์ สรุปเนื้อหา หรือทบทวนความเข้าใจได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนที่มีความแตกต่างกันทั้งด้านพื้นฐาน ความเร็วในการเรียนรู้ และความต้องการในการได้รับการสนับสนุน การใช้ AI จึงช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของระบบการเรียนรู้และช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ตามศักยภาพของตน ระบบยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เชิงสะท้อนคิดผ่านกิจกรรมการสะท้อนผลการเรียนรู้และข้อมูลย้อนกลับจาก AI กระบวนการดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนสามารถทบทวนวิธีคิด วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ ประเมินจุดแข็งและจุดที่ควรพัฒนา รวมถึงปรับปรุงแนวทางการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างต่อเนื่อง

การสะท้อนคิดจึงเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ให้กลายเป็นความเข้าใจเชิงลึก และช่วยเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้กับการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้ดียิ่งขึ้น

ในด้านการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ ระบบ AI-CoP Learning System สนับสนุนกิจกรรมปฏิบัติการทางห้องปฏิบัติการและกิจกรรมปฏิบัติทางวิศวกรรม ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางทฤษฎีกับการลงมือปฏิบัติจริงได้อย่างเป็นรูปธรรม ประเด็นนี้สอดคล้องกับ Barak (2013) ที่เสนอว่าการศึกษาทางวิศวกรรมควรมุ่งเน้นการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ การออกแบบ และการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะทางวิชาชีพได้อย่างเหมาะสม

ผลการประเมินคุณภาพของระบบที่อยู่ในระดับมากที่สุดสะท้อนว่า AI-CoP Learning System มีความเหมาะสมทั้งด้านเนื้อหา การออกแบบระบบ การปฏิสัมพันธ์ และการสนับสนุนการเรียนรู้ผ่านปัญญาประดิษฐ์ โดยเฉพาะการออกแบบให้เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างยืดหยุ่น ต่อเนื่อง และสอดคล้องกับบริบทการเรียนรู้ของตนเอง

โดยภาพรวม ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า AI-CoP Learning System สามารถทำหน้าที่เป็นแพลตฟอร์มการเรียนรู้ทางวิศวกรรมอัจฉริยะที่เชื่อมโยงการเรียนรู้ที่สนับสนุนด้วยปัญญาประดิษฐ์ การเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ และการเรียนรู้เชิงสะท้อนคิดเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทั้งองค์ความรู้ ทักษะการปฏิบัติ อัตลักษณ์ทางวิชาชีพ และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาได้อย่างเหมาะสมภายใต้บริบทของการศึกษาทางวิศวกรรมในยุคดิจิทัล

6.2.4 การอภิปรายผลการประเมินอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน

ผลการประเมินอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนทั้งระดับอุดมศึกษาและระดับอาชีวศึกษามีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างชัดเจน สะท้อนว่า IELE-CoP Model และระบบ AI-CoP Learning System สามารถส่งเสริมการพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านอัตลักษณ์ทางวิชาชีพและสมรรถนะทางวิศวกรรมได้อย่างเหมาะสมภายใต้บริบทการเรียนรู้ในยุคดิจิทัล

ผลการประเมินอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและการศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นจาก 3.21 เป็น 4.44 ขณะที่นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นจาก 3.06 เป็น 4.37 ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์เข้ากับชุมชนแห่งการปฏิบัติสามารถช่วยส่งเสริมความเป็นวิศวกร การมีส่วนร่วมทางวิชาชีพ และความมั่นใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่อง

การเพิ่มขึ้นของค่าเฉลี่ยดังกล่าวอาจอธิบายได้จากลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านสถานการณ์จริง ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ได้ลงมือปฏิบัติ และได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาร่วมกับผู้อื่นภายในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางวิชาชีพ เมื่อผู้เรียนมีประสบการณ์

ดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง ย่อมช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทบาท หน้าที่ และความหมายของการเป็นผู้เรียนทางวิศวกรรมมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Chadha and Heng (2024) ที่อธิบายว่า การพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิชาชีพเกิดจากการมีส่วนร่วมภายในชุมชนแห่งการปฏิบัติ และสอดคล้องกับ Chadha and Heng (2024) ที่เสนอว่า การเรียนรู้ร่วมกันและการมีส่วนร่วมทางวิชาชีพมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาอัตลักษณ์และสมรรถนะทางวิชาชีพของผู้เรียน

เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในด้านการมีส่วนร่วมทางวิชาชีพ ประสบการณ์ปฏิบัติทางวิศวกรรม และการพัฒนาความมั่นใจผ่านการสนับสนุนด้วยปัญญาประดิษฐ์ ผลดังกล่าวสะท้อนว่า สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มี AI เป็นเครื่องมือสนับสนุนสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการเรียนรู้และการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมได้มากขึ้น เนื่องจากผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูล คำแนะนำ และข้อมูลย้อนกลับได้อย่างต่อเนื่องผ่านระบบ AI-CoP Learning System ซึ่งช่วยลดข้อจำกัดในการเรียนรู้และส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างเหมาะสม ผลการวิจัยยังสะท้อนความแตกต่างของบริบทการเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนระดับอุดมศึกษาและระดับอาชีวศึกษา โดยผู้เรียนระดับปริญญาตรีมีแนวโน้มเด่นในด้านการเรียนรู้เชิงสะท้อนคิดและการอภิปรายร่วมกัน ขณะที่ผู้เรียนระดับอาชีวศึกษามีแนวโน้มเด่นในด้านการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์และการมีส่วนร่วมเชิงปฏิบัติ ความแตกต่างดังกล่าวอาจสัมพันธ์กับลักษณะของหลักสูตรและวัฒนธรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม กล่าวคือ ผู้เรียนระดับอุดมศึกษามักมีโอกาสเรียนรู้ผ่านการวิเคราะห์ อภิปราย และเชื่อมโยงแนวคิดเชิงทฤษฎีมากกว่า ขณะที่ผู้เรียนระดับอาชีวศึกษามักคุ้นเคยกับการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติและประสบการณ์ตรงมากกว่า

สะท้อนให้เห็นว่า ระบบการเรียนรู้ที่ดีควรมีความยืดหยุ่นและสามารถปรับให้เหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ที่มองว่าผู้เรียนมีพื้นฐาน ความต้องการ และรูปแบบการเรียนรู้แตกต่างกัน การออกแบบระบบการเรียนรู้จึงควรรองรับความแตกต่างดังกล่าว เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ

ในด้านสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา พบว่า นักศึกษาระดับปริญญาตรีมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นจาก 3.21 เป็น 4.41 ขณะที่นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นจาก 3.06 เป็น 4.32 โดยเฉพาะด้านสมรรถนะด้านดิจิทัลและการใช้ปัญญาประดิษฐ์ และสมรรถนะด้านเทคนิคทางวิศวกรรมที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ผลดังกล่าวสะท้อนว่า ระบบนิเวศการเรียนรู้ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สามารถช่วยส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล การวิเคราะห์ข้อมูล และการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม

การเพิ่มขึ้นของสมรรถนะดังกล่าวอาจเกิดจากการที่ผู้เรียนได้ใช้ปัญญาประดิษฐ์เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ การสืบค้นข้อมูล การวิเคราะห์ปัญหา และการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะด้านดิจิทัลควบคู่กับทักษะทางวิศวกรรมได้อย่างต่อเนื่อง ผลดังกล่าวสอดคล้องกับ Hussain et al. (2015) ที่เสนอว่า การศึกษาด้านวิศวกรรมควรมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี และการเรียนรู้เชิงปฏิบัติร่วมกัน รวมถึงสอดคล้องกับ Barak (2013) ที่เสนอว่าการเรียนรู้ทางวิศวกรรมควรส่งเสริมทั้งการคิดวิเคราะห์ การออกแบบ การแก้ปัญหา และการใช้เทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน

การเรียนรู้ร่วมกันและการเรียนรู้เชิงสะท้อนคิดยังมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา เนื่องจากผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น อภิปรายผลการเรียนรู้ สะท้อนประสบการณ์ และแก้ปัญหาร่วมกันภายในชุมชนแห่งการปฏิบัติ กระบวนการดังกล่าวช่วยส่งเสริมทั้งทักษะการสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมของผู้เรียน การเรียนรู้จึงไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะในระดับความเข้าใจเนื้อหา แต่ขยายไปสู่การพัฒนาสมรรถนะเชิงปฏิบัติและสมรรถนะทางวิชาชีพ สะท้อนแนวคิดอัตลักษณ์ครูช่าง “คิดเป็น ทำเป็น ถ่ายทอดเป็น” ได้อย่างชัดเจน ผู้เรียนไม่ได้พัฒนาเฉพาะทักษะด้านเทคนิคทางวิศวกรรมเท่านั้น แต่ยังได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การปฏิบัติจริง และความสามารถในการถ่ายทอดองค์ความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนรู้และการทำงาน แนวโน้มดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ทางวิศวกรรมในยุคดิจิทัลควรมุ่งพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะทางวิชาชีพควบคู่กันอย่างเป็นระบบ

ผลการประเมินอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนแสดงให้เห็นว่า IELE-CoP Model และ AI-CoP Learning System สามารถทำหน้าที่เป็นระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมอัจฉริยะที่เชื่อมโยงการเรียนรู้ที่สนับสนุนด้วยปัญญาประดิษฐ์ การเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ และชุมชนแห่งการปฏิบัติเข้าด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผู้เรียนมีแนวโน้มพัฒนาทั้งอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม สมรรถนะวิศวกรรมศึกษา และความพร้อมสำหรับการเรียนรู้และการทำงานในบริบทวิชาชีพวิศวกรรมยุคดิจิทัลได้อย่างเหมาะสม

6.3 ข้อเสนอแนะ

6.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

6.3.1.1 การเตรียมความพร้อมขององค์ประกอบในระบบนิเวศการเรียนรู้

บุคลากรทางการศึกษาและสถานศึกษาที่ต้องการนำ IELE-CoP Model และระบบ AI-CoP Learning System ไปใช้ ควรเตรียมความพร้อมขององค์ประกอบหลักในระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมอัจฉริยะอย่างรอบด้าน ได้แก่ ผู้เรียน ผู้สอน จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาการเรียนรู้ ระบบปัญญาประดิษฐ์ และชุมชนแห่งการปฏิบัติ องค์ประกอบเหล่านี้ควรได้รับการออกแบบให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกัน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้สามารถส่งเสริมทั้งอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเตรียมความพร้อมดังกล่าวมีความสำคัญ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ในลักษณะระบบนิเวศจำเป็นต้องอาศัยความเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง หากองค์ประกอบใดขาดความพร้อมหรือไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบอื่น อาจส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายได้อย่างเต็มที่

6.3.1.2 การบูรณาการรายวิชาและกิจกรรมการเรียนรู้

สถานศึกษาที่นำรูปแบบ IELE-CoP Model ไปใช้ควรพิจารณาบูรณาการรายวิชาทางวิศวกรรมและรายวิชาที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกัน เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้มีความต่อเนื่องและสอดคล้องกับแนวทางของรูปแบบ โดยเฉพาะการเชื่อมโยงการเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การเรียนรู้เชิงสะท้อนคิด และการเรียนรู้ที่สนับสนุนด้วยปัญญาประดิษฐ์ให้เป็นส่วนหนึ่งของระบบการเรียนรู้อย่างเป็นเอกภาพ

ข้อเสนอแนะนี้มีความสำคัญเนื่องจากการเรียนรู้ทางวิศวกรรมมีลักษณะเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการ ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ทั้งองค์ความรู้ ทักษะการปฏิบัติ และการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริง การบูรณาการรายวิชาจึงช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาและการปฏิบัติ และสามารถพัฒนาสมรรถนะได้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

6.3.1.3 การออกแบบกิจกรรมที่เน้นการปฏิบัติจริงและชุมชนแห่งการปฏิบัติ

ผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริง การทำงานร่วมกัน และการสะท้อนผลการเรียนรู้ภายในชุมชนแห่งการปฏิบัติ มากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายเพียงอย่างเดียว กิจกรรมควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ปัญหา ลงมือปฏิบัติ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น รับฟังข้อเสนอแนะ และสรุปองค์ความรู้จากประสบการณ์ของตนเอง

แนวทางดังกล่าวจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เชิงลึก พัฒนาความมั่นใจในการปฏิบัติงาน และค่อย ๆ สร้างอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมผ่านประสบการณ์ที่มีความหมายในบริบทวิชาชีพจริง อีกทั้งยังช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และการแก้ปัญหาซึ่งเป็นสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนทางวิศวกรรม

6.3.1.4 การใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อสนับสนุน ไม่ใช่ทดแทนการเรียนรู้

การใช้ปัญญาประดิษฐ์ภายในระบบการเรียนรู้ควรมุ่งเน้นการสนับสนุนการเรียนรู้ การให้ข้อมูลย้อนกลับ การสะท้อนผลการเรียนรู้ และการสร้างการเรียนรู้เฉพาะบุคคล มากกว่าการใช้ AI เพื่อทดแทนกระบวนการคิดหรือการเรียนรู้ของผู้เรียน ปัญญาประดิษฐ์ควรทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ภายในระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรม โดยช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงข้อมูล วิเคราะห์ปัญหาและตรวจสอบความเข้าใจของตนเองได้สะดวกขึ้น

ผู้สอนควรกำกับให้ผู้เรียนใช้ AI อย่างมีวิจารณญาณ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และไม่พึ่งพาคำตอบจาก AI โดยปราศจากการคิดวิเคราะห์ เนื่องจากเป้าหมายสำคัญของการศึกษาทางวิศวกรรมคือการพัฒนาความสามารถในการคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา และตัดสินใจอย่างมีเหตุผล

6.3.1.5 การพัฒนาสมรรถนะดิจิทัลและ AI ของผู้เรียนและผู้สอน

สถานศึกษาควรสนับสนุนการพัฒนาสมรรถนะด้านดิจิทัลและการใช้ปัญญาประดิษฐ์ของทั้งผู้เรียนและผู้สอน เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนรู้และการทำงานในบริบทวิชาชีพวิศวกรรมยุคดิจิทัล การพัฒนาดังกล่าวอาจดำเนินการผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการ การจัดกิจกรรมฝึกใช้ AI เพื่อการเรียนรู้ การพัฒนาสื่อดิจิทัล และการสร้างแนวปฏิบัติด้านจริยธรรมในการใช้ AI

ข้อเสนอแนะนี้มีความจำเป็นเนื่องจากเทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์มีบทบาทเพิ่มขึ้นทั้งในระบบการศึกษาและวิชาชีพวิศวกรรม ผู้เรียนและผู้สอนจึงควรมีความพร้อมในการใช้เทคโนโลยีเหล่านี้อย่างเหมาะสม เพื่อให้สามารถปรับตัวและประยุกต์ใช้ AI เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้และการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

6.3.2.1 การประยุกต์ใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาสมรรถนะด้านอื่น

การวิจัยครั้งต่อไปสามารถนำ IELE-CoP Model ไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาสมรรถนะด้านอื่นของผู้เรียน เช่น ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะนวัตกรรม ทักษะการเป็นผู้ประกอบการ หรือทักษะการแก้ปัญหาเชิงซับซ้อน เนื่องจากรูปแบบดังกล่าวมีลักษณะเป็นระบบนิเวศการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นสามารถปรับให้เหมาะสมกับเป้าหมายการพัฒนาผู้เรียนในหลายมิติได้

การขยายผลในลักษณะนี้จะช่วยให้เห็นศักยภาพของรูปแบบในบริบทที่กว้างขึ้น และสามารถนำไปสู่การพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนและวิชาชีพในอนาคตได้หลากหลายมากขึ้น

6.3.2.2 การต่อยอดระบบ AI-CoP Learning System ในสาขาวิชาอื่น

ระบบ AI-CoP Learning System สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในสาขาวิชาอื่นได้ โดยปรับเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ เครื่องมือสนับสนุน และรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ให้เหมาะสมกับธรรมชาติ

ของแต่ละสาขาวิชา การนำแนวคิดระบบนิเวศการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ร่วมกับชุมชนแห่งการปฏิบัติไปประยุกต์ใช้ในบริบทที่แตกต่างกัน อาจช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เชิงวิชาชีพในสาขาอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะนี้สอดคล้องกับลักษณะของระบบที่มีความยืดหยุ่นและสามารถปรับให้เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียน เนื้อหา และเป้าหมายการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน การศึกษาครั้งต่อไปจึงควรทดลองใช้ระบบในบริบทอื่นเพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความเป็นไปได้ และผลลัพธ์ของการเรียนรู้ในสาขาวิชาที่หลากหลายมากขึ้น

6.3.2.3 การพัฒนาระบบให้รองรับบริบทการเรียนรู้ที่หลากหลายและเทคโนโลยีในอนาคต

การนำ AI-CoP Learning System ไปใช้งานจริงในอนาคตควรมีการพัฒนาเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และขอบเขตของระบบให้กว้างขึ้น เพื่อรองรับการเรียนรู้ทางวิศวกรรมในบริบทที่หลากหลาย รวมถึงรองรับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

การพัฒนาระบบในระยะต่อไปควรมุ่งเน้นความยืดหยุ่น ความสามารถในการปรับปรุงระบบอย่างต่อเนื่อง และการเชื่อมโยงข้อมูลการเรียนรู้กับการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีคุณภาพ เพื่อให้ระบบสามารถสนับสนุนการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมในระยะยาว อีกทั้งยังควรศึกษาผลของการใช้ระบบในกลุ่มผู้เรียนที่มีจำนวนมากขึ้นหรือในบริบทที่แตกต่างกัน เพื่อยืนยันประสิทธิภาพและความเหมาะสมของระบบในเชิงประจักษ์มากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

Aarkrog, V. (2011). A Taxonomy for Teaching Transfer Skills in the Danish VET System. 1(1), 1–13.

Abdulwahed, M., & Hasna, M. O. (2017). Engineering and Technology for Innovation- and Knowledge-Based Economies (iKBEs), Book Objectives, and Overview. In Engineering and Technology for innovation- and Knowledge-Based Economies 1–8.

Barak, M. (2013). Teaching engineering and technology: cognitive, knowledge and problem-solving taxonomies. Journal of Engineering, Design and Technology, 11(3), 316–333.

Batista, P., Mouraz, A., Viana, I., & Graça, A. (2024). Intergenerational Learning Among Teachers' Professional Development and Lifelong Learning: An Integrative Review of Primary Research. European Journal of Educational Research.

Beydokhti, A. T. (2010). Notice of Retraction Entrepreneurship skills. [Retracted article]. Proceedings of the International Conference on Advanced Management Science,3, 712–714.

Burlakova, I., Budnik, A., & Burlakova, E. S. (2019). Organization of Lifelong Learning in the System of Professional Training of Teachers. Astra Salvensis Proceeding, 1, 59.

Chadha, D., & Heng, J. Y. Y. (2024). A scoping review of professional skills development in engineering education from 1980–2020. Cogent Education, 11(1)

Chai, W. N., Ruangrajitpakorn, T., & Supnithi, T. (2018). A Supporting Tool for Learning to Improve Thinking Skill through Reading Activities. In Proceeding of the Internationnal Conference on Artificial Intelligence and Natural Language Processing.

Chivu, R. M. (2015). Social and Environmental Responsibility of the Organization in the Context of Sustainable Development. Network Intelligence Studies, 2(3), 1–2.

Christian, B. J. (2014). Using Assessment Tasks to Develop a Greater Sense of Values Literacy in Pre-Service Teachers. Australian Journal of Teacher Education, 39(2), 3, (2010). 20–25.

Dewi, P. T., & Nasution, F. (2023). Keterampilan Berpikir sebagai Bagian dari Proses Kognitif Kompleks Siswa. Jurnal Dirosah Islamiyah, 5(2), 544–552.

Debbarma, S., & Shivam, P. (2025). Theoretical Background of the Concept "Lifelong Learning Tendency of Prospective Teachers" International Journal of Secondary Education, 13(3), 73–80. https://doi.org/10.11648/j.ijsedu.20251303.13

Dol, S. M., & Indi, T. S. (2017). Open educational resource (OER): C-programming handout based lab session using MOODLE for engineering education. Journal of Engineering Education Transformations. https://doi.org/10.16920/JEET/2017/V0I0/111816

El-Hmoudová, D., & Loudová, I. (2024). Optimisation of Pedagogical Effectiveness: The Role of Lifelong Learning in Enhancing Teachers' Digital and Cultural Competencies. Lifelong Learning, 14(2), 144–166.

Endo, T., Kobayashi, M., & Kawasaki, H. (2013). A finger skill transfer system using a multi-fingered haptic interface robot and a hand motion image. Robotica, 31(08), 1251–1261.

Fitzgerald, T., & Thomaz, A. L. (2015). Skill Demonstration Transfer for Learning from Demonstration. 187–188. https://doi.org/10.1145/2701973.2702728

Galiana, E. I., & Centeno, J. M. S. (2016). Reflexións sobre responsabilidade social

empresarial, responsabilidade pública e a sustentabilidade medioambiental. Revista Galega de Economia, 25(3), 5–16.

Grout, G. (2022). What are communities of practice? Nursing Older People, 34(2), 15.

Gunawan, I. I., & Gunawan, I. (2019). Develop Educational Leadership by Applying Values and Ethics to Strengthen Student Character. 23–29.

Gutierez, S. B., & Kim, H.-B. (2018). Peer Coaching in a Research-Based Teachers' Professional Learning Method for Lifelong Learning: A Perspective. Alberta Journal of Educational Research, 64(2), 214–221.

Gyonyoru, K. I. K., & Katona, J. (2024). Student perceptions of AI-enhanced adaptive learning systems: A pilot survey. IEEE. https://doi.org/10.1109/CANDO-EPE65072.2024.10772884

Hanson-Smith, E. (2012). Online communities of practice. Wiley. https://doi.org/10.1002/9781405198431.WBEAL0883

Hawkes, N. (2023). Values-based Education. In Springer International Handbooks of Education, (pp.397–411). Springer

Hazrat, M. A., Hassan, N. M. S., Chowdhury, A. A., Rasul, M., & Taylor, B. A. (2023). Developing a skilled workforce for future industry demand: The potential of digital twin-based teaching and learning practices in engineering education. Sustainability. https://doi.org/10.3390/su152316433

Herawati, S., & Fajar, N. (2017). Development of a thinking skill teaching model in disain pembelajaran subject. Ta'dib, 20(1), 1–9.

Hernández, N. B., Villalva, I. M., & Alcívar, G. C. I. (2016). Responsabilidad social, pobreza, derecho ambiental y naturaleza. 1(2), 01–06.

Hess, J. L., & Fore, G. (2018). A systematic literature review of US engineering ethics interventions. Science and Engineering Ethics, 24(2), 551–583.

Hidayah, R., Salimi, M., & Susiani, T. S. (2017). Critical Thinking Skill: Konsep Dan Inidikator Penilaian. IEEE Transactions on Computers, 1(2), 127–133.

Hidrogo, I., Zambrano, D., Hernandez-de-Menendez, M., & Morales-Menendez, R. (2020). Mostla for engineering education: Part 2 emerging technologies. International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM). https://doi.org/10.1007/S12008-020-00729-X

Hu, J. W. (2019). Engineering Technology: Properties and Technologies. Applied Mechanics and Materials. https://doi.org/10.4028/b-9qj5dr

Hussain, N. H., Ismail, K. M., Nor, N. M., Mulop, N., & Mohamed, Z. (2015). Knowledge Expansion in Engineering Education: Engineering Technology as an Alternative. 8(1), 37–46.

Jackson, N. J. (2013). The concept of learning ecologies. In N. J. Jackson & G. B. Cooper (Eds.), Lifewide learning, education and personal development (Chapter A5). Lifewide Education. http://www.lifewideebook.co.uk

Jackson, N. J. (2016). Exploring learning ecologies. Lulu Publishing.

Jahwari, F. A., Qamar, S. Z., Pervez, T., & Maskari, N. A. (2022). Using CDIO principles for teaching of mechanical design courses. IEEE Global Engineering Education Conference. https://doi.org/10.1109/EDUCON52537.2022.9766527

Jubilee Centre for Character and Virtues. (2020). Character education in universities: A framework for flourishing. University of Birmingham. https://www.jubileecentre.ac.uk/character-education/higher-education-framework/

Jumei, X. (2022). The dilemma and optimization strategy of teachersand#39; professional development under the concept of lifelong education. International Journal of Social Science and Education Research, 4(1), 14–16.

Kaiser, M., & Dillmann, R. (1999). Introduction to Skill Learning. In Skill Learning (pp.3–16).

Kempf, E., Kempf, E., Kempf, E., Manconi, A., Manconi, A., & Spalt, O. G. (2017). Learning by Doing: The Value of Experience and the Origins of Skill for Mutual Fund Managers. Social Science Research Network. https://doi.org/10.2139/SSRN.2124896

Khanom, J., Ali, M., & Ahmed, E. (2025). Advancing Islamic Education: Values-Driven Strategic Leadership in School Culture of the Digital Era. Solo Universal Journal of Islamic Education and Multiculturalism, 3(01), 155–168.

Lamb, M., Brant, J., & Brooks, E. (2021). How is virtue cultivated? Seven strategies for postgraduate character development. Journal of Character Education, 17(1), 81–108.

Li, Y., Niu, J., Zhang, J., & Hao, R. (2019). Study of engineering-oriented teaching method in C programming course based on emerging engineering education. Frontiers in Education Conference. https://doi.org/ 10.1109/ FIE43999. 2019.9 028516

Lim, J.-M., Kim, S., & Lee, C.-H. (2013). C3 (Creativity, capability, and challenge) activities of innovation center for engineering education. IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering. https://doi.org/10.1109/TALE.2013.6654532

Lorenzo, L. F., & Larramendy, E. E. (2010). Análisis comparativo de la responsabilidad socio-ambiental en los sectores público y privado. 56, 249–267.

Lutz, D. (2018). Leadership, Management, and the Common Good. 237–250. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71785-2_13

Mane, P. B., & Jagtap, S. (2024). AI-enhanced educational platform for personalized learning paths, automated grading, and real-time feedback. Indian Scientific Journal of Research in Engineering and Management. https://doi.org/10.55041/IJSREM39921

McDermott, R., & Daniels, M. (2023). What is Skill? (and why does it matter?). Proceedings of the Frontiers in Education Conference, 1–9. https://doi.org/10.1109/fie58773.2023.10343520

McLaughlin, A. C., & Rogers, W. A. (2010). Learning by Doing: Understanding Skill Acquisition through Skill Acquisition. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 54(8), 657–661.

Mishra, S. (2024). Revolutionizing education: The impact of AI-enhanced teaching strategies. International Journal for Science Technology and Engineering. https://doi.org/10.22214/IJRASET.2024.64127

Mézquita, E. C. Z., López-Mateo, C., Ríos-Manríquez, M., & Sánchez-Fernández, M. D. (2020). Responsabilidad social del gobierno municipal con el medio ambientey los servicios públicos: percepción ciudadana. Holos, 7(7), 1–20.

Naimanova, D., Lebedeva, L., Akpayeva, A., Astambayeva, Z., Ryabova, E., & Yessenova, K. U. (2023). Investigation of Primary School Teachers' Student-Centered Teaching and Technology Integration Competencies. International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology. https://doi.org/10.46328/ijemst.3681

Ni, L. B. (2024). AI-enhanced digital learning: Revolutionizing Middle East history education. https://doi.org/10.70315/ULOAP.ULLLI.2024.0101006

Nikhil, V. (2024). A comprehensive study on AI-enhanced personalized learning in STEM courses. In Artificial Intelligence in Education (Chap.7). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781003469315-7

Niklasson, A., Rintel, S., Makri, S., & Taylor, A. (2024). The Future of Skill: What Is It to Be Skilled at Work? https://doi.org/10.48550/arxiv.2411.10488

Noar, A. P., Jeffery, H. E., Ponniah, H. S., & Jaffer, U. (2023). The aims and effectiveness of communities of practice in healthcare: A systematic review. PLOS ONE. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292343

Nordström, K., & Korpelainen, P. (2011). Creativity and inspiration for problem solving in engineering education. Teaching in Higher Education, 16(4), 439–450.

Okanda, E. O. (2024). Value-Awareness Leadership: A Paradigm for Enhancing Ethical Practices in Teacher Education. Futurity Philosoph, 3(4), 61–77.

Papaloi, E., Balasi, A. M., & Iordanidis, G. D. (2023). Ethical Leadership in the Field of Education in Europe: A Comparative Analysis. European Journal of Education, 6(1), 1–16.

Park, C., & Park, M. (2025). Analysis of the Structural Relationships Among Teaching Competency, Self-Directed Learning Ability, School Life Satisfaction, and Key Competencies. Yeollin Gyoyug Yeon'gu, 33(4), 115–139.

Perkins, D. N., & Salomon, G. (2018). Transfer and Teaching Thinking. In Thinking and Learning Skills (pp. 285–303).

Pittich, D., & Ludwig, T. (2022). Competence development in a student-centered learning environment. (pp. 1208–1212).

Polmear, M., Bielefeldt, A. R., Knight, D., Canney, N., & Swan, C. (2019). Faculty perceptions of challenges to educating engineering and computing students about ethics and societal impacts. Advances in Engineering Education, 7(2), 1–38.

Redhu, V., Singh, K., & Saravanan, M. (2024). AI-enhanced learning assistant platform: An advanced system for Q&A generation from provided content, answer evaluation, identification of students' weak areas, recursive testing for strengthening knowledge, integrated query forum, and expert chat support. IEEE. https://doi.org/10.1109/AIMLA59606.2024.10531533

Rivera-Reyes, P., Lawanto, O., & Boyles, R. E. (2013). Engineering and Technology Education Fields: Providing Synthesis and Knowledge through Historical Perspectives.

Riabovol, L. (2022). Organization of student-centered learning as a component of the professional activity of a teacher an institution of higher education. Naukovì Zapiski, 1(204), 54–58.

Saliba, R. (2024). Character education and the holistic educational ecosystem: School, family, and community collaboration for value formation. Journal of Education and Learning, 13(3), 145–158.

Sarlak, H., & Løje, H. (2018). Conceive–Design–Implement–Operate (CDIO): A case study in undergraduate engineering (wind energy course) at DTU.

Schefer-Wenzl, S., & Miladinovic, I. (2019). Developing Complex Problem-Solving Skills: An Engineering Perspective. International Journal of Advanced Corporate Learning (Ijac), 12(3), 82–88.

Seia, C. A. (2024). Environmental Responsibilities in a Global Context. Some Thoughts. Perspectives of Law and Public Administration., 13(4), 497–507. https://doi.org/10.62768/plpa/2024/13/4/01

Servin-Mendieta, Y., Rivas-Benítez, L., & Riveros-Lesmo, A. (2025). Liderazgo docente y formación del carácter: claves parala transformación educativaen Paraguay. Revista Panamericana de Pedagogía, 41.

Shafik, W. (2024). An overview of artificial intelligence-enhanced teaching methods. In Artificial Intellingence in Education. IGI Global. https://doi.org/10.4018/979-8-3693-2728-9.ch006

Shannon, E., Dam, P. van, & Stokes, H. (2012). Building resilience in a professional services community: The role of leadership development. (pp. 37–44).

Sharma, S., & Poorva, M. (2023). Skill Development Opportunities and Challenges in Various Job Markets. International Journal For Multidisciplinary Research. https://doi.org/10.36948/ijfmr.2023.v05i06.9734

Souza, A. S. C. D., & Debs, L. (2023). A review of synergies between Industry 4.0, Construction 4.0, and Education 4.0 in the engineering education context. Frontiers in Education Conference. https://doi.org/10.1109/FIE58773.2023.10343054

Sumanth, N. S., Priya, S. B., Sankari, M., & S., K. (2024). AI-enhanced learning assistant platform. IEEE. https://doi.org/10.1109/ICICT60155.2024.10545011

Suntharalingam, H. (2024). Enhancing digital learning outcomes through the application of artificial intelligence: A comprehensive review. International Journal of Innovative Science and Research Technology. https://doi.org/10.38124/IJISRT/IJISRT24APR530

Sutrisno, S., Badeni, B., & Risdianto, E. (2024). Needs Analysis the Importance of Improving Teacher's Competence in Facilitating Student-Centered Learning. PPSDP International Journal of Education, 3(2), 736–749.

Thongprasit, J., & Piriyasurawong, P. (2023). An M-MIAP learning model to develop engineering competency of pre-engineering students via Metaverse. International Journal of Information and Education Technology, 13(9), 1430–1438.

Tomory, I. (2023). Student centered methods, soft skills and competency based learning from the view of engineering and technical teacher students. https://doi.org/10.33965/celda2023_202306l015

Tremblay, D.-G. (2018). Communities of practice. https://doi.org/ 10.54337/NLC.V11.8767

Zhou, Y., Phaal, R., Minshall, T., & Probert, D. (2018). Engin eering and Technology Management. In Engineering Management (pp. 11–48).





ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญการประเมิน

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมิน

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ศักรินทร์ ชนประชา	อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ และ ประธานหลักสูตรศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิตและดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
2. รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติภูมิ รอดสิน	อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านพลศาสตร์โครงสร้างและวิศวกรรมแผ่นดินไหว วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สยาม แกมขุนทด	รองคณบดีฝ่ายบริหารและประกันคุณภาพการศึกษา อาจารย์สังกัดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชิชญาสุ์ บุญมี	อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพัฒน์ มณีแก้ว	อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
6. อาจารย์ ดร.ณัฐวุฒิ ไชยวิโน	อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และประธานหลักสูตรสาขาวิชาเทคโนโลยีบริหารงานก่อสร้าง ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมิน

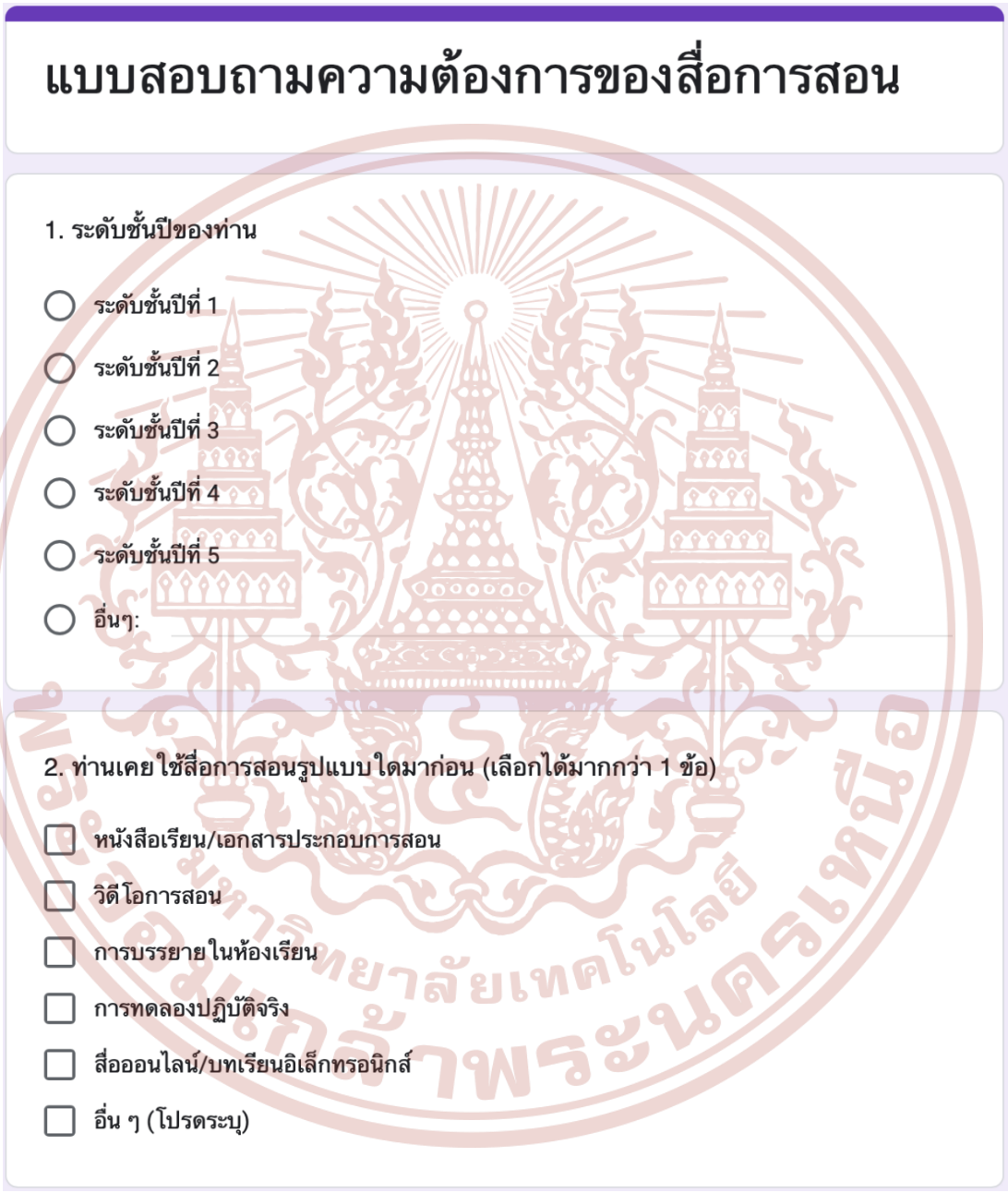
7. อาจารย์ ดร.สุรวุฒิ แซกรัมย์	อาจารย์ประจำ ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
8. อาจารย์วรท บุญสิงห์	อาจารย์แผนกวิชาช่างก่อสร้างและโยธา ดำรงตำแหน่ง หัวหน้าแผนก วิชาช่างก่อสร้างและโยธา สังกัดวิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง
9. อาจารย์กิตติพงษ์ เกียล่น	อาจารย์แผนกวิชาช่างก่อสร้าง ดำรงตำแหน่ง หัวหน้างานอาชีวศึกษาระบบทวิภาคีและความร่วมมือ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ตัวอย่าง **แบบสอบถามความต้องการจาก Google Form** รายวิชา วัสดุทางวิศวกรรมโยธาและการทดสอบ (Civil Engineering Materials and Testing)



แบบสอบถามความต้องการของสื่อการสอน

1. ระดับชั้นปีของท่าน

- ○ ระดับชั้นปีที่ 1
- ○ ระดับชั้นปีที่ 2
- ○ ระดับชั้นปีที่ 3
- ○ ระดับชั้นปีที่ 4
- ○ ระดับชั้นปีที่ 5
- ○ อื่นๆ: _____

2. ท่านเคยใช้สื่อการสอนรูปแบบใดมาก่อน (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ หนังสือเรียน/เอกสารประกอบการสอน
- ☐ วิดีโอการสอน
- ☐ การบรรยายในห้องเรียน
- ☐ การทดลองปฏิบัติจริง
- ☐ สื่อออนไลน์/บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์
- ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ)

ตัวอย่าง (ต่อ)

3.ท่านคิดว่าวิธีการเรียนรู้แบบใดช่วยให้เข้าใจเนื้อหามากที่สุด

- ○ การฟังบรรยายและอ่านเอกสาร
- ○ การดูวิดีโอและสื่อมัลติมีเดีย
- ○ การทดลองปฏิบัติจริง
- ○ การฝึกทำแบบฝึกหัดและกรณีศึกษา
- ○ การใช้แอนิเมชันหรือแบบจำลองช่วยอธิบาย

4.ปัจจัยที่ท่านให้ความสำคัญในการเลือกใช้สื่อการสอนด้วยคลิปวิดีโอ

- ☐ ใช้งานง่ายและสะดวก
- ☐ เนื้อหามีความน่าสนใจและทันสมัย
- ☐ สามารถนำไปใช้กับการเรียนหรือการปฏิบัติได้
- ☐ สามารถทบทวนซ้ำได้
- ☐ อื่นๆ:

5. ในรายวิชา Material and Testing ท่านสนใจเรียนรู้เกี่ยวกับการทดสอบคอนกรีตข้อใดมากที่สุด

- ○ Concrete Slump Test
- ○ Compacting Factor Test
- ○ Compressive Strength Test
- ○ Unit Weight or Density of Fresh Concrete
- ○ Making and Curing concrete test specimens

6.ท่านพบปัญหาใดเกี่ยวกับรูปแบบการสอนในรายวิชา Material and Testing มากที่สุด

- ○ สไลด์มีแต่ข้อความและรูปภาพไม่มีการเคลื่อนไหวทำให้ไม่น่าสนใจ
- ○ ไม่มีวิดีโอสาธิตที่ช่วยให้เข้าใจการทดสอบได้ง่ายขึ้น
- ○ เวลาในการทดสอบมีจำกัดเพราะต้องมาฟังอาจารย์อธิบายขั้นตอนปฏิบัติในแต่ละการทดสอบ
- ○ ไม่มีแบบทดสอบเพื่อประเมินความเข้าใจหลังจากทดสอบเสร็จ

ตัวอย่าง (ต่อ)

7.ท่านคิดว่าการใช้ AI มาช่วยในการทำสื่อการสอนจะทำให้การสอนมีความทันสมัยและดึงดูดผู้เรียนได้มากน้อยแค่ไหน

- มาก, AI สามารถสร้างสื่อที่มีความน่าสนใจและความทันสมัย
- ปลานกลาง, ขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อการสอน
- น้อย, สื่อการสอนยังคงต้องใช้วิธีเดิมๆในการสอน

8.ท่านคิดว่าการใช้ AI ในการสร้างสื่อการสอนควรเน้นไปที่ด้านใดมากที่สุด

- การสร้างฟุตเทจและวิดีโอประกอบการสอน
- การสร้างเสียงบรรยาย
- การสร้างภาพประกอบและอินโฟกราฟิก
- การสร้างแบบทดสอบและประเมินผล

9.ท่านต้องการให้สื่อการสอนมีเสียงบรรยายที่สร้างด้วย AI หรือไม่ ?

- ต้องการ, เพราะเสียง AI สามารถปรับแต่งให้เหมาะสมกับเนื้อหาได้
- ต้องการ, เพราะเสียง AI สามารถสร้างอารมณ์ที่หลากหลายได้
- ไม่แน่ใจ, เพราะต้องการทดลองฟังก่อน
- ไม่แน่ใจ, เพราะเสียง AI อาจขาดความเป็นธรรมชาติ

10.ท่านคิดว่าการใช้ AI สร้างรูปภาพในสื่อการสอนจะช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้นอย่างไร

- ช่วยสร้างภาพที่มีคุณภาพและสอดคล้องกับเนื้อหา
- ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายขึ้น
- การเรียนรู้ช้าลง
- ลดความน่าสนใจของเนื้อหา

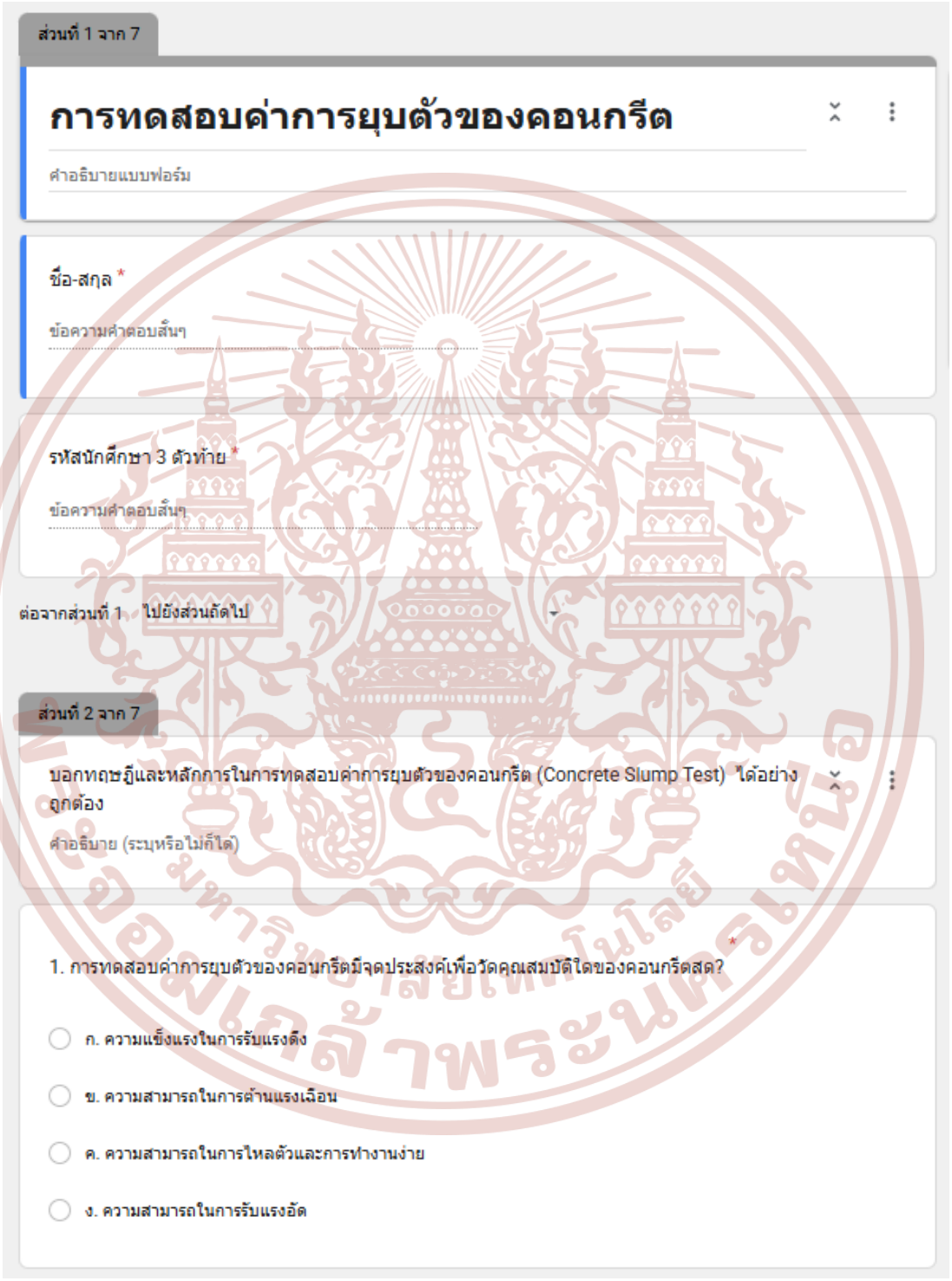
11.ท่านต้องการให้ AI ใช้แหล่งข้อมูลแบบใดเป็นหลักในการสร้างเนื้อหา

- แหล่งข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตทั่วไป
- งานวิจัยและเอกสารทางวิชาการ
- ข้อมูลที่คุณให้ AI โดยตรง
- ผสมผสานข้อมูลหลายๆแหล่ง

<u>ตัวอย่าง</u> **Story Board ในการสร้างสื่อประกอบการสอน** เรื่อง การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test)

รูปภาพ	คำบรรยาย
  	จากที่นักศึกษาได้ชมวีดิโอไป มีอาคารสูง สะพาน เขื่อน และโครงสร้างที่แข็งแรง ล้วนใช้คอนกรีตเป็นโครงสร้างสำคัญ การเทคอนกรีตที่ดีต้องมีเนื้อคอนกรีตที่ประสานเป็นเนื้อเดียวกันไม่มีช่องโพรง ค่าความยุบตัวหรือ slump ต้องเหมาะสมกับชนิดของงานเช่น พื้นต้องการค่าความยุบตัวต่ำแต่เสาเข็มต้องการค่ายุบตัวที่สูง และวิธีการลำเลียง เช่นการเทคอนกรีต โดยวิธีเทจากรถทั่วไปต้องการค่าความยุบตัวต่ำ การเทคอนกรีตโดยใช้ปั๊มชู๊ตต้องการค่ายุบตัวที่สูง ค่าความยุบตัวนั้นได้มาจากการทดสอบ ทดสอบ slump test หากคอนกรีตมีค่าความยุบตัวที่ไม่เหมาะสม อาจจะทำให้เกิดโพรง ส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงของโครงสร้าง เพราะฉะนั้นการทดสอบสลั๊มเทส จึงจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเราจะตรวจสอบการไหลของคอนกรีต ตัวอย่าง การควบคุมคุณภาพคอนกรีตและเพื่อสร้างความมั่นใจในความ สมบูรณ์ของเนื้อคอนกรีตและความแข็งแรงของโครงสร้าง

ตัวอย่าง แบบทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีตจาก Google Form รายวิชา ทดสอบวัสดุงานโยธา



ส่วนที่ 1 จาก 7

การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต

คำอธิบายแบบฟอร์ม

ชื่อ-สกุล *

ข้อความคำตอบสั้นๆ

รหัสนักศึกษา 3 ตัวท้าย *

ข้อความคำตอบสั้นๆ

ต่อจากส่วนที่ 1 ไปยังส่วนถัดไป

ส่วนที่ 2 จาก 7

บอกทฤษฎีและหลักการในการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test) ได้อย่างถูกต้อง

คำอธิบาย (ระบุหรือไม่ก็ได้)

1. การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีตมีจุดประสงค์เพื่อวัดคุณสมบัติใดของคอนกรีตสด? *

ก. ความแข็งแรงในการรับแรงดึง

ข. ความสามารถในการต้านแรงเฉือน

ค. ความสามารถในการไหลตัวและการทำงานง่าย

ง. ความสามารถในการรับแรงอัด

2. การยุบตัว (Slump) ของคอนกรีตหมายถึงอะไร? *

- ก. การสูญเสียน้ำในคอนกรีต
- ข. การหดตัวเมื่อคอนกรีตแห้ง
- ค. ความสูงที่ลดลงหลังยกแบบหล่อออกจากคอนกรีต
- ง. ปริมาณฟองอากาศในคอนกรีต

3. การทดสอบ Slump Test นิยมใช้สำหรับคอนกรีตประเภทใด? *

- ก. คอนกรีตแห้งมาก
- ข. คอนกรีตที่มีมวลรวมเบา
- ค. คอนกรีตที่มีค่าการไหลพอเหมาะ
- ง. คอนกรีตที่มีสารผสมเพิ่มสี

4. Slump Test ประเมินคุณสมบัติใดของคอนกรีตสด *

- ก. ความแข็งแรงของคอนกรีต
- ข. การหดตัวของคอนกรีต
- ค. ความสามารถในการเทและหล่อคอนกรีต
- ง. การดูดซึมน้ำของคอนกรีต

ต่อจากส่วนที่ 2 ไปยังส่วนถัดไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ส่วนที่ 3 จาก 7

บอกอุปกรณ์ในการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test) ได้อย่างถูกต้อง

คำอธิบาย (ระบุหรือไม่ก็ได้)

1. อุปกรณ์ใดต่อไปนี้ไม่จำเป็นสำหรับการทำ Slump Test *

- ก. กรวย Slump
- ข. แท่งเหล็กกระทุ้ง
- ค. ตลับเมตร
- ง. เทอร์โมมิเตอร์

2. Slump Cone มีลักษณะอย่างไร? *

- ก. ทรงกระบอกสูง
- ข. ทรงกลมเตี้ย
- ค. ทรงกรวยฐานใหญ่ ปากแคบ
- ง. ทรงกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า

3. แท่งเหล็กกระทุ้งที่ใช้ควรมาตรฐานใด? *

- ก. กลมเรียบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 16 มม.
- ข. สี่เหลี่ยมผืนผ้า ยาว 1 เมตร
- ค. ทำจากอะลูมิเนียม น้ำหนักเบา
- ง. แท่งพลาสติกปลายแหลม

4. อุปกรณ์สำคัญในการวัดค่าความยุบตัวคืออะไร *

- ก. เวอร์เนียคาลิปเปอร์
- ข. ตลับเมตร
- ค. เครื่องทดสอบแรงอัด
- ง. แท่งเหล็กกระทุ้ง

ต่อจากส่วนที่ 3 ไปยังส่วนถัดไป

ส่วนที่ 4 จาก 7

บอกวิธีการเตรียมพื้นที่ในการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test) ได้อย่างถูกต้อง

คำอธิบาย (ระบุหรือไม่ก็ได้)

1. การเตรียมพื้นที่สำหรับการทดสอบ Slump ต้องใช้พื้นลักษณะใด? *

- ก. พื้นหินกรวด
- ข. พื้นดินชื้น
- ค. พื้นราบเรียบ แข็งแรง และไม่ซึมน้ำ
- ง. พื้นเอียงเล็กน้อยเพื่อการระบาย

2. ก่อนวาง Slump Cone ควรทำอย่างไรกับพื้นผิว? *

- ก. ทำความสะอาดและปรับให้อยู่ในแนวเอียง
- ข. ใช้ผ้าเช็ดจนแห้งสนิท
- ค. ปรับให้ราบเรียบ แข็งแรง และไม่ลื่น

ง. รดน้ำให้พื้นชุ่มก่อนทุกครั้ง

3. เพราะเหตุใดพื้นทดสอบต้องเรียบและแข็งแรง? *

ก. เพื่อป้องกันการล้มของกรวย

ข. เพื่อให้น้ำไหลออกได้เร็ว

ค. เพื่อให้ปูนเซ็ตตัวเร็วขึ้น

ง. เพื่อให้ผิวเรียบดูสวยงาม

4. ข้อใดเป็นคุณสมบัติที่เหมาะสมของพื้นที่สำหรับการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต *

ก. พื้นที่ลาดเอียงเล็กน้อยเพื่อให้น้ำไหลผ่านได้ดี

ข. อยู่ในที่ร่ม หลีกเลี่ยงแดดจัดและลมแรง

ค. ตั้งอยู่ในที่โล่งแจ้งเพื่อให้ระบายอากาศได้ดี

ง. มีพื้นผิวขรุขระเพื่อป้องกันอุปกรณ์ลื่นไถล

ต่อจากส่วนที่ 4 ไปยังส่วนถัดไป

ส่วนที่ 5 จาก 7

บอกวิธีการเติมตัวอย่างคอนกรีตในการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test) ได้อย่างถูกต้อง

คำอธิบาย (ระบุหรือไม่ก็ได้)

1. ในการเทคอนกรีตลงใน Slump Cone ควรแบ่งเป็นกี่ชั้น? *

ก. 2 ชั้น

ข. 3 ชั้นเท่า ๆ กัน

ข. 3 ชั้นเท่า ๆ กัน

ค. 4 ชั้น

ง. ชั้นเดียวเต็มรูปทรง

2. ในการเทแต่ละชั้นควรทำอย่างไรหลังจากเติม? *

ก. ใช้ไม้กวาดกด

ข. ทิ้งไว้ให้เซ็ตตัว

ค. กระทุ้งด้วยแท่งเหล็ก 25 ครั้ง

ง. ใช้น้ำราดให้คอนกรีตไหลตัว

3. วัตถุประสงค์ของการแบ่งคอนกรีตเป็นชั้นในการเทคืออะไร? *

ก. เพื่อให้กรวยไม่เต็มเร็วเกินไป

ข. เพื่อความสวยงามของผิวหน้า

ค. เพื่อให้คอนกรีตแน่นเท่ากันตลอดความสูง

ง. เพื่อให้คอนกรีตแห้งเร็วขึ้น

4. ในขั้นตอนการทำ Slump Test ต้องแบ่งคอนกรีตลงในกรวยกี่ชั้น *

ก. 1 ชั้น

ข. 2 ชั้น

ค. 3 ชั้น

ง. 4 ชั้น

ส่วนที่ 6 จาก 7

อธิบายวิธีการกระทุ้งตัวอย่างคอนกรีตในการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test) ได้อย่างถูกต้อง

คำอธิบาย (ระบุหรือไม่ก็ได้)

1. จำนวนครั้งที่ต้องกระทุ้งคอนกรีตในแต่ละชั้นคือเท่าใด? *

- ก. 10 ครั้ง
- ข. 15 ครั้ง
- ค. 25 ครั้ง
- ง. 30 ครั้ง

2. การกระทุ้งควรทำในทิศทางใด? *

- ก. จากข้างล่างขึ้นข้างบน
- ข. จากขอบเข้ากลางและทั่วถึง
- ค. เฉพาะขอบด้านนอก
- ง. เฉพาะตรงกลางอย่างเดียว

3. วัตถุประสงค์ของการกระทุ้งคอนกรีตคืออะไร? *

- ก. ทำให้คอนกรีตแข็งตัวเร็วขึ้น
- ข. ทำให้ผิวหน้าเรียบ
- ค. ลดปริมาณฟองอากาศในคอนกรีต
- ง. เพิ่มอุณหภูมิของคอนกรีต

4. วิธีการกระทุ้งตัวอย่างคอนกรีตที่ถูกต้องคืออะไร *

- ก. กระทุ้งให้ทั่วพื้นผิวของแต่ละชั้นโดยแทงทะลุไปถึงชั้นล่างเล็กน้อย
- ข. กระทุ้งเฉพาะบริเวณขอบของแบบหล่อ Slump Cone
- ค. กระทุ้งโดยใช้แรงกระแทกสูงเพื่อให้คอนกรีตแน่นที่สุด
- ง. กระทุ้งแบบสุ่มโดยไม่ต้องกำหนดจำนวนครั้ง

ต่อจากส่วนที่ 6 ไปยังส่วนถัดไป

ส่วนที่ 7 จาก 7

อธิบายวิธีการชัก Slump ตัวอย่างคอนกรีตในการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test) ได้อย่างถูกต้อง

คำอธิบาย (ระบุหรือไม่ก็ได้)

ยุบส่วน

1. หลังจากปรับผิวคอนกรีตแล้ว ขั้นตอนต่อไปคืออะไร? *

- ก. ทิ้งไว้ให้แห้ง
- ข. ชั่งน้ำหนัก
- ค. ยก Slump Cone ขึ้นในแนวดิ่ง
- ง. ราดน้ำเพิ่ม

2. การยก Slump Cone ขึ้นควรใช้เวลาเท่าใด? *

- ก. 1 วินาที
- ข. ประมาณ 5 – 10 วินาที

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

2. การยก Slump Cone ขึ้นควรใช้เวลาเท่าใด? *

- ก. 1 วินาที
- ข. ประมาณ 5 – 10 วินาที
- ค. 30 วินาที
- ง. 1 นาที

3. หลังจากยกกรวยออก ควรทำอย่างไร? *

- ก. ถ่ายรูปเพื่อเก็บหลักฐาน
- ข. วัดความยุบตัวจากยอดที่ลดลง
- ค. ขัดผิวหน้าให้เรียบอีกครั้ง
- ง. เทคอนกรีตกลับไปใช้ใหม่

4. ถ้าคอนกรีตที่ทดสอบเกิด Slump แบบ Shear Slump หมายถึงอะไร *

- ก. คอนกรีตมีความข้นเหลวปกติ
- ข. คอนกรีตมีปริมาณน้ำมากเกินไป
- ค. คอนกรีตอาจมีการแยกชั้นและคุณภาพไม่ดี
- ง. คอนกรีตมีการยุบตัวเป็นทรงกระบอก

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

IELE-CoP Model Intelligent Engineering Learning Ecosystem Model with Community of Practice Integration

---

ชื่อวิทยานิพนธ์ ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

ผู้วิจัย นายภูวดล ใยยินดี

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ
ศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข

คำชี้แจง : แบบประเมินฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ “IELE-CoP Model” ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา ผ่านการบูรณาการระบบนิเวศการเรียนรู้ปัญญาประดิษฐ์ (AI-Integrated Learning Ecosystem) ชุมชนแห่งการปฏิบัติ (Community of Practice) กระบวนการเรียนรู้ทางวิศวกรรมและการเรียนรู้เชิงปฏิบัติกรุณาพิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปแบบตามความคิดเห็นของท่านโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน	ความหมาย
5	มากที่สุด
4	มาก
3	ปานกลาง
2	น้อย
1	น้อยที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

1. ชื่อ-สกุล _____

2. ตำแหน่งทางวิชาการ _____

3. หน่วยงาน _____

4. ความเชี่ยวชาญ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ วิศวกรรมศึกษา ☐ เทคโนโลยีการศึกษา

☐ ปัญญาประดิษฐ์ ☐ หลักสูตรและการสอน

☐ วิศวกรรมโยธา ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมของ IELE-CoP Model

ด้านที่ 1 องค์ประกอบของรูปแบบ(Model Components)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. องค์ประกอบของ IELE-CoP Model มีความครบถ้วน					
2. องค์ประกอบของรูปแบบมีความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม					
3. โครงสร้างของรูปแบบมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย					
4. รูปแบบสามารถสะท้อนระบบนิเวศการเรียนรู้ทางวิศวกรรมได้					
5. รูปแบบมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในบริบทวิศวกรรมศึกษา					

<u>ด้านที่ 2</u> กระบวนการเรียนรู้ทางวิศวกรรม (Engineering Learning Process)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. กระบวนการเรียนรู้มีลำดับขั้นชัดเจน					
2. CDIO มีความเหมาะสมกับรูปแบบการเรียนรู้					
3. M-MIAP มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้					
4. รูปแบบส่งเสริม engineering laboratory learning ได้					
5. รูปแบบส่งเสริมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม					
6. รูปแบบส่งเสริม reflective learning ได้					
7. รูปแบบส่งเสริม ollaborative learning ได้					

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

<u>ด้านที่ 3</u> การบูรณาการปัญญาประดิษฐ์ภายในระบบการเรียนรู้ (AI Integration in Learning Ecosystem)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
13. การบูรณาการ AI ภายในระบบมีความเหมาะสม					
14. AI สามารถสนับสนุนการเรียนรู้ทางวิศวกรรมได้					
15. AI สนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนได้					
16. AI สนับสนุน reflective learning ได้อย่างเหมาะสม					
17. AI สนับสนุน collaborative learning ได้					
18. AI มีความเหมาะสมกับบริบทผู้เรียนทางวิศวกรรม					

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

<u>ด้านที่ 4</u> การส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา (Engineering Identity and Competency Development)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
19. รูปแบบส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมได้					
20. รูปแบบส่งเสริมสมรรถนะด้านเทคนิคได้					
21. รูปแบบส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมได้					
22. รูปแบบส่งเสริมการทำงานร่วมกันได้					
23. รูปแบบส่งเสริม digital and AI competency ได้					
24. รูปแบบส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้					
25. รูปแบบมีความเหมาะสมต่อการพัฒนาวิศวกรในศตวรรษที่ 21					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....



สแกนคิวอาร์โค้ดหรือกดลิงก์
http://kmutnb.link/7rPLZK
เพื่อตอบแบบประเมิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบประเมินคุณภาพของระบบ AI-CoP Learning System

ชื่อวิทยานิพนธ์ ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

ผู้วิจัย นายภูวดล ใยยินดี

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ
ศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข

คำชี้แจง : แบบประเมินฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อประเมินคุณภาพของระบบ “AI-CoP Learning System” ซึ่งเป็นระบบการจัดการเรียนรู้ทางวิศวกรรมที่พัฒนาขึ้นภายใต้แนวคิด IELE-CoP Model โดยบูรณาการการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-supported learning) ชุมชนแห่งการปฏิบัติ (Community of Practice: CoP) การเรียนรู้เชิงปฏิบัติทางวิศวกรรม และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ดิจิทัลเพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน กรุณาพิจารณาคุณภาพของระบบตามความคิดเห็นของท่าน และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน	ความหมาย
5	มากที่สุด
4	มาก
3	ปานกลาง
2	น้อย
1	น้อยที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

1. ชื่อ-สกุล _____

2. ตำแหน่งทางวิชาการ _____

3. หน่วยงาน _____

4. ความเชี่ยวชาญ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ วิศวกรรมศึกษา ☐ เทคโนโลยีการศึกษา

☐ ปัญญาประดิษฐ์ ☐ หลักสูตรและการสอน

☐ วิศวกรรมโยธา ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

ตอนที่ 2 แบบประเมินคุณภาพของระบบ AI-CoP Learning System

ด้านที่ 1 เนื้อหา (Content Quality)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักวิศวกรรม					
2. เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้					
3. เนื้อหามีความเหมาะสมกับผู้เรียนทางวิศวกรรม					
4. สื่อการเรียนรู้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย					
5. เนื้อหาส่งเสริมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติได้					
6. เนื้อหาส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ทางวิศวกรรมได้					

ด้านที่ 2 การออกแบบระบบการเรียนรู้และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ (Learning System and Learning Environment Design)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
7. ระบบมีโครงสร้างการทำงานที่ชัดเจน					
8. ระบบมีลำดับกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม					
9. ระบบใช้งานง่ายและสะดวกต่อผู้เรียน					
10. ระบบมีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้ทางวิศวกรรม					
11. ระบบสนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติได้					
12. ระบบมีสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้					
13. ระบบสามารถนำไปใช้ได้จริงในบริบทการศึกษา					

ด้านที่ 3 การปฏิสัมพันธ์ การเรียนรู้ร่วมกัน และ Community of Practice (CoP) (Interaction, Collaborative Learning, and Community of Practice)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
14. ระบบส่งเสริม collaborative learning ได้					
15. ระบบส่งเสริมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียน					
16. ระบบส่งเสริม Community of Practice (CoP) ได้					

ด้านที่ 3 (ต่อ)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
17. ระบบส่งเสริม peer interaction ได้					
18. ระบบส่งเสริม reflective discussion ได้					
19. ระบบส่งเสริมการทำงานร่วมกันทางวิศวกรรมได้					
20. ระบบส่งเสริม professional interaction ภายในชุมชนการเรียนรู้ได้					

ด้านที่ 4 การสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-Supported Learning)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
21. AI สามารถสนับสนุนการเรียนรู้ทางวิศวกรรมได้					
22. AI สามารถอธิบายเนื้อหาและตอบคำถามได้เหมาะสม					
23. AI สนับสนุน reflective learning ได้					
24. AI สนับสนุน self-directed learning ได้					
25. AI สนับสนุน problem solving ได้					

ด้านที่ 4 การสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-Supported Learning)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
26. AI มีความเหมาะสมกับบริบทการเรียนรู้ทางวิศวกรรม					
27. AI ช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนได้					

ด้านที่ 5 การส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา (Engineering Identity and Competency Development)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
28. ระบบส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมของผู้เรียนได้					
29. ระบบส่งเสริมสมรรถนะด้านเทคนิคทางวิศวกรรมได้					
30. ระบบส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมได้					
31. ระบบส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจได้					
32. ระบบส่งเสริม digital and AI competency ได้					
33. ระบบส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้					
34. ระบบมีความเหมาะสมต่อการพัฒนาวิศวกรในศตวรรษที่ 21					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สแกนคิวอาร์โค้ดหรือกดลิงก์

http://kmutnb.link/uLks9g

เพื่อตอบแบบประเมิน

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม และแบบวัดสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อวิทยานิพนธ์ ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

ผู้วิจัย นายภูวดล ใยยินดี

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ
ศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข

คำชี้แจง : แบบประเมินฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมและแบบวัดสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา ภายใต้กรอบแนวคิด IELE-CoP Model และ AI-CoP Learning System กรุณาพิจารณาว่าแต่ละข้อคำถามมีความสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน	ความหมาย
+1	สอดคล้อง
0	ไม่แน่ใจ
-1	ไม่สอดคล้อง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

1. ชื่อ-สกุล _____

2. ตำแหน่งทางวิชาการ _____

3. หน่วยงาน _____

4. ความเชี่ยวชาญ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ วิศวกรรมศึกษา ☐ เทคโนโลยีการศึกษา

☐ ปัญญาประดิษฐ์ ☐ หลักสูตรและการสอน

☐ วิศวกรรมโยธา ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

ตอนที่ 2 แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม

ด้านที่ 1 Professional Participation

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน		
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
1. ข้าพเจ้ามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิศวกรรมอย่างต่อเนื่อง			
2. ข้าพเจ้ากล้าแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับงานทางวิศวกรรม			
3. ข้าพเจ้าสามารถแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่นทางวิศวกรรมได้			
4. ข้าพเจ้ามีความภาคภูมิใจในการเรียนด้านวิศวกรรม			
5. ข้าพเจ้ารู้สึกว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งของวิชาชีพวิศวกรรม			

ด้านที่ 2 Practical Engineering Experience

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน		
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
6. ข้าพเจ้าสามารถปฏิบัติการทดลองทางวิศวกรรมได้			
7. ข้าพเจ้ามีความมั่นใจในการใช้อุปกรณ์ทางวิศวกรรม			
8. ข้าพเจ้าสามารถเชื่อมโยงทฤษฎีกับการปฏิบัติได้			
9. ข้าพเจ้าสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิศวกรรมได้			
10. ข้าพเจ้ารู้สึกว่าตนเองมีทักษะด้านวิศวกรรมเพิ่มขึ้น			

ด้านที่ 3 Reflective Learning

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน		
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
11. ข้าพเจ้าสามารถสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเองได้			
12. ข้าพเจ้าสามารถวิเคราะห์ข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงานได้			
13. ข้าพเจ้าสามารถปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเองได้			
14. ข้าพเจ้าสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์กับการเรียนรู้ใหม่ได้			
15. ข้าพเจ้ามีการพัฒนาตนเองจากการสะท้อนผลการเรียนรู้			

ด้านที่ 4 Community Interaction and Community of Practice (CoP)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน		
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
16. ข้าพเจ้าสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้			
17. ข้าพเจ้ามีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทางวิศวกรรมกับเพื่อน			
18. ข้าพเจ้ามีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม			
19. ข้าพเจ้าสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของผู้อื่นได้			
20. ข้าพเจ้ารู้สึกว่าชุมชนการเรียนรู้ช่วยพัฒนาความเป็นวิศวกรของตนเอง			

ด้านที่ 5 AI-supported Confidence and Professional Identity Development

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน		
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
21. AI ช่วยสนับสนุนความเข้าใจทางวิศวกรรมของข้าพเจ้า			
22. AI ช่วยเพิ่มความมั่นใจในการเรียนรู้ของข้าพเจ้า			
23. AI ช่วยสนับสนุนการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมของข้าพเจ้า			
24. AI ช่วยให้ข้าพเจ้าสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ดีขึ้น			
25. AI ช่วยส่งเสริมความเป็นวิศวกรของข้าพเจ้า			

ตอนที่ 3 แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

ด้านที่ 1 Technical and Practical Competency

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน		
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
26. ข้าพเจ้ามีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทดลองทางวิศวกรรม			
27. ข้าพเจ้าสามารถใช้อุปกรณ์ทางวิศวกรรมได้อย่างเหมาะสม			
28. ข้าพเจ้าสามารถปฏิบัติงานทางวิศวกรรมได้อย่างถูกต้อง			
29. ข้าพเจ้าสามารถวิเคราะห์ผลการทดลองได้			
30. ข้าพเจ้าสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิศวกรรมได้			

ด้านที่ 2 Engineering Problem Solving

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน		
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
31. ข้าพเจ้าสามารถวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมได้			
32. ข้าพเจ้าสามารถหาแนวทางแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม			
33. ข้าพเจ้าสามารถตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้			
34. ข้าพเจ้าสามารถคิดวิเคราะห์เชิงเหตุผลได้			
35. ข้าพเจ้าสามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในการปฏิบัติงานได้			

ด้านที่ 3 Communication, Collaboration, and Teamwork

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน		
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
36. ข้าพเจ้าสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้			
37. ข้าพเจ้าสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทางวิศวกรรมได้			
38. ข้าพเจ้าสามารถสื่อสารงานทางวิศวกรรมได้อย่างเหมาะสม			
39. ข้าพเจ้าสามารถนำเสนอผลงานทางวิศวกรรมได้			
40. ข้าพเจ้าสามารถทำงานเป็นทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพ			

ด้านที่ 4 Digital and AI Competency

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน		
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
41. ข้าพเจ้าสามารถใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ได้			
42. ข้าพเจ้าสามารถใช้ AI เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ได้			
43. ข้าพเจ้าสามารถค้นคว้าข้อมูลทางวิศวกรรมผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลได้			
44. ข้าพเจ้าสามารถประยุกต์ใช้ AI ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมได้			
45. ข้าพเจ้าสามารถใช้ AI เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้			

ด้านที่ 5 Reflective and Lifelong Learning

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน		
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
46. ข้าพเจ้าสามารถประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้			
47. ข้าพเจ้าสามารถปรับปรุงตนเองจากข้อผิดพลาดได้			
48. ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้สิ่งใหม่			
49. ข้าพเจ้ามีการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง			
50. ข้าพเจ้าต้องการเรียนรู้เพิ่มเติมด้านวิศวกรรมในอนาคต			

ด้านที่ 6 Innovation, Creativity, and Professional Adaptability

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน		
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
51. ข้าพเจ้าสามารถคิดแนวทางใหม่ในการทำงานได้			
52. ข้าพเจ้าสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีใหม่ได้			
53. ข้าพเจ้ามีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา			
54. ข้าพเจ้าสามารถปรับตัวต่อเทคโนโลยีใหม่ได้			
55. ข้าพเจ้าสามารถพัฒนาตนเองให้เหมาะสมกับวิชาชีพวิศวกรรมในอนาคตได้			

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สแกนคิวอาร์โค้ดหรือกดลิงก์
http://kmutnb.link/KNfN1g
เพื่อตอบแบบประเมิน

แบบประเมินอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมของผู้เรียนและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน (Engineering Identity & Engineering Education Competency Assessment)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

ผู้วิจัย นายภูวดล ใยยินดี

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ
ศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข

<u>คำชี้แจง</u> : แบบประเมินอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมของผู้เรียนและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน (Engineering Identity & Engineering Education Competency Assessment) ของผู้เรียน **(ก่อนการเรียนรู้)** ผ่านรูปแบบการเรียนรู้ IELE-CoP กรุณาพิจารณาข้อความแต่ละข้อ และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

<u>เกณฑ์การประเมิน</u>

ระดับคะแนน	ความหมาย
5	มากที่สุด
4	มาก
3	ปานกลาง
2	น้อย
1	น้อยที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

1. ระดับการศึกษา ☐ อุดมศึกษา ☐ อาชีวศึกษา

2. สาขาวิชา (โปรดระบุ) _____

ตอนที่ 2 แบบประเมินอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม

ด้านที่ 1 การมีส่วนร่วมทางวิชาชีพ (Professional Participation)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ข้าพเจ้ามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิศวกรรมอย่างต่อเนื่อง					
2. ข้าพเจ้ากล้าแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับงานทางวิศวกรรม					
3. ข้าพเจ้าสามารถแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่นทางวิศวกรรมได้					
4. ข้าพเจ้ารู้สึกว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งของชุมชนทางวิศวกรรม					
5. ข้าพเจ้ามีความภาคภูมิใจในการเรียนด้านวิศวกรรม					

ด้านที่ 2 ประสบการณ์เชิงปฏิบัติทางวิศวกรรม (Practical Engineering Experience)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
6. ข้าพเจ้าสามารถปฏิบัติการทดลองทางวิศวกรรมได้					
7. ข้าพเจ้ามีความมั่นใจในการใช้อุปกรณ์ทางวิศวกรรม					
8. ข้าพเจ้าสามารถเชื่อมโยงทฤษฎีกับการปฏิบัติได้					
9. ข้าพเจ้าสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิศวกรรมได้					
10. ข้าพเจ้ารู้สึกว่าตนเองมีความสามารถด้านวิศวกรรมเพิ่มขึ้น					

ด้านที่ 3 การเรียนรู้เชิงสะท้อนคิด (Reflective Learning)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
11. ข้าพเจ้าสามารถสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเองได้					
12. ข้าพเจ้าสามารถวิเคราะห์ข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงานได้					
13. ข้าพเจ้าสามารถปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเองได้					
14. ข้าพเจ้าสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์กับการเรียนรู้ใหม่ได้					
15. ข้าพเจ้ามีการพัฒนาตนเองจากการสะท้อนผลการเรียนรู้					

<u>ด้านที่ 4</u> การปฏิสัมพันธ์และชุมชนแห่งการปฏิบัติ (Community Interaction and Community of Practice)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
16. ข้าพเจ้าสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้					
17. ข้าพเจ้ามีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทางวิศวกรรมกับเพื่อน					
18. ข้าพเจ้ามีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม					
19. ข้าพเจ้าสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของผู้อื่นได้					
20. ข้าพเจ้ารู้สึกว่าชุมชนการเรียนรู้ช่วยพัฒนาความเป็นวิศวกรของตนเอง					

<u>ด้านที่ 5</u> การพัฒนาอัตลักษณ์และความมั่นใจด้วย AI (AI-supported Confidence and Professional Identity Development)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
21. AI ช่วยสนับสนุนความเข้าใจทางวิศวกรรมของข้าพเจ้า					
22. AI ช่วยเพิ่มความมั่นใจในการเรียนรู้ของข้าพเจ้า					
23. AI ช่วยสนับสนุนการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมของข้าพเจ้า					
24. AI ช่วยให้ข้าพเจ้าสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ดีขึ้น					
25. AI ช่วยส่งเสริมความเป็นวิศวกรของข้าพเจ้า					

ตอนที่ 3 แบบประเมินสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน

<u>ด้านที่ 1</u> สมรรถนะด้านเทคนิคและการปฏิบัติ (Technical and Practical Competency)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ข้าพเจ้ามีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทดลองทางวิศวกรรม					
2. ข้าพเจ้าสามารถใช้อุปกรณ์ทางวิศวกรรมได้อย่างเหมาะสม					
3. ข้าพเจ้าสามารถปฏิบัติงานทางวิศวกรรมได้อย่างถูกต้อง					
4. ข้าพเจ้าสามารถวิเคราะห์ผลการทดลองได้					
5. ข้าพเจ้าสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิศวกรรมได้					

<u>ด้านที่ 2</u> การแก้ปัญหาทางวิศวกรรม (Engineering Problem Solving)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
6. ข้าพเจ้าสามารถวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมได้					
7. ข้าพเจ้าสามารถหาแนวทางแก้ปัญหาได้					
8. ข้าพเจ้าสามารถตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้					
9. ข้าพเจ้าสามารถคิดวิเคราะห์เชิงเหตุผลได้					
10. ข้าพเจ้าสามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในการปฏิบัติงานได้					

ด้านที่ 3 การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และการทำงานเป็นทีม (Communication, Collaboration, and Teamwork)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
11. ข้าพเจ้าสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้					
12. ข้าพเจ้าสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทางวิศวกรรมได้					
13. ข้าพเจ้าสามารถสื่อสารงานทางวิศวกรรมได้อย่างเหมาะสม					
14. ข้าพเจ้าสามารถนำเสนอผลงานทางวิศวกรรมได้					
15. ข้าพเจ้าสามารถทำงานเป็นทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพ					

ด้านที่ 4 สมรรถนะด้านดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ (Digital and AI Competency)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
16. ข้าพเจ้าสามารถใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ได้					
17. ข้าพเจ้าสามารถใช้ AI เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ได้					
18. ข้าพเจ้าสามารถค้นคว้าข้อมูลทางวิศวกรรมผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลได้					
19. ข้าพเจ้าสามารถประยุกต์ใช้ AI ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมได้					
20. ข้าพเจ้าสามารถใช้ AI เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้					

ด้านที่ 5 การเรียนรู้เชิงสะท้อนคิดและการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Reflective and Lifelong Learning)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
21. ข้าพเจ้าสามารถประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้					
22. ข้าพเจ้าสามารถปรับปรุงตนเองจากข้อผิดพลาดได้					
23. ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้สิ่งใหม่					
24. ข้าพเจ้ามีการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง					
25. ข้าพเจ้าต้องการเรียนรู้เพิ่มเติมด้านวิศวกรรมในอนาคต					

ด้านที่ 6 นวัตกรรม ความคิดสร้างสรรค์ และการปรับตัวทางวิชาชีพ (Innovation, Creativity, and Professional Adaptability)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
26. ข้าพเจ้าสามารถคิดแนวทางใหม่ในการทำงานได้					
27. ข้าพเจ้าสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีใหม่ได้					
28. ข้าพเจ้ามีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา					
29. ข้าพเจ้าสามารถปรับตัวต่อเทคโนโลยีใหม่ได้					
30. ข้าพเจ้าสามารถพัฒนาตนเองให้เหมาะสมกับวิชาชีพวิศวกรรมในอนาคตได้					

แบบประเมินอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมของผู้เรียนและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน (Engineering Identity & Engineering Education Competency Assessment)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

ผู้วิจัย นายภูวดล ใยยินดี

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ
ศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข

คำชี้แจง : แบบประเมินอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมของผู้เรียนและสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน (Engineering Identity & Engineering Education Competency Assessment) ของผู้เรียน **(หลังการเรียนรู้)** ผ่านรูปแบบการเรียนรู้ IELE-CoP กรุณาพิจารณาข้อความแต่ละข้อและทำเครื่องหมาย ✓ ลงในระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน	ความหมาย
5	มากที่สุด
4	มาก
3	ปานกลาง
2	น้อย
1	น้อยที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

1. ระดับการศึกษา ☐ อุดมศึกษา ☐ อาชีวศึกษา

2. สาขาวิชา (โปรดระบุ) _____

ตอนที่ 2 แบบประเมินอัตลักษณ์ทางวิศวกรรม

ด้านที่ 1 การมีส่วนร่วมทางวิชาชีพ (Professional Participation)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ข้าพเจ้ามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิศวกรรมอย่างต่อเนื่อง					
2. ข้าพเจ้ากล้าแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับงานทางวิศวกรรม					
3. ข้าพเจ้าสามารถแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่นทางวิศวกรรมได้					
4. ข้าพเจ้ารู้สึกว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งของชุมชนทางวิศวกรรม					
5. ข้าพเจ้ามีความภาคภูมิใจในการเรียนด้านวิศวกรรม					

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ด้านที่ 2 ประสบการณ์เชิงปฏิบัติทางวิศวกรรม (Practical Engineering Experience)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
6. ข้าพเจ้าสามารถปฏิบัติการทดลองทางวิศวกรรมได้					
7. ข้าพเจ้ามีความมั่นใจในการใช้อุปกรณ์ทางวิศวกรรม					
8. ข้าพเจ้าสามารถเชื่อมโยงทฤษฎีกับการปฏิบัติได้					
9. ข้าพเจ้าสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิศวกรรมได้					
10. ข้าพเจ้ารู้สึกว่าตนเองมีความสามารถด้านวิศวกรรมเพิ่มขึ้น					

ด้านที่ 3 การเรียนรู้เชิงสะท้อนคิด (Reflective Learning)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
11. ข้าพเจ้าสามารถสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเองได้					
12. ข้าพเจ้าสามารถวิเคราะห์ข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงานได้					
13. ข้าพเจ้าสามารถปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเองได้					
14. ข้าพเจ้าสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์กับการเรียนรู้ใหม่ได้					
15. ข้าพเจ้ามีการพัฒนาตนเองจากการสะท้อนผลการเรียนรู้					

ด้านที่ 4 การปฏิสัมพันธ์และชุมชนแห่งการปฏิบัติ (Community Interaction and Community of Practice)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
16. ข้าพเจ้าสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้					
17. ข้าพเจ้ามีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทางวิศวกรรมกับเพื่อน					
18. ข้าพเจ้ามีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม					
19. ข้าพเจ้าสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของผู้อื่นได้					
20. ข้าพเจ้ารู้สึกว่าชุมชนการเรียนรู้ช่วยพัฒนาความเป็นวิศวกรของตนเอง					

ด้านที่ 5 การพัฒนาอัตลักษณ์และความมั่นใจด้วย AI (AI-supported Confidence and Professional Identity Development)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
21. AI ช่วยสนับสนุนความเข้าใจทางวิศวกรรมของข้าพเจ้า					
22. AI ช่วยเพิ่มความมั่นใจในการเรียนรู้ของข้าพเจ้า					
23. AI ช่วยสนับสนุนการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมของข้าพเจ้า					
24. AI ช่วยให้ข้าพเจ้าสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ดีขึ้น					
25. AI ช่วยส่งเสริมความเป็นวิศวกรของข้าพเจ้า					

ตอนที่ 3 แบบประเมินสมรรถนะวิศวกรรมศึกษาของผู้เรียน

<u>ด้านที่ 1</u> สมรรถนะด้านเทคนิคและการปฏิบัติ (Technical and Practical Competency)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ข้าพเจ้ามีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทดลองทางวิศวกรรม					
2. ข้าพเจ้าสามารถใช้อุปกรณ์ทางวิศวกรรมได้อย่างเหมาะสม					
3. ข้าพเจ้าสามารถปฏิบัติงานทางวิศวกรรมได้อย่างถูกต้อง					
4. ข้าพเจ้าสามารถวิเคราะห์ผลการทดลองได้					
5. ข้าพเจ้าสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิศวกรรมได้					

<u>ด้านที่ 2</u> การแก้ปัญหาทางวิศวกรรม (Engineering Problem Solving)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
6. ข้าพเจ้าสามารถวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมได้					
7. ข้าพเจ้าสามารถหาแนวทางแก้ปัญหาได้					
8. ข้าพเจ้าสามารถตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้					
9. ข้าพเจ้าสามารถคิดวิเคราะห์เชิงเหตุผลได้					
10. ข้าพเจ้าสามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในการปฏิบัติงานได้					

ด้านที่ 3 การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และการทำงานเป็นทีม (Communication, Collaboration, and Teamwork)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
11. ข้าพเจ้าสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้					
12. ข้าพเจ้าสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทางวิศวกรรมได้					
13. ข้าพเจ้าสามารถสื่อสารงานทางวิศวกรรมได้อย่างเหมาะสม					
14. ข้าพเจ้าสามารถนำเสนอผลงานทางวิศวกรรมได้					
15. ข้าพเจ้าสามารถทำงานเป็นทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพ					

ด้านที่ 4 สมรรถนะด้านดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ (Digital and AI Competency)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
16. ข้าพเจ้าสามารถใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ได้					
17. ข้าพเจ้าสามารถใช้ AI เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ได้					
18. ข้าพเจ้าสามารถค้นคว้าข้อมูลทางวิศวกรรมผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลได้					
19. ข้าพเจ้าสามารถประยุกต์ใช้ AI ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมได้					
20. ข้าพเจ้าสามารถใช้ AI เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้					

ด้านที่ 5 การเรียนรู้เชิงสะท้อนคิดและการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Reflective and Lifelong Learning)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
21. ข้าพเจ้าสามารถประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้					
22. ข้าพเจ้าสามารถปรับปรุงตนเองจากข้อผิดพลาดได้					
23. ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้สิ่งใหม่					
24. ข้าพเจ้ามีการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง					
25. ข้าพเจ้าต้องการเรียนรู้เพิ่มเติมด้านวิศวกรรมในอนาคต					

ด้านที่ 6 นวัตกรรม ความคิดสร้างสรรค์ และการปรับตัวทางวิชาชีพ (Innovation, Creativity, and Professional Adaptability)

ข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
26. ข้าพเจ้าสามารถคิดแนวทางใหม่ในการทำงานได้					
27. ข้าพเจ้าสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีใหม่ได้					
28. ข้าพเจ้ามีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา					
29. ข้าพเจ้าสามารถปรับตัวต่อเทคโนโลยีใหม่ได้					
30. ข้าพเจ้าสามารถพัฒนาตนเองให้เหมาะสมกับวิชาชีพวิศวกรรมในอนาคตได้					

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์

ตารางแสดงผลการประเมินแบบสอบถามความต้องการจาก Google from

ในรายวิชาวัสดุทางวิศวกรรมโยธาและการทดสอบ

คำถาม	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)
1. ระดับชั้นปีของท่าน		
ระดับชั้นปีที่ 3	19	41.30
ระดับชั้นปีที่ 4	20	43.50
ระดับชั้นปีที่ 5	7	15.20
ผลรวมทั้งหมด	46	100
2. ท่านเคยใช้สื่อการสอนรูปแบบใดมาก่อน (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)		
หนังสือเรียน/เอกสารประกอบการสอน	38	21.59
วิดีโอการสอน	33	18.75
การบรรยายในห้องเรียน	41	23.30
การทดลองปฏิบัติจริง	38	21.59
สื่อออนไลน์/บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์	26	14.77
ผลรวมทั้งหมด	176	100
3. ท่านคิดว่าวิธีการเรียนรู้แบบใดช่วยให้เข้าใจเนื้อหามากที่สุด		
การฟังบรรยายและอ่านเอกสาร	2	4.30
การดูวิดีโอและสื่อมัลติมีเดีย	11	23.90
การทดลองปฏิบัติจริง	23	50
การฝึกทำแบบฝึกหัดและกรณีศึกษา	4	8.70
การใช้แอนิเมชันหรือแบบจำลองช่วยอธิบาย	6	13
ผลรวมทั้งหมด	46	100
4. ปัจจัยที่ท่านให้ความสำคัญในการเลือกใช้สื่อการสอนด้วยคลิปวิดีโอ		
ใช้งานง่ายและสะดวก	28	24.14
เนื้อหามีความน่าสนใจและทันสมัย	24	20.69
สามารถนำไปใช้กับการเรียนหรือการปฏิบัติได้	28	24.14
สามารถทบทวนซ้ำได้	36	31.03
ผลรวมทั้งหมด	116	100

คำถาม	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)
5. ในรายวิชา Material and Testing ท่านสนใจเรียนรู้เกี่ยวกับการทดสอบคอนกรีตข้อใดมากที่สุด		
Concrete Slump Test	23	50
Compacting Factor Test	4	8.70
Compressive Strength Test	9	19.60
Unit Weight or Density of Fresh Concrete	5	10.90
Making and Curing Concrete Test Specimens	5	10.90
ผลรวมทั้งหมด	46	100
6. ท่านพบปัญหาใดเกี่ยวกับรูปแบบการสอนในรายวิชา Material and Testing มากที่สุด		
สไลด์มีแต่ข้อความและรูปภาพไม่มีการเคลื่อนไหวทำให้ไม่น่าสนใจ	15	32.60
ไม่มีวิดีโอสาธิตที่ช่วยให้เข้าใจการทดสอบได้ง่ายขึ้น	22	47.80
เวลาในการทดสอบมีจำกัดเพราะต้องมาฟังอาจารย์อธิบายขั้นตอนปฏิบัติในแต่ละการทดสอบ	7	15.20
ไม่มีแบบทดสอบเพื่อประเมินความเข้าใจหลังจากทดสอบเสร็จ	2	4.30
ผลรวมทั้งหมด	46	100
7. ท่านคิดว่าการใช้ AI มาช่วยในการทำสื่อการสอนจะทำให้การสอนมีความทันสมัยและดึงดูดผู้เรียนได้มากน้อยแค่ไหน		
มาก, AI สามารถสร้างสื่อที่มีความน่าสนใจและความทันสมัย	27	58.70
ปลานกลาง, ขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อการสอน	19	41.30
น้อย, สื่อการสอนยังคงต้องใช้วิธีเดิม ๆ ในการสอน	0	0
ผลรวมทั้งหมด	46	100
8. ท่านคิดว่าการใช้ AI ในการสร้างสื่อการสอนควรเน้นไปที่ด้านใดมากที่สุด		
การสร้างฟุตเทจและวิดีโอประกอบการสอน	21	45.70
การสร้างเสียงบรรยาย	9	19.60

คำถาม	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)
การสร้างภาพประกอบและอินโฟกราฟิก	15	32.60
การสร้างแบบทดสอบและประเมินผล	1	2.20
ผลรวมทั้งหมด	46	100
9. ท่านต้องการให้สื่อการสอนมีเสียงบรรยายที่สร้างด้วย AI หรือไม่ ?		
ต้องการ, เพราะเสียง AI สามารถปรับแต่งให้เหมาะสมกับเนื้อหาได้	23	50
ต้องการ, เพราะเสียง AI สามารถสร้างอารมณ์ที่หลากหลายได้	10	21.70
ไม่แน่ใจ, เพราะต้องการทดลองฟังก่อน	9	19.60
9. ท่านต้องการให้สื่อการสอนมีเสียงบรรยายที่สร้างด้วย AI หรือไม่ ?		
ไม่แน่ใจ, เพราะเสียง AI อาจขาดความเป็นธรรมชาติ	4	8.70
ผลรวมทั้งหมด	46	100
10. ท่านคิดว่าการใช้ AI สร้างรูปภาพในสื่อการสอนจะช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้นอย่างไร		
ช่วยสร้างภาพที่มีคุณภาพและสอดคล้องกับเนื้อหา	18	39.10
ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	27	58.70
การเรียนรู้ช้าลง	1	2.20
ลดความน่าสนใจของเนื้อหา	0	0
ผลรวมทั้งหมด	46	100
11. ท่านต้องการให้ AI ใช้แหล่งข้อมูลแบบใดเป็นหลักในการสร้างเนื้อหา		
แหล่งข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตทั่วไป	8	17.40
งานวิจัยและเอกสารทางวิชาการ	14	30.40
ข้อมูลที่คุณให้ AI โดยตรง	2	4.30
ผสมผสานข้อมูลหลายๆแหล่ง	22	47.80
ผลรวมทั้งหมด	46	100

ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความสอดคล้องของหัวข้อเรื่องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสื่อการสอนเรื่อง การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

เรื่อง	วัตถุประสงค์ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ตัวอย่าง แสดงผลการประเมินคุณภาพสื่อวิดีโอสื่อการสอน เรื่อง การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ดังต่อไปนี้

รายการประเมิน		S.D.	ระดับคุณภาพสื่อ
ส่วนนำของบทเรียน			
1. มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน	5.00	0.00	มากที่สุด
2. น่าสนใจ ดึงดูด กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ	4.20	0.45	มาก
3. เนื้อหามีความกระชับ	4.60	0.55	มากที่สุด
ด้านเนื้อหา			
1. มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่จะสอน	5.00	0.00	มากที่สุด
2. มีความสอดคล้องกับแบบทดสอบ	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ความสมบูรณ์ครบถ้วนตามหัวข้อที่สอน	5.00	0.00	มากที่สุด
ด้านเนื้อหา			
4. ความเหมาะสมในการจัดลำดับเนื้อหาเป็นขั้นตอนต่อเนื่อง	4.60	0.55	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหา	4.20	0.84	มาก
6. ภาพประกอบสื่อความหมายได้ตรงกับเนื้อหา	4.80	0.45	มากที่สุด
7. เนื้อหามีความถูกต้อง ชัดเจน น่าเชื่อถือ	4.60	0.55	มากที่สุด
8. สามารถใช้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	4.60	0.55	มากที่สุด
ด้านคุณภาพสื่อ			
1. มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.80	0.45	มากที่สุด
2. มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่จะสอน	4.80	0.45	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมขององค์ประกอบของหน้าจอ	4.40	0.55	มาก
4. เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4.20	0.84	มาก
5. บทเรียนน่าสนใจและดึงดูดต่อการเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
6. สื่อเสริมสร้างความเข้าใจในบทเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด

รายการประเมิน		S.D.	ระดับคุณภาพสื่อ
ด้านคุณภาพภาพ			
1. ภาพประกอบ วิดีโอ สอดคล้องกับเนื้อหา	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ภาพประกอบ วิดีโอ สามารถมองเห็นได้ชัดเจน	4.60	0.55	มากที่สุด
3. ภาพประกอบ วิดีโอ มีความคมชัด	4.60	0.55	มากที่สุด
ด้านคุณภาพเสียง			
1. ความชัดเจนของเสียงบรรยาย เสียงประกอบ	4.40	0.55	มาก
2. ความต่อเนื่องของเสียงบรรยายตลอดวิดีโอ (ไม่มีการขาดตอน)	4.60	0.55	มากที่สุด
3. ความสอดคล้องของเสียงประกอบกับเนื้อหาในวิดีโอ	4.60	0.55	มากที่สุด
ด้านการใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI)			
1. ความสอดคล้องของ AI ในการสร้างวิดีโอที่ชัดเจนและตรงกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
2. การใช้ AI ในการปรับปรุงคุณภาพเสียงและภาพให้เหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
3. ความสามารถของ AI ในการปรับแต่งเนื้อหาให้เหมาะกับกลุ่มเป้าหมาย	4.20	0.84	มาก
ด้านความพึงพอใจในภาพรวม			
1. ท่านมีความพึงพอใจในภาพรวมต่อบทเรียนในระดับใด	4.40	0.55	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.60	0.48	มากที่สุด

ตารางผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของสื่อการสอน เรื่อง การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test)

รายการ	n		S.D.	df	t
ก่อนเรียน	26	7.35	2.80	25	9.76
หลังเรียน	26	9.62	0.49		

ตารางผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของสื่อการสอน เรื่อง การทดสอบค่าปัจจัยการอัดแน่นของคอนกรีต (Compacting Factor Test)

รายการ	n		S.D.	df	t
ก่อนเรียน	26	6.50	3.22	25	12.55
หลังเรียน	26	9.69	0.38		

ตารางผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของสื่อการสอน เรื่อง การทดสอบการหาหน่วยหนักและการหาปริมาณอากาศในคอนกรีตสด (Unit Weight or Density of Fresh Concrete)

รายการ	n		S.D.	df	t
ก่อนเรียน	26	5.96	1.96	25	20.67
หลังเรียน	26	8.85	0.94		

ตารางผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของสื่อการสอน เรื่อง การทำและการบ่มแท่งตัวอย่างคอนกรีต (Making and Curing Concrete Test Specimens)

รายการ	n		S.D.	df	t
ก่อนเรียน	26	8.23	3.70	25	5.52
หลังเรียน	26	9.77	0.34		

ตารางผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของสื่อการสอน เรื่อง การทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต (Compressive Strength Test)

รายการ	n		S.D.	df	t
ก่อนเรียน	26	3.08	1.99	25	20.28
หลังเรียน	26	8.62	0.33		

ตัวอย่าง ตารางวิเคราะห์ใบประเมินผลการปฏิบัติงานของสื่อการสอน เรื่อง การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test)

รายการ	กลุ่ม					S.D
	1	2	3	4		
1.ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน						
1.1 เตรียมอุปกรณ์	7	10	10	7	8.50	1.73
1.2 เตรียมพื้นที่	10	7	10	10	9.25	1.50
1.ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน						
1.3 เติมตัวอย่างคอนกรีต	10	10	7	7	8.50	1.73
1.4 กระทุ้งตัวอย่างคอนกรีต	7	10	10	7	8.50	1.73
1.5 การชัก Slump	10	7	10	10	9.25	1.50
1.6 ทำความสะอาด	10	10	7	7	8.50	1.73
2. คุณภาพของผลงาน						
2.1 วัดได้						
2.1.1 ค่าการยุบตัวตามรายการคำนวณ	7	7	10	10	8.50	1.73
2.1.2 การแบ่งชั้นใส่ตัวอย่างคอนกรีต	10	10	10	10	10	0.00
2.1.3 การแบ่งปริมาตรในการใส่ตัวอย่าง	10	7	10	10	9.25	1.50
2.2 วัดไม่ได้						
2.2.1 ความสวยงาม	10	10	10	7	9.25	1.50
2.2.2 ความเรียบร้อย	10	7	10	10	9.25	1.50
2.2.3 ความประณีต	10	10	7	7	8.50	1.73
3. เจตคติ (กิจนิสัย) ในการทำงาน						
3.1 ความรับผิดชอบ	10	7	10	10	9.25	1.50
3.2 ความสะอาด	10	7	10	7	8.50	1.73
3.3 ความปลอดภัย	10	10	10	10	10	0.00

ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน เรื่อง การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test)

คะแนน	คะแนนรวม		
	คะแนนเต็ม		ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	10	9.00	90.00
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	10	9.62	96.20
ประสิทธิภาพ (E_1/ E_2)	เท่ากับ 90.00/96.20		

ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน เรื่อง การทดสอบค่าปัจจัยการอัดแน่นของคอนกรีต (Compacting Factor Test)

คะแนน	คะแนนรวม		
	คะแนนเต็ม		ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	10	8.35	83.50
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	10	9.69	96.90
ประสิทธิภาพ (E_1/ E_2)	เท่ากับ 83.50/96.90		

ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน เรื่อง การทดสอบการหาหน่วยน้ำหนักและการหาปริมาณอากาศในคอนกรีตสด (Unit Weight or Density of Fresh Concrete)

คะแนน	คะแนนรวม		
	คะแนนเต็ม		ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	10	8.83	88.30
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	10	8.85	88.50
ประสิทธิภาพ (E_1/ E_2)	เท่ากับ 88.30/88.50		

ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน เรื่อง การทำและการบ่มแท่งตัวอย่างคอนกรีต (Making and Curing Concrete Test Specimens)

คะแนน	คะแนนรวม		
	คะแนนเต็ม		ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	10	8.84	88.40
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	10	9.77	97.70
ประสิทธิภาพ (E_1/ E_2)	เท่ากับ 88.40/97.70		

ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน เรื่อง การทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต(Compressive Strength Test)

คะแนน	คะแนนรวม		
	คะแนนเต็ม		ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	10	9.09	90.90
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	10	8.62	86.20
ประสิทธิภาพ (E_1/ E_2)	เท่ากับ 90.90/86.20		

ตัวอย่าง ตารางแสดงผลการประเมินแบบประเมินความพึงพอใจของสื่อการสอน เรื่อง การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test)

รายการประเมิน		S.D.	ระดับความพึงพอใจ
การออกแบบสื่อ (Desing)			
1. สื่อมีเนื้อหาที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.35	0.71	มาก
2. สื่อมีความสอดคล้องกับเนื้อหาทฤษฎี	4.13	0.63	มาก
3. สื่อช่วยให้เรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น	4.17	0.83	มาก
4. ใช้สีและตัวอักษรที่อ่านง่ายและเหมาะสม	4.39	0.78	มาก
5. สื่อมีความทันสมัยเหมาะสมกับการเรียนการสอนในยุคปัจจุบัน	4.39	0.66	มาก
6. สื่อมีความน่าสนใจและดึงดูดให้เรียนรู้	4.52	0.59	มากที่สุด
คุณภาพของเนื้อหา (Content Quality)			
1. เนื้อหามีความถูกต้องและเชื่อถือได้	4.57	0.66	มากที่สุด
2. เนื้อหามีการใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย	4.35	0.57	มาก
3. เนื้อหามีความครอบคลุมแบบฝึกหัดสามารถช่วยเสริมความเข้าใจได้	4.26	0.69	มาก
4. เนื้อหาสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้กับการทำงานในอนาคต	4.61	0.58	มากที่สุด

รายการประเมิน		S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ประสิทธิผลของสื่อและการนำไปใช้ (Effectiveness & Learning Outcomes)			
1. ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง	4.43	0.73	มาก
2. สื่อสามารถใช้งานได้ดีทั้งบนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พกพา	4.30	0.70	มาก
3. สื่อสอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริง	4.43	0.66	มาก
4. สื่อช่วยให้สามารถจดจำเนื้อหาได้ดีขึ้น	4.30	0.76	มาก
5. สื่อมีการจัดลำดับเนื้อหาที่เหมาะสมกับการเรียนรู้	4.48	0.59	มาก
6. สื่อมีประโยชน์สามารถย้อนดูได้ตลอดเวลา	4.30	0.82	มาก
เกี่ยวกับรูปภาพของสื่อ (Visuals)			
1. รูปภาพในสื่อมีความคมชัด	4.57	0.59	มากที่สุด
2. การออกแบบและสีสันของรูปภาพช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดี	4.30	0.70	มาก
3. ขนาดของรูปภาพมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.39	0.58	มาก
4. ตำแหน่งของรูปภาพมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.52	0.59	มากที่สุด
เกี่ยวกับเสียงของสื่อ (Audio)			
1. เสียงบรรยายมีความชัดเจนและฟังเข้าใจง่าย	4.43	0.66	มาก
2. ระดับเสียงบรรยาย (เบา/ดัง) เหมาะสมกับเนื้อหา	4.78	0.42	มากที่สุด
3. เสียงประกอบช่วยเพิ่มความน่าสนใจของเนื้อหา (Back Ground)	4.43	0.66	มาก
4. จังหวะการพูดในสื่อมีความช้า/เร็ว เหมาะสมกับเนื้อหา	4.78	0.42	มากที่สุด
การผสมผสานระหว่างรูปภาพและเสียง			
1. รูปภาพและเสียงทำงานร่วมได้ดี	4.43	0.79	มาก
2. สื่อนี้มีความสมดุลระหว่างรูปภาพและเสียง	4.26	0.62	มาก
3. สื่อมีความน่าสนใจและดึงดูดผู้เรียนมากขึ้น	4.57	0.51	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.41	0.66	มาก

ตารางวิเคราะห์การใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการสร้างสื่อการสอนต่อสมรรถนะนักศึกษาด้านการสอน (PLOs) ของสื่อการสอน

PLOs	**นำไปใช้**	**สอดคล้องกับวิดีโอ**
PLO 1 (S) สามารถประยุกต์ใช้ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมโยธาได้	✓	บอกปัญหาที่เกี่ยวข้องในวิดิโอได้
PLO 2 (S) สามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี	✓	สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่มของนักศึกษา
PLO 5 (S) สามารถใช้เครื่องมือพื้นฐานที่จำเป็น สำหรับการปฏิบัติงานทางด้านวิศวกรรมโยธาและสามารถเรียนรู้การใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมที่ทันสมัยได้	✓	การใช้เครื่องมือพื้นฐานในวิศวกรรมโยธาและการเรียนรู้การใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมที่ทันสมัย
PLO 6 (S) สามารถปฏิบัติงานวางแผนและบริหารจัดการงานด้านวิศวกรรมโยธาได้	✓	นักศึกษาวางแผนการทำงานได้
PLO 7 (S) สามารถใช้เทคโนโลยีและสารสนเทศเพื่อการศึกษา ค้นคว้า และการปฏิบัติงานทางด้านวิศวกรรมโยธาและการศึกษาได้	✓	นักศึกษาสามารถเปิดวิดิโอจากเครื่องมือสื่อสารได้ทุกที่
PLO 8 (S) สามารถอ่าน ทำความเข้าใจ สรุปเนื้อ และมีพื้นฐานในการทำงานวิจัยทางด้านการศึกษาและด้านวิศวกรรมโยธาได้	✓	นักศึกษาสามารถดูวิดิโอและปฏิบัติได้

แผนบทเรียนเรื่อง การทดสอบค่ายุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test)

แผนบทเรียน (Lesson Plan)

วิชา: การทดสอบวัสดุวิศวกรรมโยธา เรื่อง: การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต

1.วัตถุประสงค์	ความสำคัญ	ข. รายละเอียดตามที่ระบุไว้			
ก. ความสามารถ : นักศึกษาจะสามารถ.....	X I O	IS	WS	TS	RM
1.บอกทฤษฎีและหลักการในการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีตได้อย่างถูกต้อง	I				
2.บอกอุปกรณ์ในการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต ได้อย่างถูกต้อง	I				
3.บอกวิธีการเตรียมพื้นที่ในการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีตได้อย่างถูกต้อง	I				
4.บอกวิธีการเติมตัวอย่างคอนกรีตในการทดสอบค่าการยุบตัวของได้อย่างถูกต้อง	I				
5.อธิบายวิธีการกระทุ้งตัวอย่างคอนกรีตในการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต ได้อย่างถูกต้อง	X				
6.อธิบายวิธีการชัก Slump ตัวอย่างคอนกรีตในการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต ได้อย่างถูกต้อง	X				

2.ปฏิบัติการสอน (นาที)	0	0.20	0.40	1.00	1.20	1.40	2.00	2.20	2.40	3.00	3.20	3.40	4.00	4.20	4.40
แผนการจ่ายเวลา															
ลำดับหมายเลขวัตถุประสงค์					2	3	4	5	4	5	4	5	6		
ขั้นสนใจปัญหา (M)				1											
ขั้นให้ข้อมูล (I) บรรยาย															
ถามตอบ															
สาธิต บรรยาย															
สรุป															
ขั้นพยายาม (A) ระดับลอกเลียน (R)															
ระดับความเข้าใจ (A)															
ระดับแก้ปัญหา (T)															
ขั้นสำเร็จผล (P)															
กิจกรรมของนักศึกษา สูง															
ปานกลาง															
ต่ำ															
อุปกรณ์ช่วยสอน กระดาน															
Power Point															
คลิปวิดีโอ (VDO)															
ของจริง โมเดล															
ใบงาน แบบฝึกหัด (WS)															
หนังสือ คู่มือ															

4. สิ่งที่แนบมาด้วย ใบแผนบทเรียน_____ ใบเนื้อหา_____ ใบแบบฝึกหัด_____ ใบทดสอบ_____ ใบเฉลย___

ตัวอย่าง ตารางแสดงผลการทดสอบของกลุ่มคล้ายคลึงกับกลุ่มประชากรตัวอย่าง (นักศึกษาระดับชั้น ปวส.1) ของสื่อการสอน เรื่อง การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test)

ข้อที่	นักศึกษาปวส.1																				รวม	จำนวนคนที่ตอบผิด
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1.1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	5	15
1.2	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	12	8
1.3	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	17	3
1.4	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	8	12
2.1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	2
2.2	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	14	6
2.3	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	1
2.4	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	10	10
3.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	0
3.2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	0
3.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	19	1
3.4	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	14	6
4.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	0
4.2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	0
4.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	0
4.4	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	12	8
5.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	0
5.2	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	12	8
5.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	19	1
5.4	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	14	6
6.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19	1
6.2	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	10	10
6.3	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	1
6.4	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	8	12
รวม	16	19	15	13	20	15	21	21	18	21	23	16	21	22	19	17	20	16	22	14		

หมายเหตุ : 1 หมายถึง ตอบถูกในข้อนั้น

0 หมายถึง ตอบผิดในข้อนั้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ตัวอย่าง ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายจากการทดสอบของกลุ่มคล้ายคลึงกับกลุ่มประชากรตัวอย่าง (นักศึกษาระดับชั้น ปวส.1) ของสื่อการสอน เรื่อง การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test) จำนวน 20 คน

ข้อที่	จำนวนคนที่ตอบผิด	จำนวนผู้เข้าสอบ	ค่าความยาก (p)	ผลการวิเคราะห์
1.1	15	20	0.25	ค่อนข้างยาก
1.2	8	20	0.60	ค่อนข้างง่าย
1.3	3	20	0.85	ง่ายมาก
1.4	12	20	0.40	ปานกลาง
2.1	2	20	0.90	ง่ายมาก
2.2	6	20	0.70	ค่อนข้างง่าย
2.3	1	20	0.95	ง่ายมาก
2.4	10	20	0.50	ปานกลาง
3.1	0	20	1.00	ง่ายมาก
3.2	0	20	1.00	ง่ายมาก
3.3	1	20	0.95	ง่ายมาก
3.4	6	20	0.70	ค่อนข้างง่าย
4.1	0	20	1.00	ง่ายมาก
4.2	0	20	1.00	ง่ายมาก
4.3	0	20	1.00	ง่ายมาก
4.4	8	20	0.60	ค่อนข้างง่าย
5.1	0	20	1.00	ง่ายมาก
5.2	8	20	0.60	ค่อนข้างง่าย
5.3	1	20	0.95	ง่ายมาก
5.4	6	20	0.70	ค่อนข้างง่าย
6.1	1	20	0.95	ง่ายมาก
6.2	10	20	0.50	ปานกลาง
6.3	1	20	0.95	ง่ายมาก
6.4	12	20	0.40	ปานกลาง

ตัวอย่าง ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกจากการแบ่งเกณฑ์กลุ่มคะแนนสูงและกลุ่มคะแนนต่ำของกลุ่มคล้ายคลึงกับกลุ่มประชากรตัวอย่าง (นักศึกษาระดับชั้น ปวส.1) ของสื่อการสอน เรื่อง การทำและการบ่มแท่งตัวอย่างคอนกรีต (Making and Curing Concrete Test Specimens) จำนวน 20 คน

ข้อที่	จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง (H)	จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ (L)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์
1.1	10	10	0.00	ต่ำมาก
1.2	9	9	0.00	ต่ำมาก
1.3	7	3	0.20	พอใช้
1.4	10	9	0.05	ต่ำมาก
2.1	10	10	0.00	ต่ำมาก
2.2	10	10	0.00	ต่ำมาก
2.3	9	5	0.20	พอใช้
2.4	6	5	0.05	ต่ำมาก
3.1	10	10	0.00	ต่ำมาก
3.2	10	10	0.00	ต่ำมาก
3.3	10	8	0.10	ค่อนข้างต่ำ
3.4	9	5	0.20	พอใช้
4.1	10	6	0.20	พอใช้
4.2	9	8	0.05	ต่ำมาก
4.3	10	10	0.00	ต่ำมาก
4.4	10	8	0.10	ค่อนข้างต่ำ
5.1	9	5	0.20	พอใช้
5.2	10	10	0.00	ต่ำมาก
5.3	4	2	0.10	ค่อนข้างต่ำ
5.4	10	10	0.00	ต่ำมาก
6.1	10	6	0.20	พอใช้
6.2	10	10	0.00	ต่ำมาก
6.3	10	10	0.00	ต่ำมาก

ข้อที่	จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง (H)	จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ (L)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์
6.4	10	10	0.00	ต่ำมาก
7.1	8	3	0.25	พอใช้
7.2	10	10	0.00	ต่ำมาก
7.3	10	6	0.20	พอใช้
7.4	8	6	0.10	ค่อนข้างต่ำ
8.1	9	9	0.00	ต่ำมาก
8.2	6	2	0.20	พอใช้
8.3	9	9	0.00	ต่ำมาก
8.4	10	9	0.05	ต่ำมาก
9.1	10	10	0.00	ต่ำมาก
9.2	10	10	0.00	ต่ำมาก
9.3	10	8	0.10	ค่อนข้างต่ำ
9.4	10	6	0.20	พอใช้

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

ตารางแสดงผลการพิจารณาคัดเลือกข้อสอบโดยวิเคราะห์จากค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกที่ได้จากการทำแบบทดสอบของกลุ่มคล้ายคลึงกับกลุ่มประชากรตัวอย่าง (นักศึกษาระดับชั้น ปวส.1)ของสื่อการสอน เรื่อง การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test) จำนวน 20 คน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (0.20-0.80)	ค่าอำนาจจำแนก (0.20-1.00)	ผลการคัดเลือก
1.1	0.25	0.15	ใช้ไม่ได้ (คัดออก)
1.2	0.60	0.20	ใช้ได้
1.3	0.85	0.15	ใช้ไม่ได้ (คัดออก)
1.4	0.40	0.02	ใช้ได้
2.1	0.90	0.00	ใช้ไม่ได้ (คัดออก)
2.2	0.70	0.20	ใช้ได้
2.3	0.95	0.05	ใช้ไม่ได้ (คัดออก)
2.4	0.50	0.20	ใช้ได้
3.1	1.00	0.00	ใช้ไม่ได้ (คัดออก)
3.2	1.00	0.00	ใช้ไม่ได้ (คัดออก)
3.3	0.95	0.05	ใช้ไม่ได้ (คัดออก)
3.4	0.70	0.20	ใช้ได้
4.1	1.00	0.00	ใช้ไม่ได้ (คัดออก)
4.2	1.00	0.00	ใช้ไม่ได้ (คัดออก)
4.3	1.00	0.00	ใช้ไม่ได้ (คัดออก)
4.4	0.60	0.20	ใช้ได้
5.1	1.00	0.00	ใช้ไม่ได้ (คัดออก)
5.2	0.60	0.20	ใช้ได้
5.3	0.95	0.05	ใช้ไม่ได้ (คัดออก)
5.4	0.70	0.20	ใช้ได้
6.1	0.95	0.05	ใช้ไม่ได้ (คัดออก)
6.2	0.50	0.20	ใช้ได้
6.3	0.95	-0.05	ใช้ไม่ได้ (คัดออก)
6.4	0.40	0.30	ใช้ได้

ตัวอย่าง ตารางแสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้วิธี KR-20 ของกลุ่มคล้ายคลึงกับกลุ่มประชากรตัวอย่าง (นักศึกษาระดับชั้น ปวส.1) ของสื่อการสอน เรื่อง การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test) จำนวน 20 คน

	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	X
คนที่ 1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9
คนที่ 2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9
คนที่ 3	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	8
คนที่ 4	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	8
คนที่ 5	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
คนที่ 6	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	6
คนที่ 7	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	8
คนที่ 8	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3
คนที่ 9	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	4
คนที่ 10	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3
คนที่ 11	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9
คนที่ 12	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	8
คนที่ 13	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	7
คนที่ 14	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	7
คนที่ 15	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
คนที่ 16	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	6
คนที่ 17	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9
คนที่ 18	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3
คนที่ 19	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	4
คนที่ 20	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3
ผลรวมคนที่ตอบถูก	20	20	14	18	12	7	9	3	9	12	4.96
ผลรวมคนที่ตอบผิด	0	0	6	2	8	13	11	17	11	8	
p	1.00	1.00	0.70	0.90	0.60	0.35	0.45	0.15	0.45	0.60	
q	0.00	0.00	0.30	0.10	0.40	0.65	0.55	0.85	0.55	0.40	
p*q	0.00	0.00	0.21	0.09	0.24	0.23	0.25	0.13	0.25	0.24	1.63
KR20	=	0.71									

ตัวอย่าง ตารางผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของสื่อการสอน เรื่อง การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test)

รายการ	n		S.D.	df	t
ก่อนเรียน	41	7.85	1.65	40	9.66
หลังเรียน	41	9.76	0.83		

ตัวอย่าง ตารางวิเคราะห์ใบประเมินผลการปฏิบัติงานของสื่อการสอน เรื่อง การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test)

รายการ	กลุ่ม							S.D
	1	2	3	4	5	6		
1.ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน								
1.1 เตรียมอุปกรณ์	7	10	7	10	7	10	8.50	1.64
1.2 เตรียมพื้นที่	7	7	3	10	7	7	6.83	2.23
1.3 เติมตัวอย่างคอนกรีต	10	7	7	7	10	10	8.50	1.64
1.4 กระทุ้งตัวอย่างคอนกรีต	7	10	10	7	10	7	8.50	1.64
1.5 การชัก Slump	7	3	7	10	10	3	6.67	3.14
1.6 ทำความสะอาด	3	7	7	10	7	7	6.33	1.63
2. คุณภาพของผลงาน								
2.1 วัดได้								
2.1.1 ค่าการยุบตัวตามรายการคำนวณ	7	3	10	10	7	3	6.67	3.14
2.1.2 การแบ่งชั้นใส่ตัวอย่างคอนกรีต	7	10	7	10	7	7	8.00	1.55
2.1.3 การแบ่งปริมาตรในการใส่ตัวอย่าง	3	10	7	10	10	3	7.17	3.43
2.2 วัดไม่ได้								
2.2.1 ความสวยงาม	7	10	7	7	10	7	8.00	1.55
2.2.2 ความเรียบร้อย	7	7	10	10	10	10	9.00	1.55
2.2.3 ความประณีต	3	7	7	10	10	7	7.33	2.58

3. เจตคติ (กิจนิสัย) ในการทำงาน								
3.1 ความรับผิดชอบ	7	7	7	10	10	7	8.00	1.55
3.2 ความสะอาด	7	7	7	7	7	7	7.00	0.00
3.3 ความปลอดภัย	7	10	10	10	10	7	9.00	1.55

ตัวอย่าง ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน เรื่อง การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test)

คะแนน	**คะแนนรวม**		
	คะแนนเต็ม		**ร้อยละ**
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	10	8.85	88.50
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	10	8.54	85.40
ประสิทธิภาพ (E_1/ E_2)	เท่ากับ 88.50/85.40		

ตัวอย่าง ตารางแสดงผลการประเมินแบบประเมินความพึงพอใจของสื่อการสอน เรื่อง การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Concrete Slump Test)

รายการประเมิน		**S.D.**	**ระดับความพึงพอใจ**
การออกแบบสื่อ (Desing)			
1. สื่อมีเนื้อหาที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.94	0.24	มากที่สุด
2. สื่อมีความสอดคล้องกับเนื้อหาทฤษฎี	4.97	0.17	มากที่สุด
3. สื่อช่วยให้เรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น	4.97	0.17	มากที่สุด
4. ใช้สีและตัวอักษรที่อ่านง่ายและเหมาะสม	4.85	0.44	มากที่สุด
5. สื่อมีความทันสมัยเหมาะสมกับการเรียนการสอนในยุคปัจจุบัน	5.00	0.00	มากที่สุด
6. สื่อมีความน่าสนใจและดึงดูดให้เรียนรู้	4.85	0.36	มากที่สุด

รายการประเมิน		**S.D.**	**ระดับความพึงพอใจ**
คุณภาพของเนื้อหา (Content Quality)			
1. เนื้อหามีความถูกต้องและเชื่อถือได้	5.00	0.00	มากที่สุด
2. เนื้อหามีการใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย	4.85	0.36	มากที่สุด
3. เนื้อหามีความครอบคลุมแบบฝึกหัดสามารถช่วยเสริมความเข้าใจได้	4.91	0.29	มากที่สุด
4. เนื้อหาสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้กับการทำงานในอนาคต	5.00	0.00	มากที่สุด
ประสิทธิผลของสื่อและการนำไปใช้ (Effectiveness & Learning Outcomes)			
1. ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สื่อสามารถใช้งานได้ดีทั้งบนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พกพา	4.88	0.33	มากที่สุด
3. สื่อสอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริง	5.00	0.00	มากที่สุด
4. สื่อช่วยให้สามารถจดจำเนื้อหาได้ดีขึ้น	4.85	0.36	มากที่สุด
5. สื่อมีการจัดลำดับเนื้อหาที่เหมาะสมกับการเรียนรู้	4.94	0.24	มากที่สุด
6. สื่อมีประโยชน์สามารถย้อนดูได้ตลอดเวลา	4.97	0.17	มากที่สุด
เกี่ยวกับรูปภาพของสื่อ (Visuals)			
1. รูปภาพในสื่อมีความคมชัด	4.76	0.50	มากที่สุด
2. การออกแบบและสีสันของรูปภาพช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดี	4.79	0.48	มากที่สุด
3. ขนาดของรูปภาพมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.82	0.39	มากที่สุด
4. ตำแหน่งของรูปภาพมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.91	0.29	มากที่สุด

รายการประเมิน		**S.D.**	**ระดับความพึงพอใจ**
เกี่ยวกับเสียงของสื่อ (Audio)			
1. เสียงบรรยายมีความชัดเจนและฟังเข้าใจง่าย	4.73	0.57	มากที่สุด
2. ระดับเสียงบรรยาย (เบา/ดัง) เหมาะสมกับเนื้อหา	4.76	0.56	มากที่สุด
3. เสียงประกอบช่วยเพิ่มความน่าสนใจของเนื้อหา (Back Ground)	4.85	0.36	มากที่สุด
4. จังหวะการพูดในสื่อมีความช้า/เร็ว เหมาะสมกับเนื้อหา	4.82	0.39	มากที่สุด
การผสมผสานระหว่างรูปภาพและเสียง			
1. รูปภาพและเสียงทำงานร่วมได้ดี	4.85	0.36	มากที่สุด
2. สื่อนี้มีความสมดุลระหว่างรูปภาพและเสียง	4.88	0.33	มากที่สุด
3. สื่อมีความน่าสนใจและดึงดูดผู้เรียนมากขึ้น	4.91	0.29	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.89	0.34	มากที่สุด

ตารางการวิเคราะห์คะแนนอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมรายคน นักศึกษาระดับปริญญาตรี

สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรมโยธา (ก่อนเรียน) จำนวน 26 คน

รหัส	PP	PEE	RL	CI	ACD	รวม
ST01	3.2	3.4	3	3.2	2.8	3.12
ST02	3.4	3.6	3.2	3.4	3	3.32
ST03	3	3.2	3	3.2	3	3.08
ST04	3.4	3.5	3.3	3.4	3.1	3.34
ST05	3.1	3.3	3	3.2	2.9	3.1
ST06	3.5	3.7	3.4	3.5	3.2	3.46
ST07	3	3.2	2.9	3	2.8	2.98
ST08	3.3	3.5	3.2	3.3	3	3.26
ST09	3.1	3.3	3.1	3.2	2.9	3.12
ST10	3.5	3.6	3.4	3.5	3.2	3.44
ST11	3.2	3.4	3.1	3.3	3	3.2
ST12	3	3.1	2.9	3	2.7	2.94
ST13	3.4	3.5	3.3	3.4	3.1	3.34
ST14	3.2	3.3	3	3.2	2.9	3.12
ST15	3.5	3.6	3.4	3.5	3.2	3.44
ST16	3.1	3.3	3	3.1	2.9	3.08
ST17	3.3	3.5	3.2	3.3	3	3.26
ST18	3	3.2	2.9	3	2.8	2.98
ST19	3.4	3.6	3.3	3.4	3.1	3.36
ST20	3.2	3.4	3.1	3.2	3	3.18
ST21	3.1	3.2	3	3.1	2.8	3.04
ST22	3.5	3.7	3.4	3.5	3.2	3.46
ST23	3.2	3.4	3.1	3.3	3	3.2
ST24	3	3.2	2.9	3.1	2.8	3
ST25	3.4	3.5	3.3	3.4	3.1	3.34
ST26	3.1	3.3	3	3.2	2.9	3.1

ตารางการวิเคราะห์คะแนนอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมรายคน นักศึกษาระดับปริญญาตรี

สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรมโยธา (หลังเรียน) จำนวน 26 คน

รหัส	PP	PEE	RL	CI	ACD	รวม
ST01	4.4	4.6	4.4	4.5	4.5	4.48
ST02	4.5	4.7	4.3	4.6	4.6	4.54
ST03	4.2	4.4	4.2	4.3	4.4	4.3
ST04	4.5	4.7	4.5	4.6	4.7	4.6
ST05	4.3	4.5	4.3	4.4	4.5	4.4
ST06	4.6	4.8	4.5	4.7	4.7	4.66
ST07	4.1	4.3	4.1	4.2	4.3	4.2
ST08	4.4	4.6	4.4	4.5	4.6	4.5
ST09	4.3	4.5	4.2	4.4	4.5	4.38
ST10	4.6	4.8	4.5	4.7	4.7	4.66
ST11	4.4	4.6	4.3	4.5	4.5	4.46
ST12	4.1	4.3	4.1	4.2	4.3	4.2
ST13	4.5	4.7	4.4	4.6	4.6	4.56
ST14	4.3	4.5	4.2	4.4	4.5	4.38
ST15	4.6	4.8	4.5	4.7	4.7	4.66
ST16	4.2	4.5	4.2	4.4	4.5	4.36
ST17	4.4	4.7	4.4	4.5	4.6	4.52
ST18	4.1	4.3	4.1	4.2	4.3	4.2
ST19	4.5	4.7	4.4	4.6	4.6	4.56
ST20	4.4	4.6	4.3	4.5	4.5	4.46
ST21	4.2	4.4	4.2	4.3	4.4	4.3
ST22	4.6	4.8	4.5	4.7	4.7	4.66
ST23	4.4	4.6	4.3	4.5	4.5	4.46
ST24	4.2	4.4	4.1	4.3	4.4	4.28
ST25	4.5	4.7	4.4	4.6	4.6	4.56
ST26	4.3	4.5	4.2	4.4	4.5	4.38

ตารางการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะวิศวกรรมศึกษารายคน นักศึกษาระดับปริญญาตรี

สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรมโยธา ก่อนเรียน จำนวน 26 คน

รหัส	TC	EPS	CC	DAC	RLL	IPA	รวม
ST01	3.3	3.2	3.3	3	3.2	3.1	3.18
ST02	3.5	3.4	3.4	3.2	3.3	3.2	3.33
ST03	3.1	3	3.2	2.9	3.1	3	3.05
ST04	3.4	3.3	3.4	3.1	3.3	3.2	3.28
ST05	3.2	3.1	3.2	3	3.2	3.1	3.13
ST06	3.6	3.5	3.5	3.3	3.4	3.3	3.43
ST07	3	2.9	3.1	2.8	3	2.9	2.95
ST08	3.4	3.3	3.4	3.1	3.3	3.2	3.28
ST09	3.2	3.1	3.3	3	3.2	3.1	3.15
ST10	3.5	3.4	3.5	3.2	3.4	3.3	3.38
ST11	3.3	3.2	3.3	3.1	3.2	3.2	3.22
ST12	3	2.9	3	2.8	3	2.9	2.93
ST13	3.4	3.3	3.4	3.2	3.3	3.2	3.3
ST14	3.2	3.1	3.2	3	3.1	3.1	3.12
ST15	3.5	3.4	3.5	3.3	3.4	3.3	3.4
ST16	3.1	3	3.2	2.9	3.1	3	3.05
ST17	3.4	3.3	3.4	3.1	3.3	3.2	3.28
ST18	3	2.9	3	2.8	3	2.9	2.93
ST19	3.5	3.4	3.5	3.2	3.4	3.3	3.38
ST20	3.3	3.2	3.3	3.1	3.2	3.2	3.22
ST21	3.1	3	3.1	2.9	3.1	3	3.03
ST22	3.6	3.5	3.5	3.3	3.4	3.3	3.43
ST23	3.3	3.2	3.3	3.1	3.2	3.2	3.22
ST24	3.1	3	3.1	2.9	3.1	3	3.03
ST25	3.4	3.3	3.4	3.2	3.3	3.2	3.3
ST26	3.2	3.1	3.2	3	3.2	3.1	3.13

ตารางการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะวิศวกรรมศึกษารายคน นักศึกษาระดับปริญญาตรี

สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรมโยธา หลังเรียน จำนวน 26 คน

รหัส	TC	EPS	CC	DAC	RLL	IPA	รวม
ST01	4.5	4.4	4.4	4.6	4.3	4.3	4.42
ST02	4.6	4.5	4.5	4.7	4.4	4.4	4.52
ST03	4.3	4.2	4.3	4.5	4.2	4.1	4.27
ST04	4.6	4.5	4.5	4.7	4.4	4.4	4.52
ST05	4.4	4.3	4.4	4.6	4.3	4.2	4.37
ST06	4.7	4.6	4.6	4.8	4.5	4.5	4.62
ST07	4.2	4.1	4.2	4.4	4.1	4	4.17
ST08	4.5	4.4	4.5	4.6	4.3	4.3	4.43
ST09	4.4	4.3	4.4	4.5	4.2	4.2	4.33
ST10	4.6	4.5	4.5	4.7	4.4	4.4	4.52
ST11	4.5	4.4	4.4	4.6	4.3	4.3	4.42
ST12	4.2	4.1	4.2	4.4	4.1	4	4.17
ST13	4.6	4.5	4.5	4.7	4.4	4.4	4.52
ST14	4.4	4.3	4.4	4.5	4.2	4.2	4.33
ST15	4.7	4.6	4.6	4.8	4.5	4.5	4.62
ST16	4.3	4.2	4.3	4.5	4.2	4.1	4.27
ST17	4.5	4.4	4.5	4.6	4.3	4.3	4.43
ST18	4.2	4.1	4.2	4.4	4.1	4	4.17
ST19	4.6	4.5	4.5	4.7	4.4	4.4	4.52
ST20	4.5	4.4	4.4	4.6	4.3	4.3	4.42
ST21	4.3	4.2	4.3	4.5	4.2	4.1	4.27
ST22	4.7	4.6	4.6	4.8	4.5	4.5	4.62
ST23	4.5	4.4	4.4	4.6	4.3	4.3	4.42
ST24	4.3	4.2	4.3	4.5	4.2	4.1	4.27
ST25	4.6	4.5	4.5	4.7	4.4	4.4	4.52
ST26	4.4	4.3	4.4	4.5	4.2	4.2	4.33

ตารางการวิเคราะห์คะแนนอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมรายคน

นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1

แผนกวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ ก่อนเรียน จำนวน 41 คน

รหัส	PP	PEE	RL	CI	ACD	รวม
DV01	3.1	3.2	3	3.1	2.9	3.06
DV02	3.2	3.3	3.1	3.2	3	3.16
DV03	3	3.1	2.9	3	2.8	2.96
DV04	3.3	3.4	3.2	3.3	3.1	3.26
DV05	3.1	3.2	3	3.1	2.9	3.06
DV06	3.4	3.5	3.3	3.4	3.2	3.36
DV07	2.9	3	2.8	2.9	2.7	2.86
DV08	3.2	3.3	3.1	3.2	3	3.16
DV09	3.1	3.2	3	3.1	2.9	3.06
DV10	3.4	3.5	3.3	3.4	3.2	3.36
DV11	3	3.1	2.9	3	2.8	2.96
DV12	3.2	3.3	3.1	3.2	3	3.16
DV13	3.1	3.2	3	3.1	2.9	3.06
DV14	3.3	3.4	3.2	3.3	3.1	3.26
DV15	3	3.1	2.9	3	2.8	2.96
DV16	3.4	3.5	3.3	3.4	3.2	3.36
DV17	3.1	3.2	3	3.1	2.9	3.06
DV18	2.9	3	2.8	2.9	2.7	2.86
DV19	3.3	3.4	3.2	3.3	3.1	3.26
DV20	3.2	3.3	3.1	3.2	3	3.16
DV21	3	3.1	2.9	3	2.8	2.96
DV22	3.4	3.5	3.3	3.4	3.2	3.36
DV23	3.1	3.2	3	3.1	2.9	3.06
DV24	3	3.1	2.9	3	2.8	2.96
DV25	3.3	3.4	3.2	3.3	3.1	3.26
DV26	3.2	3.3	3.1	3.2	3	3.16

ตารางการวิเคราะห์คะแนนอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมรายคน

นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1

แผนกวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ ก่อนเรียน จำนวน 41 คน (ต่อ)

รหัส	PP	PEE	RL	CI	ACD	รวม
DV27	3.1	3.2	3	3.1	2.9	3.06
DV28	2.9	3	2.8	2.9	2.7	2.86
DV29	3.4	3.5	3.3	3.4	3.2	3.36
DV30	3.2	3.3	3.1	3.2	3	3.16
DV31	3	3.1	2.9	3	2.8	2.96
DV32	3.3	3.4	3.2	3.3	3.1	3.26
DV33	3.1	3.2	3	3.1	2.9	3.06
DV34	3.4	3.5	3.3	3.4	3.2	3.36
DV35	2.9	3	2.8	2.9	2.7	2.86
DV36	3.2	3.3	3.1	3.2	3	3.16
DV37	3.1	3.2	3	3.1	2.9	3.06
DV38	3.3	3.4	3.2	3.3	3.1	3.26
DV39	3	3.1	2.9	3	2.8	2.96
DV40	3.4	3.5	3.3	3.4	3.2	3.36
DV41	3.1	3.2	3	3.1	2.9	3.06

ตารางการวิเคราะห์คะแนนอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมรายคน

นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1

แผนกวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ หลังเรียน จำนวน 41 คน

รหัส	PP	PEE	RL	CI	ACD	รวม
DV01	4.3	4.4	4.2	4.3	4.4	4.32
DV02	4.4	4.5	4.3	4.4	4.5	4.42
DV03	4.2	4.3	4.1	4.2	4.3	4.22
DV04	4.5	4.6	4.4	4.5	4.6	4.52
DV05	4.3	4.4	4.2	4.3	4.4	4.32
DV06	4.5	4.7	4.5	4.6	4.7	4.6
DV07	4.1	4.2	4	4.1	4.2	4.12
DV08	4.4	4.5	4.3	4.4	4.5	4.42
DV09	4.3	4.4	4.2	4.3	4.4	4.32
DV10	4.5	4.7	4.5	4.6	4.7	4.6
DV11	4.2	4.3	4.1	4.2	4.3	4.22
DV12	4.4	4.5	4.3	4.4	4.5	4.42
DV13	4.3	4.4	4.2	4.3	4.4	4.32
DV14	4.5	4.6	4.4	4.5	4.6	4.52
DV15	4.2	4.3	4.1	4.2	4.3	4.22
DV16	4.5	4.7	4.5	4.6	4.7	4.6
DV17	4.3	4.4	4.2	4.3	4.4	4.32
DV18	4.1	4.2	4	4.1	4.2	4.12
DV19	4.5	4.6	4.4	4.5	4.6	4.52
DV20	4.4	4.5	4.3	4.4	4.5	4.42
DV21	4.2	4.3	4.1	4.2	4.3	4.22
DV22	4.5	4.7	4.5	4.6	4.7	4.6
DV23	4.3	4.4	4.2	4.3	4.4	4.32
DV24	4.2	4.3	4.1	4.2	4.3	4.22
DV25	4.5	4.6	4.4	4.5	4.6	4.52
DV26	4.4	4.5	4.3	4.4	4.5	4.42

ตารางการวิเคราะห์คะแนนอัตลักษณ์ทางวิศวกรรมรายคน

นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1

แผนกวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ หลังเรียน จำนวน 41 คน (ต่อ)

รหัส	PP	PEE	RL	CI	ACD	รวม
DV27	4.3	4.4	4.2	4.3	4.4	4.32
DV28	4.1	4.2	4	4.1	4.2	4.12
DV29	4.5	4.7	4.5	4.6	4.7	4.6
DV30	4.4	4.5	4.3	4.4	4.5	4.42
DV31	4.2	4.3	4.1	4.2	4.3	4.22
DV32	4.5	4.6	4.4	4.5	4.6	4.52
DV33	4.3	4.4	4.2	4.3	4.4	4.32
DV34	4.5	4.7	4.5	4.6	4.7	4.6
DV35	4.1	4.2	4	4.1	4.2	4.12
DV36	4.4	4.5	4.3	4.4	4.5	4.42
DV37	4.3	4.4	4.2	4.3	4.4	4.32
DV38	4.5	4.6	4.4	4.5	4.6	4.52
DV39	4.2	4.3	4.1	4.2	4.3	4.22
DV40	4.5	4.7	4.5	4.6	4.7	4.6
DV41	4.3	4.4	4.2	4.3	4.4	4.32

ตารางการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะวิศวกรรมศึกษารายคน

นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1

แผนกวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ ก่อนเรียน จำนวน 41 คน

รหัส	TC	EPS	CC	DAC	RLL	IPA	รวม
DV01	3.1	3	3.2	2.9	3	3	3.03
DV02	3.2	3.1	3.3	3	3.1	3.1	3.13
DV03	3	2.9	3.1	2.8	2.9	2.9	2.93
DV04	3.3	3.2	3.4	3.1	3.2	3.2	3.23
DV05	3.1	3	3.2	2.9	3	3	3.03
DV06	3.4	3.3	3.5	3.2	3.3	3.3	3.33
DV07	2.9	2.8	3	2.7	2.8	2.8	2.83
DV08	3.2	3.1	3.3	3	3.1	3.1	3.13
DV09	3.1	3	3.2	2.9	3	3	3.03
DV10	3.4	3.3	3.5	3.2	3.3	3.3	3.33
DV11	3	2.9	3.1	2.8	2.9	2.9	2.93
DV12	3.2	3.1	3.3	3	3.1	3.1	3.13
DV13	3.1	3	3.2	2.9	3	3	3.03
DV14	3.3	3.2	3.4	3.1	3.2	3.2	3.23
DV15	3	2.9	3.1	2.8	2.9	2.9	2.93
DV16	3.4	3.3	3.5	3.2	3.3	3.3	3.33
DV17	3.1	3	3.2	2.9	3	3	3.03
DV18	2.9	2.8	3	2.7	2.8	2.8	2.83
DV19	3.3	3.2	3.4	3.1	3.2	3.2	3.23
DV20	3.2	3.1	3.3	3	3.1	3.1	3.13
DV21	3	2.9	3.1	2.8	2.9	2.9	2.93
DV22	3.4	3.3	3.5	3.2	3.3	3.3	3.33
DV23	3.1	3	3.2	2.9	3	3	3.03
DV24	3	2.9	3.1	2.8	2.9	2.9	2.93
DV25	3.3	3.2	3.4	3.1	3.2	3.2	3.23
DV26	3.2	3.1	3.3	3	3.1	3.1	3.13
DV27	3.1	3	3.2	2.9	3	3	3.03

ตารางการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะวิศวกรรมศึกษารายคน

นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1

แผนกวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ ก่อนเรียน จำนวน 41 คน (ต่อ)

รหัส	TC	EPS	CC	DAC	RLL	IPA	รวม
DV28	2.9	2.8	3	2.7	2.8	2.8	2.83
DV29	3.4	3.3	3.5	3.2	3.3	3.3	3.33
DV30	3.2	3.1	3.3	3	3.1	3.1	3.13
DV31	3	2.9	3.1	2.8	2.9	2.9	2.93
DV32	3.3	3.2	3.4	3.1	3.2	3.2	3.23
DV33	3.1	3	3.2	2.9	3	3	3.03
DV34	3.4	3.3	3.5	3.2	3.3	3.3	3.33
DV35	2.9	2.8	3	2.7	2.8	2.8	2.83
DV36	3.2	3.1	3.3	3	3.1	3.1	3.13
DV37	3.1	3	3.2	2.9	3	3	3.03
DV38	3.3	3.2	3.4	3.1	3.2	3.2	3.23
DV39	3	2.9	3.1	2.8	2.9	2.9	2.93
DV40	3.4	3.3	3.5	3.2	3.3	3.3	3.33
DV41	3.1	3	3.2	2.9	3	3	3.03

ตารางการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะวิศวกรรมศึกษารายคน

นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1

แผนกวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ หลังเรียน จำนวน 41 คน

รหัส	TC	EPS	CC	DAC	RLL	IPA	รวม
DV01	4.4	4.3	4.4	4.5	4.2	4.2	4.33
DV02	4.5	4.4	4.5	4.6	4.3	4.3	4.43
DV03	4.2	4.1	4.2	4.3	4	4	4.13
DV04	4.5	4.4	4.5	4.6	4.3	4.3	4.43
DV05	4.3	4.2	4.3	4.4	4.1	4.1	4.23
DV06	4.6	4.5	4.6	4.7	4.4	4.4	4.53
DV07	4.1	4	4.1	4.2	3.9	3.9	4.03
DV08	4.5	4.4	4.5	4.6	4.3	4.3	4.43
DV09	4.3	4.2	4.3	4.4	4.1	4.1	4.23
DV10	4.6	4.5	4.6	4.7	4.4	4.4	4.53
DV11	4.2	4.1	4.2	4.3	4	4	4.13
DV12	4.5	4.4	4.5	4.6	4.3	4.3	4.43
DV13	4.3	4.2	4.3	4.4	4.1	4.1	4.23
DV14	4.5	4.4	4.5	4.6	4.3	4.3	4.43
DV15	4.2	4.1	4.2	4.3	4	4	4.13
DV16	4.6	4.5	4.6	4.7	4.4	4.4	4.53
DV17	4.3	4.2	4.3	4.4	4.1	4.1	4.23
DV18	4.1	4	4.1	4.2	3.9	3.9	4.03
DV19	4.5	4.4	4.5	4.6	4.3	4.3	4.43
DV20	4.5	4.4	4.5	4.6	4.3	4.3	4.43
DV21	4.2	4.1	4.2	4.3	4	4	4.13
DV22	4.6	4.5	4.6	4.7	4.4	4.4	4.53
DV23	4.3	4.2	4.3	4.4	4.1	4.1	4.23
DV24	4.2	4.1	4.2	4.3	4	4	4.13
DV25	4.5	4.4	4.5	4.6	4.3	4.3	4.43
DV26	4.5	4.4	4.5	4.6	4.3	4.3	4.43
DV27	4.3	4.2	4.3	4.4	4.1	4.1	4.23

ตารางการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะวิศวกรรมศึกษารายคน

นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ หลังเรียน จำนวน 41 คน (ต่อ)

รหัส	TC	EPS	CC	DAC	RLL	IPA	รวม
DV28	4.1	4	4.1	4.2	3.9	3.9	4.03
DV29	4.6	4.5	4.6	4.7	4.4	4.4	4.53
DV30	4.5	4.4	4.5	4.6	4.3	4.3	4.43
DV31	4.2	4.1	4.2	4.3	4	4	4.13
DV32	4.5	4.4	4.5	4.6	4.3	4.3	4.43
DV33	4.3	4.2	4.3	4.4	4.1	4.1	4.23
DV34	4.6	4.5	4.6	4.7	4.4	4.4	4.53
DV35	4.1	4	4.1	4.2	3.9	3.9	4.03
DV36	4.5	4.4	4.5	4.6	4.3	4.3	4.43
DV37	4.3	4.2	4.3	4.4	4.1	4.1	4.23
DV38	4.5	4.4	4.5	4.6	4.3	4.3	4.43
DV39	4.2	4.1	4.2	4.3	4	4	4.13
DV40	4.6	4.5	4.6	4.7	4.4	4.4	4.53
DV41	4.3	4.2	4.3	4.4	4.1	4.1	4.23

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างภาพการทดลอง

บรรยากาศในห้องเรียน









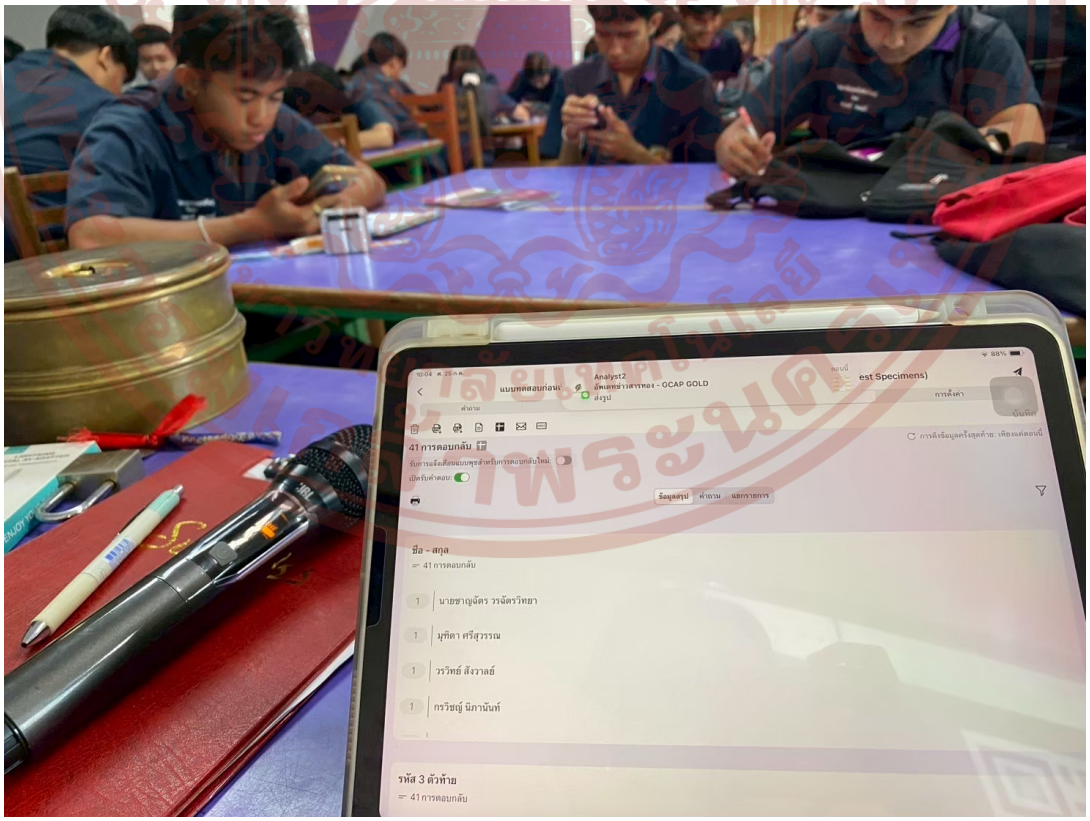











Analyst2
est Specimens)
41 การตอบกลับ
ชื่อ - สกุล
41 การตอบกลับ
นายชาญจัตร วรจัตรวิทยา
มุทิตา ศรีสุวรรณ
วรวิทย์ สังวาลย์
กรวิชญ์ นิกานันท์
รหัส 3 ตัวท้าย
41 การตอบกลับ

บรรยากาศขณะที่นักศึกษากำลังปฏิบัติการทดสอบต่าง ๆ

















ภาคผนวก จ

บทความนำเสนอ

บทความที่ 1



ICTAECT 2025

Certificate of Presentation

This Certificate is proudly presented to

Phuwadon Yaiyindee, Panita Wannapiroon and Prachyanun Nilsook

the paper entitled

AI-Enhanced Learning for Engineering Community of Practice

The 5th International Conference on Educational Communications and Technology 2025 (ICTAECT 2025)
"Human–AI Synergy: Building Sustainable Learning Ecosystems for Education 5.0"
November 27-29, 2025 at King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand.

Surapon Boonlue

Assoc.Prof.Dr.Surapon Boonlue
President of Thai AECT
Technical Program Chair ICTAECT2025

Panita Wannapiroon

Prof.Dr.Panita Wannapiroon
Chair of IEEE Education Society, Thailand Chapter
Technical Program Co-Chair ICTAECT2025

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

AI-Enhanced Learning for Engineering Community of Practice

Phuwadon Yaiyindee
Division of Information and Communication Technology for Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB)
phuwadon.y@fte.kmutnb.ac.th

Panita Wannapiroon*
Division of Information and Communication Technology for Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB)
panita.w@fte.kmutnb.ac.th

Prachyanun Nilsook
Division of Information and Communication Technology for Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB)
prachyanunn@kmutnb.ac.th

2025 5th International Conference on Educational Communications and Technology (ICTAECT) | 979-8-3315-5887-1/25/$31.00 ©2025 IEEE | DOI: 10.1109/ICTAECT67351.2025.11391267

***Abstract*—This research aims to develop an integrated conceptual framework for enhancing engineering education through artificial intelligence (AI) support via the Communities of Practice (CoP) mechanism. The study proposes a two-phase research methodology in which both phases complement each other. Phase 1 employs bibliographic analysis using VOSviewer to map keyword co-occurrence networks. The mapping results reveal three main clusters: (1) AI teaching and learning practice clusters (e.g., chatbots and generative AI); (2) learning approaches, including active learning, cooperative learning, and individual learning; and (3) cross-dimensional issues related to information security and AI ethics, which are essential for ensuring credibility in educational contexts. Phase 2 synthesizes relevant literature to define the components of three main dimensions: AI-enhanced learning, engineering communities of practice, and engineering education. The proposed framework integrates bibliographic analysis and literature synthesis and highlights how AI-powered personalization, intelligent tutoring systems, and adaptive analytics can be leveraged to create more sustainable learning experiences. CoP facilitates knowledge exchange and mutual learning among learners, while the CDIO (Conceive–Design–Implement–Operate) approach strengthens problem-solving skills and engineering innovation. In addition, the integration of emerging technologies supports active learning, real-time assessment, and scalable infrastructure for engineering education. The findings indicate that the implementation of the Engineering CoP framework can enhance learner engagement and improve the efficiency of knowledge sharing.**

Keywords*—*artificial intelligence, engineering communities of practice, engineering education

I. Introduction

Integrating artificial intelligence (AI) technology into engineering practice entails profound changes in the ways learning occurs [1]. According to Wenger's concept [2], the traditional framework of *communities of practice* (CoP) has been widely recognized for explaining learning as participation within authentic professional contexts. However, the emergence of AI introduces a new dimension to this framework, challenging existing theoretical interpretations and creating opportunities to reconceptualize learning processes and identity development within engineering communities.

Historically, engineering learning communities relied primarily on face-to-face knowledge transfer, conventional internships, and the gradual accumulation of experience through participation in community activities [4]. With the introduction of AI—such as machine learning algorithms, intelligent design tools, automated analytics, and collaboration-oriented AI platforms—learning environments are no longer supported solely by functional tools. Instead, AI increasingly functions as a *social intermediary* with the potential to reshape how learning and professional development occur [5][6].

In this context, a systematic understanding of knowledge construction and professional development in engineering becomes essential. This study addresses how the Engineering CoP framework can be extended to support AI-driven learning and professional development. Drawing on a review of relevant literature, the study examines the interaction between AI technologies and engineering learning communities and defines research objectives associated with the development of a conceptual framework for AI-enhanced learning in engineering CoP contexts.

Phase 1: Analysis of research articles on AI-enhanced learning, communities of practice (CoPs), and engineering education. This phase involves three synthesis steps: (1) AI-enhanced learning, (2) communities of practice, and (3) engineering education.

Phase 2: Development of a conceptual framework for engineering learning management that integrates AI technologies with the communities of practice (CoP) approach.

II. Literature Reviews

A. AI-Enhanced Learning

AI-enhanced learning represents a significant shift in education, leveraging AI technology to create personalized, adaptive, and interactive learning environments. AI is considered a clear example of the integration of this technology, which consists of key features such as automated question-and-answer generation. Real-time assessment and identification of learners' weaknesses are important for personalized learning pathways, as well as for improving knowledge recognition potential [7][8].

These platforms use natural language processing (NLP) and machine learning technologies to generate questions that are contextually relevant to the content and provide immediate feedback to help learners understand the content more deeply and increase their level of engagement in the learning process [9][10].

In some specific contexts, such as the study of Middle Eastern history, AI has demonstrated the potential to revolutionize traditional teaching styles. Dynamic content delivery and real-time feedback involving AI can also tailor teaching styles to suit individual needs, which, according to [12], has shown that the technology can increase learners' learning efficiency by up to 30% and increase engagement by

Authorized licensed use limited to: King Mongkut's University of Technology North Bangkok. Downloaded on June 04,2026 at 06:59:24 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.

บทความที่ 2

The Editorial Board of International Education Studies
Canadian Center of Science and Education
1595 Sixteenth Ave, Suite 301, Richmond Hill, Ontario, L4B 3N9, Canada
Tel: 1-416-642-2606
E-mail: ies@ccsenet.org
Website: www.ccsenet.org

June 3, 2026

Dear Phuwadon Yaiyindee,

Thanks for your submission of paper to *International Education Studies*.

We have the pleasure to inform you that your manuscript has been accepted for publication. It will be published on the Vol. 20, No. 4, in August 2027.

Title: Intelligent Engineering Learning Ecosystem Model with Community of Practice

Authors: Phuwadon Yaiyindee, Panita Wannapiroon & Prachyanun Nilsook

If you have any questions, please do not hesitate to contact with us.

Sincerely,

Chris Lee

On behalf of,
The Editorial Board of *International Education Studies*
Canadian Center of Science and Education

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

Intelligent Engineering Learning Ecosystem Model with Community of Practice

Phuwadon Yaiyindee[1], Panita Wannapiroon1* & Prachyanun Nilsook1

[1] Division of Information and Communication Technology for Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB), Bangkok, Thailand

Correspondence: Panita Wannapiroon, Division of Information and Communication Technology for Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB), Bangkok, Thailand. Tel: 66-81455-1571. E-mail: panita.w@fte.kmutnb.ac.th

Abstract

This study developed an Intelligent Engineering Learning Ecosystem Model with Community of Practice Integration, referred to as the IELE-CoP Model, to enhance engineering identity and engineering education competency. A model development research design was employed through three sequential stages: content synthesis, model development, and expert evaluation. First, concepts related to the AI Learning Ecosystem, Engineering Community of Practice, CDIO Learning Process, Engineering Identity, Engineering Education Competency, and Teacher Competency were synthesized using content synthesis matrices. The synthesized components were then organized into a systems-oriented model comprising Input, Process, Output, and Feedback components. The learning process was structured into six stages: AI-supported problem framing, community-based knowledge sharing, AI-guided engineering design, practice-based implementation, reflective operation and feedback, and identity–competency integration. The developed model was evaluated by nine experts. The overall evaluation result was at a very high level, with a mean score of 4.67 and a standard deviation of 0.11. These findings suggest that the IELE-CoP Model provides an appropriate conceptual and practical framework for designing AI-enhanced, community-based, and practice-oriented engineering learning environments that support engineering identity and engineering education competency development.

Keywords: AI Learning Ecosystem, CDIO Learning Process, Community of Practice, Engineering Education Competency, Engineering Identity, Teacher Competency

1. Introduction

Engineering education is increasingly challenged by rapid technological transformation, changing professional competency requirements, and the need for learners to develop not only technical knowledge but also professional identity, digital capability, ethical awareness, and adaptive competency. In this context, artificial intelligence has become an important driver for transforming learning environments through personalized learning, adaptive learning pathways, automated assessment, real-time feedback, learner diagnosis, and AI-assisted learning support (Sumanth et al., 2024; Redhu et al., 2024; Shafik, 2024; Mane & Jagtap, 2024; Gyonyoru & Katona, 2024). However, the integration of AI into engineering education should not be understood merely as the adoption of digital tools. Rather, it requires a systematic learning ecosystem that connects intelligent technologies, human interaction, professional practice, and responsible data governance.

The ethical and responsible use of AI is also becoming a critical concern in higher education. AI-supported learning environments may create new opportunities for personalized and data-informed learning, but they also raise concerns regarding fairness, transparency, privacy, accountability, and human oversight. Recent studies on responsible AI and AI ethics in higher education emphasize the importance of ethical governance, data privacy, algorithmic fairness, and institutional responsibility when AI is implemented in educational environments (Bilgin, 2025; Mogoale et al., 2025; Usher et al., 2025; Liu & Khalil, 2023). Therefore, an AI Learning Ecosystem for engineering education should be designed not only to improve learning efficiency but also to ensure responsible and inclusive learning practices.

At the same time, engineering learning is inherently social and practice oriented. Learners develop engineering knowledge and professional understanding through participation, collaboration, shared practice, peer interaction, and engagement with communities of practice. The concept of Community of Practice emphasizes shared domain, community interaction, knowledge sharing, shared practice, professional participation, and identity formation (Hanson-Smith, 2012; Mercieca, 2017; Cattaneo, 2020; Ethier, 2024). In engineering education, this perspective is particularly important because learners do not only acquire disciplinary knowledge; they also learn how to participate in engineering communities, communicate engineering ideas, and gradually form a sense of belonging within the profession.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายภูวดล ใยยินดี

ชื่อดุษฎีนิพนธ์ ชุมชนวิศวกรนักปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์และสมรรถนะวิศวกรรมศึกษา

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

ประวัติ

การศึกษา พ.ศ. 2563 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

พ.ศ. 2559 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การทำงาน พ.ศ. 2563 - ปัจจุบัน วิศวกรโยธา ภาควิชาครุศาสตร์โยธา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

พ.ศ. 2560 - 2563 นักวิชาการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์โยธา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผลงานวิจัยและผลงานวิชาการ

1. ภูวดล ชิชญาสุ์ กิตติภูมิ. (2563). การเปรียบเทียบระหว่างกำลังยึดเหนี่ยวของเหล็กเสริมในคอนกรีตกำลังปกติและกำลังต่ำ. การประชุมวิชาการคอนกรีตแห่งชาติ ครั้งที่ 15 (หน้า 202–210).
2. Yaivindee, P., Wannapiroon, P., & Nilsook, P. (2025). AI-enhanced learning for engineering community of practice. In Proceedings of the 2025 5th International Conference on Educational Communications and Technology (ICTAECT). IEEE. https://doi.org/10.1109/ ICTAECT67351.2025.11391267
3. Yaiyindee, P., Wannapiroon, P., & Nilsook, P. Intelligent Engineering Learning Ecosystem Model with Community of Practice. International Education Studies, 20(4)