

การพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะอาชีพ สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์
ตามกรอบคุณวุฒิแห่งชาติสู่ลักษณะสากล วิทยาลัยเทคโนโลยีไออาร์พีซี จังหวัดระยอง
Development of Occupational Competency - based Curriculum in
Mechatronics and Robotics Program, according to the National
Qualification Framework toward International Standards at IRPC
Technological College, Rayong Province

เจนจบ มาเพ็ชร

ฝ่ายวิชาการ/แผนกวิชาคอมพิวเตอร์และธุรกิจดิจิทัล, วิทยาลัยเทคโนโลยีไออาร์พีซี, E-mail: arut.m@irpct.ac.th

ไพรัช สู่แสนสุข

สำนักการศึกษาแบบองค์รวม/สถาบันอาศรมศิลป์, E-mail: rachsuk@gmail.com

Chenjop Mapech

Academic Affairs/Department of Computer and Digital Business, IRPC Technological College,

E-mail: arut.m@irpct.ac.th

Pirach Susansuk

Holistic Education Office/Arts and Crafts Institute, E-mail: rachsuk@gmail.com

รับเข้า : 1 สิงหาคม 2568 แก้ไข : 10 กันยายน 2568 ตอบรับ : 17 กันยายน 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตร 2) พัฒนาร่างหลักสูตรและประเมินคุณภาพ และ 3) ศึกษาผลการประชาสัมพันธ์หลักสูตรฐานสมรรถนะอาชีพสาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคโนโลยีไออาร์พีซี จังหวัดระยอง ให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ 4 คน และบุคลากรทางการศึกษา 8 คน และประเมินคุณภาพร่างหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) การพัฒนาหลักสูตรอิงตามมาตรฐานอาชีพและใช้กรอบแนวคิด Competency-Based Education (CBE) Framework 5 ขั้นตอน

ผลการวิจัยพบว่า ความต้องการจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตรมี 5 ประเด็นสำคัญ ได้แก่ 1) การบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่ (IoT, PLC, AI) 2) การพัฒนาสมรรถนะสากล (ทักษะ 4Cs และภาษาอังกฤษ) 3) การสร้างสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน 4) การส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning และ Project-based Learning) และ 5) การสร้างเครือข่าย

ความร่วมมือกับสถานประกอบการ หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ 1) แนวคิด ข้อมูลพื้นฐาน 2) เป้าหมายและพันธกิจ 3) สารสำคัญของสาขาวิชา 4) การวัดและประเมินผล และ 5) การบริหารจัดการหลักสูตรฐาน มีจำนวนหน่วยกิตรวม 82 หน่วยกิต ได้รับการประเมินคุณภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญในระดับ "มีความเหมาะสมมากที่สุด" (ค่าเฉลี่ย 4.92) คิดเป็นร้อยละ 90.57 ผลการ ประชาพิจารณาจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 16 คน ให้การยอมรับหลักสูตรในระดับ "เหมาะสม" พร้อม ข้อเสนอแนะสำคัญ 3 ประการ คือ การพัฒนาสมรรถนะผู้สอน, การปรับปรุงรายวิชาให้ทันสมัย, และ การพัฒนาระบบฝึกงานเชิงบูรณาการ สรุปได้ว่าหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นนี้สอดคล้องกับแนวโน้ม การศึกษาระดับสากลและตอบสนองต่อความต้องการของอุตสาหกรรม 4.0 โดยเน้นพัฒนาผู้เรียนให้ เป็น Active Learner ที่มีทักษะ Digital Literacy และเป็น Global & Ethical Citizen ซึ่งจะช่วยลด ช่องว่างทางทักษะและเตรียมความพร้อมสำหรับตลาดแรงงานในอนาคต

คำสำคัญ : หลักสูตรฐานสมรรถนะอาชีพ เมคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ กรอบคุณวุฒิแห่งชาติ

Abstract

This research aimed to 1) investigate the needs for curriculum development, 2) develop and evaluate a draft curriculum, and 3) gather feedback from stakeholders on the competency-based curriculum for the Mechatronics and Robotics program at IRPC Technological College, Rayong, ensuring its alignment with international standards. This study employed a qualitative research approach, collecting data through interviews with 4 entrepreneurs and 8 educational personnel. The curriculum's quality was then evaluated by 3 experts using the Index of Item-Objective Congruence (IOC). The curriculum was developed based on occupational standards and a five-stage Competency-Based Education (CBE) framework.

The findings revealed five key needs for curriculum development 1) integration of modern technologies (IoT, PLC, AI); 2) development of international competencies (4Cs skills and English proficiency); 3) alignment of competencies with labor market demands; 4) promotion of active learning; and 5) establishment of industry collaboration networks. The developed curriculum comprises five essential components (1) conceptual frameworks and foundational knowledge, (2) objectives and mission statements, (3) core disciplinary content, (4) assessment and evaluation methodologies, and (5) curriculum management and administration. The totaling 82 credits, was rated "most appropriate" by experts (Mean=4.92), equivalent to 90.57%. Public hearing results from 16 stakeholders indicated the curriculum

was "appropriate" with three key recommendations instructor competency development, course modernization, and an integrated internship system. In conclusion, the developed curriculum aligns with international educational trends and responds to Industry 4.0 demands. It emphasizes developing learners into Active Learners with Digital Literacy and Global & Ethical Citizen attributes, which will help bridge the skills gap and prepare them for the future labor market.

Keywords: Occupational Competency-based curriculum, Mechatronics and Robotics, Thai Qualifications Framework

บทนำ

โลกในศตวรรษที่ 21 ขับเคลื่อนด้วยการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 (Fourth Industrial Revolution: 4IR) ซึ่งมีเทคโนโลยีแกนหลักอย่างปัญญาประดิษฐ์ (AI), อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (IoT), และวิทยาการหุ่นยนต์ (Robotics) เป็นตัวเร่งสำคัญ (Schwab, 2016) การเปลี่ยนแปลงนี้ส่งผลกระทบต่อตลาดแรงงาน ทำให้ "ทุนมนุษย์" (Human Capital) กลายเป็นหัวใจสำคัญที่ชี้วัดขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (OECD, 2021)

สำหรับประเทศไทย การจะก้าวข้ามกับดักรายได้ปานกลางและมุ่งสู่เป้าหมาย "ประเทศไทย 4.0" ได้นั้น จำเป็นต้องมีการปฏิรูปโครงสร้างกำลังคนให้มีทักษะขั้นสูง (Advanced Skills) อย่างเร่งด่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน 12 อุตสาหกรรมเป้าหมายใหม่ (New S-Curve) ซึ่งมีอุตสาหกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเป็นกลไกหลักในการยกระดับภาคการผลิตในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ซึ่งมีการคาดการณ์ความต้องการแรงงานทักษะสูง มากกว่า 475,000 ตำแหน่งภายในปี พ.ศ. 2566 โดยในจำนวนนี้เป็นความต้องการในกลุ่มอุตสาหกรรมดิจิทัล ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ถึงเกือบ 100,000 ตำแหน่ง (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก, 2565)

อย่างไรก็ตาม ระบบอาชีวศึกษาไทยซึ่งเป็นกำลังหลักในการผลิตบุคลากรระดับเทคนิค กลับกำลังเผชิญกับความท้าทายเชิงโครงสร้างที่รุนแรง นั่นคือ ปัญหาความไม่สอดคล้องเชิงทักษะ (Skills Mismatch) ซึ่งเป็นปัญหาที่สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI) ได้ชี้ให้เห็นมาอย่างต่อเนื่อง รายงานของธนาคารโลก (World Bank) ระบุว่า บริษัทในไทยกว่า 64% ประสบปัญหาในการหาแรงงานที่มีทักษะตรงตามความต้องการ ขณะที่ TDRI (2564) พบว่า บัณฑิตจบใหม่เกือบ 50% ต้องทำงานในสาขาที่ไม่ตรงกับที่เรียนมา ซึ่งสะท้อนถึงความเสี่ยงเปล่าทั้งในมิติของการลงทุนทางการศึกษาและศักยภาพของกำลังคน ปัญหาดังกล่าวเกิดจากการที่หลักสูตรอาชีวศึกษาส่วนใหญ่ยังคงเน้นเนื้อหาเชิงทฤษฎี ขาดการบูรณาการความรู้และทักษะปฏิบัติที่จำเป็นสำหรับสถานประกอบการสมัยใหม่ ส่งผลให้ผู้สำเร็จการศึกษา

จำนวนมากขาดความพร้อมในการทำงาน (Work Readiness) และไม่สามารถตอบสนองต่อพลวัตของตลาดแรงงานได้ทันที่

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว แนวคิด "การจัดการศึกษาฐานสมรรถนะ" (Competency-Based Education : CBE) จึงได้รับการยอมรับในระดับสากลว่าเป็นกระบวนทัศน์ใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการเชื่อมโยงโลกการศึกษา กับโลกแห่งการทำงาน (Spady, 1994) โดยมุ่งเน้นการกำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้ (Learning Outcomes) ที่ชัดเจนว่าผู้เรียน "สามารถทำอะไรได้" หลังสำเร็จการศึกษา ควบคู่กับการใช้ "กรอบคุณวุฒิแห่งชาติ" (National Qualifications Framework : NQF) ซึ่งเทียบเคียงกับกรอบคุณวุฒิอาเซียน (ASEAN Qualifications Reference Framework : AQRF) และกรอบคุณวุฒิสากล (International Qualifications Framework : IQF) ดังภาพที่ 1 ซึ่งเป็นเกณฑ์อ้างอิงกลางในการกำหนดมาตรฐานผลลัพธ์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับระดับสมรรถนะที่คาดหวังในโลกอาชีพ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2562)



ภาพที่ 1 เทียบเคียงระดับคุณวุฒิ IQF, NQF และ AQRF

วิทยาลัยเทคโนโลยีไออาร์พีซี จังหวัดระยอง ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ยุทธศาสตร์ EEC และมีพันธกิจในการผลิตกำลังคนป้อนสู่อุตสาหกรรมเป้าหมาย ตระหนักถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการทบทวนและพัฒนาหลักสูตร ปวส. สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ให้เป็นหลักสูตรฐานสมรรถนะที่ทันสมัย มีมาตรฐานเทียบเท่าสากล และสามารถผลิตบัณฑิตที่มีสมรรถนะพร้อมสำหรับอนาคต (Future-Ready Competencies) ได้อย่างแท้จริง ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยในฐานะบุคลากรของวิทยาลัยจึงมีความสนใจที่จะดำเนินการวิจัยและพัฒนานี้ขึ้น เพื่อสร้างต้นแบบหลักสูตรที่มีคุณภาพและสอดคล้องกับบริบทของประเทศ อันจะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อการยกระดับคุณภาพการจัดการศึกษาของวิทยาลัย และเป็นแนวทางสำหรับสถาบันอาชีวศึกษาอื่น ๆ ในการขับเคลื่อนประเทศไทยให้บรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะอาชีพ สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ ตามกรอบคุณวุฒิแห่งชาติสู่ลักษณะสากล วิทยาลัยเทคโนโลยีไออาร์พีซี จังหวัดระยอง

โดยมีวัตถุประสงค์ย่อย ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตรฯ 2) เพื่อร่างและหาคุณภาพของหลักสูตรฯ 3) เพื่อศึกษาผลการประชาพิจารณ์หลักสูตรฯ

แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะอาชีพสาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ในบริบทของวิทยาลัยเทคโนโลยีโออาร์พีซี จังหวัดระยอง ได้รับการพัฒนาขึ้นบนรากฐานของแนวคิดและทฤษฎีทางการศึกษาที่สำคัญหลายประการ พร้อมทั้งเชื่อมโยงกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในระดับชาติและนานาชาติ เพื่อให้มั่นใจว่าหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นไม่เพียงแต่ตอบสนองต่อความต้องการของตลาดแรงงานในยุคอุตสาหกรรม 4.0 แต่ยังสามารถเตรียมความพร้อมสำหรับอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1. แนวคิดหลักและทฤษฎีพื้นฐาน

การศึกษาฐานสมรรถนะ (Competency-Based Education : CBE) เป็นหัวใจสำคัญของการวิจัยครั้งนี้ โดยมุ่งเน้นที่ผลลัพธ์การเรียนรู้ (Learning Outcomes) ที่ชัดเจนว่าผู้เรียน "สามารถทำอะไรได้" หลังจากสำเร็จการศึกษา ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาแบบดั้งเดิมที่เน้นเนื้อหา (Content-Based) แนวคิดนี้สอดคล้องกับงานของ Spady (1994) ที่เสนอว่าการศึกษาควรเริ่มต้นจากการกำหนดสมรรถนะที่คาดหวัง แล้วจึงออกแบบกระบวนการเรียนการสอนเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์นั้น หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นจึงได้นำกรอบแนวคิด CBE ที่มี 5 ขั้นตอนมาใช้ ตั้งแต่การวิเคราะห์สมรรถนะไปจนถึงการประเมินผลและควบคุมคุณภาพ

กรอบคุณวุฒิแห่งชาติ (National Qualifications Framework : NQF) ทำหน้าที่เป็นกลไกกลางในการเชื่อมโยงระหว่างโลกการศึกษากับโลกของอาชีพ การวิจัยนี้ได้อ้างอิงกรอบคุณวุฒิแห่งชาติของประเทศไทย เพื่อให้แน่ใจว่าระดับคุณวุฒิและผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตรมีความสอดคล้องกับมาตรฐานที่กำหนด และสามารถเทียบเคียงได้กับกรอบคุณวุฒิอาเซียน (ASEAN Qualifications Reference Framework : AQRf) และกรอบคุณวุฒิสากล (International Qualifications Framework : IQF) ซึ่งเป็นการยกระดับคุณภาพของบัณฑิตไทยให้เป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ

องค์ประกอบของหลักสูตรฐานสมรรถนะ การวิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบหลักของหลักสูตรออกเป็น 5 ส่วนที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ ได้แก่ 1) แนวคิดและข้อมูลพื้นฐาน 2) เป้าหมายและพันธกิจ 3) สารสำคัญของสาขาวิชา 4) การวัดและประเมินผล และ 5) การบริหารจัดการหลักสูตร ซึ่งเป็นการออกแบบที่ครอบคลุมและละเอียดกว่าแนวทางคลาสสิกของ Tyler และ Taba ทำให้มั่นใจได้ว่าหลักสูตรที่ได้จะสอดคล้องกับสภาพการณ์ปัจจุบันและความต้องการของสังคมไทย

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บริบทประเทศไทยและอุตสาหกรรม 4.0 ประเทศไทยกำลังเผชิญกับความท้าทายในการก้าวข้ามกับดักรายได้ปานกลางและมุ่งสู่ "ประเทศไทย 4.0" ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยกำลังคนที่มีทักษะขั้นสูง โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมเป้าหมายใหม่ (New S-Curve) เช่น อุตสาหกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ

อย่างไรก็ตาม สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI) ได้ชี้ให้เห็นถึงปัญหาความไม่สอดคล้องเชิงทักษะ (Skills Mismatch) ซึ่งระบบการศึกษาโดยเฉพาะสายอาชีวศึกษา ยังไม่สามารถผลิตกำลังคนได้ตรงตามความต้องการของภาคอุตสาหกรรม งานวิจัยของ อินดา แดงอ่อน และคณะ (2565) ได้เสนอแนะกระบวนการพัฒนาหลักสูตรอาชีวศึกษาให้มีมาตรฐานสากล โดยเน้นการพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพอย่างรอบด้าน การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน และการเชื่อมโยงกับมาตรฐานอาชีพ ซึ่งเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับการวิจัยนี้

การพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน การศึกษาของกลุ่มยุทธศาสตร์การพัฒนาการศึกษาเฉพาะด้าน (2560) ได้พัฒนารูปแบบการพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะโดยประยุกต์จาก UNESCO Model ซึ่งพบว่าหลักสูตรที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้พัฒนาครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่งานวิจัยของ ขวัญใจ อุณหวัฒน์ไพบุลย์ (2560) ได้นำเสนอรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรอาชีวศึกษาที่มี 5 ขั้นตอนหลัก ตั้งแต่การวิเคราะห์สถานการณ์ไปจนถึงการประเมินผลเพื่อการปรับปรุง ซึ่งเป็นแนวทางที่เป็นระบบและสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามบริบท นอกจากนี้ การวิจัยของ วลัยย์ อาศัย (2560) ยังแสดงให้เห็นว่าการให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพของนักเรียนเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพและสร้างความพึงพอใจให้กับทุกฝ่าย

ความร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษาและสถานประกอบการ ความร่วมมือเชิงรุกในรูปแบบของ "หุ้นส่วน" (Partnership) ไม่ใช่เพียง "ความร่วมมือ" (Cooperation) เป็นปัจจัยสำคัญสู่ความสำเร็จในการจัดการอาชีวศึกษา ข้อเสนอแนะจากการประชุมพิจารณาในการวิจัยนี้ที่ให้จัดทำ "กรอบสมรรถนะการฝึกงาน" (Internship Competency Framework) ร่วมกับสถานประกอบการนั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณรงค์ศักดิ์ บุญยมาลิก และคณะ (2563) ที่พบว่าการมีแผนการฝึกอาชีพที่ชัดเจนและการประเมินผลร่วมกันเป็นปัจจัยสำคัญของความสำเร็จในระบบทวิภาคี แนวคิดนี้ยังเชื่อมโยงกับรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้การทำงานเป็นฐาน (Work-Integrated Learning: WIL) ซึ่งเป็นที่ยอมรับในระดับสากลว่าสามารถผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพและพร้อมทำงานได้ทันที

การจัดการเรียนการสอนและความปลอดภัย ข้อเสนอแนะจากการประชุมพิจารณาที่เน้นย้ำเรื่องความปลอดภัยและการใช้รูปแบบการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ทิศนา แคมมณี (2560) ที่ชี้ว่าการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริงจะนำไปสู่การเรียนรู้ที่ยั่งยืน และสอดคล้องกับมาตรฐานสากลที่ให้ความสำคัญกับการสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัยในสถานศึกษา (Safety Culture)

รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะ

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะ

ขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตร	ADDIE Model	Dick and Carey	SAM	CBE Framework	OBE	Agile Curriculum	Design Thinking
ขั้นตอนการวิเคราะห์							
การวิเคราะห์ความต้องการของผู้เรียน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การวิเคราะห์บริบทและสภาพแวดล้อม	✓	✓	✓				✓
การวิเคราะห์สมรรถนะ/ผลลัพธ์การเรียนรู้	✓	✓		✓	✓		
การวิเคราะห์เป้าหมายการเรียนรู้	✓	✓	✓				
การสร้าง User Persona/การเข้าใจผู้ใช้							✓
ขั้นตอนการออกแบบ							
การออกแบบโครงสร้างหลักสูตร	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้	✓	✓					
การเลือกกลยุทธ์การเรียนการสอน	✓	✓					
การออกแบบแผนการประเมินผล	✓	✓		✓	✓		
การออกแบบแบบย้อนกลับ (Backward Design)					✓		
การสร้างต้นแบบ (Prototype)			✓			✓	✓
การระดมความคิด (Ideation)							✓
ขั้นตอนการพัฒนา							
การพัฒนาเนื้อหาและสื่อการเรียนรู้	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
การสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผล	✓	✓		✓	✓		
การพัฒนาแบบฝึกหัดและกิจกรรม	✓	✓			✓		
การทดสอบเบื้องต้น (Alpha/Formative Testing)	✓	✓	✓			✓	✓
การสร้างสถานการณ์จำลอง				✓			
ขั้นตอนการนำไปใช้							
การนำหลักสูตรไปใช้จริง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
การฝึกอบรมผู้สอน/ผู้ประเมิน	✓			✓		✓	
การติดตามและให้คำแนะนำ	✓	✓			✓		
การรวบรวมข้อมูลป้อนกลับ	✓	✓	✓		✓	✓	✓
การทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย		✓		✓			
การนำไปใช้แบบค่อยเป็นค่อยไป						✓	
ขั้นตอนการประเมินผล							
การประเมินประสิทธิผลของหลักสูตร	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

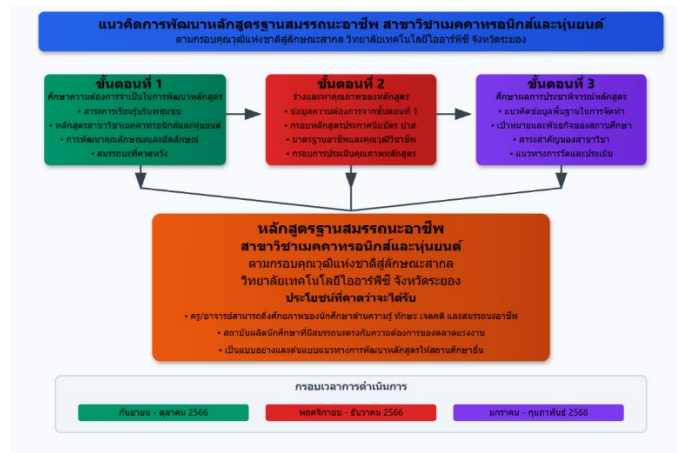
การประเมินการบรรลุสมรรถนะ/ผลลัพธ์	✓			✓	✓		
การปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตร	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การรายงานผลการประเมิน	✓						✓
การประเมินผลแบบต่อเนื่อง	✓	✓	✓		✓	✓	
การประชาสัมพันธ์จากผู้เชี่ยวชาญ					✓	✓	

จากตารางเปรียบเทียบรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะ ผู้วิจัยได้เลือกใช้ Competency-Based Education (CBE) Framework เป็นรูปแบบในการการพัฒนาหลักสูตร

นิยามศัพท์เฉพาะ

หลักสูตรฐานสมรรถนะอาชีพ สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ หมายถึง ประมวลการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการที่ได้รับการออกแบบอย่างเป็นระบบ เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงานและสังคมในยุคเทคโนโลยี 4.0 ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 5 ส่วน ได้แก่ แนวคิดและข้อมูลพื้นฐาน เป้าหมายและพันธกิจ สารสำคัญของสาขาวิชา การวัดและประเมินผล และการบริหารจัดการหลักสูตร แต่ละองค์ประกอบมีความเชื่อมโยงกันอย่างสอดคล้องเพื่อสร้างหลักสูตรที่มีประสิทธิภาพ โดยกระบวนการพัฒนาหลักสูตรดำเนินการอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องใน 3 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาความต้องการจำเป็น ได้ดำเนินการศึกษาความต้องการจำเป็นผ่านการสัมภาษณ์แบบกึ่งมีโครงสร้างกับผู้ให้ข้อมูลหลัก เพื่อศึกษาองค์ประกอบการพัฒนาหลักสูตรใน 5 ด้าน โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) เพื่อระบุความต้องการและความคาดหวังของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ขั้นตอนที่ 2 การร่างและประกันคุณภาพหลักสูตร คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร จำนวน 10 คน ได้ดำเนินการร่างหลักสูตรใน 5 องค์ประกอบหลักตามรูปแบบ Competency-Based Education (CBE) Framework ผ่านกระบวนการ 5 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์สมรรถนะ การออกแบบหลักสูตร การพัฒนาเนื้อหา การนำไปใช้ และการประเมินผลและควบคุมคุณภาพ โดยมีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบคุณภาพของหลักสูตรโดยใช้เกณฑ์ความเหมาะสมระดับมากขึ้นไป (คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.51 จากคะแนนเต็ม 5.00) เพื่อให้มั่นใจในคุณภาพและมาตรฐานของหลักสูตร ขั้นตอนที่ 3 การประชาสัมพันธ์ดำเนินการประชาสัมพันธ์หลักสูตรโดยผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกกลุ่ม เพื่อรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ซึ่งใช้สำหรับการพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะอาชีพ สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์สอดคล้องกับกรอบคุณวุฒิแห่งชาติ ความต้องการของสถานประกอบการ โดยเป็นไปตามข้อเสนอแนะในการประชาสัมพันธ์ และพัฒนาเป็นข้อยุติ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ที่ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพเป็นหลัก โดยแบ่งการดำเนินงานเป็น 3 ระยะ ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ตามเกณฑ์ที่กำหนดในแต่ละระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตร ได้เลือกกลุ่มตัวอย่างหลัก 2 กลุ่ม รวม 12 คน โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

1. กลุ่มผู้ประกอบการ (จำนวน 4 คน)

- **ความเกี่ยวข้องโดยตรง** ต้องเป็นบุคลากรจากสถานประกอบการในอุตสาหกรรมเมคคาทรอนิกส์ หุ่นยนต์ หรือระบบอัตโนมัติ ที่มีการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่
- **ประสบการณ์ในการบริหาร** เป็นผู้ที่มิตำแหน่งในระดับบริหาร จัดการ หรือหัวหน้างาน ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับการรับสมัคร การประเมินผล หรือการพัฒนาบุคลากรด้านเทคนิค
- **ความสามารถในการให้ข้อมูลเชิงลึก** สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับสมรรถนะ (ทั้ง Hard Skills และ Soft Skills) ที่บัณฑิตจำเป็นต้องมี รวมถึงสามารถสะท้อนภาพช่องว่างทางทักษะของบัณฑิตในปัจจุบันได้

2. กลุ่มบุคลากรทางการศึกษา (จำนวน 8 คน)

- **ประสบการณ์ด้านการบริหารหลักสูตร** เป็นผู้บริหารสถานศึกษา หรือหัวหน้าแผนก ที่มีความเข้าใจในกระบวนการพัฒนาและบริหารจัดการหลักสูตรอาชีวศึกษา

- **ประสบการณ์การสอนโดยตรง** เป็นครู-อาจารย์ผู้สอนในสาขาวิชา เมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์โดยตรง เพื่อให้สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับจุดแข็งและจุดอ่อนของหลักสูตร เดิม รวมถึงความพร้อมและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอน

- **ความหลากหลายของบทบาท** คัดเลือกจากบุคลากรที่มีหน้าที่ หลากหลาย เช่น งานทะเบียนและทวิภาคี งานพัฒนานักศึกษา เพื่อให้ได้มุมมองที่ครอบคลุมการ ดำเนินงานของวิทยาลัย

ระยะที่ 2 การร่างและหาคุณภาพของหลักสูตร ได้เลือก ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตามหลัก "Rule of Three" ในการวิจัยเชิงคุณภาพ ซึ่งเพียงพอต่อการตรวจสอบความตรงตาม เนื้อหา โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกที่เน้นความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง 3 ด้านที่แตกต่างกัน ดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรอาชีวศึกษา ต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์สูงใน การออกแบบ พัฒนา หรือประเมินหลักสูตรฐานสมรรถนะในระดับอาชีวศึกษา เพื่อตรวจสอบความ สอดคล้องของโครงสร้าง องค์ประกอบ และหลักการของหลักสูตร

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา (Subject Matter Expert) ต้องเป็นผู้ที่ทำงาน หรือมีความเชี่ยวชาญเชิงลึกในอุตสาหกรรมเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ทันสมัย และความสอดคล้องของเนื้อหาวิชากับเทคโนโลยีที่ใช้จริงในภาคอุตสาหกรรม

ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนและการนิเทศ ต้องเป็นผู้ที่มี ประสบการณ์ในการนิเทศการสอน หรือการนำหลักสูตรไปปฏิบัติจริง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ใน การจัดการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผลในบริบทของสถานศึกษาจริง

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการประชาพิจารณ์ ได้คัดเลือกกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จำนวน 16 คน โดยมีเกณฑ์เพื่อให้เกิดความสมดุลของมุมมอง (Balanced Perspective) ดังนี้

กลุ่มผู้บริหารและครูผู้สอน คัดเลือกจากผู้ที่จะต้องนำหลักสูตรนี้ไป บริหารจัดการและดำเนินการสอนโดยตรง เพื่อรับฟังความคิดเห็นด้านความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ และความพร้อมของทรัพยากร

กลุ่มผู้เชี่ยวชาญภายนอก (จากสถานศึกษาอื่นและสถานประกอบการ) เพื่อเป็นการทวนสอบ (Validate) คุณภาพของหลักสูตรกับมาตรฐานภายนอกและความต้องการของ ตลาดแรงงานในภาพรวม

กลุ่มนักศึกษา คัดเลือกจากนักศึกษาปัจจุบันในสาขาวิชา เพื่อรับฟัง มุมมองจากผู้ที่จะได้รับผลกระทบโดยตรง ทั้งในด้านความน่าสนใจของเนื้อหา ความยากง่าย และ ความต้องการในการเรียนรู้

กลุ่มผู้ปกครอง เพื่อรับฟังความคิดเห็นและความคาดหวังที่มีต่อหลักสูตร ในฐานะผู้สนับสนุนการศึกษาของบุตรหลาน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายละเอียดเชิงเทคนิคของการทดสอบและสร้างความเชื่อมั่นของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เทคนิคหลักในการตรวจสอบคุณภาพ - ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

เครื่องมือทุกชิ้นในการวิจัยนี้ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เทคนิคหลักที่ใช้ในการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคือ **ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC)** ซึ่งมีขั้นตอนและรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

1. **การให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ** ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านจะประเมินข้อคำถามหรือรายการแต่ละข้อในเครื่องมือวิจัย เทียบกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยให้คะแนนใน 3 ระดับ

+1 เมื่อเห็นว่าข้อคำถามนั้น **สอดคล้อง** กับวัตถุประสงค์ (วัดได้ตรงประเด็น)

0 เมื่อ **ไม่แน่ใจ** ว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องหรือไม่

-1 เมื่อเห็นว่าข้อคำถามนั้น **ไม่สอดคล้อง** กับวัตถุประสงค์ (วัดไม่ตรงประเด็น)

2. **การคำนวณ** นำคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมาคำนวณตามสูตร

$$IOC = \Sigma R / N$$

ΣR คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด (ในงานวิจัยนี้คือ 3 คน)

3. **เกณฑ์การพิจารณา** งานวิจัยนี้ได้ตั้งเกณฑ์การยอมรับข้อคำถามไว้ที่ ค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 ซึ่งเป็นเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับกันทั่วไป หากข้อคำถามใดมีค่า IOC ต่ำกว่า 0.60 จะต้องถูกนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ หรือตัดทิ้งไป

รายละเอียดเชิงเทคนิคของเครื่องมือแต่ละชิ้น

1. แบบสัมภาษณ์กึ่งมีโครงสร้าง (Semi-structured Interview)

ทางเทคนิค เพื่อสร้างชุดคำถามปลายเปิดที่ครอบคลุมกรอบแนวคิด และสามารถเจาะลึกประเด็นความต้องการจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตรได้อย่างครบถ้วน

กระบวนการตรวจสอบ

- สร้างชุดคำถาม 2 ฉบับ (สำหรับผู้ประกอบการ 5 ข้อ และสำหรับบุคลากรทางการศึกษา 5 ข้อ) โดยอิงจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- นำร่างแบบสัมภาษณ์ทั้ง 2 ฉบับให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านประเมินด้วยเทคนิค IOC

ผลการตรวจสอบ ข้อคำถามทุกข้อในแบบสัมภาษณ์ทั้ง 2 ฉบับ ได้รับการประเมินว่า "มีความเหมาะสม" โดยมีค่า IOC ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (≥ 0.60) ซึ่งยืนยันได้ว่าคำถามมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลได้จริง

2. แบบประเมินคุณภาพความเหมาะสมของหลักสูตร

ทางเทคนิค เพื่อสร้างเครื่องมือวัดเชิงปริมาณที่สามารถประเมินคุณภาพของร่างหลักสูตรใน 5 องค์ประกอบได้อย่างน่าเชื่อถือ

ลักษณะทางเทคนิค เป็นแบบสอบถามชนิด **มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ** ตามแนวคิดของลิเคิร์ท (Likert Scale) โดยกำหนดน้ำหนักคะแนนดังนี้

5 = มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 = มีความเหมาะสมมาก

3 = มีความเหมาะสมปานกลาง

2 = มีความเหมาะสมน้อย

1 = มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

กระบวนการตรวจสอบ นำร่างแบบประเมินที่มีข้อคำถาม 41 ข้อ ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านตรวจสอบด้วยเทคนิค IOC เพื่อให้มั่นใจว่าทุกข้อคำถามสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการจะวัดในแต่ละองค์ประกอบของหลักสูตร

ผลการตรวจสอบ เครื่องมือผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และพร้อมนำไปใช้ประเมินร่างหลักสูตรต่อไป ซึ่งผลจากการประเมินนี้จะถูกนำมาวิเคราะห์ด้วย **สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)** คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยมีเกณฑ์การยอมรับคุณภาพของหลักสูตรที่ **ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ≥ 3.51 และ $S.D. \leq 1.00$**

3. แบบบันทึกการวิพากษ์ระดมสมองและแบบประชาพิจารณ์

ทางเทคนิค เพื่อสร้างกรอบการเก็บข้อมูลที่มีโครงสร้างชัดเจน สำหรับการประชุมกลุ่มและการรับฟังความคิดเห็นสาธารณะ

กระบวนการตรวจสอบ เครื่องมือทั้งสองชิ้น (6 ข้อสำหรับระดมสมอง, 5 ข้อสำหรับประชาพิจารณ์) ได้ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านด้วยเทคนิค IOC เช่นเดียวกัน เพื่อให้มั่นใจว่าประเด็นที่ใช้ในการอภิปรายมีความชัดเจน ครบคลุม และตรงตามวัตถุประสงค์

ผลการตรวจสอบ เครื่องมือทั้งสองชิ้นมีค่า IOC อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และถูกประเมินว่า "มีความเหมาะสม" สำหรับการนำไปใช้เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ด้วย **การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)**

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษานี้ดำเนินการผ่าน 3 ขั้นตอนหลัก

ขั้นตอนแรกคือการศึกษาค้นคว้าความต้องการ โดยสถาบันออกหนังสือรับรองไปยังสถานประกอบการ จากนั้นดำเนินการสัมภาษณ์ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งมีโครงสร้าง และบันทึกข้อมูลด้วยวิธีโอภาสใต้การอนุญาตของผู้ให้ข้อมูล เพื่อนำไปวิเคราะห์และสรุปผลต่อไป

ขั้นตอนที่สองเป็นการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพหลักสูตร โดยได้รับการประเมินร่างหลักสูตรจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อให้มั่นใจในคุณภาพและความเหมาะสมของเนื้อหา

ขั้นตอนสุดท้ายคือการจัดประชุมประชาพิจารณ์ เพื่อรับฟังความคิดเห็นจากผู้เกี่ยวข้อง โดยบันทึกและวิเคราะห์ผลการประชาพิจารณ์อย่างละเอียด เพื่อปรับปรุงหลักสูตรให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานจริง

การวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาหลักสูตรประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก

ขั้นแรกเป็นการศึกษาความต้องการและวิเคราะห์เนื้อหา โดยเริ่มจากการเตรียมและจัดระบบข้อมูลที่รวบรวมได้ จากนั้นใช้วิธี Content Analysis วิเคราะห์เนื้อหาอย่างเป็นระบบ และสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างข้อสรุปที่เชื่อมโยงกัน

ขั้นที่สองคือการร่างและประเมินคุณภาพหลักสูตร โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คนทำการประเมิน แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการคำนวณค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) หลักสูตรจะผ่านเกณฑ์เมื่อมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 หากไม่ผ่านเกณฑ์จะต้องขอความคิดเห็นเพิ่มเติมและปรับปรุงแก้ไข

ขั้นสุดท้ายเป็นการประชาพิจารณ์ ซึ่งจะวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณด้วยสถิติพื้นฐานคำนวณเป็นร้อยละ และเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์ความคิดเห็นแบบ Content Analysis จากนั้นจึงสรุปผลและเผยแพร่โดยการนำเสนอผลการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาหลักสูตรมีการใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การศึกษาความต้องการจำเป็น การประเมินคุณภาพหลักสูตร และการประชาพิจารณ์

การศึกษาความต้องการจำเป็น ในขั้นตอนนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา โดยประเมินคุณภาพข้อมูลด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป การคำนวณใช้สูตร $IOC = (\Sigma R)/N$ โดย ΣR คือผลรวมคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด และ N คือจำนวนผู้เชี่ยวชาญ ข้อมูลที่ได้จะถูกจำแนกเป็นหมวดหมู่และสังเคราะห์เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพที่ชัดเจน

การประเมินคุณภาพหลักสูตร ใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยกำหนดเกณฑ์การยอมรับที่คะแนนเฉลี่ยต้องตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 หากผลการประเมินไม่เป็นไปตามเกณฑ์ จะต้องขอความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อปรับปรุงหลักสูตรให้ดีขึ้น

การประชาพิจารณ์ ขั้นตอนการประชาพิจารณ์ใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และสถิติร้อยละ โดยค่า IOC ต้องอยู่ในช่วง 0.60-1.00 การให้คะแนนใช้ระบบ 3 ระดับ คือ สอดคล้อง (+ 1 คะแนน) ไม่แน่ใจ (0 คะแนน) และไม่สอดคล้อง (-1 คะแนน) ระบบการให้คะแนนนี้ช่วยให้ได้ข้อมูล

ที่ชัดเจนเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และสามารถนำไปปรับปรุงหลักสูตรได้อย่างเหมาะสม

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตร

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการสัมภาษณ์ สรุปประเด็นความต้องการจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตรได้ 5 ด้านหลัก ดังนี้

ด้านการปรับปรุงหลักสูตร ต้องบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น IoT, PLC, AI และ SOLIDWORKS เข้าไปในเนื้อหา และปรับรูปแบบการสอนเป็น Block Course เพื่อให้นักศึกษาสามารถมุ่งเน้นการเรียนรู้ที่ละวิชา

ด้านคุณลักษณะและสมรรถนะนักศึกษา เน้นย้ำความสำคัญของคุณลักษณะพื้นฐาน (วินัย, ความรับผิดชอบ) และทักษะสากล (Soft Skills) เช่น การสื่อสาร, การแก้ปัญหา, การทำงานเป็นทีม และการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ด้านมาตรฐานวิชาชีพ มีความต้องการให้ผู้สำเร็จการศึกษามีใบรับรองมาตรฐานฝีมือแรงงานและเทียบเคียงคุณวุฒิกับระดับสากลได้ เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือและโอกาสในการทำงาน

ด้านการจัดการเรียนการสอน ควรใช้รูปแบบการสอนที่หลากหลาย เช่น การสอนร่วม (Team Teaching) โดยผู้เชี่ยวชาญจากภายนอก และการแยกกลุ่มเรียนตามพื้นฐานความรู้เดิมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

ด้านความร่วมมือกับภายนอก จำเป็นต้องสร้างความร่วมมือเชิงรุกกับสถานประกอบการในการจัดทำแผนการฝึกงาน (MOU) และร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐ เช่น กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน ในการจัดตั้งศูนย์ทดสอบมาตรฐาน

2. ผลการร่างและหาคุณภาพของหลักสูตร

หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมี 5 องค์ประกอบหลัก คือ 1) แนวคิด ข้อมูลพื้นฐาน 2) เป้าหมาย และพันธกิจ 3) สาระสำคัญของสาขาวิชา 4) การวัดและประเมินผล และ 5) การบริหารจัดการ หลักสูตรฐาน มีสมรรถนะรวม 82 หน่วยกิต โดยแบ่งเป็นหมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง 15 หน่วยกิต, วิชาชีพพื้นฐาน 13 หน่วยกิต, วิชาชีพเฉพาะ 48 หน่วยกิต และวิชาเลือกเสรี 6 หน่วยกิต ผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่า หลักสูตรมีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับ "มากที่สุด" (ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X}$) = 4.92, S.D. = 0.71) โดยส่วนที่มีคะแนนสูงสุดคือ สาระสำคัญของสาขาวิชา และส่วนที่มีคะแนนต่ำสุด แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ดีมากคือ เป้าหมายและพันธกิจ

3. ผลการศึกษาการประชาสัมพันธ์หลักสูตร

ผู้เข้าร่วมประชาสัมพันธ์ 16 คน เห็นชอบว่าองค์ประกอบทั้ง 5 ส่วนของหลักสูตรมีความ "เหมาะสม" โดยมีข้อเสนอแนะเชิงพัฒนาที่สำคัญ 3 ประการ คือ

การพัฒนาบุคลากร ควรมีการจัดทำแผนพัฒนาคนอาจารย์ให้มีความเชี่ยวชาญเท่าทันเทคโนโลยีใหม่อยู่เสมอ

การปรับปรุงรายวิชา ควรทบทวนความซ้ำซ้อนของเนื้อหาในบางรายวิชาและพิจารณาเพิ่มวิชาที่ตอบสนองต่อเทคโนโลยีเกิดใหม่

การพัฒนาระบบฝึกงาน ควรจัดทำ "กรอบสมรรถนะการฝึกงาน" (Internship Competency Framework) ร่วมกับสถานประกอบการให้ชัดเจน เพื่อให้การฝึกงานมีคุณภาพและวัดผลได้จริง

การวิจัยและพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะอาชีพ สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ในครั้งนี้ เป็นมากกว่าเพียงการปรับปรุงหลักสูตร แต่เป็นการนำเสนอ **ต้นแบบ (Prototype)** ที่สมบูรณ์สำหรับการยกระดับการจัดการอาชีวศึกษาไทยให้ทัดเทียมมาตรฐานสากล โดยมีนัยสำคัญที่สามารถสรุปเป็นภาพรวมได้ดังนี้

1. การเชื่อมโยงคุณวุฒิวิชาชีพสู่มาตรฐานสากล (Aligning Qualifications with International Standards)

หัวใจของความสำเร็จในการพัฒนานี้คือ การบูรณาการกรอบคุณวุฒิแห่งชาติ (NQF) เข้ากับ กรอบคุณวุฒิอาเซียน (AQRF), กรอบคุณวุฒิสากล (IQF) และมาตรฐานอุตสาหกรรมอย่างเป็นระบบ การเลือกใช้ **กรอบการศึกษาระบบสมรรถนะ (Competency-Based Education : CBE)** ซึ่งเป็นแนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best Practice) ในระดับสากล ได้เปลี่ยนจุดเน้นจากการเรียนรู้ที่อิงกับเนื้อหาและเวลาในห้องเรียน ไปสู่การวัดผลลัพธ์ที่ตัวผู้เรียนว่า "สามารถทำอะไรได้จริง" (Outcome-based) ซึ่งเป็นสิ่งที่ตลาดแรงงานในยุคอุตสาหกรรม 4.0 ทั่วโลกต้องการ สิ่งนี้ไม่เพียงแต่ช่วยแก้ปัญหา "ช่องว่างทางทักษะ" (Skills Mismatch) ในประเทศ แต่ยังเป็นการสร้างเชื่อมั่นว่าบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรนี้จะมีคุณวุฒิที่เป็นที่ยอมรับและสามารถเทียบเคียงได้ในตลาดแรงงานระดับภูมิภาคและระดับสากล

2. การสร้างระบบนิเวศการเรียนรู้แบบองค์รวม (Creating a Holistic Learning Ecosystem)

หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นได้ก้าวข้ามการจัดการเรียนการสอนแบบเดิมที่แยกส่วนความรู้ ไปสู่การสร้างระบบนิเวศการเรียนรู้ (Learning Ecosystem) ที่ส่งเสริมการพัฒนาผู้เรียนอย่างรอบด้าน ผลการวิจัยได้นำไปสู่การปรับเปลี่ยนที่สำคัญ ได้แก่

การเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) การส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านโครงการเป็นฐาน (Project-Based Learning) ที่นำปัญหาจริงจากชุมชนและอุตสาหกรรมมาเป็นโจทย์ ทำให้นักศึกษาได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ และการทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Learning, 2019)

การบูรณาการทักษะทางสังคม (Soft Skills Integration) แทนที่จะแยกสอนเป็นรายวิชา หลักสูตรนี้ได้สอดแทรกการพัฒนาทักษะด้านวินัย การสื่อสาร และความเป็นผู้นำเข้าไปในทุกกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการสร้างบัณฑิตที่พร้อมทำงานและปรับตัวได้ดี

วัฒนธรรมความปลอดภัย (Safety Culture) การให้ความสำคัญกับความปลอดภัยเป็นอันดับแรกในทุกรายวิชาปฏิบัติ สอดคล้องกับมาตรฐานสากลในการจัดการศึกษาด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี (Findlater, 2018)

3. นิยามใหม่ของความร่วมมือสู่การเป็นหุ้นส่วน (Redefining Collaboration towards Partnership)

ผลการวิจัยได้ผลักดันให้ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาลัยและสถานประกอบการพัฒนาระดับจาก "ความร่วมมือ" (Cooperation) ไปสู่ "การเป็นหุ้นส่วน" (Partnership) อย่างแท้จริง การจัดทำ "กรอบสมรรถนะการฝึกงาน" (Internship Competency Framework) ร่วมกัน เป็นตัวอย่างที่ชัดเจนของการนำแนวคิด การเรียนรู้โดยใช้การทำงานเป็นฐาน (Work-Integrated Learning : WIL) มาปรับใช้ ซึ่งเป็นโมเดลที่ประสบความสำเร็จในระดับสากล (Patrick et al., 2008) การเป็นหุ้นส่วนนี้หมายถึงการที่ทั้งสองฝ่ายร่วมกันออกแบบ ร่วมกันจัดการเรียนรู้ และร่วมกันรับผิดชอบต่อคุณภาพของบัณฑิต ซึ่งจะช่วยให้การเปลี่ยนผ่านจากโลกการศึกษาไปสู่โลกของการทำงานเป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพสูงสุด

สรุปภาพรวม งานวิจัยได้นำเสนอ “พิมพ์เขียว (Blueprint)” ของการพัฒนาหลักสูตรอาชีวศึกษาที่ตอบโจทย์อนาคตได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยมี “**การศึกษาฐานสมรรถนะ**” เป็นหัวใจหลัก มี “**การบูรณาการมาตรฐานสากล**” เป็นเครื่องรับประกันคุณภาพ และมี “**การเป็นหุ้นส่วนกับภาคอุตสาหกรรม**” เป็นกลไกขับเคลื่อนที่สำคัญ ผลลัพธ์ที่ได้จึงไม่ใช่เพียงแค่ “หลักสูตร” แต่คือ “บัณฑิต” ที่มีคุณลักษณะของ “**นวัตกรรมคณาทรอนิกส์สร้างสรรค์สังคม**” ซึ่งพร้อมที่จะเป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศไทยให้บรรลุเป้าหมายประเทศไทย 4.0 ต่อไป

ตัวอย่างรายวิชาที่ได้รับการปรับปรุงจากการพัฒนาหลักสูตร

30127-2012 การประสานระบบหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ

2-3-3

System Integrator in Robotics and Automation

อ้างอิงมาตรฐาน

1. ตามคำแนะนำของ อ.กรอ.อศ. สาขาเมคคาทรอนิกส์ หุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติ
2. มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส SI0211, SI0212, SI0213 อาชีพนักบูรณาการระบบการผลิต ระดับ 3

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

เชื่อมต่อสัญญาณของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ระบบทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่องและสอดคล้องกันตามเงื่อนไขการทำงาน ในงานอุตสาหกรรม โดยสามารถประยุกต์ใช้หุ่นยนต์ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมและประมวลผล เขียนโปรแกรม Controller ตามแผนภูมิเวลาและ Flowchart ที่กำหนด รวมถึงทดสอบการทำงานของระบบแมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ให้เป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยในกระบวนการผลิต

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจหลักการประยุกต์ใช้หุ่นยนต์ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมและประมวลผล
2. สามารถการเชื่อมต่อสัญญาณของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ระบบทำงานร่วมกัน และสามารถกำหนดอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมหรือรับส่งสัญญาณได้อย่างเหมาะสม
3. มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความละเอียด รอบคอบและปลอดภัย ตระหนักถึงคุณภาพของงาน และมีคุณธรรมในงานอาชีพ รวมถึงสามารถทดสอบระบบป้องกันของ work cell เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน
4. สามารถประสานระบบหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานแมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ พร้อมทั้งทดสอบการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการการผลิต
5. สามารถเขียนโปรแกรม Controller เพื่อควบคุมกระบวนการการผลิตและทำการทดสอบโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ
6. สามารถสร้างแผนภูมิเวลา (Time Chart) และเขียนโปรแกรมควบคุมตาม Flowchart ให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิตและระดับความปลอดภัย

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้หลักการประยุกต์ใช้หุ่นยนต์ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมและประมวลผล รวมถึงการกำหนดอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมหรือรับส่งสัญญาณ และการประมาณจำนวนอินพุต/เอาต์พุตในการเขียนโปรแกรมควบคุม
2. ประยุกต์ใช้หุ่นยนต์ทำงานร่วมกับการจำลองสถานการณ์การทำงานของเครื่องจักร และสามารถวางแผนแบ่งส่วนโปรแกรมอย่างเป็นระบบ
3. เชื่อมต่อสัญญาณของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ระบบทำงานร่วมกัน
4. ประยุกต์การประสานระบบหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานแมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์
5. เขียนและทดสอบโปรแกรม Controller เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ
6. สร้างแผนภูมิเวลา (Time Chart) ให้สอดคล้องกับการทำงานของเครื่องจักรและระดับความปลอดภัย
7. เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานตาม Flowchart ให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิตและมาตรฐานความปลอดภัย

8. ทดสอบการทำงานร่วมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตและระบบป้องกันของ work cell

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติการประยุกต์ใช้หุ่นยนต์ทำงานร่วมกับโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ คอมพิวเตอร์ เซนเซอร์ อุปกรณ์ขับเคลื่อน มอเตอร์ คอนเวอร์เตอร์ นิวเมติกส์ ไฮดรอลิกส์ รวมถึงการอ่านและเตรียมแบบการประกอบของชิ้นส่วนทางกล วงจรระบบนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ วงจรไฟฟ้าควบคุมและไฟฟ้าสื่อสาร การเชื่อมต่อสัญญาณของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ระบบทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่องและสอดคล้องกันตามเงื่อนไขการทำงาน โดยประยุกต์ใช้ออกแบบโปรแกรมจำลองการทำงานกระบวนการผลิต รวมถึงการวางแผนงานและกำหนดขั้นตอนในการประกอบและติดตั้งระบบต่าง ๆ การติดตั้งและเลือกใช้ชนิดเอาต์พุต การเลือกรูปแบบ Sensors แบบ Barcode / RFID / Vision IO Link ประยุกต์ใช้การติดต่อสื่อสาร การเลือกใช้งานของอุปกรณ์ ตัวแปลงการติดต่อสื่อสาร ตั้งค่าใช้งานตัวแปลงการติดต่อสื่อสารการควบคุมแบบไร้สาย WLAN, Bluetooth, Internet Service (Local, Global) การเลือกใช้ระบบสื่อสารและสายสัญญาณของหุ่นยนต์ อุตสาหกรรม แบบอนุกรม, LAN Intranet ต่อสายสัญญาณโดยลดสัญญาณรบกวนในการส่งข้อมูล และวิธีการป้องกันข้อผิดพลาดในระบบ การประกอบและติดตั้งชิ้นส่วนระบบส่งกำลังทางกล ได้แก่ ลูกปืน เฟือง เพลา คัปปลิงแบบต่าง ๆ มุเล่ สายพาน โซ่และสปริงก๊อต บอลสกรู และรางเลื่อนสำเร็จรูป การติดตั้งระบบนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าในตัวควบคุม และอุปกรณ์ไฟฟ้าระบบไฟฟ้าสื่อสาร การเดินสายไฟในเครื่องจักรตามมาตรฐาน ใช้เครื่องมือที่ใช้ในงานติดตั้งและทดสอบ ตรวจสอบ ปรับตั้ง ทดสอบแก้ไข ซ่อมบำรุงและประเมินผล การใช้เครื่องมือวัดตรวจสอบและบันทึกผลของระบบส่งกำลังทางกล ระบบนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ ไฟฟ้าควบคุมและไฟฟ้าสื่อสาร การปรับตั้งค่า ทดสอบและบันทึกผลการทำงานของระบบต่าง ๆ การแก้ไขข้อผิดพลาดของระบบส่งกำลังทางกล ระบบนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระบบไฟฟ้าควบคุมและไฟฟ้าสื่อสาร การวัดควบคุม และการบำรุงรักษาในเครื่องจักรคัดแยกวัตถุ (Sorting by Robot) จัดระบบการจัดทำรายงาน การจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลและการทดสอบระบบเพื่อส่งมอบงาน ปรับตั้งพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ ชิ้นส่วนและเครื่องจักร ทดสอบระบบหลังการติดตั้งตามมาตรฐานความปลอดภัย

หมายเหตุ: ข้อความที่ขีดเส้นใต้เป็นเนื้อหาที่เพิ่มเข้ามาใหม่ในรายวิชานี้

อภิปรายผล

การวิจัยและพัฒนาหลักสูตรครั้งนี้ได้ผลลัพธ์ที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ทุกประการ สามารถอภิปรายผลในประเด็นสำคัญได้ ดังนี้

1. การศึกษาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตร

ผลการศึกษาในขั้นตอนนี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ซึ่งให้เห็นถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการทบทวนหลักสูตรเดิม ซึ่งมีช่องว่างที่สำคัญเมื่อเทียบกับความต้องการของโลกอุตสาหกรรมสมัยใหม่ การอภิปรายผลสามารถจำแนกเป็นประเด็นย่อยได้ดังนี้

การตอบสนองต่อพลวัตของอุตสาหกรรม (Responding to Industrial Dynamics) ผลการศึกษาที่พบว่าหลักสูตรเดิมมีเนื้อหาที่ไม่ทันสมัย ขาดการบูรณาการเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น IoT, PLC, AI และ SOLIDWORKS (ผลการศึกษาความต้องการจำเป็น, หน้า 1, 5) นั้นเป็นการยืนยันสถานการณ์ที่ภาคอุตสาหกรรมกำลังเผชิญอยู่จริง โดยเฉพาะในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ซึ่งเป็นศูนย์กลางของอุตสาหกรรมเป้าหมาย (New S-Curve) การที่หลักสูตรเดิวยังคงตามหลังเทคโนโลยีที่ใช้จริงในสถานประกอบการ ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหา "ความไม่สอดคล้องเชิงทักษะ" (Skills Mismatch) ซึ่งงานวิจัยของ TDRI (2564) และธนาคารแห่งประเทศไทย (2561) ได้ระบุว่าเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ดังนั้น ข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงหลักสูตรโดยเน้นการปฏิบัติจริงและใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย จึงไม่ใช่เพียงการปรับปรุงเนื้อหา แต่เป็นการปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์เพื่อให้หลักสูตรสามารถตอบสนองต่อพลวัตของภาคอุตสาหกรรมได้อย่างแท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาหลักสูตรอาชีวศึกษาที่ต้องมีความเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดกับภาคอุตสาหกรรม (วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม, ม.ป.ป.; สถาบันเทคโนโลยีจิตรลดา, ม.ป.ป.)

การพัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวม (Holistic Learner Development) ประเด็นที่น่าสนใจคือ ทั้งผู้ประกอบการและบุคลากรทางการศึกษาต่างให้ความสำคัญกับคุณลักษณะพื้นฐานและทักษะทางสังคม (Soft Skills) ไม่น้อยไปกว่าทักษะเชิงเทคนิค (Hard Skills) การเน้นย้ำถึงความสำคัญของ วินัย, ความรับผิดชอบ, และความตรงต่อเวลา (ผลการศึกษาความต้องการจำเป็น, หน้า 2, 3) สะท้อนให้เห็นว่าสถานประกอบการมองหานุชนัยทำงานที่สมบูรณ์ ไม่ใช่เพียงช่างเทคนิคที่มีฝีมือ การที่นักศึกษายังขาดทักษะการสื่อสาร, การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า, และการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Learning) (ผลการศึกษาความต้องการจำเป็น, หน้า 5, 7) เป็นสิ่งที่น่ากังวล เพราะทักษะเหล่านี้คือสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการทำงานในโลกยุคใหม่ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (World Economic Forum, 2023) ดังนั้น การพัฒนาหลักสูตรจึงต้องไม่ใช่แค่การเติมความรู้ทางเทคนิค แต่ต้องเป็นการออกแบบ "ระบบนิเวศการเรียนรู้" (Learning Ecosystem) ที่ส่งเสริมการพัฒนาผู้เรียนในทุกมิติอย่างเป็นองค์รวม

2. การร่างและหาคุณภาพของหลักสูตร

กระบวนการร่างและหาคุณภาพหลักสูตรเป็นไปตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องโดยตรงจากการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นในขั้นตอนที่ 1 และสะท้อนถึงความพยายามในการสร้างหลักสูตรที่มีคุณภาพและได้รับการยอมรับ

การบูรณาการกรอบมาตรฐานอย่างเป็นระบบ (Systematic Integration of Standard Frameworks) การที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์หลักสูตรโดยอ้างอิงกับกรอบมาตรฐานระดับชาติหลายฉบับพร้อมกัน ทั้งกรอบคุณวุฒิแห่งชาติ (NQF) ซึ่งเทียบเคียงกับกรอบคุณวุฒิอาเซียน (AQRF) และ กรอบคุณวุฒิสากล (IQF), มาตรฐานฝีมือแรงงาน, และกรอบคุณวุฒิวิชาชีพ (TPQI) ถือเป็นจุดแข็งที่สำคัญของกระบวนการพัฒนาครั้งนี้ การทำเช่นนี้เป็นการสร้างความมั่นใจว่าหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันในทุกระดับ (Alignment) ตั้งแต่ผลลัพธ์การเรียนรู้ในรายวิชาไปจนถึงมาตรฐานสมรรถนะที่สถานประกอบการต้องการ ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการแก้ปัญหา "Skills Mismatch" อย่างเป็นรูปธรรม (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2562)

การใช้กระบวนทัศน์การศึกษาฐานสมรรถนะ (Adopting the Competency-Based Education Paradigm) การตัดสินใจเลือกใช้กรอบการศึกษาฐานสมรรถนะ (CBE) เป็นการเลือกกระบวนทัศน์ที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับบริบทของการอาชีวศึกษา แนวคิดของ Spady (1994) และงานวิจัยของ Le, Janssen, and Wubbels (2018) ต่างยืนยันว่า CBE ช่วยเปลี่ยนจุดเน้นจากการที่ผู้เรียน "เรียนรู้อะไร" (Input-based) ไปสู่การที่ผู้เรียน "ทำอะไรได้" (Outcome-based) ซึ่งการกำหนดให้ผู้เรียนต้องแสดงออกถึงสมรรถนะที่วัดผลได้จริงนี้ จะช่วยสร้างบัณฑิตที่พร้อมปฏิบัติงานและลดภาระการฝึกอบรมซ้ำซ้อนของสถานประกอบการได้อย่างมีนัยสำคัญ

ผลการประเมินคุณภาพที่สะท้อนความเชื่อมั่น (Quality Assessment Results Reflecting Confidence) การที่หลักสูตรได้รับการประเมินคุณภาพโดยรวมในระดับ "มากที่สุด" ($\bar{X} = 4.92$) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เป็นเครื่องยืนยันเชิงประจักษ์ถึงคุณภาพและความเหมาะสมของหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น ประเด็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งคือ ส่วนที่ 3: สาระสำคัญของสาขาวิชา ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.92$) ซึ่งบ่งชี้ว่าแกนกลางของหลักสูตร ทั้งในด้านเนื้อหาและโครงสร้าง มีความแข็งแกร่งและได้รับการยอมรับจากผู้ทรงคุณวุฒิอย่างเป็นเอกฉันท์ นอกจากนี้ การใช้ระเบียบวิธีวิจัยที่หลากหลายและการตรวจสอบสามเส้า (Triangulation) จากมุมมองของผู้ประกอบการ, ครูผู้สอน, และผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร ช่วยเสริมสร้างความน่าเชื่อถือและความตรงของผลการวิจัยได้อย่างมาก (Creswell & Plano Clark, 2018) ทำให้มั่นใจได้ว่าหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นนี้ตั้งอยู่บนรากฐานของข้อมูลที่รอบด้านและเชื่อถือได้

3. การศึกษาผลการประชาพิจารณ์หลักสูตร

ผลจากการประชาพิจารณ์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากทุกภาคส่วนเห็นชอบว่าโครงสร้างและเนื้อหาของหลักสูตรโดยรวมมีความ "เหมาะสม" อย่างไรก็ตาม ที่ประชุมได้ให้ข้อเสนอแนะเชิงสร้างสรรค์หลายประเด็น ซึ่งสามารถนำมาอภิปรายเชื่อมโยงกับแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

ด้านโครงสร้างและเนื้อหา - ความสอดคล้องระหว่างทักษะอาชีพและการศึกษาต่อ
ผู้เข้าร่วมประชาพิจารณ์เห็นว่าโครงสร้างหลักสูตรมีความสอดคล้องกับกรอบคุณวุฒิแห่งชาติและ

ความต้องการของสถานประกอบการ (ข้อมูลการประชาสัมพันธ์จากการถอดข้อความเสียง, 2567, น. 1) แต่ได้เสนอให้มีการทบทวนรายวิชาบางส่วนเพื่อสร้างสมดุลระหว่างการเตรียมความพร้อมสู่โลกอาชีพและการศึกษาต่อในระดับสูง เช่น การเสนอให้คงรายวิชาแคลคูลัสไว้เพื่อเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี (ข้อมูลการประชาสัมพันธ์จากการถอดข้อความเสียง, 2567, น. 6) ประเด็นนี้สะท้อนถึงบทบาทคู่ขนานของหลักสูตรอาชีวศึกษา ซึ่งงานวิจัยของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2562) ได้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการสร้างเส้นทางการเรียนรู้ (Learning Pathway) ที่ยืดหยุ่น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเลือกเดินต่อได้ทั้งสองเส้นทาง การหาจุดสมดุลในเรื่องนี้จึงเป็นหัวใจสำคัญที่จะทำให้หลักสูตรมีประสิทธิภาพสูงสุด

ด้านการจัดการเรียนการสอน - เน้นความปลอดภัย การเรียนรู้จากปัญหาจริง และสังคมแห่งการเรียนรู้ ประเด็นด้านความปลอดภัยถูกหยิบยกขึ้นมาเป็นพิเศษ โดยมีข้อเสนอให้สอนเรื่องความปลอดภัยก่อนเริ่มปฏิบัติงานในทุกรายวิชา (ข้อมูลการประชาสัมพันธ์จากการถอดข้อความเสียง, 2567, น. 3, 10) ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานสากลในการจัดการศึกษาด้านวิศวกรรมที่เน้นการสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัย (Safety Culture) ให้เกิดขึ้นในสถานศึกษา (Findlater, 2018) นอกจากนี้ การเสนอให้ใช้รูปแบบการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาจากชุมชน (Project-Based Learning) และการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ไม่ทอดทิ้งใครไว้ข้างหลัง (ข้อมูลการประชาสัมพันธ์จากการถอดข้อความเสียง, 2567, น. 2, 23) เป็นไปในทิศทางเดียวกับแนวคิดการเรียนรู้สมัยใหม่ที่เน้นการสร้าง "ชุมชนแห่งการเรียนรู้" (Learning Community) และการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (Thomas, 2000)

ด้านการฝึกงานและความร่วมมือ - จาก "ความร่วมมือ" สู่ "การเป็นหุ้นส่วน" ผู้ทรงคุณวุฒิจากสถานประกอบการได้เสนอให้มีการจัดทำแผนการฝึกงานที่ชัดเจนร่วมกัน เพื่อกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้และป้องกันปัญหาการฝึกงานไม่ตรงตามมาตรฐาน (ข้อมูลการประชาสัมพันธ์จากการถอดข้อความเสียง, 2567, น. 4, 8, 12) ข้อเสนอแนะสะท้อนความต้องการที่จะยกระดับความสัมพันธ์จาก "ความร่วมมือ" (Cooperation) ไปสู่ "การเป็นหุ้นส่วน" (Partnership) ที่ทั้งสองฝ่ายร่วมกันออกแบบและรับผิดชอบต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษา ซึ่งเป็นหัวใจของรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้การทำงานเป็นฐาน (Work-Integrated Learning: WIL) และสอดคล้องกับโมเดลความร่วมมือในระบบทวิภาคีที่ประสบความสำเร็จ (ณรงค์ศักดิ์ บุญยมาลิก และคณะ, 2563)

ด้านบุคลากรและทรัพยากร - ปัจจัยพื้นฐานสู่ความเป็นเลิศ ที่ประชุมได้แสดงความกังวลเรื่องจำนวนบุคลากรที่ไม่เพียงพอ และเสนอให้มีการพัฒนาครูผู้สอนให้มีความเชี่ยวชาญเท่าทันเทคโนโลยีอยู่เสมอ (ข้อมูลการประชาสัมพันธ์จากการถอดข้อความเสียง, 2567, น. 4, 10) รวมถึงการจัดหาอุปกรณ์การเรียนที่ทันสมัยและเพียงพอ (ข้อมูลการประชาสัมพันธ์จากการถอดข้อความเสียง, 2567, น. 5, 11) ประเด็นเหล่านี้เป็นปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ OECD (2021) ที่เน้นย้ำถึงความสำคัญของการลงทุนในการ

พัฒนาวิชาชีพครูและการสร้างห้องปฏิบัติการที่ทันสมัย เพื่อลดช่องว่างระหว่างการเรียนในห้องเรียนกับการปฏิบัติงานจริงในภาคอุตสาหกรรม

จากการอภิปรายผลสามารถสรุปเป็นประเด็นสำคัญหลัก ๆ ได้ ดังนี้

1. หลักสูตรที่ตอบสนองต่อพลวัตของอุตสาหกรรม การบูรณาการเทคโนโลยี Industry 4.0 เข้าไปในหลักสูตรโดยตรงและการใช้กรอบ CBE เป็นการตัดสินใจที่สอดคล้องกับแนวโน้มการจัดการอาชีวศึกษาสมัยใหม่ (Spady, 1994) ซึ่งช่วยแก้ปัญหา "Skills Mismatch" ที่เป็นความท้าทายหลักของประเทศไทย (TDRI, 2564) การระบุหน่วยสมรรถนะที่ขาดหายไปหลักสูตรเดิม เช่น การเขียนโปรแกรม Controller และการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ถือเป็นการเติมเต็มช่องว่างทางทักษะที่ภาคอุตสาหกรรมต้องการอย่างแท้จริง

2. การพัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวม ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าสถานประกอบการไม่ได้ต้องการเพียงบัณฑิตที่มีทักษะเชิงเทคนิค (Hard Skills) แต่ต้องการบุคลากรที่มีคุณลักษณะและทักษะทางสังคม (Soft Skills) ที่ดีด้วย หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นจึงไม่ได้เน้นเพียงวิชาชีพ แต่ยังสอดแทรกการพัฒนาคุณลักษณะ "คนระยองสู่สากล" ผ่านกิจกรรมและวิธีการสอนที่ส่งเสริมการทำงานร่วมกัน การแก้ปัญหา และการมีวินัย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Learning, 2019)

3. การสร้างระบบนิเวศการเรียนรู้ผ่านความร่วมมือ ข้อเสนอแนะจากการประชาสัมพันธ์ที่เน้นย้ำเรื่องการสร้างความร่วมมือเชิงรุกกับสถานประกอบการ ชี้ให้เห็นถึงความต้องการเปลี่ยนความสัมพันธ์จาก "ความร่วมมือ" ไปสู่ "การเป็นหุ้นส่วน" (Partnership) ซึ่งทั้งสองฝ่ายร่วมกันออกแบบและรับผิดชอบต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน แนวคิดนี้สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้การทำงานเป็นฐาน (Work-Integrated Learning: WIL) ซึ่งได้รับการยอมรับว่าสามารถผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพและพร้อมทำงานได้ทันที (Patrick et al., 2008)

สรุปผลการวิจัย

สรุปกระบวนการวิจัยและพัฒนาทั้งหมดออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ **รากฐานและการวิเคราะห์ (Input)**, **หัวใจของการพัฒนา (Process)**, และ **ผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรม (Output)** โดยมี "มาตรฐานสากล" เป็นแนวคิดที่สอดแทรกอยู่ในทุกขั้นตอน



ภาพที่ 3 กระบวนการพัฒนาหลักสูตร

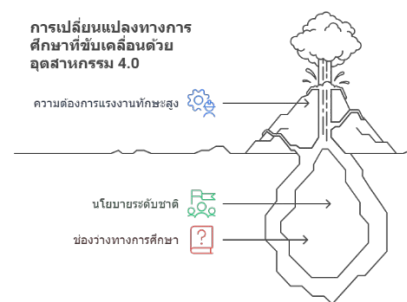
1. รากฐานและการวิเคราะห์ (Input & Analysis)

จุดเริ่มต้นของหลักสูตรไม่ได้เกิดขึ้นจากศูนย์ แต่เกิดจากการวิเคราะห์บริบทและความต้องการอย่างรอบด้าน โดยมีรากฐานสำคัญมาจาก

พลวัตของอุตสาหกรรม (Industry Dynamics) ความต้องการแรงงานทักษะสูงในยุคอุตสาหกรรม 4.0 เป็นแรงผลักดันหลัก ซึ่งเป็นแนวโน้มที่เกิดขึ้นทั่วโลก

นโยบายระดับชาติ (National Policy) นโยบาย "ประเทศไทย 4.0" และ **กรอบคุณวุฒิแห่งชาติ (NQF)** เป็นกรอบการทำงานในประเทศ แต่ก็ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้เชื่อมโยงกับมาตรฐานระดับภูมิภาคและสากลได้

ช่องว่างทางการศึกษา (Educational Gaps) ปัญหา "ช่องว่างทางทักษะ" (Skills Mismatch) และการเรียนการสอนที่เน้นทฤษฎีมากเกินไป เป็นปัญหาที่การศึกษาทั่วโลกพยายามแก้ไข



ภาพที่ 4 รากฐานและการวิเคราะห์ (Input & Analysis)

2. หัวใจของการพัฒนา หลักสูตรฐานสมรรถนะ (The Core Development Process)

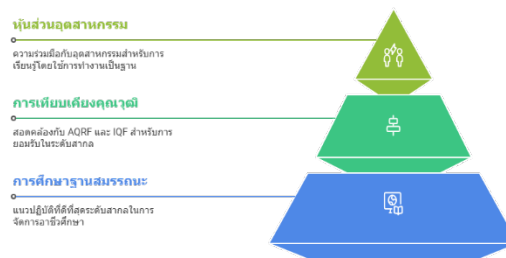
นี่คือแกนกลางของงานวิจัยทั้งหมด ซึ่งได้สร้าง "**หลักสูตรฐานสมรรถนะ**" ที่ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลัก โดยกระบวนการนี้ถูกชี้แนะและตรวจสอบด้วยมาตรฐานสากลอย่างเข้มข้น

จุดเชื่อมโยงที่ 1 การใช้กรอบการศึกษาฐานสมรรถนะ (Competency-Based Education - CBE) หลักสูตรนี้เลือกใช้ CBE เป็นปรัชญานำ ซึ่งเป็น **แนวปฏิบัติที่ดีที่สุดในระดับสากล (Global Best Practice)** ในการจัดการอาชีวศึกษา โดยเปลี่ยนจากการวัดผลด้วย "เวลาเรียน" ไปสู่การวัดผลด้วย "ผลลัพธ์" ว่าผู้เรียนสามารถทำอะไรได้จริง

จุดเชื่อมโยงที่ 2 การเทียบเคียงคุณวุฒิผ่าน AQRF และ IQF หลักสูตรได้ถูกพัฒนาให้สอดคล้องกับ **กรอบคุณวุฒิแห่งชาติ (NQF)** ของไทย ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งเพราะ NQF ถูกออกแบบมาให้สามารถ **เทียบเคียง (Reference)** กับ **กรอบคุณวุฒิอ้างอิงอาเซียน (AQRF)** และ **กรอบคุณวุฒิสากล (IQF)** ได้โดยตรง นี่เป็นจุดเชื่อมโยงที่ชัดเจนที่สุดสู่ความเป็นสากล ทำให้บัณฑิตที่

จบจากหลักสูตรนี้มีคุณวุฒิที่ได้รับการยอมรับในกลุ่มประเทศอาเซียนและง่ายต่อการเทียบเคียงในระดับนานาชาติต่อไป

จุดเชื่อมโยงที่ 3 การเป็นหุ้นส่วนกับภาคอุตสาหกรรม (Industry Partnership)
หลักสูตรนี้ผลักดันให้เกิดความสัมพันธ์แบบหุ้นส่วนกับสถานประกอบการ ซึ่งเป็นแนวคิดของ **การเรียนรู้โดยการทำงานเป็นฐาน (Work-Integrated Learning - WIL)** ที่เป็นมาตรฐานสำคัญในการจัดการอาชีวศึกษาในประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น เยอรมนี หรือ ออสเตรเลีย การที่ทั้งสองฝ่ายร่วมกันออกแบบและรับผิดชอบต่อผลลัพธ์ เป็นการยกระดับความร่วมมือสู่มาตรฐานสากล



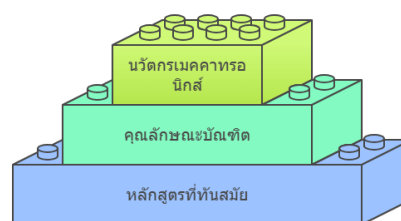
ภาพที่ 5 หัวใจของการพัฒนา: หลักสูตรฐานสมรรถนะ (The Core Development Process)

3. ผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรม หลักสูตรและบัณฑิตแห่งอนาคต (The Concrete Outcomes)

กระบวนการทั้งหมดนำไปสู่ผลลัพธ์ที่จับต้องได้ 2 ประการ คือ

หลักสูตรฉบับใหม่ เป็นหลักสูตรที่ทันสมัย เน้นการเรียนรู้ผ่านโครงงานจริง บูรณาการทักษะทางสังคม และมีวัฒนธรรมความปลอดภัย ซึ่งล้วนเป็นคุณลักษณะของหลักสูตรอาชีวศึกษาชั้นนำทั่วโลก

คุณลักษณะบัณฑิต เป้าหมายสูงสุดคือการสร้าง "นวัตกรเมคคาทรอนิกส์สร้างสรรค์สังคม" ซึ่งมีคุณสมบัติสำคัญคือ **สมรรถนะที่สามารถเทียบเคียงได้ในระดับสากล** บัณฑิตเหล่านี้จึงไม่ใช่แค่ผู้มีความสามารถสำหรับตลาดแรงงานในประเทศ แต่เป็น **Global Talent** ที่พร้อมสำหรับการทำงานในสภาพแวดล้อมข้ามวัฒนธรรมและในบริษัทระดับโลก



ภาพที่ 6 ผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรม หลักสูตรและบัณฑิตแห่งอนาคต (The Concrete Outcomes)

การวิจัยครั้งนี้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะอาชีพ สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ ที่มีความสอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรม 4.0 ครอบคลุมแห่งชาติ และมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกภาคส่วน หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีความ

โดดเด่นในการบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่ เน้นการพัฒนาผู้เรียนอย่างรอบด้าน และวางรากฐานบนความร่วมมือที่เข้มแข็งกับภาคอุตสาหกรรม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการนำผลงานวิจัยไปใช้

1. นำหลักสูตรไปใช้สอนสาขาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ และขยายรูปแบบไปสาขาอื่น ทั้งนี้ ความท้าทายสำคัญคือการพัฒนาศักยภาพคณาจารย์ให้ทันต่อเทคโนโลยีใหม่ และการจัดสรรงบประมาณเพื่อจัดหาครุภัณฑ์ที่ทันสมัย
2. สร้างคู่มือและแนวทางปฏิบัติเป็นกรอบการพัฒนาหลักสูตรอย่างเป็นระบบ
3. นำเสนอผลงานผ่านการประชุม วารสาร และเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้
4. จัดทำบทความและคู่มือเป็นแนวทางสำหรับสถาบันการอาชีวศึกษาอื่นในการพัฒนาหลักสูตรที่ตอบสนองตลาดแรงงาน
5. วิทยาลัยเทคโนโลยีไออาร์พีซีควรนำหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนจริงในปีการศึกษาถัดไป
6. ควรจัดทำ "คู่มือการใช้หลักสูตร" สำหรับคณาจารย์ เพื่อให้การนำไปใช้เป็นไปในทิศทางเดียวกันและมีประสิทธิภาพสูงสุด และเพื่อเอาชนะอุปสรรคด้านความไม่คุ้นเคยของคณาจารย์กับการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning
7. ควรเผยแพร่กระบวนการและผลลัพธ์การวิจัยนี้ให้แก่สถาบันอาชีวศึกษาอื่น ๆ เพื่อเป็นต้นแบบในการพัฒนาหลักสูตรสาขาอื่น ๆ ต่อไป



คู่มือการพัฒนาหลักสูตร
ฐานสมรรถนะอาชีพ ตาม
กรอบคุณวุฒิแห่งชาติ สู่
Thailand 4.0

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยติดตามผลบัณฑิต (Tracer Study) ที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรนี้ ในอีก 3-5 ปีข้างหน้า เพื่อประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรในระยะยาว
2. การประเมินความพึงพอใจนายจ้าง สํารวจความพึงพอใจของสถานประกอบการต่อสมรรถนะบัณฑิต และศึกษาช่องว่างทักษะเพื่อปรับปรุงหลักสูตร
3. การพัฒนาการเรียนการสอนแบบบูรณาการ โดยบูรณาการเมคคาทรอนิกส์กับเทคโนโลยีใหม่ (AI, IoT, Big Data, Cyber-Physical Systems) และทดลองเปรียบเทียบประสิทธิผล
4. ควรศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะ Soft Skills และการวัดผลประเมินผลอย่างเป็นรูปธรรมในบริบทของอาชีวศึกษา และการพัฒนาทักษะการสื่อสารวิชาชีพ พัฒนาการสอนภาษาอังกฤษเฉพาะทางและทักษะสื่อสารข้ามวัฒนธรรมสำหรับงานบริษัทข้ามชาติ
5. หลักสูตรการเรียนรู้ตลอดชีวิต ออกแบบหลักสูตรสำหรับการ Upskill/Reskill บุคลากรอุตสาหกรรม โดยเน้นการเรียนรู้ยืดหยุ่นผ่านสื่อดิจิทัล

6. แบบจำลองความร่วมมือสถาบัน-อุตสาหกรรม ศึกษารูปแบบความร่วมมือที่มีประสิทธิภาพและปัจจัยความสำเร็จ

7. ควรมีการวิจัยเชิงเปรียบเทียบแนวทางการจัดการศึกษาด้านเมคคาทรอนิกส์ในญี่ปุ่น เยอรมนี สิงคโปร์ เพื่อนำแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดมาปรับใช้

ข้อจำกัดของการวิจัย" (Limitations of the Study)

1. ข้อจำกัดด้านบริบท "งานวิจัยนี้ดำเนินการในบริบทของวิทยาลัยเทคโนโลยีไออาร์พีซี ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ EEC ที่มีลักษณะเฉพาะทางอุตสาหกรรม การนำต้นแบบหลักสูตรไปปรับใช้กับสถาบันในพื้นที่อื่นจึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์บริบทของตนเองประกอบด้วย"

2. ข้อจำกัดด้านขอบเขตเวลา "การวิจัยนี้ประเมินคุณภาพของ 'ร่างหลักสูตร' และผลการประชาสัมพันธ์ แต่ยังไม่ได้ประเมิน 'ผลลัพธ์ระยะยาว' ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรนี้ ซึ่งได้เสนอแนะไว้ในการวิจัยครั้งต่อไปแล้ว"

บรรณานุกรม

- กลุ่มยุทธศาสตร์การพัฒนาการศึกษาเฉพาะด้าน, สำนักนโยบายและแผนการศึกษา. (2560). การวิจัยและพัฒนาแบบการพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะตามกรอบคุณวุฒิแห่งชาติ. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- กัมพล เจริญรักษ์. (2564). การพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะของสถานศึกษานำร่องพื้นที่นวัตกรรมการศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระบุรี เขต 2 [รายงานการวิจัย]. สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระบุรี เขต 2.
- ขยันหา อรุณ. (2563). หลักเกณฑ์และข้อจำกัดในการจัดรับฟังความคิดเห็นของประชาชนในสังคมไทย. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี, 9(2), 171-173.
- คณะทำงาน. (2567). คุณลักษณะผู้เรียนระยะสูงสู่สากล. องค์การบริหารส่วนจังหวัดระยอง.
- คุณวัฒน์ ทิพย์. (2543). กระบวนการจัดทำประชาสัมพันธ์ของรัฐไทย ศึกษากรณีโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้าบ่อนอก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ [ภาคินพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์].
- จรรจิดา ดาราชาติ. (2560). แนวทางการพัฒนาสมรรถนะนักศึกษาสาขาวิชาการโรงแรมของสถานศึกษาอาชีวศึกษาภูเก็ต ตามกรอบคุณวุฒิวิชาชีพเพื่อตอบสนองความคาดหวังของสถานประกอบการ [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช].
- ณรงค์ศักดิ์ บุญมาลิก, ศิริประภา ชัยเนตร, และมนัสขญา จิตรบรรจง. (2563). รูปแบบความร่วมมือในการจัดการอาชีวศึกษาระบบทวิภาคีสู่ความเป็นเลิศ. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 19(2), 1-10.

- ดลประสิทธิ์, ส. (2558). การยกระดับคุณภาพการศึกษาไทยด้วยกลไกการเทียบเคียงกรอบคุณวุฒิ
แห่งชาติกับกรอบคุณวุฒิอ้างอิงอาเซียน. วารสารรัฐศาสตร์, 57(3), 34-48.
- ทิตินา แคมมณี. (2560). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ
(พิมพ์ครั้งที่ 21). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2561). รายงานแนวโน้มธุรกิจ (ฉบับที่ 3/2561). ฝ่ายนโยบายโครงสร้าง
เศรษฐกิจ.
- พระมหาอุดร อุตโตโร (มากดี) และคณะ. (2565). การพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะสำหรับการศึกษา
พระปริยัติธรรม. วารสารวิชาการพระพุทธศาสนา, 12(3), 45-58.
- มูลนิธิสยามกัมมาจล. (ม.ป.ป.). โครงการต่อกล้าอาชีพ 2567 (Industrial IoT).
<https://www.scbfoundation.com/project/ต่อกล้าอาชีพ-2567>
- วิทยาลัยเทคโนโลยีไออาร์พีซี. (2566). นโยบายการพัฒนาหลักสูตรและความร่วมมือกับ
ภาคอุตสาหกรรม. วิทยาลัยเทคโนโลยีไออาร์พีซี.
- วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม. (ม.ป.ป.). *ปรัชญา วิสัยทัศน์ พันธกิจ*. สืบค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2567, จาก
[\[https://siamtechno.ac.th/about-college/about-stc/\]](https://siamtechno.ac.th/about-college/about-stc/)
- สถาบันเทคโนโลยีจิตรลดา. (ม.ป.ป.). *ปรัชญา วิสัยทัศน์ พันธกิจ*. สืบค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2567, จาก
[\[https://www.cdti.ac.th/about/\]](https://www.cdti.ac.th/about/)
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2563). หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช
2563. กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2566). รายงานสถานการณ์การศึกษาไทย ปี
2566.
- อิสริชัย ยุทธพร. (2023, 15 มีนาคม). ประชาพิจารณ์ (Public Hearings). สถาบันพัฒนาความรู้.
[https://wiki.kpi.ac.th/index.php?title=ประชาพิจารณ์_\(Public_Hearings\)](https://wiki.kpi.ac.th/index.php?title=ประชาพิจารณ์_(Public_Hearings))

เอกสารภาษาอังกฤษ (References)

- Altschuld, J. W., & Kumar, D. D. (2010). Needs assessment: An overview. Sage
Publications.
- American Association of Colleges of Nursing. (2021). Competency-based education.
<https://www.aacnnursing.org/essentials/tool-kit/competency-based-education>
- ASEAN Secretariat. (2023, March 1). ASEAN qualifications reference framework (AQRF)
[PDF]. WOAHA Asia. https://rr-asia.woah.org/app/uploads/2023/02/12-aqrf_asec-pptx.pdf

- ASEE PEER. (n.d.). Graduate curriculum in Mechatronics and Robotics - Development and implementation challenges for engineering technology.
<https://peer.asee.org/graduate-curriculum-in-mechatronics-and-robotics-development-and-implementation-challenges-for-engineering-technology.pdf>
- Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. Jossey-Bass.
- Boahin, P., & Boahin, P. (2018). Competency-based curriculum: A framework for bridging the gap in teaching, assessment and the world of work. *Journal of Technical Education and Training*, 10(2), 1-17.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer.
- Chen, P., Goncharova, A., Pilz, M., Frommberger, D., Li, J., Romanova, O., & Lin, Y. (2021). International curriculum comparison in vocational education and training: A collaborative development of an analysis instrument. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 8(2), 123–142.
- Cinque, M. (2016). “Lost in translation”: Soft skills development in European countries. *Tuning Journal for Higher Education*, 3(2), 389–427.
[https://doi.org/10.18543/tjhe-3\(2\)-2016pp389-427](https://doi.org/10.18543/tjhe-3(2)-2016pp389-427)
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). Sage Publications.
- Findlater, K. A. (2018). Promoting a culture of safety in engineering education. *Australasian Journal of Engineering Education*, 23(1), 45-53.
- Le, H., Janssen, J., & Wubbels, T. (2018). A review of the literature on competency-based education in vocational education. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 5(1), 1-24.
- OECD. (2021). *OECD Skills Strategy 2021: Skills for a resilient, inclusive and sustainable recovery*. OECD Publishing.
- Partnership for 21st Century Learning. (2019). P21 framework for 21st century learning. <http://www.battelleforkids.org/networks/p21>
- Patrick, C. J., Ranson, D. L., & Wallace, M. J. (2008). *Work integrated learning: A guide to effective practice*. Routledge.

Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum.

Spady, W. G. (1994). Outcome-based education: Critical issues and answers. American Association of School Administrators.

Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. The Autodesk Foundation.

World Bank. (2022). *Thailand Economic Monitor: Fiscal Policy for a Resilient and Equitable Future*. World Bank Group.

World Economic Forum. (2023). The Future of Jobs Report 2023.

<https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023/>