



ด้านการจัดการเรียนรู้
(สำหรับครูผู้สอน)

เอกสารประกอบการนำเสนอผลงาน

“การพัฒนาวัตกรรมการศึกษา Innovation For Thai Education (IFTE)” ประจำปี ๒๕๖๗

ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย

STEAM4INNOVATION ผลงานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทำงานสู่โลกอนาคตของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1)

วิทยาลัยการอาชีพพนวมินทรราชูทิศ



ว่าที่ร้อยตรี ดร.จิรายุทธิ์ อ่อนศรี

ครูผู้สอนแผนกวิชาสามัญสัมพันธ์และอิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยการอาชีพพนวมินทรราชูทิศ กรุงเทพมหานคร

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ



คลิปวีดิโออัพโหลดผ่าน youtube ผลงาน ว่าที่ร้อยตรี ดร.จิรายุทธิ์ อ่อนศรี

ครูผู้สอนแผนกวิชาสามัญสัมพันธ์และอิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชูทิศ กรุงเทพมหานคร

สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

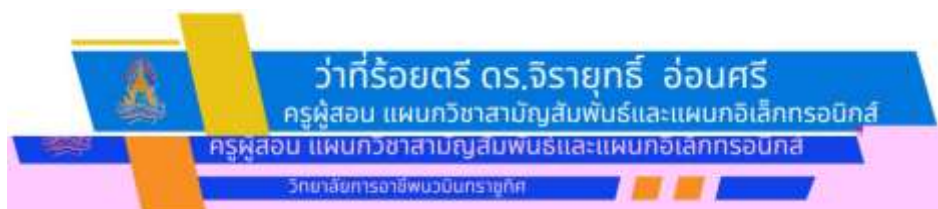
“การพัฒนาวัตกรรมการศึกษา Innovation For Thai Education (IFTE)”

ประจำปี ๒๕๖๑



<https://youtu.be/58ADJPIDhJA?si=7Hy23iWWaqePK2gP>

ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผลงานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชูทิศ



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	3
ความเป็นมาและความสำคัญ	4
วัตถุประสงค์	8
สมมติฐานการวิจัย	8
- ขอบเขตของการศึกษาในการพัฒนานวัตกรรม	9
- นิยามศัพท์เฉพาะ	10
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	12
- แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	12
- กรอบแนวคิดในการวิจัย	20
- ขั้นตอนการดำเนินงานพัฒนานวัตกรรม	22
- ผลงานที่เกิดจากการดำเนินงานพัฒนานวัตกรรม	30
- สรุปผลการดำเนินงาน	33
- สรุปสิ่งที่เรียนรู้และการปรับปรุงให้ดีขึ้น	34
- การขยายผลและเผยแพร่ผลการพัฒนา	35
ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง	35
จุดเด่น หรือลักษณะพิเศษของผลงานนวัตกรรม	37
บรรณานุกรม	39
ภาคผนวก	42

ชื่อผลงาน ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชูทิศ

ชื่อผู้วิจัย ว่าที่ร้อยตรี ดร. จิรายุทธิ์ อ่อนศรี

ตำแหน่ง ข้าราชการครู ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์

การศึกษา วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต (วท.ด.) สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์

สถานที่ติดต่อ เลขที่ 185/83 หมู่บ้านเดอะคอนเนคอัพ 3 ซอยลาดพร้าว 126 (გრანด์พาร์)
แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง จังหวัด กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10310

โทรศัพท์ 0-87-989-1956 โทรสาร. 0-2944-2672 E-mail. dons.2525.rin@gmail.com

ปีที่ดำเนินการวิจัย 2565 **ปีที่ทำวิจัยสำเร็จ** 2566



บทคัดย่อ

การพัฒนานวัตกรรมครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition 2) ศึกษาทักษะการทำงานสู่โลกอนาคตของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition และ 4) ศึกษาความก้าวหน้าการผลิตผลงานนวัตกรรมสู่ชุมชนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition ปีการศึกษา 2565 รวม 3 ห้องเรียน จำนวน 120 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ และแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ปีการศึกษา 2565 จำนวน 40 คนที่เรียนร่วมกัน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ซึ่งได้มาจากการจับสลากมา 1 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION เรื่อง การประยุกต์ในงานวิชาชีพ 2) ชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION 4) แบบประเมินทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต 5) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION และ 6) แบบรายงานความก้าวหน้าการผลิตผลงานนวัตกรรมสู่ชุมชน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ร้อยละ คะแนนเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบค่าที (t-test) แบบ Dependent

ผลการวิจัยพบว่า

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 33.43

2) ทักษะการทำงานสู่โลกอนาคตของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน อยู่ในระดับดีมาก

3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

4) นักเรียน ที่เข้ารับการจัดการเรียนรู้สามารถนำกระบวนการมาพัฒนาต่อยอดเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถใช้งานได้จริงตามวิธี STEAM4INNOVATION Metacognition และร่วมการแข่งขันจนได้รับรางวัลในระดับจังหวัด ระดับภาค ระดับชาติ และระดับนานาชาติ ปีการศึกษา 2564 - 2567 จำนวน 12 รายการ



1. ความเป็นมาและความสำคัญ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อยุคที่เทคโนโลยีและวิทยาการในด้านต่าง ๆ ที่กำลังเจริญก้าวหน้า และเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเพราะคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือนำไปสู่การคิดค้นและสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เศรษฐกิจและสังคม ตลอดจนเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ช่วยพัฒนาความคิดของผู้เรียนให้สามารถคิดอย่างมีระบบ มีเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (การปฏิรูปอาชีวศึกษาของประเทศไทย, 2559) ด้านหลักสูตรการเรียนในระดับอาชีวศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ (2562) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเป็นผู้รับผิดชอบนั้น พบว่าด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์อาชีวศึกษาได้กำหนดองค์ประกอบสำคัญในหมวดสมรรถนะวิชาชีพแกนกลาง รายวิชาคณิตศาสตร์ที่สำคัญดังนี้ คณิตศาสตร์พื้นฐานอาชีพ คณิตศาสตร์อุตสาหกรรม คณิตศาสตร์เพื่อการออกแบบ คณิตศาสตร์ธุรกิจและบริการ และคณิตศาสตร์วิชาชีพเฉพาะสาขา จัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมประเภท วิชาการศึกษาในระดับอาชีวศึกษา โดยหลักการจัดการศึกษาเพื่อยกระดับและพัฒนาศักยภาพกำลังคนระดับฝีมือ สอดคล้องกับความต้องการกำลังคนของตลาดแรงงาน ชุมชน สังคม และสามารถประกอบอาชีพอิสระได้ โดยคำนึงถึงการจัดการเรียนรู้ที่เน้นด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน คือ การแก้ปัญหา การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดเชิงสร้างสรรค์จะเห็นได้ว่าเป็นทักษะที่สร้างเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นในการทำงานของโลกอนาคตสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 กระทรวงศึกษาธิการ (2560) และจากแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2579) ได้กำหนดเป้าหมายด้านผู้เรียน (Learner Aspirations) โดยมุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนทุกคนมีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้สู่โลกอาชีพ (Learning to the Professional World) และมีความพร้อมในการทำงาน (Work Readiness) (Work Readiness Standards and Benchmarks, 2013) พัฒนาความคิดของ

ผู้เรียนให้สามารถคิดอย่างมีระบบ มีเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (แนวทางการปฏิรูปกระบวนการเรียนการสอนด้านคณิตศาสตร์, 2559) โดยหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ก็คือการฝึกให้ผู้เรียนเกิดทักษะและกระบวนการ ซึ่งผู้วิจัยในฐานะผู้สอนมีบทบาทสำคัญโดยตรงในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดไปสู่ทักษะและกระบวนการต่าง ๆ เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาพื้นฐานที่นักเรียนจะต้องเรียนทุกระดับชั้น เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้บรรลุตามตัวชี้วัด ครูผู้สอนจึงต้องหาวิธีการสอนต่าง ๆ สื่อการเรียนการสอนและเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ ซึ่งการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันมีการนำวิธีการต่าง ๆ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ มีทักษะและมีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับที่ดี จึงสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้นั้นควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงด้วยการบูรณาการศาสตร์ด้านต่าง ๆ และใช้เทคโนโลยีในการแสวงหาความรู้ผ่านการฝึกฝนทักษะเพื่อนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (พระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา, 2551)

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงมีส่วนสำคัญอย่างยิ่ง ในการส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ดังที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558 : 78) กล่าวไว้ว่าการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การจัดการเรียนการสอนที่มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และการปฏิบัติงานแบบมีส่วนร่วม เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน ครูจึงต้องจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้มากขึ้นโดยเน้นทักษะกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นพร้อมกับพัฒนาผู้เรียนให้สอดคล้องกับสมรรถนะวิชาชีพที่ผู้เรียนถนัด ครูผู้สอนต้องสอดแทรกด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ บูรณาการข้ามสายงานหรือผสมผสานหลากหลายวิชามาเป็นองค์ประกอบในการแก้ปัญหาในการเรียนรู้ สร้างสื่อการสอนที่สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน หรือออกแบบการตั้งคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด อธิบาย และให้เหตุผล เช่น ให้นักเรียนแก้ปัญหาผ่านกระบวนการทำงานกลุ่ม ให้นักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน หรือกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการสร้างสรรค์ผลงานที่หลากหลาย การจัดการเรียนการสอนด้านคณิตศาสตร์อุตสาหกรรม วิทยาลัยการอาชีวพนมจินทรราชูทิศ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในปีการศึกษา 2562 , 2563 และ 2564 พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ร้อยละของผู้เรียนที่ผ่านเกณฑ์ 72.49 , 73.54 และ 75.11 ตามลำดับ (รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์, 2564) ซึ่งจะเห็นได้ว่ายังไม่ถึงร้อยละ 80 ของเกณฑ์มาตรฐานการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพตามการประกันคุณภาพและมาตรฐานการอาชีวศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนที่ผ่านมามุ่งเน้นการบรรยายมากกว่าการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงในวิชาชีพที่ตนเองถนัด กิจกรรมการสอนมุ่งรายบุคคลมากกว่าการปฏิบัติแบบร่วมมือกันปฏิบัติ ผู้เรียนไม่สามารถนำเอาความรู้มาใช้ในสอดคล้องกับสมรรถนะวิชาชีพของตนเองได้ เช่น การนำคณิตศาสตร์มาคำนวณในงานอาชีพ การคิดเชิงสร้างสรรค์ในการพัฒนานวัตกรรมที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ ขาดการประยุกต์ใช้เนื้อหาวิชาไปสู่อาชีพของตนเอง ขาดแรงจูงใจในการเรียน รวมทั้งเนื้อหาคณิตศาสตร์อุตสาหกรรมในบางเรื่องมีเนื้อหาที่ค่อนข้างยากและมีความเป็นนามธรรมสูง ครูขาดการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ไปสู่วิชาชีพ และจัดการเรียนรู้ตามตำราโดยไม่เชื่อมโยงกับสถานการณ์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียนเมื่อต้องเรียนเรื่องใหม่ๆ ขาดสื่อการสอนที่ทันสมัยในการเรียนคณิตศาสตร์ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำลง และจะมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ (รายงาน

บันทึกการสังเกตการสอนชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) ฝ่ายวิชาการ วิทยาลัยการอาชีพพนมมณฑลราชูทิศ, 2564) วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล (2562) ได้กล่าวว่า จากทิศทางการพัฒนาการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21 โดยการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาทางการศึกษาในประเทศไทย พบว่าปัญหาของเด็กไทยที่ต้องพัฒนาอย่างมาก คือ การทำงานในโลกอนาคตต้องมีลักษณะงานสร้างสรรค์ (Creative work) ความสามารถในการปรับตัวให้ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างยืดหยุ่น การรู้จักหน้าที่ของตนเอง ทักษะในการคิดแบบวิจารณ์ญาณเชื่อมโยงสาระวิชาที่หลากหลายมาประยุกต์ในการเรียนรู้สร้างสรรค์นวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์สายอาชีพ เพื่อเตรียมนักเรียนสู่สังคมการทำงานใหม่ ทักษะการเรียนรู้ด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ การทำงานเป็นทีม และการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล สอดคล้องกับ สมบัติ กาญจนารักษ์พงศ์ (2556: 5) กล่าวว่าครูส่วนใหญ่จะสอนโดยวิธีบรรยาย เน้นให้นักเรียนท่องจำเร่งรัดการสอนเนื้อหาให้ได้มากที่สุดไม่ได้ปลูกฝังให้มีกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา นักเรียนจึงขาดทักษะในการวางแผนการทำงานและนักเรียนไม่มีความอดทนที่จะคิดแก้ปัญหาเป็นเวลานานๆ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนค่อนข้างต่ำ ขาดการทำงานแบบมีความร่วมมือ โดยครูพัฒนาตนเองสู่การเป็นผู้อำนวยความสะดวกการสอน (Facilitator) เพื่อส่งเสริมพัฒนาผู้เรียนให้เป็นนวัตกรรมสร้างสรรค์นวัตกรรมบนพื้นฐานของการนำทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ได้อย่างเหมาะสมให้สอดคล้องกับการก้าวทันโลกอุตสาหกรรมสมัยใหม่ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนได้ลงมือกระทำและได้ใช้กระบวนการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เขาได้กระทำลงไปเป็นกระบวนการที่เน้นได้ใช้บทบาทการเรียนรู้อย่างมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ผู้สอน และสิ่งแวดล้อม ผ่านการปฏิบัติในรูปการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) อีกประการหนึ่งที่สำคัญในการพัฒนาให้นักเรียนให้ก้าวสู่โลกอาชีพสมรรถนะขั้นสูง คือการพัฒนาให้นักเรียนให้เป็นนักนวัตกรรม ที่สามารถออกแบบและคิดค้นประดิษฐ์นวัตกรรมด้วยการเรียนรู้ผ่านโครงการคณิตศาสตร์ร่วมกับการใช้กระบวนการวิจัยมาพื้นฐานในการสร้างสรรค์ผลงานและใช้กระบวนการเรียนรู้บูรณาการข้ามสาระวิชามาประยุกต์ในการเรียนรู้ด้วย STEAM4INNOVATION ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญต่อการพัฒนาประเทศชาติโดยมีองค์ประกอบ 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) รู้ลึกรู้จริง สร้างแรงบันดาลใจตามจินตนาการ 2) สร้างสรรค์แนวคิดใหม่สู่ไอเดียเดียว 3) บูรณาการสู่แผนการพัฒนาต่อยอด และ 4) การลงมือทำอย่างจริงจัง (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ องค์การมหาชน, 2563) โดยสามารถพัฒนาผู้เรียนในการสร้างสรรค์นวัตกรรมวิชาชีพแบบมีขั้นตอนและเป็นระบบ โดยความคาดหวังจากสถานประกอบการว่าผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้จากสถานศึกษาและเมื่อเข้าไปสู่ระบบการทำงานในสถานประกอบการก็สามารถปฏิบัติงานได้เลยโดยไม่ต้องมาฝึกอบรมและให้ความรู้เพิ่มเติม จากรายงานการจัดการศึกษาแบบร่วมมือกับสถานประกอบการ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำความรู้ทั้งด้านวิชาการ และทักษะวิชาชีพ ผสมกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนไปปรับใช้ในการทำงานในสถานประกอบการ การคิดวิเคราะห์เชิงเหตุผล ทักษะการคิดคำนวณ การสร้างสรรค์แนวคิดสมัยใหม่ ได้น้อยกว่าร้อยละ 60 และจากการสัมภาษณ์หัวหน้าผู้ประกอบการและหัวหน้าผู้ควบคุมงานได้ให้ความคิดเห็นว่า สถานศึกษาควรพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ ทักษะการสื่อสารในการทำงาน ทักษะการทำงานที่เป็นระบบ มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน การวิเคราะห์เชิงเหตุผล ความฉลาดรู้ทางดิจิทัล และการนำเสนอผลงานที่เชื่อมโยงกับวิชาชีพของตนเองให้มากขึ้น (รายงานผลการจัดการศึกษาแบบร่วมมือกับสถานประกอบการ, 2563) สอดรับกับหลักสูตรอาชีวศึกษาถูกออกแบบมาไม่เหมาะสมกับความพร้อมของผู้เรียน และละเลยทักษะความรู้พื้นฐานจากการสำรวจของสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย TDRI พบว่านักเรียนอาชีวศึกษาส่วนใหญ่มีทักษะด้านคณิตศาสตร์ต่ำใน

ระดับที่ไม่สามารถใช้งานได้เลย นักเรียนอาชีวศึกษากว่า 75% มีทักษะด้านคณิตศาสตร์ต่ำกว่าระดับ 2 และมีนักเรียนถึง 32% ที่มีทักษะด้านคณิตศาสตร์ระดับ 0 (ต่ำที่สุด) ทั้งนี้ นักเรียนที่มีทักษะทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำกว่าระดับ 2 จะไม่สามารถคิดคำนวณโดยใช้สูตรหรือนิยามทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายที่สุดได้ (การปฏิรูปอาชีวศึกษาของประเทศไทย, 2559) การพัฒนาทักษะด้านคณิตศาสตร์และความรู้พื้นฐานอื่นๆ จึงมีความสำคัญมากในการปรับพื้นฐานการศึกษาของผู้เรียนที่ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมต่อไป

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การวิจัยเป็นฐาน (Research Based Learning : RBL) ผสมผสาน STEAM Education ร่วมกับเมตาคอกนิชัน (Metacognition) เป็นวิธีการกำกับและควบคุมความคิดของตนเองในการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างมีจุดหมาย มีการพิจารณาถึงความรู้ที่ตนเองมีอยู่และบอกตัวเองได้ว่า มีความรู้มากน้อยเพียงใดเกี่ยวกับสิ่งนั้น และหากต้องการแก้ปัญหาจะมีการรวบรวมข้อมูลและหาวิธีการแก้ปัญหา มีการตรวจสอบกระบวนการคิดของตนเองทุกระยะ ซึ่งเป็นยุทธศาสตร์ที่มีความเหมาะสมที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการสอนคณิตศาสตร์เชิงทดลองและวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีของนักเรียน เป็นการได้มาซึ่งความรู้ที่ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ในแต่ละสาขาและกระบวนการวิจัยยังทำให้ผู้วิจัยมีการวางแผนเตรียม การและดำเนินการอย่างเป็นระบบจนค้นพบความจริง สร้างความรู้ใหม่ที่ถูกต้องและเป็นประโยชน์ นอกจากนี้ การวิจัยได้พัฒนาคุณลักษณะให้ผู้วิจัยต้องมีการคิดวิเคราะห์ที่มีความคิดสร้างสรรค์ การวิจัยเป็นเครื่องมือในการสร้างพลัง ผู้ที่สามารถรู้จักตนเอง และสามารถจัดการกับตนเองและสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้อง การวิจัยเป็นกระบวนการที่ผู้วิจัยต้องคิดกระทำและสื่อสารอย่างมีระบบ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทำให้ผู้วิจัยสามารถยืนหยัดด้วยตนเองได้อย่างอิสระ ซึ่งวิธีวิจัยจะปลูกฝังให้ผู้วิจัยรู้จักคิดกล้าตัดสินใจอย่างมีเหตุผล จากข้อมูลที่มีอยู่อย่างเพียงพอและการพิสูจน์อย่างมีหลักการ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ การวิจัยเป็นฐานจึงเป็นการจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการสืบสอบในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษาวิจัย ในการดำเนินการแสวงหาความรู้ใหม่หรือคำตอบที่เชื่อถือได้ จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะการแสวงหาความรู้และทักษะพื้นฐานในการเรียนรู้ตลอดชีวิต มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ 4 แนวทาง คือ ผู้สอนใช้ผลการวิจัยในการเรียนการสอน ผู้เรียนใช้ผลการวิจัยในการเรียนการสอน ผู้สอนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน และผู้เรียนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน (ทิตินา แคมมณี, 2554: 3-6) ดังผลงานวิจัย สีนธะวา คามดิษฐ์ (2557: 13) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ กระบวนการวิจัยในระดับอุดมศึกษา พบว่าเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง เผชิญเหตุการณ์จริง สร้างสรรค์ผลงานจากกระบวนการคิด การทำงานที่เป็นระบบ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองใช้ กระบวนการวิจัยในการแก้ปัญหา ค้นหาคำตอบจากการสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียน ได้พัฒนาศักยภาพในทุกๆด้านและถือได้ว่าเป็นทางเลือกของเทคนิคการสอนที่ไม่ใช่การบรรยายโดยมีเป้าหมาย เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้จะเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การวิจัยเป็นฐานเป็นแนว การจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้รู้จักการคิดวิเคราะห์คิดแก้ปัญหา อัมพร ม้าคนอง (2554) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดียิ่งขึ้น และทำให้ผู้เรียนมองเห็นความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ในการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐาน การสร้างกระบวนการคิดเพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับบูรณาการสาระวิชาที่หลากหลายมาสร้างเป็นชิ้นงานตามความสามารถของนักเรียน นักเรียนจึงใช้กระบวนการคิด

ในการเชื่อมโยงระหว่างปัญหาในโลกแห่งความจริงสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการของตนเอง เป็นการพัฒนานักเรียนเพื่อสร้างนวัตกรรมด้วยความคิดเชิงสร้างสรรค์ที่เชื่อมโยงทักษะด้านคณิตศาสตร์ด้วยการบูรณาการหลายวิชาพร้อมกันเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคงทนในสมรรถนะวิชาชีพนำไปประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสม

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสมผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking สามารถพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น สร้างนวัตกรรมเชิงสร้างสรรค์ในชีวิต ส่งเสริมการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ปฏิบัติจริง ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะประยุกต์ใช้การเรียนรู้แบบบูรณาการสมัยใหม่มาพัฒนาทักษะการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์อุตสาหกรรม พัฒนาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นช่วยเหลือซึ่งกันและกัน พัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ และสามารถประยุกต์ใช้จิตทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น รวมถึงเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับอาชีวศึกษาที่นำไปใช้ในการประกอบอาชีพที่ตรงกับสมรรถนะวิชาชีพได้ในปัจจุบันและผลการวิจัยที่ได้มาเป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง และพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของครูในวิชาคณิตศาสตร์อุตสาหกรรมให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสมผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการงานคณิตศาสตร์ฐานวิจัย ตามแนวคิด STEAM Education ผสมผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking วิชาคณิตศาสตร์อุตสาหกรรม
2. เพื่อศึกษาทักษะการทำงานสู่โลกอนาคตของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดโครงการงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสมผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดโครงการงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสมผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition
4. เพื่อศึกษาความก้าวหน้าการผลิตผลงานนวัตกรรมสู่ชุมชนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสมผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition

3. สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อุตสาหกรรมของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 (ปวส.1) ที่ด้วยโครงการงานคณิตศาสตร์ฐานวิจัย ตามแนวคิด STEAM4INNOVATION ผสมผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนมากกว่าร้อยละ 25

2. ทักษะการทำงานสู่โลกอนาคตของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน อยู่ในระดับดีมาก

3. ความพึงพอใจของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) ที่เรียนด้วยโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน อยู่ในระดับดีมาก

4. ความก้าวหน้าของการผลิตผลงานนวัตกรรมสู่ชุมชนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน จำนวนมากกว่า 5 ชิ้นงาน

4. ขอบเขตของการศึกษาในการพัฒนานวัตกรรม

การวิจัยผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1): กรณีศึกษาวิทยาลัยการอาชีพพนมมณฑราชูทิศ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์อุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) เรื่อง การประยุกต์ในงานวิชาชีพ ซึ่งเป็นเนื้อหาหลักในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และวิชาที่ใช้ในการบูรณาการร่วมด้วย คือ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ย่อย ดังต่อไปนี้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 การออกแบบและสร้างโครงการฐานวิจัยนวัตกรรมด้วยกระบวนการ STEAM4INNOVATION ผสมผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking	จำนวน 6 ชั่วโมง
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 การศึกษานวัตกรรมด้วย STEAM4INNOVATION	จำนวน 6 ชั่วโมง
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 การสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อชุมชนด้วย Design Thinking	จำนวน 6 ชั่วโมง
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 การบูรณาการนวัตกรรมด้วยฐานการวิจัยสู่ชุมชน	จำนวน 6 ชั่วโมง
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 การประยุกต์วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สู่นวัตกรรม	จำนวน 6 ชั่วโมง
	รวม จำนวน 30 ชั่วโมง

2. ขอบเขตประชากรกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ประกอบด้วย แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และแผนกวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม วิทยาลัยการอาชีพพนมมณฑราชูทิศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 รวม 3 ห้องเรียน จำนวน 120 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ และแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ที่เรียนร่วมกัน วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชูทิศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 40 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ซึ่งได้มาจากการจับสลากมา 1 ห้องเรียน

3. ขอบเขตด้านตัวแปร

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อุตสาหกรรม วัดได้จากแบบสอบปรนัยจำนวน 30 ข้อ

2.2 ทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต สามารถวัดได้จากแบบประเมินทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต ประกอบด้วย 1) มีการคิดเชิงบูรณาการหรือการคิดเชื่อมโยงข้ามสาระวิชา 2) มีความช่างสังเกตและตั้งคำถามอย่างลุ่มลึก 3) ลงมือปฏิบัติและทดลองอย่างมีความเชื่อมั่น 4) มีปฏิสัมพันธ์อันดีระหว่างปฏิบัติงาน และ 5) ทักษะการทดลองกล้าทำในสิ่งใหม่ มีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกประเด็น (Rubric Scoring) คะแนนเต็มรายการละ 4 คะแนน

2.3 ความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition จำนวน 20 ข้อ ประกอบด้วย ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ 5 ข้อ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ 7 ข้อ และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ 8 ข้อ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

2.4 จำนวนนวัตกรรมสู่ชุมชนที่ได้รับรางวัลในระดับต่าง ๆ ของภาคเรียนถัดไป

4. ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการทดลองในระหว่าง มิถุนายน – กันยายน พ.ศ. 2565 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 3 ชั่วโมงดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 30 ชั่วโมง และทำการทดสอบหลังเรียน 3 ชั่วโมง รวมใช้ระยะเวลาทั้งหมด 36 ชั่วโมง และติดตามความก้าวหน้าในการพัฒนานวัตกรรมระหว่างและหลังจากการเรียนรู้ในภาคเรียนถัดไป

นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้คำศัพท์ในการศึกษาครั้งนี้เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงขอกำหนดความหมายของคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. **แนวคิด STEAM Education** หมายถึง แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิจัยเป็นฐาน (Research Based Learning หรือ RBL) STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition หมายถึง วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้นักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ระยะเวลาโดยใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง โดยใช้เวลาประมาณ 15 นาทีในการอธิบายและสรุปองค์ความรู้ เหตุการณ์กระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์และค้นหาแนวทางแก้ไขปัญหา เพื่อนำไปสู่การอภิปรายและสรุปองค์ความรู้ ที่เป็นคำตอบของปัญหานั้นร่วมกันเป็นระบบและมีแบบแผนโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแต่ละชุด ประกอบไปด้วย ชื่อกิจกรรม คำนำ สารบัญ คำแนะนำสำหรับครู คำแนะนำการใช้สำหรับนักเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์จำลอง แบบทดสอบก่อนเรียน บัตรคำสั่ง บัตรความรู้ บัตรกิจกรรม ใบตรวจสอบความรู้ สื่อคลิปการสอนด้วยสถานการณ์จำลองจริงด้านอิเล็กทรอนิกส์ แบบทดสอบหลังเรียน ภาคผนวก ประกอบด้วย ใบเฉลยกิจกรรม ใบเฉลยใบตรวจสอบความรู้ ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน และตารางสรุปคะแนน เป็นต้น โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้แบบร่วมมือกันที่เน้นความสำคัญของการเรียนเป็นกลุ่มการช่วยเหลือกันในกลุ่มซึ่งจะจัดนักเรียนเข้ากลุ่มความสามารถ กลุ่มละ 4 - 6 คน ซึ่งมี 7 ขั้นตอน คือ 1) กำหนดปัญหา 2) สำรวจเข้าใจปัญหาและค้นหา 3) อธิบายลงข้อสรุป 4) กาสร้างข้อโต้แย้ง 5) ศึกษาค้นหาวิธีออกแบบและดำเนินการแก้ปัญหา 6) ขยายความรู้ สังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล 7) สรุปนำเสนอ และประเมินผลงาน

3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition หมายถึง วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้นักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ระยะเวลาโดยใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง โดยใช้เวลาประมาณ 15 นาทีในการอธิบายและสรุปองค์ความรู้ เหตุการณ์กระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์ และหาแนวทางแก้ไขปัญหาโดยนำสาระ/ทักษะกระบวนการของวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาบูรณาการเพื่อนำไปสู่การสรุปองค์ความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นคำตอบนั้นร่วมกัน ซึ่งมี 7 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจและตรวจสอบความรู้เดิม กำหนดปัญหา (Engagement and Elicitation) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการจัดกิจกรรมหรือให้สถานการณ์ที่น่าสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้เดิม ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการให้ผู้เรียน ทำกิจกรรม หรือการทดลอง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล สิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรืออาจเป็นแนวความคิดที่ยังไม่ถูกต้องและยังไม่สมบูรณ์ เพื่อสร้างและสรุปเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ขั้นตอนที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการสำรวจและค้นหา เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง ขั้นตอนที่ 4 ขั้นการโต้แย้ง (Argumentation for the best solution) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนให้สถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนภายในกลุ่มร่วมกันกำหนดปัญหา (Problem) จากนั้นจึงออกแบบวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดซึ่งผู้เรียนแต่ละคนมีแนวคิดที่แตกต่างกัน และทำการโต้แย้งเพื่อให้ได้วิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดโดยการสร้างข้อกล่าวอ้าง (Claims) ที่แสดงถึงแนวทางการแก้ปัญหา และนำผลการทดลอง หรือสมการทางคณิตศาสตร์ ที่ได้สำรวจค้นหามาเป็นหลักฐาน (Evidence) อ้างอิง เพื่อนำไปให้เหตุผล (Reasoning) สนับสนุนวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดที่กลุ่มเลือก ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการออกแบบและดำเนินการแก้ปัญหา (Execution) หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้าในสาระ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

วิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาที่กำหนดให้รวมทั้งอธิบายความเชื่อมโยงข้อมูล หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องทุกส่วน
 ขั้นตอนที่ 6 ขยายความรู้ ส่งเสริมและรวบรวมข้อมูล (Enrich) หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากวิชา
 วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล
 และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มา ขั้นตอนที่ 7 ขั้นการสรุป นำเสนอและประเมินผลงาน (Evaluation) หมายถึง ขั้น
 ที่ผู้เรียนสรุปผลงานของตนเอง และนำเสนอผลงานที่เกิดจากการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี
 วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในรูปแบบที่หลากหลาย

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้
 ในด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. ทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต หมายถึง คุณลักษณะของนักเรียนในการแสดงออก โดยมีคุณลักษณะ
 5 ประการ ดังนี้ 1) มีการคิดเชิงบูรณาการหรือการคิดเชื่อมโยงข้ามสาระวิชา 2) มีความช่างสังเกตและตั้งคำถาม
 อย่างลุ่มลึก 3) ลงมือปฏิบัติและทดลองอย่างมีความเชื่อมั่น 4) มีปฏิสัมพันธ์อันดีระหว่างปฏิบัติงาน และ 5)
 ทักษะการทดลองกล้าทำในสิ่งใหม่ ซึ่งวัดได้จากแบบประเมินความเป็นนวัตกรรม โดยมีลักษณะเป็น เกณฑ์การให้
 คะแนน (Scoring Rubrics) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

**6. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการงานฐานวิจัย
 STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition**
 หมายถึง การแสดงออกด้านความรู้สึกรู้สึกนึกคิดและความคิดเห็นของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้น
 สูงปีที่ 1 (ปวส.1) ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ
 Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้
 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้

ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ

1. นักเรียนได้รับการพัฒนาทางด้านทักษะและกระบวนการของ STEAM4INNOVATION ผสานการคิด
 เชิงออกแบบ Design Thinking สูงขึ้น

2. ครูในสถานศึกษาได้แรงจูงใจในการแสวงหาวิธีการสอนและผลิตเครื่องมือการสอน เพื่อส่งเสริมให้
 นักเรียนมีทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต

3. ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เป็นแนวปฏิบัติที่ดีโดยใช้ชุดโครงการงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION
 ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking และกระบวนการเมตาคognition สำหรับครูผู้สอนในสถานศึกษา
 อาชีวศึกษา

4. นักเรียนได้รูปแบบวิธีการสร้างสรรค์พัฒนานวัตกรรมเป็นขั้นตอนเชิงระบบและสามารถนำไป
 ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการคณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพนั้น ควรจัดการเรียนรู้หรือการจัดสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เป็นความสนใจของกลุ่ม หรือตนเอง โดยมีการวางแผน มีการลงมือปฏิบัติผ่านการทำงานเป็นกลุ่มจนผู้เรียนได้ข้อสรุปหรือข้อค้นพบซึ่งมีความหมายต่อผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 ครูมีบทบาทสำคัญที่จัดสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน สอดคล้องกับ ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ (Maslow) (Martin, & Joomis, 2007) ที่กล่าวว่า ผู้สอนเข้าใจธรรมชาติของผู้เรียน ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมกับช่วงวัยเหมาะสมกับพัฒนาทางการสติปัญญา พร้อมกับใช้วิธีการวัดผลและประเมินผลที่หลากหลาย สอดคล้องกับศักยภาพของผู้เรียนและพัฒนาการของผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ก็จะทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการทางสติปัญญา ฝึกการคิด กล้าแสดงออก กล้าตัดสินใจ และเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับ วิจารณ์ พานิช (2556) ได้กล่าวว่าหน้าที่สำคัญของผู้สอนนั้น คือ การทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) และเสนอแนะเครื่องมือในการเข้าถึงองค์ความรู้ผ่านวิธีการต่าง ๆ คอยแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการวางแผนและดำเนินโครงการ และตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้ตอบคำถามจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานจึงเป็นส่วนสำคัญให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยการนำตนเอง การจัดการเรียนรู้โดยมีความคิดสร้างสรรค์ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลในการแก้ไขปัญหา โดยมีความสามารถในการสื่อสารและการทำงานประสานงานอย่างเป็นระบบ โดยสมาชิกในกลุ่มมีการสร้างความสัมพันธ์ต่อกันในกลุ่มมีการกำหนดเป้าหมาย การวางแผนการทำงานร่วมกัน เรียนรู้ร่วมกัน การปฏิบัติการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามที่กำหนดไว้ โดยออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้ความลงตัว มีความลุ่มลึก โดยออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ที่สามารถเสริมสร้างให้ผู้เรียนมีการทำงานเชิงระบบมีขั้นตอนที่ร่วมสมัยในการทำงานร่วมกันให้สำเร็จตามเงื่อนไขและสถานการณ์ที่ได้รับ สอดคล้องกับ (Carrollet al.,2010) ได้กล่าวว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ (Creative Confidence) ของนักเรียนผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติที่มุ่งเน้นในเรื่องของการเข้าใจผู้อื่นอย่างลึกซึ้ง (Empathy) การสนับสนุนให้ตัดสินใจลงมือกระทำ และการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างความคิดที่หลากหลาย (Idea Generation) ตลอดจนการส่งเสริมทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยครูผู้สอนจะต้องออกแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียน ให้สอดคล้องกับบริบทสภาพแวดล้อมของผู้เรียน โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญให้ผู้เรียนได้ฝึกลงมือทำ (Learning by Doing and Thinking) เพื่อก่อเกิดทักษะ 3 ด้าน ได้แก่ ทักษะชีวิตและการทำงาน ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะสารสนเทศสื่อและเทคโนโลยี (วิจารณ์ พานิช, 2556) พร้อมกันนี้ วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒผล (2562) กล่าวว่า ผลลัพธ์จากการใช้กระบวนการคิดสร้างสรรค์ของผู้ที่มีนิสัยชอบคิดหาวิธีการใหม่ ๆ ที่ดีกว่าเดิมอยู่เสมอ เป็นสิ่งที่นวัตกรรม ต้องมีอยู่ในตนเอง ซึ่งนวัตกรรมจะมีคุณลักษณะที่สำคัญ คือ 1) มองกิจกรรมต่าง ๆ ว่าเป็นโอกาสของการเรียนรู้ 2) มองเห็นปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไขด้วยนวัตกรรม 3) เชื่อมโยงความคิดได้ดี 4) ตั้งเป้าหมายที่ท้าทายความสามารถของตนเอง และ 5) มีวินัยในตนเอง โดยอาศัยทฤษฎีและแนวคิดกลุ่มปัญญานิยม (Cognitive psychology) มีรากฐานมาจากผลงานของ (Vygotsky, 1978) ที่ว่าการเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองและด้วยตนเองของผู้เรียน หากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเอง ไปสร้างสรรค์ผลงานโดยอาศัยขั้นตอนและกระบวนการที่เหมาะสม จะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นในตนเองนี้ จะมีความหมายต่อ

ผู้เรียน จะอยู่คงทน ผู้เรียนจะไม่ลืมนำ และจะสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตนได้ดี และยังเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน ด้วยการเสริมแรง (Reinforcement) เป็นอีกแนวทางหนึ่งซึ่งช่วยเสริมสร้างความยึดมั่นผูกพันในการเรียนรู้และสร้างเสริมให้ผู้เรียนมีความสุขได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ ทฤษฎีการเสริมแรงของ Skinner (Ferster, & Skinner, 1997) ได้อธิบายไว้ว่าคุณคนจะเรียนรู้โดยผ่านประสบการณ์การได้รับผลจากการกระทำของตนเอง (Consequence of behavior) ไม่ว่าจะผลจากการกระทำนั้นจะเป็นผลทางบวกหรือทางลบ พฤติกรรมใดที่ทำแล้วก่อให้เกิดผลทางบวกแล้วได้รับการเสริมแรงในสิ่งที่เป็นที่พอใจแล้วผู้เรียนก็จะแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ซ้ำอีก แสดงให้เห็นว่าการเสริมแรงทางบวกเป็นการให้สิ่งเร้าในสิ่งที่ผู้เรียนเกิดความพอใจ ประทับใจ มีการตอบสนองต่อพฤติกรรมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ มีความมุ่งมั่น มีความพยายาม ความมีวินัยในตนเอง มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นต้น

มานะ อินทรสว่าง (2556: 11 - 13) ได้ให้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษานั้นทำได้หลากหลายแนวทางบางอย่างเป็นการเปลี่ยนแปลงง่ายๆที่ครูทุกคนสามารถทำไปใช้ในห้องเรียนได้ด้วยตัวเองบางส่วนอาจต้องใช้ “แนวร่วม” สนับสนุนที่กว้างขวางขึ้น เช่นการทำงานระหว่างครูต่างกลุ่มสาระการทำงานร่วมกันทั้งโรงเรียนหรือแม้กระทั่งการดำเนินการร่วมกันกับชุมชนหรือสถาบันการศึกษาท้องถิ่น แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะนำเสนอเป็นส่วนหนึ่งของวิธีการที่หลากหลายที่จะปรับการเรียนเปลี่ยนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในห้องเรียนของตนเองให้มีความสอดคล้องกับแนวคิดสะเต็มศึกษาดังต่อไปนี้ 1. เชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เทคโนโลยีสู่โลกจริง 2. การสืบเสาะหาความรู้การจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนได้ศึกษาประเด็นปัญหาหรือตั้งคำถามแล้วสร้างคำอธิบายด้วยตนเอง 3. การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานการทำโครงงานเป็นการสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบหนึ่ง 4. การสร้างสรรค์ชิ้นงานในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เป็นการสร้างทักษะการคิดการออกแบบการตัดสินใจการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งชิ้นงานที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ 5. การบูรณาการเทคโนโลยีเพียงครูบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมสู่กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนครูก็ได้ก้าวเข้าใกล้เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 6. การมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ทักษะการเรียนรู้และสร้างนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ตามกรอบแนวคิดของPartnership for 21th Century Skills ที่ครอบคลุม 4C คือ Critical Thinking (การคิดเชิงวิพากษ์) Communication (การสื่อสาร)Collaboration (การทำงานร่วมกัน) และ Creativity (การคิดสร้างสรรค์) 7. การสร้างการยอมรับและการมีส่วนร่วมจาก 8. การสร้างการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่นการให้นักเรียนศึกษาปัญหาปลายเปิดตามความสนใจของตนเอง 9. การเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการ (informal learning) 10. การเรียนรู้ตามอัธยาศัย (non-formal learning) นอกจากนี้ อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556 : 35-37) ได้กล่าวถึงกระบวนการทางเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ในสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้ 1. วิศวกรรมศาสตร์ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา คำว่าวิศวกรรมศาสตร์สำหรับระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ปรากฏในประเทศสหรัฐอเมริกาถือว่าวิศวกรรมศาสตร์มีความหมายเกี่ยวกับการออกแบบ (design) วางแผน (planning) การแก้ปัญหา (problem solving) การใช้ข้อเท็จจริงจากศาสตร์ต่าง ๆ มาสร้างผลงานภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (constraints and criteria) ที่กำหนดโดยส่วนมากเรามักจะพูดถึงการออกแบบว่ากระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process) ซึ่งจะเห็นได้ว่าวิศวกรรมในระดับการศึกษา

ขั้นพื้นฐานที่กล่าวถึงนั้นจะเป็นการนำองค์ความรู้โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างสรรค์ผลงานและเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริงเท่านั้น

การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็ม คือการผนวกแนวทางการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (NRC, 2012) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. การระบุปัญหา (identify a challenge) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อยในขั้นตอนของการระบุปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (explore ideas) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหาอาจมีการดำเนินการ ได้แก่การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหายังไง และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง และการค้นหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหานั้นได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหานั้นและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้นโดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. การวางแผนและพัฒนา (plan and develop) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือการวางแผนการดำเนินงาน โดยผู้แก้ปัญหามustกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน ในขั้นตอนของการพัฒนา ผู้แก้ปัญหาต้องวาดแบบและพัฒนาต้นแบบ (prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (test and evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (present the solution) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องและนำเสนอใจจะเห็นได้ว่ากระบวนการข้างต้นคล้าย

กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องมีปัญหาหรือข้อสงสัยการตั้งสมมติฐานการออกแบบการทดลองและการลงข้อสรุปโดยชุดต่างที่สำคัญระหว่างกระบวนการทางวิศวกรรมและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือการออกแบบทางเลือกเพื่อแก้ปัญหาที่หลากหลายแล้วคิดวิเคราะห์แนวทางที่เหมาะสมที่สุดซึ่งอาจมีใช้แนวทางที่ถูกต้องที่สุดซึ่งเกิดขึ้นในกระบวนการทางวิศวกรรมนอกจากนั้นกระบวนการทางวิศวกรรมเน้นประยุกต์ใช้องค์ความรู้เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ผลงานออกมาในขณะที่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มักมุ่งไปที่การได้มาซึ่งคำตอบของข้อสงสัยหรือองค์ความรู้ที่เป็นทฤษฎีเท่านั้น

ทฤษฎีที่สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

1. ทฤษฎีที่สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM Education คือ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism)

ทศนาแชมมณี (2554: 90) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ดังนี้

แนวคิด Constructivism เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของความรู้ของมนุษย์ มีความหมายทั้งในเชิงจิตวิทยาและเชิงสังคมวิทยา ทฤษฎีด้านจิตวิทยา เริ่มต้นจาก Jean Piaget ซึ่งเสนอว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นกระบวนการส่วนบุคคลมีความเป็นอัตนัย Vygotsky ได้ขยายขอบเขตการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลว่า เกิดจากการสื่อสารทางภาษากับบุคคลอื่น สำหรับด้านสังคมวิทยา Emile Durkheim และคณะเชื่อว่าสภาพแวดล้อมทางสังคมมีผลต่อการเสริมสร้างความรู้ใหม่

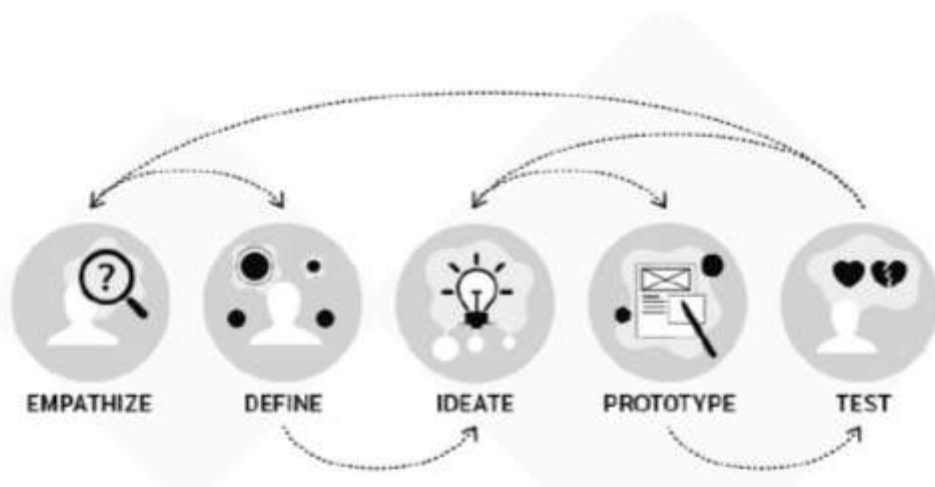
ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว Constructivism จัดเป็นทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยม (cognitive psychology) มีรากฐานมาจากผลงานของ Ausubel และ Piaget ประเด็นสำคัญประการแรกของทฤษฎีการเรียนรู้ตาม Constructivism คือ ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง(Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้อยู่เดิม โดยใช้กระบวนการทางปัญญา (cognitive apparatus) ของตน

ประเด็นสำคัญประการที่สองของทฤษฎี คือ การเรียนรู้ตามแนว Constructivism คือโครงสร้างทางปัญญา เป็นผลของความพยายามทางความคิด ผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น แนวความคิดของทฤษฎีนี้คือ การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองและด้วยตนเองของผู้เรียน หากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเอง ไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นในตนเองนี้ จะมีความหมายต่อผู้เรียน จะอยู่คงทน ผู้เรียนจะไม่ลืมง่าย และจะสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตนได้ดี และยังเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research – Based Instruction) หมายถึงกระบวนการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถใช้กระบวนการวิจัยเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ คิดค้นหาคำตอบ และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะการเรียนรู้ของตนเองตลอดชีวิต ผู้สอนมีบทบาทจัดการเรียนรู้โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ และเรียนตามศักยภาพของตนเอง ด้วยกระบวนการวิจัย ประกอบด้วย 1) การกำหนดปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การเก็บรวบรวมข้อมูล 4) การวิเคราะห์ข้อมูล และ 5) การสรุปผล ซึ่งสามารถดำเนินการได้ 4 ลักษณะ ได้แก่ 1) ผู้สอนใช้ผลการวิจัยในการจัดการเรียนรู้ 2) ผู้เรียนใช้ ผลการวิจัยในการเรียนรู้ 3) ผู้สอนใช้กระบวนการวิจัยในการ

จัดเรียนรู้ และ 4) ผู้เรียนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนรู้ ซึ่งผลการวิจัยหลายเรื่องที่สนับสนุนว่าการที่ครูใช้การจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิจัยเป็นฐานจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีคุณภาพ มีความรู้ในเนื้อหาสาระ คุณลักษณะด้านการใฝ่รู้ การคิดอย่างเป็นระบบ พึ่งตนเองด้านการเรียนรู้ แสวงหาความรู้ เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ (มารุต พัฒผล 2562: 1) สอดรับกับ สินธะวา คามดิษฐ์ (2557) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวิจัย หรือ Research – Based Learning : RBL เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง เผชิญเหตุการณ์จริง สร้างสรรค์ผลงาน จากกระบวนการคิด การทำงานที่เป็นระบบ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ใช้กระบวนการวิจัยในการแก้ปัญหา ค้นหาคำตอบจากการสืบค้น และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพ ในทุก ๆ ด้าน และถือได้ว่าเป็นทางเลือกของเทคนิคการสอนที่ไม่ใช่การบรรยาย โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนา ผู้เรียนให้เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ ซึ่งการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวิจัยมี 4 รูปแบบ คือ 1) ผู้สอนใช้ผลการวิจัยในการสอน 2) ผู้เรียนใช้ผลการวิจัยในการเรียนรู้ 3) ผู้สอนใช้กระบวนการวิจัย ในการสอน และ 4) ผู้เรียนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนรู้ ข้อดีของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวิจัย คือ ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการวิจัย และได้ความรู้ในศาสตร์ไปพร้อมๆกัน ส่วนข้อจำกัด คือ การสอนโดยวิธีนี้ ผู้สอนต้องมีความรู้ความสามารถ และประสบการณ์การทำวิจัยเป็นอย่างดี ดังนั้นการเรียนรู้อยู่โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก คือ กระบวนการเรียนรู้โดยสร้างองค์ความรู้จากปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจของผู้เรียนผ่านทางกระบวนการทำงานกลุ่ม พร้อมทั้งการสืบค้นกระบวนการทำความเข้าใจและแก้ไขปัญหาด้วยเหตุผลซึ่งตัวปัญหานั้นจะมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริงและเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเท่านั้น

กระบวนการคิดที่ออกแบบ 5 ขั้นตอน ได้ดำเนินการแบบเชิงเส้นตรงแต่เป็นการทำงานแบบยืดหยุ่นในแต่ละขั้นตอนมีการทำงานและบุคคลที่มีความแตกต่างกัน ในทีมนักออกแบบด้วยกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพไม่จำเป็นต้องออกแบบตามขั้นตอนเสมอไป สามารถทำงานตามขั้นตอนต่าง ๆ ขนานกันไปหรือสลับไปมาได้หรือทำซ้ำในขั้นใดขั้นหนึ่งได้ กระบวนการคิดเชิงออกแบบต้องดำเนินการให้เกิดประโยชน์แบบมีมุมมองหลายมิติและมีความบริสุทธิ์มากที่สุด การกระทำซ้ำหรือสลับไปมาเพื่อช่วยให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่มีขอบเขตกว้างให้แคบลง



ขั้นตอนของกระบวนการคิดออกแบบตามแนวคิด d.school

©2020 ที่มา: สุวิมล รุ่งวานิช (2563)

การคิดออกแบบในชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ PLC ในสถานศึกษาเป้าหมายในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อผู้เรียนเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ลุ่มลึก มีความหมายมากกว่าการสนทนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์แบบผิวเผิน จากประสบการณ์การทำงานกับครูผู้เขียนพบว่า กระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพในชั้นเรียนยังให้ความสำคัญกับการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (CAR) ไม่มากนักทั้งที่วงจรการวิจัย PAOR (Plan , Act , Observe , Reflect) สามารถบูรณาการแนวความคิดการวิจัยในชั้นเรียนกับแนวความคิดการสร้าง PLC ในสถานศึกษา ส่วนหนึ่งอาจจะเป็นเพราะครุมีความรู้และประสบการณ์ความเชี่ยวชาญที่คล้ายคลึงกัน หรือมีความรู้ศาสตร์การสอนที่แตกต่างกัน เนื้อหาสาระที่แตกต่างกัน อาศัยการทำงานแบบร่วมมือในศาสตร์การสอนต่างๆในการร่วมกันพัฒนานวัตกรรมการสอนยังมีน้อย การใช้แนวความคิดออกแบบเชิงระบบในการจัดการเรียนการสอนของกลุ่มครู คาดหวังว่าจะเป็นแนวทางในการทำงานของครูเป็นปกติ และสร้างสรรค์ผลงานใหม่ด้านการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง

นวัตกรรมที่เกิดจากกระบวนการวิจัยพัฒนา (R&D) หรือ New Product Development Process หรือ Innovation Process หรือ Design thinking นั้นจะมีขั้นตอนคล้าย ๆ กันเพียงแต่ว่า บางเครื่องมือหรือกระบวนการจะขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี เช่น นักวิจัยในห้องปฏิบัติการ อาจารย์ที่ทำวิจัยจะมีแนวคิดหรือเทคโนโลยี เครื่องมือในมือแล้วค่อยพัฒนา บางกระบวนการจะขับเคลื่อนด้วยผู้ใช้งาน เช่น นักการตลาดจะเน้นเรื่องผู้ใช้งานว่าต้องการอะไรแล้วค่อยพัฒนา เป็นต้น แต่สุดท้ายถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีหรือนวัตกรรมที่ดี ต้องขายได้ด้วย ทำเงินได้ด้วย คงไม่มีใครอยากพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ไม่มีคนต้องการออกมา แต่นวัตกรรมทางการศึกษาก็สามารถนำไปแก้ปัญหาผู้เรียนได้อย่างเป็นขั้นตอนและใช้ระยะเวลาในการจัดการศึกษาให้ตรงกับนวัตกรรมที่ครูผู้สอนออกแบบเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาสู่ชั้นเรียนอย่างเป็นรูปธรรม เป็นที่น่าสังเกต การวิจัยของครูที่เริ่มจากการวางแผนการจัดการเรียนการสอน และขั้นทดลองใช้ ขาดการทำงานในการวิเคราะห์ผู้เรียนอย่างถ่องแท้ การทำงานใน PLC ควรเป็นการทำงานร่วมกันของครูที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนทุกคน ให้ความสำคัญขั้นการรู้จักและเข้าใจผู้เรียน และร่วมคิดร่วมพัฒนาแบบองค์รวม ครูควรใช้วิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง ไม่ใช่งานวิจัยเดี่ยวหรือแก้ปัญหาเฉพาะในวิชาของตนเองที่รับผิดชอบเพียงคนเดียวเท่านั้น

การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) มีประโยชน์มากมาย ทั้งต่อบุคลากรไปจนถึงองค์กรเลยทีเดียว ซึ่งประโยชน์ในด้านต่างๆ นั้นมีดังนี้

ฝึกกระบวนการแก้ไขปัญหาตลอดจนหาทางออกที่เป็นลำดับขั้นตอน : ปกติเราอาจจะมีภาระทางแก้ปัญหาแบบสะเปะสะปะ ไม่มีการหาสาเหตุ หรือไม่มีการมองรอบด้าน กระบวนการนี้จะทำให้เรามองอย่างรอบคอบและละเอียดมากขึ้น ทำให้เราเข้าใจปัญหาได้อย่างถ่องแท้ และแก้ไขได้ตรงจุด

มีทางเลือกที่หลากหลาย : การคิดบนพื้นฐานข้อมูลที่มีหลากหลาย ตลอดจนพยายามคิดหาวิถีทางหรือแชร์ไอเดียที่ได้ออกมาหลากหลายรูปแบบ ทำให้เรามองเห็นอะไรรอบด้าน และมีตัวเลือกที่ดีที่สุด ก่อนนำไปใช้แก้ปัญหาจริง หรือนำไปปฏิบัติจริง

มีตัวเลือกที่ดีที่สุด เหมาะสมที่สุด : เมื่อเรามีตัวเลือกหลากหลายเราก็จะรู้จักคิดวิเคราะห์ และการคิดวิเคราะห์นี้เองจะทำให้เราสามารถเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุดได้ มีประสิทธิภาพมากกว่า

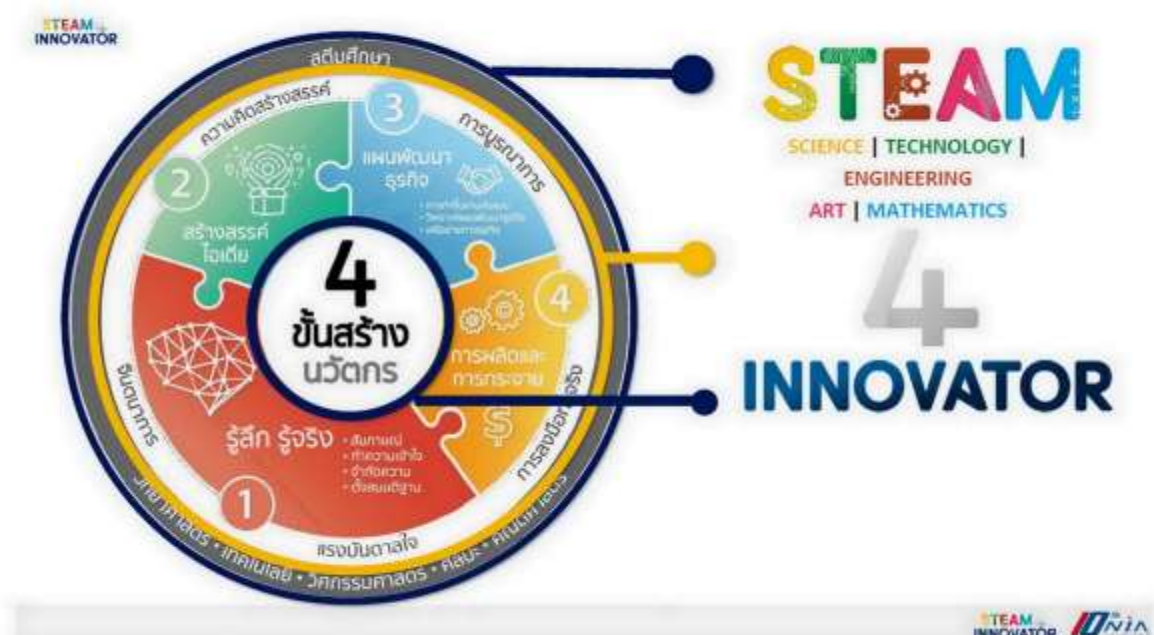
ฝึกความคิดสร้างสรรค์ : การแชร์ไอเดีย ตลอดจนระดมความคิดนั้น จะทำให้สมองเราฝึกคิดหลากหลายรูปแบบ หลากหลายวิธีการ หลากหลายมุมมอง และทำให้เรารู้จักหาวิธีแปลก ๆ ใหม่ ๆ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการฝึกความคิดสร้างสรรค์ที่ดี ที่เป็นพื้นฐานที่ดีในการแก้ปัญหา ตลอดจนการบริหารจัดการเช่นกัน

เกิดกระบวนการใหม่ตลอดจนนวัตกรรมใหม่ : มีการคิดมากมายหลากหลายรูปแบบ ตลอดจนแชร์ไอเดียดีๆ มากมาย การที่เราได้พยายามฝึกคิดจะทำให้เรามากค้นพบวิธีใหม่ ๆ เสมอ หรือเกิดนวัตกรรมใหม่ๆ ขึ้นมาได้เช่นกัน

มีแผนสำรองในการแก้ปัญหา : การคิดที่หลากหลายวิธีนอกจากจะทำให้เราสามารถวิเคราะห์เลือกวิธีที่ดีที่สุดได้แล้วนั้นก็ยังทำให้เรามีตัวเลือกสำรองไปในตัวโดยผ่านกระบวนการลำดับความสำคัญมาเรียบร้อยแล้ว ทำให้เราสามารถเลือกใช้แก้ปัญหาได้ทันท่วงทีหากวิธีการที่เลือกไม่ประสบความสำเร็จ

องค์กรมีการทำงานอย่างเป็นระบบ : เมื่อบุคลากรถูกฝึกให้คิดอย่างเป็นระบบแบบแผนแล้วจะปลุกฝังระบบการทำงานที่ดี นั้นย่อมส่งผลให้องค์กรมีการทำงานอย่างเป็นระบบ และทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย เพิ่มศักยภาพให้กับบุคลากรและองค์กรไปในตัว

การทำงานในสถานศึกษาควรใช้การวิจัยแบบเครือข่าย (Networked Research) ซึ่งแตกต่างจากเครือข่ายการวิจัย (Research Network) คือเป็นกรอบการพัฒนาการวิจัยที่สร้างความเป็นเจ้าของ และการมีส่วนร่วมของผู้ที่เกี่ยวข้องที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้ทำงานร่วมกัน อาศัยประสบการณ์ และความชำนาญของแต่ละฝ่ายมาร่วมการคิดหาทางแก้ปัญหา เรียกว่าการออกแบบร่วม (Co-Design) หรือการสร้างสรรค์ร่วม (Co-Creation) เพื่อส่งเสริมการทำงานของกันและกัน จนเกิดเป็นชุมชนที่มีการสื่อสารการปฏิบัติจากพหุศาสตร์ที่นำไปสู่ความยั่งยืน (Czuczman 2006; Dudley, 2005) การทำงานของครูที่ออกแบบและพัฒนานวัตกรรม จะมีการปรับปรุงนวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทันที และให้ข้อมูลป้อนกลับได้ การเก็บข้อมูลที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะข้อมูลเกี่ยวกับบริบทของชั้นเรียนและสถานศึกษาขณะใช้การเรียนการสอนแบบใหม่ จะช่วยให้ครูเกิดการเรียนรู้ และมองเห็นแนวทางใหม่ในการพัฒนาการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง



ที่มา : (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2563)

ขั้นตอนที่ 1 รู้ลึก รู้จริง

เริ่มต้นกระบวนการสร้างสรรค์ธุรกิจนวัตกรรมด้วยการรับรู้สิ่งแวดล้อม สามารถมองเห็นปัญหาที่แท้จริง เข้าถึงมุมมองใหม่ จนสามารถสร้างแรงกระตุ้นให้เกิดความอยากที่จะคิดไอเดียสุดเจ๋งมาต่อยอดสร้างสรรค์เป็น ธุรกิจที่สร้างคุณค่า

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสรรค์ไอเดีย

การต่อยอดความคิดสร้างสรรค์ กำหนดปัญหาและเป้าหมายในการแก้ไขที่ชัดเจน เพื่อให้ได้คำตอบใหม่ที่แตกต่าง สร้างสรรค์ ทำได้จริงและมีคุณค่าเป็นที่ต้องการของกลุ่มเป้าหมายที่กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 3 แผนพัฒนาธุรกิจ

การออกแบบแนวคิดและแผนบริหารจัดการทั้งหมด ซึ่งจะเกี่ยวข้องทั้งการเชื่อมโยงคน เทคโนโลยี ทรัพยากร และความหลากหลายไปสู่เป้าหมายที่ทำได้จริง

ขั้นตอนที่ 4 การผลิตและการกระจาย

การลงมือสร้างผลงานนวัตกรรมและการลงมือทำอย่างจริงจังให้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรมทางธุรกิจ เพื่อกระจายผลผลิตออกสู่ตลาด

ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการเสนอแนวคิดร่วมสมัยในการพัฒนาการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับยุคศตวรรษที่ 21 การทำงานร่วมกันแบบร่วมมือ และเครื่องมือที่สำคัญของกระบวนการทำงานแบบกลุ่มคือ การคิดออกแบบเชิงระบบ (Design Thinking) ผสมผสาน STEAM4INNIVATOR ในสถานศึกษาด้านอาชีวศึกษาได้นำมาพัฒนาการเรียนการสอนแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC@PLT) และดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนแบบเปิด Open Classroom Lesson Study ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการสอน (Facilitator) และขั้นตอนพื้นฐานของการทำงานของครู คือ การจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียนเพื่อให้เข้าใจอารมณ์ความรู้สึกและความต้องการของผู้เรียนให้มากที่สุด ข้อมูลเหล่านี้จะนำมากำหนดปัญหา เป้าหมายการแก้ไข ปัญหา และการสร้างความคิดใหม่ในการจัดการเรียนการสอนที่เรียกว่านวัตกรรม และนำไปสู่กรอบแนวคิดในการออกแบบนวัตกรรมเพื่อพัฒนาดังนี้

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ทฤษฎีแรงจูงใจของ มาสโลว์ (Maslow) (Martin, & Joomis,2007) ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยม (Cognitive psychology) ทฤษฎีการเสริมแรงของ Skinner (Ferster, & Skinner, 1997) และกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) (Carrollet al.,2010) ผู้วิจัยกำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

ตัวแปรอิสระ

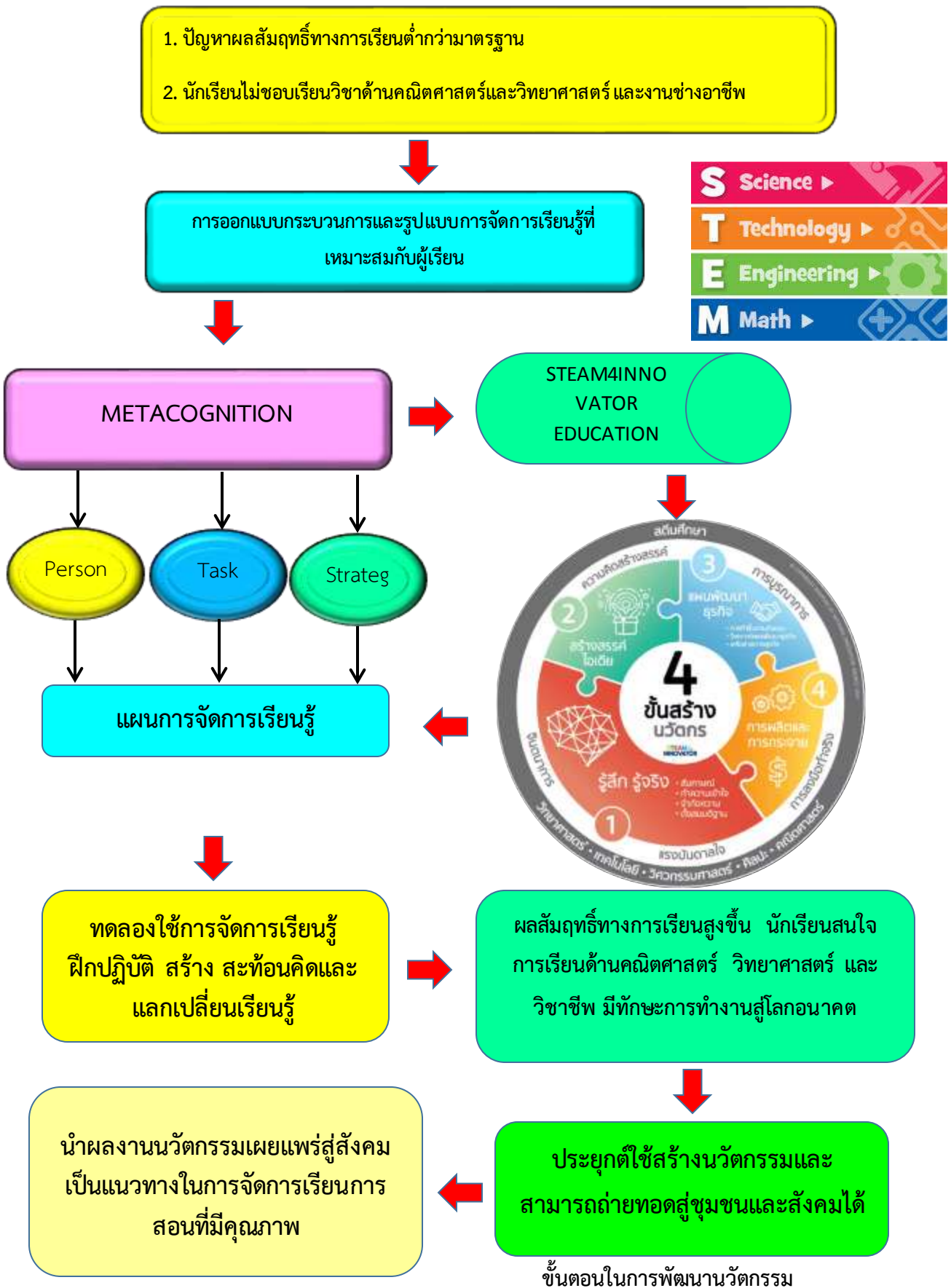
การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition



ตัวแปรตาม

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อุตสาหกรรม
2. ทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต
3. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้
4. จำนวนผลงานความก้าวหน้านวัตกรรมสู่ชุมชน

ขั้นตอนการออกแบบนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาผู้เรียน



ขั้นตอนการดำเนินงานพัฒนานวัตกรรม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์ในงานอาชีพ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 (ปวส.1) ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน จำนวน 5 แผน ประกอบด้วย

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน ประกอบด้วย บัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรคำ บัตรคำถาม บัตรภาพ กระดาษคำตอบ เกมต่าง ๆ คลิปการสอนการปฏิบัติจำลองการสร้างนวัตกรรม วิดีทัศน์การจัดการเรียนรู้ บทเรียนโปรแกรม แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบฝึกทักษะการคิดเชิงบูรณาการ และแบบเฉลยบัตรต่าง ๆ ซึ่งมี 7 ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ 1) กำหนดปัญหา 2) สำรวจเข้าใจปัญหาและค้นหา 3) อธิบายลงข้อสรุป 4) กาสร้างข้อโต้แย้ง 5) ศึกษาค้นหาวิธีออกแบบและดำเนินการแก้ปัญหา 6) ขยายความรู้สังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล 7) สรุปนำเสนอ และประเมินผลงาน

2. เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง การประยุกต์ในงานอาชีพ จำนวน 1 ฉบับ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยสลับข้อ สลับตัวเลือก ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก กำหนดการให้ค่าคะแนนคือคำตอบถูกต้องได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 30 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ในด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์

2. แบบประเมินทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต ซึ่งประเมินโดยนักวิจัยและผู้ช่วยผู้วิจัยสังเกตคุณภาพใน 5 ด้าน ได้แก่ 1) มีการคิดเชิงบูรณาการหรือการคิดเชื่อมโยงข้ามสาระวิชา 2) มีความช่างสังเกตและตั้งคำถามอย่างลุ่มลึก 3) ลงมือปฏิบัติและทดลองอย่างมีความเชื่อมั่น 4) มีปฏิสัมพันธ์อันดีระหว่างปฏิบัติงาน และ 5) ทักษะการทดลองกล้าทำในสิ่งใหม่ มีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกประเด็น (Rubric Scoring) คะแนนเต็มรายการละ 4 คะแนน ซึ่งลักษณะเป็นแบบมาตรประเมินค่า (Rating Scale) 4 ระดับ และกำหนดเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric Score) ใช้ประเมินขณะปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 1 ครั้ง แต่ครั้งมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน รวมประเมินทั้งหมด 5 ครั้ง แล้วนำคะแนนมาคิดเป็นค่าเฉลี่ย

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน โดยมีประเด็น ดังนี้ 1) ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 7 ข้อ 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ จำนวน 8 ข้อ เป็นแบบสอบถามแบบมาตรประเมินค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ และคำถามปลายเปิด

4. แบบรายงานจำนวนนวัตกรรมสู่ชุมชนที่ได้รับรางวัลในระดับต่าง ๆ ในภาคการศึกษาถัดไป

ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ในงานอาชีพ ที่จัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 และหลักสูตรสถานศึกษา วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชูทิศ พุทธศักราช 2565 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และศิลปศาสตร์ ซึ่งศึกษาในส่วนของคำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ และเนื้อหาสาระ

1.2 วิเคราะห์ เลือกและกำหนดเนื้อหาเพื่อนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน โดยแบ่งออกเป็น 5 แผน

1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ที่จัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1) กำหนดปัญหา 2) สำรวจเข้าใจปัญหาและค้นหา 3) อธิบายลงข้อสรุป 4) การสร้างข้อโต้แย้ง 5) ศึกษาค้นหาวิธีออกแบบและดำเนินการแก้ปัญหา 6) ขยายความรู้ สังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล 7) สรุปนำเสนอ และประเมินผลงาน

1.4 เสนอแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน เพื่อพัฒนาทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้อง 5 คน คือ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาบูรณาการข้ามศาสตร์การสอน จำนวน 2 คน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิธีสอนและเทคนิคการสอนจำนวน 2 คน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผลจำนวน 1 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องของภาษาที่ใช้และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน โดยพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการพัฒนาบทเรียนร่วมกัน Lesson Study ระหว่าง Model Teacher และ Buddy Teacher ผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC@PLT) และได้ความร่วมมือจากศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาในการร่วมพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ และได้รับคำแนะนำในการจัดการเรียนรู้จากอาจารย์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ในการทำความร่วมมือการวิจัยความลุ่มลึกในการพัฒนาบทเรียนด้วยชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) จากสำนักงานเลขาธิการคุรุสภา เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องของภาษาที่ใช้และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item Objective: IOC) ทั้งนี้กำหนดเกณฑ์การพิจารณาตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ ยอมรับได้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ระหว่าง 0.80 -1.00

1.5 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และครูผู้สอนที่เป็น Buddy Teacher โดยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขสาระสำคัญให้สอดคล้องเหมาะสมกับผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์ในงานอาชีพ ที่จัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition จำนวน 5 แผน ไปทดลองใช้ (Tryout) กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชูทิศ ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มทดลอง โดยดำเนินการในระหว่างภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ประกอบด้วย

1.6.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนตรวจเพื่อประเมินด้านเนื้อหาซึ่งพบว่าในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.20) และด้านเทคนิคการผลิตสื่อประสมบูรณาการข้ามสาระวิชา พบว่าในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.72$, S.D. = 0.28)

1.6.1.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC@PLT) โดยนักวิจัยเป็น Model Teacher และผู้ร่วมสังเกตการณ์สอนเป็น Buddy Teacher โดยนำไปทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 3 คน โดยมีนักเรียนกลุ่มอ่อน กลุ่มปานกลางและกลุ่มเก่ง กลุ่มละ 1 คน ผลการทดลองพบว่าได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 73.10/72.11 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนศึกษาเนื้อหาแล้วใช้เวลาในการเรียนรู้นานมากและเกิดการสับสนในการจัดกิจกรรมการสอน ผู้วิจัยนำผลการทดลองมาปรับปรุง โดยปรับปรุงเนื้อหาสาระ ขั้นตอนและกระบวนการสอน สื่อการสอนในกิจกรรม ปรับปรุงให้เหมาะสมกับเวลาและปรับเนื้อหาให้ง่ายขึ้น

1.6.1.2 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 โดยนำไปทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) แผนกวิชาโทรคมนาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 9 คน โดยมีนักเรียนกลุ่มอ่อน กลุ่มปานกลางและกลุ่มเก่ง กลุ่มละ 3 คน ผลการทดลองพบว่าได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 77.44/76.29 และจากการสังเกตพบว่า นักเรียนยังสับสนในโจทย์ปัญหาและปฏิบัติตามใบกิจกรรมได้แต่ยังขาดการร่วมมือในการปฏิบัติงานแต่ระยะเวลาในการศึกษาน้อยลงกว่าเดิม ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองมาปรับปรุงแก้ไข โดยปรับข้อคำสั่งและข้อคำถามให้เข้าใจมากขึ้นและตัดเนื้อหาบางส่วนที่ไม่สำคัญออกไป

1.6.1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition ไปทดลองใช้ครั้งที่ 3 โดยนำไปทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 15 คน โดยมีนักเรียนกลุ่มอ่อน กลุ่มปานกลางและกลุ่มเก่ง กลุ่มละ 5 คน ผลการทดลอง

พบว่าได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ $82.16/82.40$ และจากการสังเกตพบว่านักเรียนเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการ สอนโดยใช้ปัญหาพร้อมกับบูรณาการสาระวิชาเพิ่มมากขึ้น ใช้ระยะเวลาในการศึกษาเหมาะสม และสามารถปฏิบัติ กิจกรรมได้ตามระยะเวลาที่กำหนดเข้าใจขั้นตอนกระบวนการเรียนแบบกลุ่ม

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิง ออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition ที่ผ่านปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM4INNOVATION โดยใช้ปัญหาเป็น ฐานต่อไป

1.8 นำผลที่ได้จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้วยชุดโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับ กระบวนการเมตาคognition พบว่ามีประสิทธิภาพ $E1/E2 = 82.12/82.30$

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง การประยุกต์ในงานอาชีพ เพื่อใช้เป็น แบบทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยสลับข้อ สลับตัวเลือก ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกคำตอบ 4 ตัวเลือก กำหนดการให้ค่าคะแนนคือตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาเกี่ยวกับ ผลการเรียนรู้สาระการเรียนรู้แบบบูรณาการข้าม สาระ วิชา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) และศึกษาทฤษฎีหลักการเขียนและสร้างแบบทดสอบแบบ ปรนัย

2.2 วิเคราะห์เนื้อหา สาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์อุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) ที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่จะนำไปสร้างแบบทดสอบวัดผลการ เรียนรู้

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์อุตสาหกรรม เรื่อง การประยุกต์ใน งานอาชีพ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ โดยมีแนวคิดสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ให้ ครอบคลุมตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

2.4 เสนอแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ในงานอาชีพ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน คือ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาประยุกต์วิชาชีพผู้สถานประกอบการ 2 คน 2) ด้านเนื้อหาด้านวิธีสอน 2 คน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาและนำมาหาค่าดัชนี ความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของเครื่องมือ แล้วเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนี ความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ขึ้นไป ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ระหว่าง 0.60 – 1.00 โดยมีการปรับปรุงแก้ไขผลการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับระดับพฤติกรรม

2.5 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try out) กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) จำนวน 15 คน วิทยาลัยการอาชีวศึกษามินทรราชูทิศ ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อตรวจสอบ คุณภาพของเครื่องมือ โดยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

2.6 นำผลการทดลองมาวิเคราะห์รายข้อเพื่อตรวจสอบค่าความยากง่ายของแบบทดสอบปรนัย โดยใช้ เกณฑ์ความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.80 ซึ่งพบว่าแบบทดสอบมีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21 – 0.79 ตรวจสอบ

ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยใช้เกณฑ์ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งพบว่าแบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.29 – 1.00 เพื่อคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 60 ข้อ

2.7 ตรวจสอบความเชื่อมั่น (Reliability) คือ การตรวจสอบผลการวัดที่สม่ำเสมอและคงที่โดยผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบแบบปรนัยที่ผ่านเกณฑ์มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีการของคูเดอร์ – ริชาร์ดสันจากสูตร KR - 20 โดยใช้เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไปซึ่งพบว่าแบบทดสอบได้ค่าความเชื่อมั่น 0.83

2.8 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์ในงานอาชีพ

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ในงานอาชีพไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

3. การสร้างแบบประเมินทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต

การสร้างและหาคุณภาพแบบประเมินทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต ดังมีรายละเอียด ดังนี้

แบบประเมินทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต เป็นเครื่องมือที่ครูผู้สอนใช้ประเมินระดับทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยชุดโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผลงานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การให้คะแนน แบบคุณภาพ (Rubric Score) จำแนกทักษะออกเป็น 5 ข้อโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบประเมินทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต จากเอกสารตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการบันทึกและแสดงออกถึงการมีทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต

3.2 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาสร้างเป็นแบบประเมินทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต ซึ่งจะเป็นการประเมินในขณะปฏิบัติงาน นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจเบื้องต้นเกี่ยวกับข้อคำถามจำนวน 5 ข้อ ดังนี้ 1) มีการคิดเชิงบูรณาการหรือการคิดเชื่อมโยงข้ามสาระวิชา 2) มีความช่างสังเกตและตั้งคำถามอย่างลุ่มลึก 3) ลงมือปฏิบัติและทดลองอย่างมีความเชื่อมั่น 4) มีปฏิสัมพันธ์อันดีระหว่างปฏิบัติงาน และ 5) ทักษะการทดลองกล้าทำในสิ่งใหม่ กำหนดอันดับคุณภาพ 4 ระดับ มีค่าน้ำหนักคะแนนดังนี้ ระดับดีมาก ค่าคะแนน 4 คะแนน ระดับดี ค่าคะแนน 3 คะแนน ระดับปานกลาง 2 คะแนน และระดับพอใช้ 1 คะแนน ค่าเฉลี่ยผลการประเมินเทียบกับเกณฑ์ดังนี้ ช่วงคะแนน 3.50 – 4.00 หมายถึงดีมาก ช่วงคะแนน 2.50- 3.49 หมายถึง ดี ช่วงคะแนน 1.50-2.49 หมายถึง ปานกลาง และ ช่วงคะแนน 1.00 -1.49 หมายถึง พอใช้

3.3 นำแบบประเมินทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบลักษณะของแบบประเมินเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องของภาษาที่ใช้และความเหมาะสมของข้อคำถาม โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item Objective: IOC) ทั้งนี้ กำหนดเกณฑ์การพิจารณาตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ ยอมรับได้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ระหว่าง 0.80 -1.00 และเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) เพื่อพิจารณาว่าข้อคำถามที่ใช้วัดสามารถให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ในการเรียนรู้ STEAM4INNOVATION มาประยุกต์ในการหาคำตอบ โดยมีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เท่ากับ 0.84

3.4 นำแบบประเมินทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองประเมินความเป็นนวัตกรรม กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 15 คน ในขั้นทดลองหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.905

3.5 นำแบบประเมินทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต ไปใช้เป็นเครื่องมือในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน ต่อไป

4. การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน เรื่อง การประยุกต์ในงานอาชีพ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษารูปแบบและศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน

4.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับการเรียนการสอน เรื่อง การประยุกต์ในงานอาชีพ ที่นักเรียนมีการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน ซึ่งมีประเด็นดังนี้ 1) ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ โดยใช้แบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert's Five Rating Scale) (บุญชม ศรีสะอาด, 2554) โดยกำหนดความหมาย ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง พึงพอใจมาก

คะแนน 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

คะแนน 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

และเกณฑ์ที่ใช้แปลความหมายค่าเฉลี่ย มีดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554: 121)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

4.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน เสนอ ต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเนื้อหาความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบพิจารณาด้านความครอบคลุมของพฤติกรรม แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Object Congruence: IOC) โดยแบบสอบถามต้องได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ระหว่าง 0.60 - 0.80 และเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) เพื่อพิจารณาว่าข้อคำถามที่ใช้วัดสามารถให้ผู้เรียนแสดงความพึงพอใจระหว่างการจัดการเรียนรู้ STEAM4INNOVATION มาประยุกต์ในการหาคำตอบ โดยมีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เท่ากับ 0.84

4.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความพึงพอใจ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามให้มีความชัดเจนและสามารถประเมินได้ตรงตามพฤติกรรมของผู้เรียน

4.6 นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง เพื่อตรวจสอบข้อคำถาม ภาษาที่ใช้สื่อความหมายให้เข้าใจมากขึ้น โดยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามผลการวิเคราะห์ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.939

4.7 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยกับนักเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) จำนวน 40 คน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์อุตสาหกรรม เรื่อง การประยุกต์ในงานอาชีพ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) ที่มีการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน 2) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ในงานอาชีพ 3) แบบประเมินทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking

1.2 ผู้วิจัยทบทวนเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง

1.3 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ในงานอาชีพ ก่อนเรียน (Pre - test)

2. ขั้นทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ และใช้เครื่องมือในการวิจัยที่เตรียมไว้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 เวลาที่ใช้ในการทดลอง 10 สัปดาห์ ๆ ละ 3 ชั่วโมง รวม 30 ชั่วโมง

2.2 การจัดช่วงเวลาในการเรียนแต่ละวัน จัดการเรียนการสอนตามเวลาของการเรียนการสอนในวิชาตามแผนการเรียนรู้ของครูผู้สอน

2.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองสอนคือ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และมีรายวิชาประยุกต์วิชาชีพสู่สถานประกอบการ ซึ่งเป็นเนื้อหาหลัก ในระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1)

2.4 ดำเนินการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง มีแผนการจัดการเรียนรู้ 1-5 มีขั้นตอน การสอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมอง ปัญหาโดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาโดยอาศัยความรู้พื้นฐานหรือการศึกษาจากเอกสารตำรา หรือสื่ออื่น ๆ ที่น่าสนใจและใกล้ตัวนักเรียนโดยนักเรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจปัญหาเสนอแนวคิดต่อปัญหา กำหนดข้อเท็จจริงที่ปรากฏในปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ครูกำหนดข้อเท็จจริงจากปัญหาประเด็นปัญหาที่ศึกษาค้นคว้า เตรียม ใ้ความรู้ ใ้กิจกรรม กระตุ้นด้วยคำถาม โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจปัญหาและอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นตอนที่ 3 ขึ้นอธิบายและลงข้อสรุป ค้นคว้าหาวิธีการแก้ปัญหา ครูเป็นผู้ช่วยเหลืออำนวยความสะดวก ให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองสามารถวิเคราะห์ องค์ประกอบของปัญหาที่กำหนดให้ รวมทั้งอธิบายความเชื่อมโยงของข้อมูลหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องทุกส่วน

ขั้นตอนที่ 4 การโต้แย้ง เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนให้สถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนภายในกลุ่มร่วมกัน กำหนดปัญหา (Problem) จากนั้นจึงออกแบบวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดซึ่งผู้เรียนแต่ละคนมีแนวคิดที่แตกต่างกัน และ ทำการโต้แย้งเพื่อให้ได้วิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดโดยการสร้างข้อกล่าวอ้าง (Claims) ที่แสดงถึงแนวทาง การ แก้ปัญหา และนำผลการทดลอง ที่ได้สำรวจค้นหามาเป็นหลักฐาน (Evidence) อ้างอิง เพื่อนำไปให้เหตุผล (Reasoning) สนับสนุนวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดที่กลุ่มเลือก

ขั้นตอนที่ 5 ขึ้นการออกแบบและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้าในสาระ วิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อหาวิธีการแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง วิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาที่กำหนดให้รวมทั้งอธิบายความเชื่อมโยงข้อมูล หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องทุกส่วน

ขั้นตอนที่ 6 ขยายความรู้ สังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล ขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะศาสตร์ และคณิตศาสตร์มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และ สังเคราะห์ความรู้ที่ได้มา

ขั้นตอนที่ 7 การสรุป นำเสนอและประเมินผลงาน ครูร่วมกันอภิปรายผลกับนักเรียนผลการแก้ปัญหา ผล การหาคำตอบ ครูช่วยเพิ่มเติมข้อมูลให้สมบูรณ์และแก้ไขข้อบกพร่อง ครูประเมินโดยการสังเกตการปฏิบัติงาน ตลอดกระบวนการเรียนรู้จากการทำแบบทดสอบ ใบงาน ใบกิจกรรม โดยประเมินตามสถานการณ์จริงของ นักเรียนซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของตนเอง โดยส่งตัวแทนนำเสนอผลงานหรือคำตอบที่สมบูรณ์ของ ปัญหาและนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย

3. **ขั้นหลังการทดลอง** ภายหลังเสร็จสิ้นการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน โดยใช้ แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้รายวิชาประยุกต์วิชาชีพสู่สถานประกอบการ เรื่อง การประยุกต์ในงานอาชีพ การ ประเมินทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต โดยประเมิน ทั้ง 5 ด้านในขณะปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผน การ

จัดการเรียนรู้ แผนละ 1 ครั้ง แต่ละครั้งมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน รวมประเมินทั้งหมด 5 ครั้ง แล้วนำคะแนนมาคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย และศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาโดยการให้นักเรียนตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติและวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

ผลงานที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานพัฒนานวัตกรรม

ตอนที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาประยุกต์วิชาชีพสู่สถานประกอบการ เรื่องการประยุกต์ในงานอาชีพ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน

ตารางที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อุตสาหกรรม เรื่อง ประยุกต์วิชาชีพสู่สถานประกอบการก่อนและหลังเรียน (n=40)

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียนรู้	30	14.66	3.80	12.17	0.00*
หลังเรียนรู้	30	24.69	1.86		

* p < .05

จากตาราง 1 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดโครงการงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน มีคะแนนการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน คะแนนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.66 (S.D. = 3.80) หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.69 (S.D. = 1.86) เมื่อทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการประยุกต์ในงานอาชีพ พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนด้วยชุดโครงการงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน (n=40)

กลุ่ม	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละของคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียน
คะแนนก่อน	30	14.66	3.80	33.43
คะแนนหลัง	30	24.69	1.86	

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดโครงการงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 33.43

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน

ตารางที่ 3

ผลการประเมินทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน (n=40)

ข้อที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับ ทักษะการทำงาน สู่โลกอนาคต
1	มีการคิดเชิงบูรณาการหรือการคิดเชื่อมโยงข้ามสาระวิชา	3.53	0.33	ดีมาก
2	มีความช่างสังเกตและตั้งคำถามอย่างลุ่มลึก	3.44	0.31	ดี
3	ลงมือปฏิบัติและทดลองอย่างมีความเชื่อมั่น	3.63	0.29	ดีมาก
4	มีปฏิสัมพันธ์อันดีระหว่างปฏิบัติงาน	3.57	0.36	ดีมาก
5	ทักษะการทดลองกล้าทำในสิ่งใหม่	3.35	0.35	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม		3.50	0.32	ดีมาก

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนมีทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน ภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 3.50 (S.D.=0.32) เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบ พบว่า นักเรียนมีทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ลงมือปฏิบัติและทดลองอย่างมีความเชื่อมั่น มีค่าเฉลี่ย 3.63 (S.D.=0.29) ลำดับรองลงมาคือ มีปฏิสัมพันธ์อันดีระหว่างปฏิบัติงาน มีค่าเฉลี่ย 3.57 (S.D.=0.36) และนักเรียนมีทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ทักษะการทดลองกล้าทำในสิ่งใหม่ มีค่าเฉลี่ย 3.35 (S.D.=0.35)

ตอนที่ 4 การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 4 ความพึงพอใจของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน อยู่ในระดับใด ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความพึงพอใจของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน ($n=40$)

ข้อที่	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้	4.52	0.28	มากที่สุด
2	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.49	0.33	มาก
3	ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้	4.53	0.29	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม		4.51	0.30	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}= 4.51, S.D.=0.30$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ ($\bar{X}= 4.53, S.D.=0.29$) รองลงมา ได้แก่ ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ($\bar{X}= 4.52, S.D.=0.28$) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X}= 4.49, S.D.=0.33$)

ตอนที่ 5 แบบรายงานจำนวนนวัตกรรมที่ได้รับรางวัลหลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน ตารางที่ 5 จำนวนนวัตกรรมที่พัฒนาหลังจากการเรียนรู้และได้รับรางวัลในระดับต่าง ๆ

ที่	ชื่อผลงาน	รางวัล	ปีที่ได้รับรางวัล	หน่วยงานที่ให้รางวัล
1	เครื่องฆ่าเชื้อโรคในหมวก นิรภัยต้นแบบ	ชนะเลิศระดับ อาชีวศึกษา ระดับประเทศ	2565	สำนักงานกองทุน สนับสนุนการสร้างเสริม สุขภาพ (สสส.)
2	เครื่องวัดปริมาณฝุ่นละออง ในอากาศ	รองชนะเลิศอันดับที่ 2 ระดับประเทศ	2565	สำนักงานกองทุน สนับสนุนการสร้างเสริม สุขภาพ (สสส.)
3	เครื่องแจ้งเตือนในจุดอับ สายตาสำหรับผู้ขับขี่ รถจักรยานยนต์	รองชนะเลิศอันดับที่ 3 ระดับประเทศ	2566	สำนักงานกองทุน สนับสนุนการสร้างเสริม สุขภาพ (สสส.)
4	Smart Farm อัจฉริยะ	เหรียญทองแดง	2565	สำนักงานวิจัยแห่งชาติ

5	สารเคลือบผิวจากแก้วมังกร และใบย่านางสำหรับผักและผลไม้เปลือกบาง	เหรียญเงิน	2566	สำนักงานวิจัยแห่งชาติ
6	เครื่องฆ่าเชื้อโรคในหมวกนิรภัยชนิดหยอดเหรียญต่อยอดนวัตกรรมเชิงพาณิชย์	เหรียญทอง	2567	สำนักงานวิจัยแห่งชาติ ระดับนานาชาติ Thailand IPITEx 2024
7	ถุงห่อรากพืชเสริมใยเซลลูโลส ด้วยกากกล้วยผสมยางพารา	เหรียญเงิน	2564	ระดับนานาชาติ GPYSC
8	นวัตกรรมชมรมขับขีปลอดภัยในสถานศึกษา	ระดับพลอย และระดับเพชร ระดับประเทศ	2565	สำนักงานปลัดสำนักนายกรัฐมนตรี
9	นวัตกรรมเกี่ยวกับการป้องกันฝุ่นละออง	ระดับพลอย และระดับเพชร ระดับประเทศ	2566	สำนักงานปลัดสำนักนายกรัฐมนตรี
10	โมเดลสิ่งประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์	ทีมเยาวชนประกายเพชรจรัสแสง	2566	ศูนย์เยาวชนไทย ญี่ปุ่น ดินแดง กรุงเทพมหานคร
11	สิ่งประดิษฐ์ด้วย STEAM Education ระดับ ปวส.	เหรียญทอง	2566	สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
12	สิ่งประดิษฐ์ด้วย STEAM Education ระดับ ปวช.	เหรียญทอง	2566	สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

จากตารางที่ 5 พบว่า นวัตกรรมที่พัฒนาหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition จนได้รับรางวัลในระดับต่าง ๆ และเป็นที่ยอมรับและสามารถนำไปใช้ได้จริงในชุมชนและสังคม จำนวน 12 ผลงาน

สรุปผลการดำเนินงาน

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition คะแนนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.66 (S.D. = 3.80) หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.69 (S.D. = 1.86) เมื่อทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการประยุกต์ในงานอาชีพ พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 33.43

2) ทักษะการทำงานสู่โลกอนาคตของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition ภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 3.50 (S.D.=0.32)

3) นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($X=4.51, S.D.=0.30$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ ($X=4.53, S.D.=0.29$) รองลงมา ได้แก่ ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ($X=4.52, S.D.=0.28$) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($X=4.49, S.D.=0.33$)

4) นักเรียน ที่เข้ารับการจัดการเรียนรู้สามารถนำกระบวนการมาพัฒนาต่อยอดเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถใช้งานได้จริงตามวิธี STEAM4INNOVATION Metacognition และร่วมการแข่งขันจนได้รับรางวัลในระดับจังหวัด ระดับภาค ระดับชาติ และระดับนานาชาติ ปีการศึกษา 2564 - 2567 จำนวน 12 รายการ

5) นักเรียน นักศึกษาสามารถนำผลการจัดการเรียนรู้ไปพัฒนาเป็นชิ้นงาน STEAM4INNOVATION ที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง ชุมชน และสังคมได้

6) นักเรียน นักศึกษานำชิ้นงานนวัตกรรมเข้าร่วมการแข่งขันทักษะวิชาชีพระดับอาชีวศึกษาได้รับรางวัลระดับจังหวัด ระดับภาค ระดับชาติ และระดับนานาชาติ

7) นักเรียน นักศึกษา และครูผู้ร่วมการออกแบบการจัดการเรียนรู้สามารถนำความรู้ไปเผยแพร่สู่ชุมชน สังคม และชุมชนวิชาชีพครู พร้อมกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

สรุปสิ่งที่เรียนรู้และการปรับปรุงให้ดีขึ้น

1. ข้อคิดที่ได้จากการจัดการเรียนการสอนคือนักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ฝึกทักษะกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล สามารถนำกระบวนการที่ได้เรียนไปปรับใช้ นำความรู้ที่ได้มานำเสนอผลงานเป็นเชิงประจักษ์
2. นักเรียน นักศึกษาได้เรียนรู้กระบวนการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนผ่านกระบวนการ STEAM4INNOVATOR Education Metacognition เป็นผลให้นักเรียน นักศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ได้ฝึกการคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ตั้งสมมุติฐานของการเรียนรู้ สร้างค่าคาดหวังที่จะเกิดขึ้น ออกแบบการเรียนรู้จากโจทย์ หาคำตอบด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ คำนวณด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ทดลองผลที่เกิดขึ้น สรุปผลและรายงานผล พร้อมนำไปเผยแพร่สู่ชุมชนการเรียนรู้
3. ครูผู้ออกแบบการจัดการเรียนรู้ได้ร่วมสะท้อนแนวคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ถ่ายทอดสู่ชุมชนวิชาชีพครู (PLC@PLT) ในการนำการจัดการเรียนการสอนไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียน พร้อมทั้งสามารถนำกระบวนการไปพัฒนาเป็นนวัตกรรมทางการศึกษา
4. ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการออกแบบการจัดการเรียนการสอน นักเรียน นักศึกษายังขาดทักษะการคิดรวบยอดและขาดการเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตจริง การสร้างมโนทัศน์ในการแก้ปัญหาเชิงสาเหตุ วิธีการแก้ปัญหาคือใช้กระบวนการ กลยุทธ์และวิเคราะห์งานให้นักเรียน นักศึกษาสามารถแก้ไขปัญหาและวิเคราะห์โจทย์ได้อย่างถูกต้องและสามารถเขียนขั้นตอนการปฏิบัติงานได้อย่างเหมาะสม
5. การพัฒนานวัตกรรมการสอนด้วย STEAM4INNOVATOR Education Metacognition โดยนำความรู้ถ่ายทอดสู่นักเรียนทุกระดับชั้น ทุกแผนกวิชาชีพ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปปรับใช้ในการเรียนรู้ โดยการจัดเป็นนิทรรศการการเรียนรู้ การนำนักเรียนที่มีผลงานดีเด่นนำมาแสดงและเผยแพร่สู่ชุมชนวิชาชีพครูและ

นักเรียน นักศึกษา โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดและแรงบันดาลใจในการสร้างสรรค์การเรียนรู้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ได้อย่างเป็นรูปธรรม

6. นำกระบวนการเรียนรู้ถ่ายทอดสู่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้เป็นแนวทางในการศึกษาต่อในสายวิชาชีพเพิ่มปริมาณผู้เรียนด้านอาชีวศึกษา



1. นักเรียนนำกระบวนการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition ไปถ่ายทอดสู่ผู้เรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สอนในการสร้างหุ่นยนต์เล็กเบื้องต้น การติดตั้งงานดาวเทียมด้วยกระบวนการ STEAM4INNOVATION การออกแบบวงจรนับขึ้นและนับลงด้วย 7-Segment

2. กลุ่มครูที่ปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ร่วมกันนำความรู้ถ่ายทอดสู่ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ครู (PLC@PLT) ครูในสถานศึกษาเพื่อสะท้อนคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้นำเสนอเพื่อเป็นแนวทางการจัดเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการจัดการเรียนการสอนสมัยใหม่เป็นวงรอบของการพัฒนา

3. ผลจากการนำผลงานไปเผยแพร่และนำเสนอผลงานในระดับต่าง ๆ เป็นผลให้ได้รับรางวัลในระดับจังหวัด ระดับภาค ระดับชาติ และระดับนานาชาติ เป็นแบบอย่างในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างยั่งยืน และสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้

4. เผยแพร่ผลงานผ่านเว็บไซต์ของสถานศึกษาพร้อมนำความรู้ถ่ายทอดไปยังชุมชนในสังคม และประชาชนต่อไป

ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

จากผลการออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ STEAM4INNOVATION โดยใช้ทฤษฎีเมตาคognition ขึ้นมาเป็นรูปแบบในการจัดการเรียนการสอน ครั้งนี้ทำให้ทราบถึงบทบาทและหน้าที่ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งสถานศึกษามีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรง ในการที่จะผลักดันในการพัฒนารูปแบบการสอนให้มีความหลากหลายและทันสมัยต่ยุคปัจจุบัน โดยใช้กระบวนการเรียนการสอนที่ออกแบบโดยครูผู้สอนและการมีส่วนร่วมของชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพครู (PLC@PLT) จะได้นำผลการจัดการศึกษานี้ไปใช้ประโยชน์ในการวางแผน ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษา ตลอดจนการพัฒนาครู-อาจารย์ และผู้บริหารสถานศึกษา อันเป็นหน้าที่สำคัญของสถานศึกษาและสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จะได้นำไปปฏิบัติให้สอดคล้องกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ดังข้อเสนอแนะต่อไปนี้

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการนำผลการวิจัยไปใช้

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้บริหารสถานศึกษา

1. ผู้บริหารสถานศึกษาและคณะครูของวิทยาลัยการอาชีวศึกษาปทุมธานี ควรนำนวัตกรรมการศึกษานี้ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในแต่ละสาขาวิชา ความพร้อมของการออกแบบ

การสอนให้เป็นระบบแบบแผน เพื่อมุ่งสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนักศึกษาให้สูงขึ้นและมีมาตรฐานได้คุณภาพตามความต้องการของตลาดแรงงานและสถานประกอบการ

2. ผู้บริหารจะต้องสนับสนุน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอันเป็นส่วนที่จะเอื้อประโยชน์ต่อนักศึกษา ส่งเสริมให้กิจกรรมการสอนของครูและนักศึกษา เป็นไปในทางที่ถูกต้องและเหมาะสม

3. กิจกรรมการสอนต้องมุ่งเน้นให้นักศึกษาได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในกลุ่มมากที่สุดและกล้าแสดงออกความคิดเห็นในการที่จะจัดทำรูปแบบการเรียนการสอนควบคู่กับครู และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกซึ่งความสามารถพิเศษ ได้ร่วมกิจกรรมตามความถนัดและความสนใจพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

1. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูต้องเป็นมีความรู้และความเข้าใจ เกี่ยวกับกรอบการดำเนินงาน ในการจัดกิจกรรมการสอน วางวัตถุประสงค์ และวิธีการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนสามารถคิด วิเคราะห์ได้อย่างเป็นระบบตามขั้นตอน

2. สามารถสร้างแรงจูงใจและความสนใจของนักเรียนเพื่อให้มาร่วมกิจกรรมการเรียนได้อย่างเหมาะสม และต่อเนื่อง

3. เป็นผู้รายงานกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ ที่นักเรียนได้ปฏิบัติไปแล้วต่อผู้บริหารสถานศึกษาและนำไปเผยแพร่ประชาสัมพันธ์อย่างยั่งยืน

4. ต้องอยู่ใกล้ชิดกับนักเรียนทุกครั้งที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควบคุมดูแลนักเรียนให้ปฏิบัติตามกิจกรรมตามแผนงานให้เป็นไปตามแผนการที่ได้วางไว้

5. มีส่วนร่วมในการประเมินกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ ภายในสถานศึกษา ให้คำแนะนำ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ สะท้อนคิดเพื่อนำมาพัฒนานวัตกรรมการสอนต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนครั้งต่อไป

ผลจากการดำเนินการออกแบบการสอนครั้งนี้ มีข้อเสนอแนะเพื่อทำการพัฒนานวัตกรรมการสอนดังต่อไปนี้

1. ควรมีการพัฒนาูปแบบการสอนโดยใช้ทฤษฎีที่หลากหลายมารองรับและพัฒนาให้ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนสูงขึ้นและใช้ยุทธศาสตร์ในการสอนอย่างเหมาะสมกับบริบทของนักเรียน นักศึกษาและสถานศึกษา

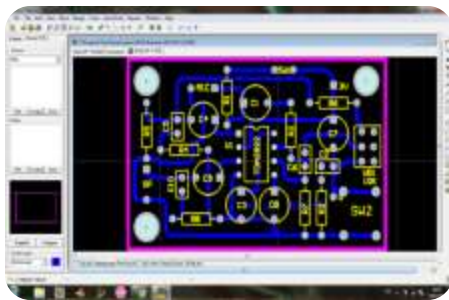
2. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบและกิจกรรมการเรียนการสอนที่เอื้อต่อบทบาทหน้าที่ของสถานศึกษา ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาทั้งในด้านทักษะความรู้ ควบคู่กับคุณธรรมจริยธรรมและสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ผู้ปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและพัฒนาตนเองให้มีทักษะการทำงานสู่โลกอนาคตตามที่สถานประกอบการต้องการ

3. ควรมีการศึกษาถึงกระบวนการในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ในรูปแบบ สะเต็มศึกษาของสถานศึกษาให้มากขึ้น เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนที่ปฏิบัติงานตามรูปแบบ แผนงานที่วางไว้และสามารถสรุปและประเมินผลงานของตนเองได้ เพื่อเป็นแรงผลักดันผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น สามารถต่อยอดการนวัตกรรมทางการศึกษาให้ก้าวทันเทคโนโลยีต่อไปในอนาคต

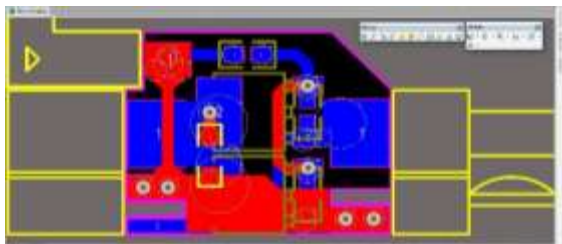
จุดเด่น หรือลักษณะพิเศษของผลงานนวัตกรรม

นวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงานในการพัฒนาตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีและต่อยอดเป็นนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้กระบวนการเรียนการสอนด้วยชุดโครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน โดยนำผลงานเข้าร่วมการแข่งขันและได้รับรางวัลและสามารถต่อยอดเชิงพาณิชย์ได้ โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ใช้โมเดลแบบผสมผสานโดยชุดกิจกรรมมีสื่อการสอน ขั้นตอนการสอนที่ง่ายและทำให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยกระบวนการกลุ่มทำให้ผู้เรียนมีความคงทนต่อการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

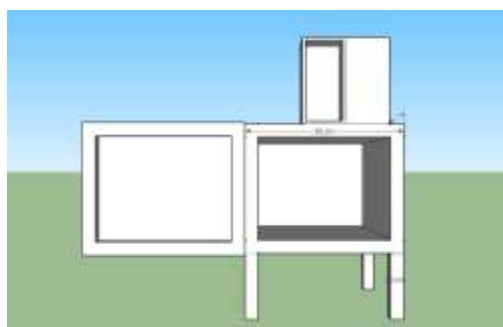
ตัวอย่างนวัตกรรมที่ได้รับการพัฒนาด้วย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน จนได้รับรางวัลในระดับต่าง ๆ



นวัตกรรมชุดช่วยการฟังสำหรับผู้สูงอายุ



ชุดนวัตกรรมป้องกันหน้าคอนแทคเป็นปีปีกัน



นวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อโรคในหมวกนิรภัยฯ ชนิดหยอดเหรียญ



ถุงห่อรากพืชชีวภาพเสริมใยเซลลูโลสด้วยกากกล้วยและยางพารา



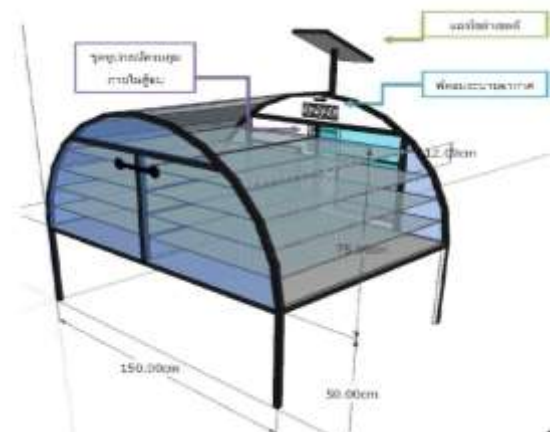
สารเคลือบผิวจากเปลือกแก้วมังกรและใบย่านาง สำหรับผักและผลไม้เปลือกบาง



เครื่องย่อยเศษวัชพืชทางการเกษตร ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์



เครื่องตรวจวัดและแจ้งเตือนปริมาณฝุ่นละอองในอากาศที่สร้างเสริมในการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพประชาชน



เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดโดมแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร



นวมินสวนเกษตรอัจฉริยะ

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). พระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2559). การจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- งานวัดและประเมินผลทางการศึกษา. (2564). รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์. วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชูทิศ.
- ทิตนา แคมมณี. (2554). ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 15). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). การวิจัยเบื้องต้น (Vol. 9). กรุงเทพมหานคร: สุวีวิทยาสาส์น.
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร, 33, 2 (เมษายน-มิถุนายน) : (49-56).
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2558). วิจัยวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. นครปฐม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- มานะ อินทรสว่าง. (2556). “รายงานการใช้นวัตกรรม ชุดทดลองสำหรับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้ากระแสตรง”. วิจัยในชั้นเรียน.
- มารุต พัฒนา. (2562). หลักสูตรฝึกอบรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานสำหรับครูระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. ศูนย์ผู้นำนวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร.
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนา. (2562). การพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผู้นำนวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิจารณ์ พานิช. (2557). ครูเพื่อศิษย์สร้างห้องเรียนกลับทาง. กรุงเทพฯ : พิมพ์ลักษณ์ มูลนิธิสยามกัมมาจล.
- วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชูทิศ. (2563). รายงานผลการจัดการศึกษาแบบร่วมมือกับสถานประกอบการ. งานฝ่ายแผนงานและความร่วมมือและงานอาชีวศึกษาระบบทวิภาคี.
- วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชูทิศ. (2564). รายงานบันทึกการสังเกตการสอนชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC). ฝ่ายวิชาการ วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชูทิศ.
- ศรัญญา ศิริวรศิลป์. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การผลิตสินค้าและบริการและความสามารถด้านกระบวนการวิจัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน. Veridian E-Journal, 8(2), 1161-1175.
- สมบัติ กาญจนารักพงศ์. (2556). เทคนิคการสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ธารอักษร.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2562). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษา
ระดับชาติขั้นพื้นฐาน (V-NET) ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ.

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. (2559). การปฏิรูปอาชีวศึกษาของประเทศไทย. กรุงเทพฯ:
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์.
กรุงเทพฯ : สถาบันฯ.

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2560). แผนพัฒนาการอาชีวศึกษา 2560-2579.
กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ. (2563). STEAM4INNOVATOR. หลักสูตรพัฒนาศักยภาพด้านนวัตกรรม
สำหรับเยาวชนไทย.

สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ. (2562). หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562.
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ องค์การมหาชน. (2563). มหกรรมทางการศึกษาเพื่อพัฒนาวิชาชีพครู ครั้งที่
ที่ 12 ภายใต้แนวคิด “พลังของชุมชนแห่งการเรียนรู้” (The Power of Learning
Community) โดยมี STEAM4INNOVATOR เป็นกิจกรรมเวิร์กช็อปและเป็นส่วนหนึ่งของงาน
EDUCA 2019.

สินธวา คามดิษฐ์. (2557). การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวิจัยในระดับอุดมศึกษา. วารสาร
สุทธิปริทัศน์ ปีที่ 28 ฉบับที่ 85 มกราคม – มีนาคม. (9-21).

สุวิมล ว่องวานิช. (2563). การวิจัยออกแบบทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิมล ว่องวานิช. (2563). Designing Teaching Design Thinking การออกแบบการสอนโดยการคิด
ออกแบบ. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

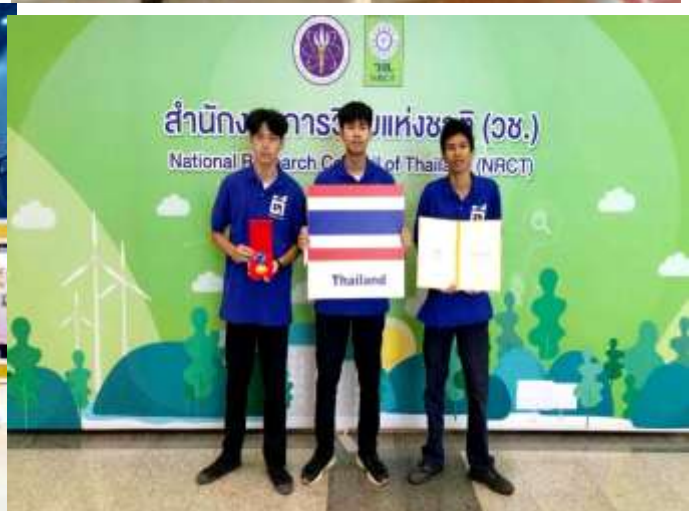
อภิสิทธิ์ ังไชย. (2556). เทคโนโลยีและวิศวกรรมคืออะไรในสะเต็มศึกษา. วารสารสถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 42(Suppl. 185), 35-37.

อัมพร ม้าคอง. (2554). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ (พิมพ์ครั้งที่ 2).
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Act, Regaining Global Competitiveness. (2013). Work Readiness Standards and Benchmarks.
by ACT, Inc. All rights reserved.

- Carroll, M., Goldman, S., Britos, L., Koh, J., Royallty, A., & Hornstein, M. (2010). **Destination, Imagination and the Fires within: Design Thinking in a Middle School Classroom.** *The International Journal of Art and Design Education*, 29(1), 37-53.
Retrieved October 16, 2021, from
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1476-8070.2010.01632.x>
- Ferster, C. B. & Skinner, B. F. (1957). **Schedules of Reinforcement.** New Jersey, NY: Prentice-Hall, Inc.
- Kim, Y., & Park, N. (2012). **Development and Application of STEAM Teaching Model Based on the Rube Gddbery is Invention.** *Computer Science and its Applications Lecture Notes in Electrical Engineering*, 693-698.
- Kwon, E. S. (2011). **A new constructivist learning theory for web - based design learning with its implementation and interpretation for design education.**
<http://www.od.arc.nrru.ac.th/dao/detail.nps> Retrieved 15 March 2020
- Martin, D. & Joomis, K. (2007). **Building Teachers: A Constructivist Approach to Introducing Education.** Belmont, CA: Wadsworth.
- Smith, M., & Firth, J. (2018). *Psychology in the Classroom: A Teacher's Guide to What Works.* Oxon: Routledge.
- Vygotsky, L.S. (1978). **Mind in Society: The Development of high Psychology Process.** London: Harvard University press.

ภาคผนวกผลงานที่ได้รับรางวัล



รางวัลนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ ปี 2565



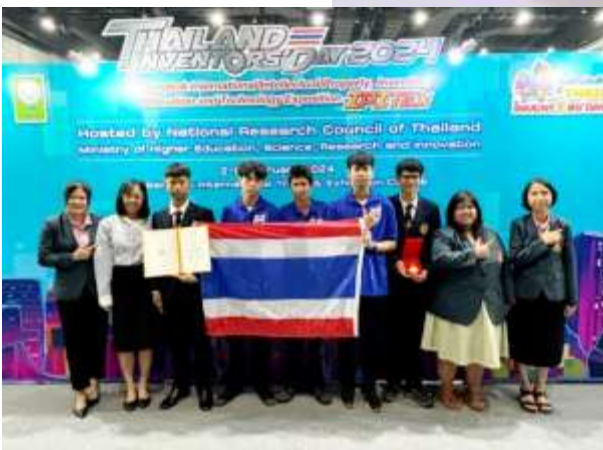
รางวัลนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ ปี 2565 ระดับ ภาค ภาคตะวันออกและกรุงเทพมหานคร



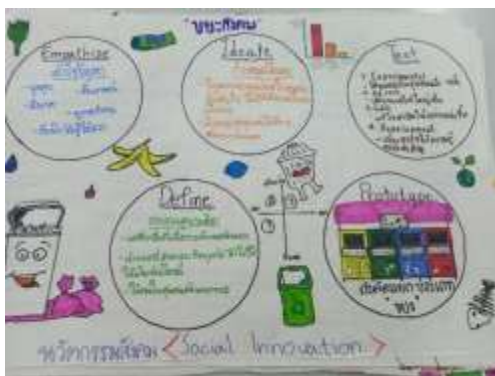
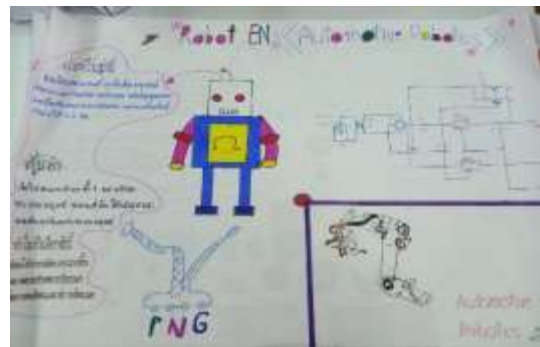
รางวัลนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ ปี 2565 นวัตกรรมแห่งชาติ วช. 2023



รางวัลนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ ปี 2567 นวัตกรรมแห่งชาติ วช. 2024
ระดับนานาชาติ Thailand IPITEX 2024



ภาพการจัดการเรียนรู้ด้วย Design Thinking ผสมผสาน STEAM4INNOVATOR



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โครงงานฐานวิจัย STEAM4INNOVATION
ผลงานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
เรื่อง การออกแบบและสร้างโครงงาน
คณิตศาสตร์แบบผสมผสาน
Design Thinking
ภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรวิทยาดงขี้เหล็ก

เรื่อง การประยุกต์วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ผ่านวัฏกรรม
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรวิทยาดงขี้เหล็ก

เรื่อง การออกแบบและโครงงานวิจัยด้วย STEAM4INNOVATION
ภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรวิทยาดงขี้เหล็ก

เรื่อง การศึกษาวัฏกรรมด้วย DESIGN THINKING
ภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรวิทยาดงขี้เหล็ก

เรื่อง การสร้างเสริมความรู้ด้วยกระบวนการ
ภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรวิทยาดงขี้เหล็ก

เรื่อง การบูรณาการวัฏกรรมด้วยฐานการวิจัย
Design Thinking
ภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรวิทยาดงขี้เหล็ก

พัฒนาเครื่องมือวิจัยด้วยกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ PLC@PLT



นำองค์ความรู้ไปเผยแพร่สู่เพื่อนร่วมวิชาชีพในการเป็นวิทยากรบรรยายทั่วประเทศ





แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินความเหมาะสม
ของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดโครงการฐานวิจัย STEAM4INNOVATION ผสานการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking
ร่วมกับกระบวนการเมตาคognition ชั้น วิชาคณิตศาสตร์อุตสาหกรรม

	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
	ด้านเนื้อหา			
1	เนื้อหาของชุดการสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.77	0.22	มากที่สุด
2	เนื้อหาครบถ้วนและเข้าใจง่าย	4.80	0.11	มากที่สุด
3	ลำดับการนำเสนอเนื้อหาที่มีความเหมาะสม	4.73	0.32	มากที่สุด
4	การใช้ภาษาในการสื่อสารมีความชัดเจน	4.76	0.22	มากที่สุด
5	แบบฝึกหัดและใบงานสอดคล้องกับเนื้อหา	4.85	0.14	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวม	4.78	0.20	มากที่สุด
	ด้านเทคนิคสื่อประสมด้านคณิตศาสตร์			
6	ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบสื่อการสอน	4.65	0.31	มากที่สุด
7	ขนาดตัวอักษรและสีมีความเหมาะสม	4.73	0.42	มากที่สุด
8	ภาพประกอบมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	4.69	0.15	มากที่สุด
9	สื่อมีความชัดเจนและมีความหลากหลาย	4.79	0.32	มากที่สุด
10	เชื่อมโยงกับรายละเอียดการสอนครบองค์ประกอบ	4.75	0.24	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวม	4.72	0.28	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวมทั้ง 2 ด้าน	4.75	0.24	มากที่สุด

จำนวนข้อสอบ 60 ข้อ จำนวนกระดาษคำตอบ 30
คะแนนเฉลี่ย 36.21 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.43
ความเชื่อมั่น KR – 20 .83 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 2.78

ข้อสอบที่นำมาใช้ 30 ข้อ (ที่ครอบคลุมตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ) ได้แก่

3, 4, 5, 7, 10, 11, 13, 15, 16, 17,

19, 23, 24, 25, 28, 32, 33, 35, 38, 39, 40, 43, 46, 47, 48, 49, 54, 55, 56, 60

ความยากง่ายของข้อสอบ (p)	ความหมาย
0.81 - 1.00	ง่ายมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
0.60 - 0.80	ค่อนข้างง่าย (ดี)
0.40 - 0.59	ยากพอเหมาะ (ดีมาก)
0.20 - 0.39	ค่อนข้างยาก (ดี)
0 - 0.19	ยากมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์และไฟฟ้ากำลัง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 40 คน

$$E1/E2 = 82.12/82.30$$

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ $E_1/E_2 = 82.12/82.30$ มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

$$\text{ร้อยละคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียน} = \frac{\text{คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน} - \text{คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน}}{\text{คะแนนเต็ม}} = \frac{24.69 - 14.66}{30} = \frac{10.03}{30} \times 100 = 33.43$$

แสดงดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากแบบประเมินทักษะการทำงานสู่โลกอนาคต

ที่	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ความหมาย
		1	2	3	4	5			
1	มีการคิดเชิงบูรณาการหรือการคิดเชื่อมโยงข้าม สาระวิชา	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2	มีความช่างสังเกตและตั้งคำถามอย่างลุ่มลึก	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
3	ลงมือปฏิบัติและทดลองอย่างมีความเชื่อมั่น	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง
4	มีปฏิสัมพันธ์อันดีระหว่างปฏิบัติงาน	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
5	ทักษะการทดลองกล้าทำในสิ่งใหม่	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินการทำงานสู่โลกอนาคต นักเรียน 15 คน แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ทดลองภาคสนาม

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.905	5

Item Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
a1	3.4667	.91548	15
a2	3.6000	.82808	15
a3	3.5333	.91548	15
a4	3.5333	.91548	15
a5	3.5333	.83381	15

ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจ นักเรียน 15 คน แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 (Try out) ทดลองภาคสนาม

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.939	18

Item Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
a1	3.3333	.97590	15
a2	3.3333	.97590	15
a3	3.2000	1.01419	15
a4	2.6000	.91026	15
a5	3.0667	.88372	15
a6	2.8000	.94112	15
a7	3.2667	.96115	15
a8	2.8667	.99043	15
a9	3.0000	1.00000	15
a10	3.2000	.94112	15
a11	2.8667	1.06010	15
a12	2.8000	.94112	15
a13	2.9333	.96115	15
a14	2.8000	.94112	15
a15	2.8000	.94112	15
a16	3.3333	.97590	15
a17	3.0000	.92582	15
a18	2.9333	1.03280	15

ภาพผลงานนักเรียนในการพัฒนานวัตกรรมด้วยการคิดเชิงออกแบบ Design Thinking

