

โครงการโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ : การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพื่อปลูกฝัง ทักษะในศตวรรษที่ 21

Science-Based Technology School Project: Project-based Learning on Cultivating 21st Century Skills

วิศิษฐ์ศรี วัยรัตน์¹, สริญญา เกิดไพบูลย์², คมกฤตย์ ชมสุวรรณ³, พิชษฐ์ พินิจ^{4*}, อนุศิษฐ์ อันมานะตระกูล⁴,
เอกรัตน์ รวยรวย⁵, สันติรัฐ นันสะอาจ⁶ และ มงคล นามลักษณ์^{1,3}

Wisitsree Wiyaratn¹, Sarinya Kirtphaiboon², Komkrit Chomsuwan³, Pichet Pinit^{4*}, Anusit
Anmanatarkul⁴, Ekarut Ruayruay⁵, Santirat Nansaarn⁶ and Mongkhon Narmluk^{1,3}

¹สาขานวัตกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยี ³สาขาครุศาสตร์ไฟฟ้า ⁴สาขาครุศาสตร์เครื่องกล ⁵สาขาครุศาสตร์โยธา
⁶สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

126 ถนนประชาธิปไตย แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

โรงเรียนเพลินพัฒนา 33/39-40 ถนนสวนผัก แขวงศาลาธรรมสพน์ เขตทวีวัฒนา กรุงเทพฯ 10170

*pichet.pin@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบการศึกษาในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อต้อนรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เน้นการพัฒนาความรู้ ทักษะ และความสามารถที่จำเป็น ให้แก่ผู้เรียนเพื่อประสบความสำเร็จในการเผชิญหน้ากับเหตุการณ์จริงทางสังคม และเศรษฐกิจ และผู้เรียนที่มีสมรรถนะการเป็นพลเมืองที่ดีที่จะสร้างความยั่งยืนให้กับประเทศและระบบสังคมโดยรวม งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษารูปแบบและประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของโครงการโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ที่มีการนำร่องในวิทยาลัยในสังกัดของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) โดยมีมหาวิทยาลัยในบริเวณใกล้เคียงเป็นพี่เลี้ยงคอยให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในการดำเนินโครงการ หลักสูตรของโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์มีรายวิชาพื้นฐานเช่นเดียวกับสายสามัญ และมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาขางานช่าง รวมทั้งเกิดทักษะด้านการปฏิบัติงานอย่างเข้มข้นซึ่งอาศัยโครงงานที่หลอมรวมเนื้อหาสาระและทักษะปฏิบัติเข้าด้วยกัน และประยุกต์ใช้หลักการเรียนรู้เชิงบูรณาการแบบใช้โครงงานเป็นฐานที่มีความเชื่อมโยงกับปัญหาหรือสภาพความเป็นจริงในภาคประกอบการหรือภาคธุรกิจหลักของประเทศไทย จากการศึกษาพบว่าจุดเด่นของโครงการฯ คือ การนำโครงงานมาใช้เป็นแกนในการจัดการเรียนรู้ทั้งในส่วนของรายวิชาและการบูรณาการกับกิจกรรมขนานหลักสูตรที่มุ่งส่งเสริมสมรรถนะ แต่จุดอ่อนคือการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนที่มุ่งเน้นเนื้อหาสาระ และทักษะเฉพาะบางทักษะเท่านั้น ทำให้ทักษะในศตวรรษที่ 21 ไม่เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนอย่างเป็นรูปธรรม สถานศึกษาควรเน้นเรื่องการบูรณาการการทำงานและการวิจัยในชั้นเรียนอย่างเป็นระบบ

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน, โครงการโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์, ทักษะในศตวรรษที่ 21

Abstract

The current education system has changed teaching to welcome learning in the 21st century. It emphasizes on learners development of knowledge, skills and abilities necessary to succeed in confronting real social and economic, and the learners who have the capacity to be good citizens will create sustainability for the country and the overall social system. This research focuses on studying the format and efficiency of project-based learning management of the Science-Based Technology School project.

which has been piloted in colleges under the Office of the Vocational Education Commission and this project has nearby universities as mentors providing advice and assistance in carrying out the project. The curriculum of Science-Based Technology School has the same basic subjects as the general high school curriculum and focuses on providing students with skills or learning processes in the content of mathematics, science, and engineering subjects including the development of intensive operational skills that rely on projects that combine content and practical skills. It can apply project-based integrated learning principles that are linked to problems or realities in the main business sector of Thailand. The study found that the highlight of the project is the organization of activities parallel to the curriculum that aim to promote competencies, but the weak point is the learning management style of teachers that focuses on content and only certain skills, causing a lack of building or inculcating 21st century skills in learners. Institution should focus on integration and classroom research.

Keywords: Project-Based Learning, Science-Based Technology School Project, 21st Century Skills

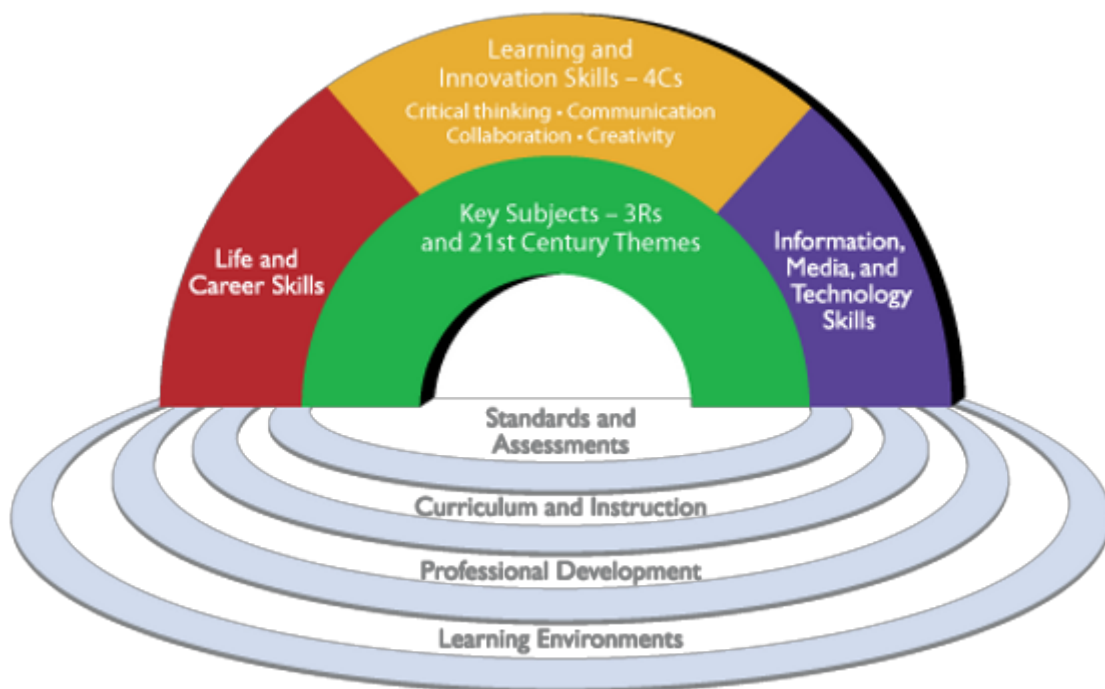
1. ที่มาและความสำคัญ

เครือข่ายองค์กรความร่วมมือเพื่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 [1] ได้พัฒนาวิสัยทัศน์เพื่อความสำเร็จของผู้เรียนภายใต้บริบทการสอนความรู้สาระวิชาหลัก ผู้เรียนจะต้องเกิดทักษะที่จำเป็น เช่น การคิดแบบมีวิจารณญาณ การสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน กรอบแนวคิดข้างต้นจำเป็นต้องมีระบบสนับสนุนการจัดการศึกษาที่จำเป็น ได้แก่ มาตรฐานและการประเมินผล หลักสูตรและวิธีการสอน การพัฒนาวิชาชีพให้แก่ผู้สอนและผู้บริหาร และสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้มากขึ้น การจัดทำมาตรฐานสำหรับการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานในศตวรรษที่ 21 จะบูรณาการร่วมกับ 4Cs นั่นคือ การคิดแบบมีวิจารณญาณ การทำงานร่วมกัน การสื่อสาร และการสร้างสรรค์ [2] การบูรณาการระหว่างการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานกับทักษะในศตวรรษที่ 21 เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกันโดยตรง เนื่องจากการทำงานจะทำให้ผู้เรียนได้เกิดความคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ผลงาน และการแก้ปัญหา ตลอดจนทำงานร่วมกัน [3] โดยเฉพาะทางด้านการเรียนการสอนวิชาชีพที่จะได้ฝึกปฏิบัติจริง ทำงานในสภาพจริงควบคู่ไปกับการเรียนรู้ในสถานศึกษา [4] ซึ่งเป็นเทคนิควิธีการที่สอดคล้องและมีขั้นตอนที่เหมาะสม ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 3 ทักษะ แสดงดังรูปที่ 1 ได้แก่

1) ทักษะความเข้าใจและการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล คือ รู้จักใช้ประโยชน์ และป้องกันตัวเองให้พ้นจากภัยจากโลกออนไลน์ได้ ประกอบด้วย มีความรู้ความเข้าใจข้อมูล ความรู้เท่าทันสื่อสารสนเทศ และความรู้ความเข้าใจในคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เกี่ยวเนื่อง

2) ทักษะการเรียนรู้ เด็กต้องมีความสามารถในการเรียนรู้สิ่งใหม่ เนื่องจากความรู้มีการเปลี่ยนแปลงบ่อยขึ้น ประกอบด้วย การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การมีทักษะในการทำงานร่วม การใช้ความคิดเชิงสร้างสรรค์ และการมีทักษะในการสื่อสารทั้งการพูด การเขียน การนำเสนอ การใช้เครื่องมือ

3) ทักษะชีวิต คือ เข้าใจตนเองและรู้จักปรับตัวเข้ากับบริบทของสังคมที่เปลี่ยนไป ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานที่ควรมีในการดำเนินชีวิตประจำวัน ประกอบด้วย ความยืดหยุ่น ปรับตัว ปรับใจ ปรับวิธีการ รับมือความเปลี่ยนแปลงได้ ทักษะความเป็นผู้นำ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การใช้ชีวิตให้ได้ประโยชน์สูงสุด และทักษะด้านสังคม



รูปที่ 1 ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 [1]

แนวทางการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มีหลากหลาย ได้แก่ การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning: PjBL) การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning: IBL) การเรียนรู้แบบกรณีศึกษา (Case-Based Learning: CBL) การเรียนรู้ฐานสมรรถนะหรือความสามารถ (Workplace-Based Learning: WBL) การบูรณาการเรียนรู้ร่วมกับการทำงาน (Work-integrated Learning: WiL) เมื่อพิจารณาแนวทางการเรียนรู้พบว่าแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนในแบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning: PjBL) เป็นแนวทางการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามแนวปรัชญากลุ่มประสบการณ์นิยม โดยเน้นที่การเรียนรู้จากการกระทำจริง เป็นแนวทางการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม การค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง การคิดแก้ปัญหา การปฏิบัติงานเชิงเทคนิค และทำงานร่วมกันเป็นทีม ผ่านกระบวนการทำโครงงานเพื่อสร้างนวัตกรรมที่ตอบสนองความต้องการของภาคอุตสาหกรรม ชุมชน และสังคม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ภายใต้การสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) ได้พัฒนาแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน สำหรับการพัฒนาผู้เรียนในโครงการโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ (Science-Based Technology School) (PjBL@SBTS) และได้นำไปใช้ในวิทยาลัยนาร่อง ตั้งแต่ปีการศึกษา 2555 อย่างเต็มรูปแบบ ตั้งแต่การออกแบบหลักสูตร แผนการเรียนของหลักสูตร แนวทางการบูรณาการรายวิชา การทบทวนองค์ความรู้ และการเตรียมความพร้อมครูผู้สอน ทั้งนี้เพื่อให้มั่นใจว่าโรงเรียนจะสามารถนำแนวทางการเรียนการสอนแบบ PjBL@SBTS ไปปฏิบัติจริงได้

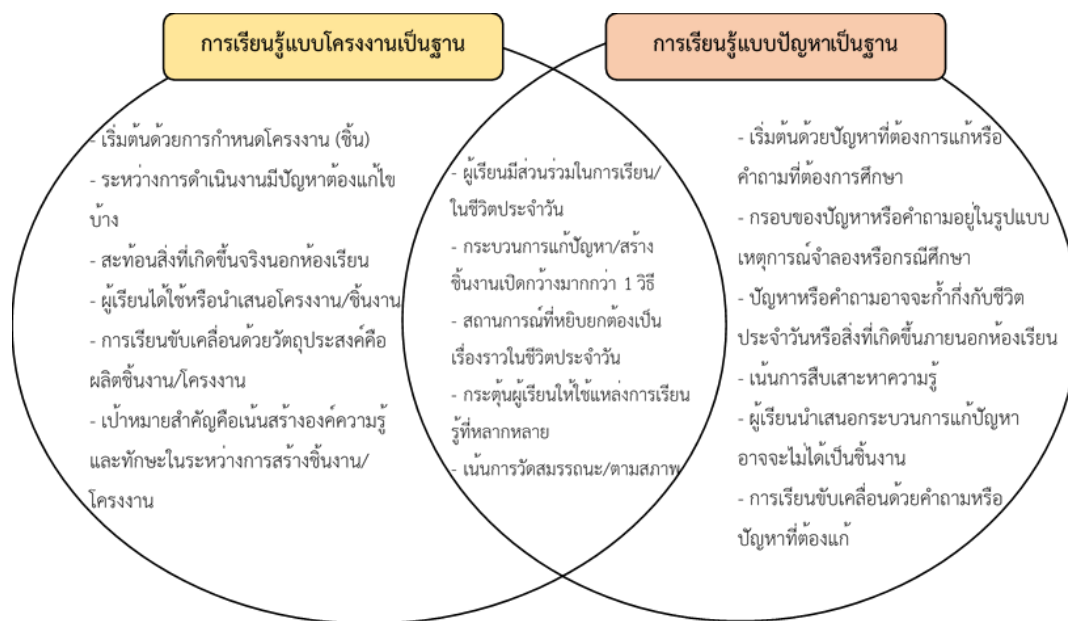
ในส่วนการเรียนการสอนแบบ PjBL@SBTS คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมฯ ได้ดำเนินการในประเด็นที่สำคัญ ได้แก่ การกำหนดขอบเขตและทิศทางของการทำโครงงาน การวางแผนดำเนินการอย่างเป็นระบบ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเป็นรูปธรรมเป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อขับเคลื่อนกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ PjBL ให้เกิดขึ้นจริงอย่างเต็มรูปแบบ และส่งผลผู้เรียนสามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ตามเป้าหมายของหลักสูตร จะเห็นได้ว่าการนำแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานได้ดำเนินการอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้เพื่อให้มั่นใจว่าจะสามารถพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการเป็นวิศวกรให้กับผู้เรียนในโครงการได้

บทความนี้มุ่งเน้นศึกษารูปแบบและประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเน้นฝึกทักษะกระบวนการคิด ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายฝึกปฏิบัติ

จริง และประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อการแก้ไขปัญหา เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีทักษะด้านการวิจัยและพัฒนา โดยเฉพาะในกลุ่มของนักเทคโนโลยีหรือนักประดิษฐ์คิดค้นที่มีทักษะฝีมือทางด้านช่างและมีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความรู้ความชำนาญด้านการประดิษฐ์คิดค้นเพื่อสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการผลิตและการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือการบริการในรูปแบบใหม่ ๆ ให้ถือได้ว่าเป็นแนวทางการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบริบทในศตวรรษที่ 21

2. การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีการเรียกต่างกันไป เช่น การเรียนรู้แบบโครงงาน การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงาน หรือการเรียนการสอนแบบโครงการ โดยมีคำอธิบายที่คล้ายคลึงกัน การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นประสบการณ์ในการปฏิบัติงานให้แก่ผู้เรียนผ่านประสบการณ์ตรง ได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์ในการทำงาน รู้จักการวางแผนการทำงานด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารและทำงานร่วมกันกับผู้อื่น ตลอดจนประเมินผลงานและการทำงานของตนเองได้ เนื่องจากมีเทคนิคการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน [5] ความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้แบบโครงงานกับการที่ผู้สอนให้ทำโครงงาน นั่นคือ การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กำหนดขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและเป็นหมู่คณะ ขณะที่ PBL คือ การมอบหมายให้ผู้เรียนหรือกลุ่มผู้เรียนทำโครงงานตามรายวิชาต่าง ๆ มีลักษณะงานเหมือนที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ภายใต้การดูแลและให้คำปรึกษาของผู้สอน ตั้งแต่การคิดสร้างโครงงาน การวางแผนการดำเนินการ การออกแบบลงมือปฏิบัติ และการส่งงานในลำดับสุดท้าย ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (PjBL) กับการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (PBL) แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (PjBL) กับการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (PBL)

3. สถานการณ์การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานในปัจจุบัน

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานพบว่า เป็นรูปแบบวิธีการหนึ่งที่มีความสนใจเป็นอย่างมากในการนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ของสถานศึกษาต่าง ๆ มีความเหมาะสมกับบริบทในยุคปัจจุบันและอนาคต สำหรับต่างประเทศจะพบว่ามีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการศึกษาทั้งในระดับมัธยมศึกษา อาชีวศึกษา และระดับอุดมศึกษา ทั้งในระดับรายวิชา ระดับกลุ่มวิชา และระดับหลักสูตร โดยเฉพาะในสาขาวิทยาศาสตร์และ

วิศวกรรมศาสตร์ และในประเทศไทยมีการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานในการพัฒนาการศึกษาด้วยเช่นกัน ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดงานวิจัยที่มีการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ PjBL

ตารางที่ 1 งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้โครงงานเป็นฐาน

ผู้แต่ง	วิธีการและผลการศึกษา
Savage และคณะ (2007) [6]	บูรณาการการเรียนรู้แบบ PjBL ระดับหลักสูตร โดยให้ผู้เรียนมีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม คิดอย่างรอบคอบ และเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยมุ่งเน้นสร้างความเข้าใจให้แก่ผู้เรียน และให้ผู้เรียนได้พยายามแสดงบทบาทของตนเองในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของสังคม
Maier (2008) [7]	ศึกษารูปแบบการเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างวิธีการสอนแบบทันเวลากับการเรียนรู้แบบ PjBL ในวิชาวิศวกรรม แหล่งนำบนเว็บไซต์ การตอบสนองเชิงวิเคราะห์ และการตอบสนองกลับจากครูผู้สอนผ่านแบบทดสอบออนไลน์ในช่วงก่อนเวลาเรียน จะทำให้ครูสามารถปรับเปลี่ยนเนื้อหาให้มีความเหมาะสมและสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียนมากยิ่งขึ้น
Cen และคณะ (2010) [8]	นำเสนอรูปแบบ PjBL เป็นฐานแบบผ่านการบูรณาการเข้ากับการทดลองทางฟิสิกส์ พบว่าหลังจากการวิจัยประมาณ 1 ปี โครงการประสบผลสำเร็จในด้านความสามารถของผู้เรียนด้านนวัตกรรม การออกแบบ และการวิจัยทางวิทยาศาสตร์
Triana และคณะ (2020) [9]	วิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือการเรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมตาม STEM-PjBL รวมถึงหลักสูตร แผนการสอน สื่อการสอน ใบงานของนักเรียน และเครื่องมือประเมิน พบว่าเครื่องมือเหล่านี้มีประสิทธิภาพต่อทักษะของนักเรียน
Baihaqi และคณะ (2020) [10]	วิเคราะห์การพัฒนาทักษะการสื่อสารผ่านการเรียนรู้ตามโครงงานพร้อม STEM แบบบูรณาการในการเรียนทางไกล พบว่าการเรียนรู้ตามโครงงานด้วย STEM แบบบูรณาการสามารถปรับปรุงการสื่อสารด้วยวาจาและลายลักษณ์อักษรของนักเรียนแต่ละคนในระดับปานกลาง
Widyasmah และ Herlina (2020) [11]	ค้นหาการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยประยุกต์ใช้แนวทาง STEM ที่มุ่งเน้นการเรียนรู้แบบ PjBL ในเนื้อหาเกี่ยวกับกฎหมายของ Pascal
Lestari และ Rahmawati (2020) [12]	อธิบายและค้นหาผลกระทบที่แตกต่างกันระหว่างแบบจำลองการเรียนรู้แบบ PjBL และการสอบถามแบบบูรณาการกับ STEM ต่อความสามารถด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
Vorawut และคณะ (2011) [13]	ออกแบบรูปแบบการเรียนรู้ด้วยหลักการ PjBL ผ่านระบบสภาพแวดล้อมเสมือนห้องเรียนจริง ของรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม พบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้สูงขึ้น คุณภาพของผลลัพธ์หรือผลผลิต และระดับการทำงานร่วมกันของผู้เรียนอยู่ในเกณฑ์ดี
Anuwat และคณะ (2011) [14]	แยกแยะและเปรียบเทียบความแตกต่างของการรับรู้ของครูผู้สอนและผู้เรียนด้านอาชีวศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้เกิดการประยุกต์ใช้การเรียนรู้แบบ PjBL พบว่ามีความจำเป็นที่ต้องฝึกอบรมครูผู้สอน เพื่อให้ตระหนักถึงบทบาทในการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ คติวิเคราะห์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานในโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์

โรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์เป็นโรงเรียนที่จัดการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทางอาชีวศึกษา โดยรับสมัครผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางการประดิษฐ์คิดค้นมาเข้าศึกษาต่อสายอาชีวศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) เพื่อพัฒนาสมรรถนะเชิงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านระบบการพัฒนาศักยภาพที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ และมีความสนใจในการพัฒนาตนเองไปสู่การเป็นนักเทคโนโลยีในอนาคต หลักสูตรของโรงเรียนฯ มีรายวิชาพื้นฐานเช่นเดียวกับในสายสามัญ และมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาขางานช่าง รวมทั้งเกิดทักษะด้านการปฏิบัติงานอย่างเข้มข้นโดยอาศัยโครงงานที่หลอมรวมเนื้อหาสาระและทักษะปฏิบัติ และประยุกต์ใช้หลักการเรียนรู้เชิงบูรณาการแบบ PjBL มีการเชื่อมโยงกับปัญหาหรือสภาพความเป็นจริงในภาคประกอบการหรือภาคธุรกิจหลักของประเทศ เช่น ภาคอุตสาหกรรมการผลิต, เกษตรกรรม และภาคอุตสาหกรรมบริการ เป็นต้น

4.1 ที่มาของโครงการวิทยาลัยเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์

โครงการวิทยาลัยเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์เกิดขึ้น ภายใต้ความร่วมมือของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.), สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) ซึ่งเป็นหน่วยงานในสังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมหาวิทยาลัยเครือข่ายในแต่ละภูมิภาค โดยมีจุดเริ่มต้นมาจาก ดร.กฤษณพงศ์-

กิริติกร รศ.ดร.คุณหญิงสุมณฑา พรหมบุญ และ คุณเขมทัต สุคนธสิงห์ มองว่าการเรียนการสอนในอาชีวศึกษาไม่เข้มข้น และไม่มีการพัฒนาเมื่อเทียบกับสายสามัญที่มีทั้งนักเรียนที่เรียนดีและเรียนเก่งเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงพยายามมองว่าจะทำอย่างไร เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนพร้อมทั้งศักยภาพของนักเรียนที่มีอยู่แล้วให้เพิ่มมากขึ้น และอยากให้มีห้องเรียนพิเศษที่เน้นการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Gifted) ของอาชีวศึกษา โดยพบว่าสิ่งที่ขาดหายไปในการอาชีวศึกษา คือ 1) แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ความมีเหตุผล และการพิจารณากลไก (mechanism) จากรากฐานแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และ 2) การมีแนวคิดฝึกปฏิบัติ ด้วยการเรียนในรูปแบบ PjBL โดยมีวิทยาลัยการอาชีพพานทอง จ.ชลบุรี เป็นสถานศึกษานำร่องแห่งแรก เนื่องจากที่ตั้งอยู่ใกล้ศูนย์อุตสาหกรรม จึงอยากใช้ศักยภาพของนิคมฯ เพื่อพัฒนาวิทยาลัย โดยเริ่มแนวคิดมาจากอยากให้ มีวิชาชีพพอโปรเจกต์เป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน เพื่อที่จะได้มี PjBL ได้ในทุกภาคการศึกษา จึงมีการวางแผนและพัฒนาหลักสูตร โดยแรกเริ่มของการจัดการเรียนการสอนเกิดปัญหา ซึ่งปัญหาล้วนเป็นเรื่องการจัดซื้อจัดจ้างของวิทยาลัยที่มีสภาพไม่คล่องเหมือนกับมหาวิทยาลัย เรื่องกฎระเบียบสำหรับการจ่ายค่าตอบแทน ค่าอาจารย์หอพัก รวมไปถึงการจัดการเรียนการสอนที่ขึ้นอยู่กับรายวิชา เมื่อมีการจัดในรูปแบบโครงงาน (Project Based) ซึ่งจะไม่ขึ้นอยู่กับรายวิชา แต่เป็นการบูรณาการระหว่างรายวิชากันมากขึ้น ดังนั้นจึงเป็นปัญหาที่ครูถนัดสอนแบบเดิม คือ มีความถนัดอะไรก็สอนนั้น จึงเป็นการเรียนในรูปแบบการทำโปรเจกต์ ไม่ใช่ใช้โปรเจกต์เพื่อเป็นการกระตุ้นผู้เรียนตามหลักการเรียนรู้แบบ PjBL ต่อมา มีการขยายแนวคิด Project Based ไปยังวิทยาลัยในสังกัด สอศ. อีก 4 แห่ง รวมทั้งหมดเป็น 5 แห่ง แสดงดังรูปที่ 3 ได้แก่ 1) วิทยาลัยอาชีวศึกษาเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ ที่มีทั้งสาขาไฟฟ้า และเครื่องกล โดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเป็นผู้จัด (Organizer) และมีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเป็นมหาวิทยาลัยพี่เลี้ยง 2) วิทยาลัยเทคนิคสุรนารี เน้นสาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ โดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเป็นมหาวิทยาลัยพี่เลี้ยง 3) วิทยาลัยเทคนิคพังงา เน้นสาขาการท่องเที่ยว โดยมีมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เป็นพี่เลี้ยง 4) วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลำพูน เน้นสาขาการเกษตร โดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาเป็นพี่เลี้ยง และ 5) วิทยาลัยอาชีวศึกษาสิงห์บุรี เน้นสาขาทางด้านอาหาร โดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีเป็นพี่เลี้ยง ซึ่งมหาวิทยาลัยพี่เลี้ยงจะคอยให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในการดำเนินโครงการ



รูปที่ 3 วิทยาลัยเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์นำร่องของประเทศไทย

4.2 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน

กระบวนการในการจัดทำโครงงานมีหลากหลายวิธีการ พิมพันธ์ และคณะ [15] ได้กล่าวถึงกลยุทธ์เสริมสร้างทักษะการคิด ด้วยกระบวนการทำโครงงาน ถือว่าเป็นวิธีการที่สอดคล้องกับการพัฒนาผู้เรียนในยุคสมัยใหม่ ในส่วนของการสอนแบบโครงงานและการสอนแบบใช้การวิจัยเป็นฐานมีขั้นตอนในการทำงานที่เหมือนกันโดยเริ่มจากความสนใจ สงสัย อยากรู้ อยากเห็น นำไปสู่การกำหนดปัญหาการวิจัย หรือหัวข้อโครงงานและกำหนดวิธีการศึกษา กำหนดสมมติฐาน และขอบเขตของการศึกษาเพื่อลงมือปฏิบัติการเก็บข้อมูล บันทึกผลการศึกษาทดลองทำ ประมวลและวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการวิจัยหรือ

การศึกษา และอภิปรายผล ทำให้มีการนำเอาการสอนแบบใช้การวิจัยเป็นฐานบูรณาการเข้ากับการสอนแบบโครงงาน เพราะในส่วนของการนำเสนอผลของโครงงานในรูปรายงานก็นิยมเขียนในลักษณะการวิจัยเช่นกัน ดังนั้นการเรียนรู้แบบ PjBL จึงเป็นเทคนิคที่บูรณาการเข้ากับวิธีสอนแบบต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ขั้นตอนการเรียนรู้จะมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ก่อให้เกิดการบูรณาการเนื้อหาสาระในแต่ละวิชาและการฝึกทักษะทั้งทักษะด้านสังคมและทักษะวิชาชีพ ครูผู้สอนหรือผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องให้ความสำคัญและใส่ใจในรายละเอียดทุกขั้นตอนอย่างจริงจัง เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ประสบผลสำเร็จ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ภายใต้การสนับสนุนงบประมาณการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) ได้ออกแบบรูปแบบและวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับโครงการโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ (PjBL@SBTS) โดยมีขั้นตอนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) เปิดโลกแนวคิด 2) ค้นหาความเป็นไปได้ 3) เลือกเรื่องที่โดนใจ 4) สร้างและทดสอบ และ 5) นำเสนอและโฆษณา แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน [16]

4.3 ความต่อเนื่องในการเรียนรู้

ครูผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ควรดำเนินการโดยอาศัยขั้นตอนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานทั้ง 5 ขั้นตอน โดยให้สอดคล้องกับความต่อเนื่องในการเรียนรู้ เพื่อให้การปลูกฝังและเสริมสร้างคุณลักษณะของความเป็นนวัตกรรมให้แก่ผู้เรียนบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ ประกอบไปด้วยการสร้างแรงจูงใจภายในตน, การฝึกปฏิบัติขั้นต้น และการฝึกปฏิบัติขั้นก้าวหน้าโดยในแต่ละขั้นมีรายละเอียดดังรูปที่ 5 ดังนี้



รูปที่ 5 ความต่อเนื่องในการเรียนรู้เพื่อปลูกฝังความเป็นนวัตกรรม [16]

4.4 หลักแห่งการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนต้องคำนึงถึงเป้าหมายของโครงการและหลักสูตรที่มุ่งเน้นการสร้างหรือปลูกฝังความเป็นนวัตกรรม ในการนี้ครูผู้สอนหรือครูเกี่ยวข้องต้องอาศัยหลักการการเรียนรู้สำคัญที่ประกอบไปด้วย

1) กรวยแห่งการเรียนรู้ของเอดการ์เดล สะท้อนให้เห็นถึงแนวคิดสำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบต้นรู้ โดยผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการอภิปราย จัดเตรียมการนำเสนอ จำลองเพื่อเรียนรู้ประสบการณ์จริง และทำหรือสร้างของจริง จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และสามารถรักษาผลการเรียนรู้ให้อยู่คงทนและนานกว่ากระบวนการเรียนรู้แบบรับรู้ และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและผู้เรียนด้วยกันภายใต้สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้

2) จุดมุ่งหมายทางการศึกษาของมาร์ชาโนและเคนดอลล์ กล่าวว่ามีการเชื่อมโยงระหว่างความรู้พิสัยเข้ากับระบบความคิดจะนำมาซึ่งแนวทางในการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ครูผู้สอนสามารถกำหนดแผนการสอน และกิจกรรมการเรียนรู้โดยอาศัยขั้นตอนการเรียนรู้แบบ PjBL ร่วมกับสิ่งหรือวัตถุตรึงความคิด หรือสิ่งที่จะนำมาซึ่งแก่นเรื่องหรือหัวข้อโครงการที่จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และมองเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาสาระที่ได้เรียนรู้กับสภาพแวดล้อมรอบตัว

4.5 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน

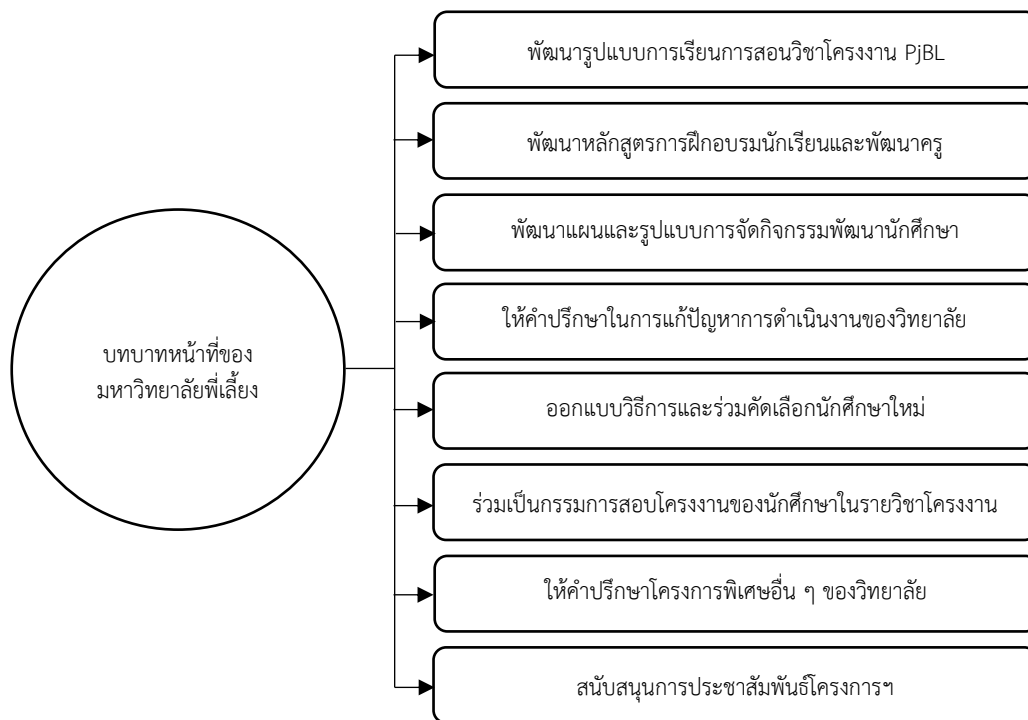
ผู้ที่จะทำให้การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานประสบความสำเร็จ คือ ผู้สอนและผู้เรียน บทบาทของทั้งผู้สอนและผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ร่วมกันไปผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำ และเสนอแนะแนวทางอันเป็นประโยชน์ในการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนที่จะต้องศึกษาค้นคว้า ลงมือปฏิบัติทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มและสร้างผลงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์บรรลุวัตถุประสงค์ ประกอบด้วยสาระวิชาหลักและสมรรถนะสำคัญ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านข้อมูลสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะด้านชีวิตและอาชีพ สามารถกำหนดบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนได้ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน

ขั้นตอนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
การเตรียมความพร้อม	ให้คำปรึกษาและแนะนำ	- ศึกษาค้นคว้า - จัดกลุ่มทำงาน - ระดมความคิด - ศึกษาความเป็นไปได้ - สรุปปัญหา
การกำหนดหัวข้อ	- เห็นชอบโครงงาน - ให้ข้อเสนอแนะ	- จัดทำแผนงานโครงงาน - นำเสนอหัวข้อโครงงาน
การดำเนินการสร้างและทดสอบ	ติดตามและตรวจสอบการดำเนินงาน	- ลงมือสร้างโครงงาน - ทดสอบการทำงานของโครงงาน - แก้ปัญหาโครงงาน
การนำเสนอผลงาน	- รับฟังและให้ข้อเสนอแนะ - ให้กำลังใจและสนับสนุนการทำโครงงาน	- นำเสนอผลสำเร็จโครงงาน - รับฟังข้อเสนอแนะ - ปรับปรุงแก้ไขผลงาน
การประเมินผล	ประเมินผลงานตามสภาพจริง	ประเมินผลงานตนเอง

4.6 บทบาทการเป็นมหาวิทยาลัยที่เลี้ยงให้กับโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) เป็นที่ปรึกษาด้านวิชาการให้แก่โรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ โดยมีการพยายามที่จะบูรณาการรายวิชาทั้งหมด แต่ติดที่ปัญหาของอาจารย์มีภาระงานแบบเดิมเป็นรายชั่วโมงซึ่งสามารถจัดการได้ง่าย แต่เมื่อมีการบูรณาการระหว่างรายวิชาแล้ว จึงมีการจัดการที่ค่อนข้างยาก จากนั้นจึงมีการเสนอแนวคิดที่ไม่ต้องบูรณาการระหว่างรายวิชาให้เยอะ อาจจะดูรายวิชาบางกลุ่มที่มีความเกี่ยวข้องกัน แต่สุดท้ายก็เกิดปัญหา เนื่องจากการย้ายออกของบุคลากรที่ได้ผ่านการอบรมด้วยรูปแบบวิธีการสอนแบบใหม่ ดังนั้นเมื่อมีบุคลากรใหม่มาแทน ทำให้รูปแบบการสอนกลับไปเป็นรูปแบบเดิม ไม่เกิดความต่อเนื่อง นอกจากนี้เกิดปัญหาขาดการสื่อสารระหว่างกัน ทำให้ทาง มจธ. ไม่ทราบถึงปัญหาที่แท้จริงที่จะสามารถช่วยเหลือได้ จากการเข้าไปสังเกตพบว่ามีปัญหาความไม่ปลอดภัยของหอพัก จึงมีการปรับปรุงหอพักใหม่ พร้อมทั้งมีการให้คำแนะนำและการจัดการหอพัก นอกจากนี้ยังได้รับเชิญให้เป็นคณะกรรมการในการสัมภาษณ์คัดเลือกนักเรียน หรือเป็นกรรมการในการจัดงานประชุมวิชาการ มีการช่วยเหลือในการพัฒนาหลักสูตรโดยปรับการเรียนการสอนในรูปแบบของโมดูลหรือการศึกษาที่มุ่งเน้นผลลัพธ์ (Outcome based) สามารถสรุปบทบาทหน้าที่ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาโครงงาน PjBL ของมหาวิทยาลัยมีเลี้ยง แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ปัญหาหน้าที่ของมหาวิทยาลัยที่เลี้ยง

กลไกในการขับเคลื่อนโครงการวิทยาลัยเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย คณะกรรมการ 2 ชุด ได้แก่ 1) คณะกรรมการบริหารโครงการจัดตั้งโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์นาร่อง เพื่อดำเนินการจัดตั้งโรงเรียนฯ และบริหารจัดการโครงการให้เป็นไปตามเป้าหมาย โดยมีรศ.ดร.คุณหญิงสุมณฑา พรหมบุญ เป็นประธาน และมีเลขาธิการสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) และ 2) คณะอนุกรรมการพัฒนาหลักสูตรโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์นาร่อง เพื่อพัฒนาหลักสูตร แผนการเรียนการสอน และหลักเกณฑ์การรับนักเรียน โดยมี รศ.ดร.สมชาย จันทร์ชานนา เป็นประธาน ซึ่งสถาบันจะดูแลวิทยาลัยทั้งหมด 5 แห่ง แต่อาชีวศึกษาจะดูแลทั้งหมด 417 แห่ง และพบปัญหาเรื่องของความไม่ก้าวหน้าของระบบ และการย้ายออกจากบุคลากรที่ได้รับการอบรมแล้ว ทำให้ยังมีการสอนในรูปแบบเดิม นอกจากนี้ยังพบปัญหากระบวนการคิดของนักเรียนไม่เป็นระบบ ไม่มีการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล และไม่มีการรับรู้ปัญหา

รศ.ดร.คมกฤตย์ ชมสุวรรณ รองคณบดีฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีได้ให้สัมภาษณ์เกี่ยวกับการพัฒนานักเรียน มี 3 ประเด็น ดังนี้

- 1) ควรพัฒนากิจนิสัยในการทำงาน ได้แก่ ความรับผิดชอบ (responsibility)
- 2) ควรพัฒนาทักษะด้านการงานวิจัย (Research skill) เริ่มมองจากแนวคิดพื้นฐานของงานวิจัย โดยเริ่มจากการพิจารณา สงสัย รีดลอง จดบันทึก และมีแนวคิดในการพัฒนาต่อยอด
- 3) ควรพัฒนาทักษะการคิด (Thinking skill) ควรมีทักษะการมองให้เห็นปัญหาและการแก้ปัญหา

ความคาดหวังของมหาวิทยาลัยที่เลี้ยงจะมองในระยะยาวด้วย นอกเหนือจากการพัฒนาครู โดยจะทำให้วิทยาลัยฯ เห็นถึงกลไกการพัฒนานักเรียน และเล็งเห็นถึงพื้นที่ในวิทยาลัยฯ ที่สามารถเป็นพื้นที่ในการทำงานวิจัย ซึ่งเคยมีนักศึกษาปริญญาเอกได้ดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับแบบจำลองการบริหารจัดการวิทยาลัยฯ ให้มีประสิทธิภาพ และมีงานวิจัยเกี่ยวกับการวัดและประเมินเชิงระบบด้วย แต่หลังจากนั้นไม่มีคนมาดำเนินการอีก

4.7 ประเมินประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน

4.7.1 จุดแข็งของการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน

โครงการโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์มีจุดแข็งในแง่ของการจัดสถานที่พักหรือห้องพักให้กับผู้เรียน โดยผู้เรียนต้องพักอาศัยตลอดเวลาที่ศึกษาในหลักสูตร ซึ่งจะส่งเสริมการจัดกิจกรรมขนานหลักสูตรที่มุ่งส่งเสริมสมรรถนะของความเป็นนวัตกรรมได้โดยง่าย

4.7.2 จุดอ่อนของการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน

เนื่องจากหน่วยงานที่ร่วมโครงการฯ ต่างก็มีกฎระเบียบในการดำเนินกิจกรรม อีกทั้งครูผู้สอนเดิมมีการโอนย้าย จึงต้องมีการทบทวนองค์ความรู้และการเตรียมความพร้อมของครูผู้สอนใหม่ รวมถึงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนที่ยังคงเป็นแบบเดิมที่มุ่งเน้นเนื้อหาสาระและทักษะเฉพาะบางทักษะเท่านั้น ขาดการสร้างเสริมหรือปลูกฝังทักษะในศตวรรษที่ 21 ให้กับผู้เรียน เช่น ทักษะการสื่อสาร การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การใช้หลักเหตุผลและผล รวมทั้งคุณลักษณะอื่น ๆ ที่สำคัญ เช่น การตระหนักรู้ในคุณค่าแห่งตนหรือความภาคภูมิใจแห่งตน ความเชื่อมั่นในตนเอง การบริหารจัดการตนเอง ขาดการประสานงานและการมีส่วนร่วมจากภาคประกอบการเชิงระบบ ในการนำโจทย์ปัญหาเข้ามาเป็นแนวทางให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านโครงงานตามหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบ PjBL และการร่วมสอนของผู้เชี่ยวชาญจากภาคประกอบการ

5. ทิศทางการพัฒนาในอนาคต

โครงการโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์มีการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานซึ่งเป็นหนึ่งในแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญนั้นที่เน้นการฝึกทักษะกระบวนการคิด การแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย การฝึกปฏิบัติจริง และการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อการป้องกันและแก้ไขปัญหา ถือได้ว่าเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบริบทในศตวรรษที่ 21 ในด้านการสร้างมนุษย์ให้มีสมรรถนะการเป็นพลเมืองที่ดีที่จะสร้างความยั่งยืนให้กับประเทศและระบบสังคมโดยรวม มีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระ เพิ่มพูนทักษะและความชำนาญ ปรับเปลี่ยนทัศนคติหรือมีเจตคติที่ดี และสร้างเสริมคุณลักษณะต่าง ๆ ตามความสนใจของตนเอง โดยอาศัยความช่วยเหลือของครูผู้สอนทั้งในฐานะที่เป็นครูผู้สอน ผู้อำนวยการ หรือผู้ชี้แนะในการเรียนรู้ จากการศึกษาพบว่าจุดเด่นของโครงการโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ คือการจัดกิจกรรมขนานหลักสูตรที่มุ่งส่งเสริมสมรรถนะ แต่จุดอ่อนของการดำเนินโครงการทั้งในระดับบริหารจัดการและระดับปฏิบัติการเป็นไปด้วยความยากลำบาก เนื่องจากแต่ละหน่วยงานที่ร่วมดำเนินการต่างก็มีกฎระเบียบในการดำเนินกิจกรรมของตนเอง รวมถึงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนที่ยังคงเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบเดิมที่มุ่งเน้นเนื้อหาสาระและทักษะเฉพาะบางทักษะเท่านั้น ทำให้ขาดการสร้างเสริมหรือปลูกฝังทักษะในศตวรรษที่ 21 ให้กับผู้เรียน ดังนั้นการพัฒนาต่อไปในอนาคตจึงควรมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาครูผู้สอน การบูรณาการการทำงานของครูผ่านกลไกชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ และการวิจัยในชั้นเรียน รวมทั้งการวิจัยสถาบัน

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิทยาลัยอาชีวศึกษาเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ชลบุรีสำหรับความร่วมมือในการทำงานวิจัยทั้งในด้านสถานที่ บุคลากร และนักเรียน

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Partnership for 21st Century Skills., 2010, Framework definition. From <http://www.p21.org/documents/P21-Framework-Definitions.pdf>.
- [2] Soule, H., 2014, The Power of the 4Cs: The Foundation for Creating a Gold Standard for Project Based Learning (PBL).http://bie.org/blog/the_power_of_the_4cs_the_foundation_for_creating_a_gold_standard_for_projec.
- [3] ปรีดี แสงวิรุณ, 2555, การพัฒนาการสอนแบบวิศวกรรมดิจิทัลโดยโครงงานเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างการคิด วิเคราะห์ และการแก้ปัญหา, วารสารการอาชีวและเทคนิคศึกษาปีที่ 2 ฉบับที่ 3 มกราคม-มิถุนายน 2555, หน้า 53-60.

- [4] สุวัฒน์ นิยมไทย, 2554, การเรียนการสอนวิชาชีพแบบผสมผสาน โดยใช้โครงงานเป็นฐานในสถานประกอบการ : แนวคิดใหม่ในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพ. วารสารการอาชีวและเทคนิคศึกษาปีที่ 1 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2554, หน้า 57-64.
- [5] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน, กรุงเทพฯ : สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- [6] Savage, R.N., Chen K.C., and Vanasupa, L, 2007, Integrating Project-based Learning throughout the Undergraduate Engineering Curriculum. Institute for STEM Research, 1-18.
- [7] Maier, H.R., 2008, A Hybrid Just-In-Time/Project-Based Learning Approach to Engineering Education. Proceedings of the 2008 AaeE Conference 2008, Yeppoon.
- [8] Cen, G., Xu, B. and Lou, J.Y., 2010, Implementing Open-ended Project-based Instruction in Experiment of University Physics, Proceedings of the 2nd International Workshop on Education Technology and Computer Science 2010, IEEE Computer Society.
- [9] Triana, D., Anggraito, Y.U. and Ridlo, S., 2020, Effectiveness Environmental Change Learning Tools Based on STEM-PjBL Towards Students' Collaboration and Communications Skills. Journal of Innovative Science Education, 9(2), 244–249.
- [10] Baihaqi, M., Sarwi, S. and Ellianawati, E., 2020, The Implementation of Project-Based Learning with Integrated Stem in Distance Learning to Improve Students' Communication Skills. Educational Management, no. Query date: 2023-10-12, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/eduman/article/view/39982>.
- [11] Widyasmah, M. and Herlina K., 2020, Implementation of STEM Approach Based on Project-based Learning to Improve Creative Thinking Skills of High School Students in Physics. Journal of Physics: Conference, no. Query date: 2023-10-12, [Online]. Available: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1467/1/012072/meta>.
- [12] Lestari, H. and Rahmawati, I., 2020, Integrated STEM through Project Based Learning and Guided Inquiry on Scientific Literacy Abilities in Terms of Self-Efficacy Levels. Al Ibtida: Jurnal Pendidikan Guru MI, no. Query date: 2023-10-12, [Online]. Available: <http://www.syekhnnurjati.ac.id/jurnal/index.php/ibtida/article/view/5883>.
- [13] Vorawut, B., Pachoen, K. and Worawat, S., 2011, A Learning and Teaching Model using Project-Based Learning (PBL) on the Web to Promote Cooperative Learning, European Journal of Social Sciences, 21(3), 498-506.
- [14] Anuwat, T., Kalayane, J. and Weerachai, C, 2011, Empowering Students through Project-Based Learning: Perceptions of Instructors and Students in Vocational Education Institutes in Thailand, Journal of College Teaching & Learning, 8(12), 19-34.
- [15] พิมพ์ดี เดชะคุปต์, เพียรวิญญู และราชน มีศรี, 2557, กลยุทธ์แบบยลเสริมสร้างทักษะศตวรรษที่ 21, งานมหกรรมทางการศึกษาเพื่อพัฒนาวิชาชีพผู้สอน ครั้งที่ 7, 15-17 ตุลาคม พ.ศ. 2557. อิมแพคเมืองทองธานี.
- [16] แม็คเอ็ดดูเคชั่น, บริษัท จำกัด, 2557, ครูแห่งศตวรรษที่ 21, กรุงเทพฯ : บริษัทแม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.