



วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

<https://www.tci-thaijo.org/index.php/edkkuj>

ดำเนินการวารสารโดย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การออกแบบและพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริม การคิดเชิงคำนวณในรายวิชา การเขียนโปรแกรมภาษาซี

Designing and Development of Project-Based Web-based Learning to Enhances Computational Thinking in C Programming Language

วิลานี อามนาจเจริญ¹ และ พรสวรรค์ วงศ์ตารธรรม^{2,*}

Wilanee Amnatcharoen¹ and Pornsawan Vongthatham^{2,*}

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย^{1,2,*}

Faculty of Education, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand^{1,2,*}

Received: March 30, 2021 Revised: July 21, 2021 Accepted: July 21, 2021

บทคัดย่อ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้เรียนต้องจัดทำชิ้นงานในเรื่องที่สนใจ ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเอง มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สิ่งเหล่านี้จะก่อให้เกิดการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะชีวิตและการทำงาน ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงพัฒนา (Richey and Klein type1, 2004) ซึ่งมี 3 ระยะได้แก่ ระยะที่ 1 การออกแบบ ระยะที่ 2 การพัฒนา และระยะที่ 3 การประเมินผล การวิจัยนี้เป็นการวิจัยในระยะที่ 1 และ 2 ผลการวิจัยพบว่า กรอบแนวคิดการออกแบบบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) เรียนรู้ด้วยโครงงาน 2) เรียนรู้เพิ่มเติม 3) แหล่งเรียนรู้ 4) ประชุมออนไลน์ 5) พบผู้เชี่ยวชาญ โดยในองค์ประกอบ การเรียนรู้ด้วยโครงงานได้ผนวกการคิดเชิงคำนวณในการฝึกการเรียนรู้และพัฒนาตามกรอบการคิดเชิงคำนวณของ Angeli (2016) ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนการคิดออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) Abstraction 2) Generalization 3) Decomposition 4) Algorithm thinking และ 5) Debug และผลการประเมินบทเรียนบนเครือข่ายโดยผู้เชี่ยวชาญ จากการวิจัยแสดงว่า คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายในภาพรวมอยู่ในระดับ ดี มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.31 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.58 และผลการทดลองใช้งานบทเรียนบนเครือข่ายกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน พบว่าบทเรียนบนเครือข่ายที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมที่นำไปใช้ในการทดลองระยะต่อไป

คำสำคัญ: บทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐาน การคิดเชิงคำนวณ การเขียนโปรแกรมภาษาซี

*Corresponding author. Tel.:

Email address: meawwilanee2538@gmail.com

Abstract

The Project Based Learning Instruction was a Student Center Learning Management. In which students must prepare a piece of their interest. Study, research and find information on your own. Work together as a group. and It contributes to the development of skills in the 21st century. Including, Life and Work skills, Information, Media and Technology Skills, Learning skills and innovation. This research aims to design and develop lessons on a project-based network that promote computational thinking in C programming courses. Using a development research model (Richey and Klein type1, 2004) consisted of three phases: Phase 1, Design, Phase 2, Development and Phase 3, Evaluation. This research was a phase 1 and 2 research. The results of the research revealed that the conceptual design framework on a project-based network promotes 5 components of computational thinking: 1) Learn by Project 2) Learn more. 3) Learning resources 4) Online meeting 5) Meet with experts the project-based learning component incorporates computational thinking in the learning mission. And developed according to the conceptual framework of Angeli (2016). The thinking process can be divided into 5 steps: 1) Abstraction 2) Generalization 3) Decomposition 4) Algorithm thinking and 5) Debug and the results of the network lesson evaluation by experts. From the research results show that the overall quality of the network lessons was good, with a mean ($\bar{X}$) of 4.31 and a standard deviation (S.D.) of 0.58, and the results of a network lesson trial with a sample of 10 people. It was found that the lessons developed on the network were appropriate for the next phase of the experiment.

Keywords: Online learning, Computational thinking, Project based learning

■ บทนำ

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ในปัจจุบัน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ในการดำเนินชีวิตมนุษย์ หรือที่เรียกว่า “ความปกติใหม่” (New Normal) ส่งผลให้การศึกษาไทยเกิดเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว สถานศึกษาหลายแห่งเผชิญหน้ากับความท้าทายในการปรับการเรียนการสอนจากการเรียนรู้ในห้องเรียนไปสู่การเรียนออนไลน์ด้วยระยะเวลาอันสั้น โดยต้องคงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนไว้ไม่ให้ต่ำลงจากเดิม (รัชนิบูรณ์ เนตรภักดี คัมภีรภาพ คงสำราญ อานันท์ กรมน้อย และเตือนใจ ผางคำ, 2563) สถานศึกษาบางแห่งต้องแก้ปัญหาและเตรียมความพร้อมในการจัดการเรียนการสอนบนเครือข่าย โดยเริ่มจากสำรวจความพร้อมด้านอุปกรณ์ในการเรียนของนักเรียน ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์แบบพกพา (โน้ตบุ๊ก) แท็บเล็ต และโทรศัพท์มือถือ เป็นต้น นอกจากนี้ มีการสำรวจความพร้อมในการเรียนแบบออนไลน์ของนักเรียน เพื่อวางแผนการจัดการสอนที่เหมาะสม (พัชราภรณ์ ดวงชื่น, 2563) เมื่อเข้าสู่การจัดการเรียนรู้ด้วยระบบออนไลน์หรือบทเรียนบนเครือข่าย 100 เปอร์เซนต์ ผู้เรียนจะสามารถเข้าถึงการศึกษาได้ทุกที่ทุกเวลาสามารถลดระยะเวลาสูญเสียที่เกิดจากการเดินทาง และประหยัดค่าใช้จ่าย (กาญจนา บุญภักดี, 2563) การเรียนรู้ด้วยบทเรียนบนเครือข่ายเป็นการเรียนการสอนโดยใช้ศักยภาพของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้สามารถเชื่อมโยงไปยังแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่ในเครือข่ายได้ทุกเวลาและทุกสถานที่ตามความต้องการของผู้เรียนและผู้สอน นอกจากนี้ผู้เรียนและผู้สอนสามารถปฏิสัมพันธ์กันได้โดยผ่านระบบเครือข่าย (ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง, 2546) อย่างไรก็ตาม บทเรียนบนเครือข่ายถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยปี 2561 มีการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซีเบื้องต้น ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก กล่าวคือ ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักเรียนสูงขึ้นกว่า 45 เปอร์เซนต์ (สกุลรัตน์ จงสมชัย, 2561) เพราะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลาตามที่ต้องการ อีกทั้ง ผู้เรียนสามารถเลือกการ

เรียนรู้ได้อย่างอิสระ (ภานุมาศ หมอสินธ์ ละอองดาว ทองดี อรรถพล หล้าสมบูรณ์ และคำพันธ์ อัครเนตร, 2559) จึงมั่นใจได้ว่า การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม

การออกแบบและพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายให้มีประสิทธิภาพต้องคำนึงถึงความเข้าใจของผู้เรียนเป็นหลัก โดยใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เหมาะสม (ภานุมาศ หมอสินธ์ และคณะ, 2559) และส่งเสริมทักษะการคิดแห่งศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการคิดเชิงคำนวณ เนื่องจากการคิดเชิงคำนวณถือเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ชยการ ศิริรัตน์, 2562) อีกทั้งการคิดเชิงคำนวณยังเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาการออกแบบระบบและการทำความเข้าใจพฤติกรรมของมนุษย์เพื่อฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดแก้ปัญหาในการเขียนโปรแกรมรวมทั้งแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (Wing, 2006) โดยขั้นตอนการคิดเชิงคำนวณมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1.Abstraction คือกระบวนการทำให้สิ่งประดิษฐ์เข้าใจได้ง่ายขึ้นโดยการลดรายละเอียดที่ไม่จำเป็น เช่น สร้างแบบจำลองเพื่อแก้ปัญหาหรือออกแบบองค์ประกอบชิ้นงาน 2.Generalization การออกแบบและเขียนโปรแกรมที่มีลักษณะเหมือน ๆ กัน เป็นวิธีการแก้ปัญหาใหม่อย่างรวดเร็วโดยอาศัยวิธีแก้ปัญหาก่อนหน้านี้และสร้างจากประสบการณ์เดิม โดยนำคำสั่งที่เคยเขียนก่อนหน้านี้มาปรับปรุงบางส่วน 3.Decomposition การออกแบบการทำงานในแต่ละส่วนย่อยและพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาโดยการรวบรวมชิ้นส่วนขนาดเล็กเข้าด้วยกัน 4.Algorithm thinking กำหนดชุดขั้นตอนในการแก้ไข้ปัญหา 5.Debug ตรวจสอบรับรู้และแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่สมบูรณ์ (Angeli, 2016) และเพื่อให้สอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ การใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับผู้เรียนเนื่องจากผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองซึ่งเป็นการเรียนรู้เกิดจากการปฏิบัติจริงจากการหาความรู้ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่แล้วสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม (อัญชลี ทองเอม, 2561) โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีขั้นตอน ดังนี้ 1. การคิดและเลือกหัวเรื่อง ผู้เรียนจะต้องคิดและเลือกหัวเรื่องของโครงงานด้วยตนเองว่าอยากจะศึกษาอะไร เพราะเหตุใด ได้แนวความคิดจากปัญหา คำถามหรือความอยากรู้ อยากเห็นเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ของผู้เรียน หัวเรื่องของโครงงานควรมีความเฉพาะเจาะจงและชัดเจน การกำหนดหัวเรื่องของโครงงานนั้นต้องมีแหล่งที่จะช่วยกระตุ้นให้เกิดความคิดและสนใจจากหลายแหล่ง เช่นการอ่านหนังสือ หรืออ่านเอกสาร บทความ การฟังบรรยายทางวิชาการ การเข้าชมนิทรรศการหรืองานประกวดโครงงานทางวิทยาศาสตร์การสนทนากับบุคคลต่าง ๆ หรือจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ รอบตัว 2. การวางแผน การวางแผนการทำโครงงานจะรวมถึงการเขียนเค้าโครงของโครงงาน จำเป็นต้องมีการวางแผนไว้ล่วงหน้าเพื่อให้โครงงานเป็นมีความเรียบร้อยเป็นไปตามแผนจากนั้นนำเสนอต่อครูผู้สอนหรืออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอความเห็นชอบและคำแนะนำก่อนดำเนินการขั้นตอนต่อไป 3.การดำเนินงาน ผู้เรียนต้องปฏิบัติตามแผนงานที่วางไว้ โดยเตรียมวัสดุอุปกรณ์และสถานที่ให้พร้อมปฏิบัติงานและต้องไม่ลืมคำนึงถึงความปลอดภัยและปลอดภัยในการทำงาน รวมถึงการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินงาน มีขั้นตอนปฏิบัติงานอย่างไร ได้ผลอย่างไร 4. การเขียนรายงาน การเขียนรายงานเกี่ยวกับโครงงานเป็นวิธีสื่อความหมายที่จะให้ผู้อื่นได้เข้าใจถึงแนวคิดวิธีการดำเนินงานผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุปและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนั้น การเขียนโครงงานควรใช้ภาษาที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย 5. การนำเสนอผลงาน การนำเสนอผลงานเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำโครงงาน เป็นวิธีการที่จะทำให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจถึงผลงานผ่านการนำเสนอ โดยสามารถทำการนำเสนอได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับประเภทของโครงงาน (สุชาติ วงศ์สุวรรณ, 2542)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในรายวิชา การเขียนโปรแกรมภาษาซี ดำเนินการออกแบบสื่อการเรียนรู้โดยนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมาผนวกเข้ากับขั้นตอนการคิดเชิงคำนวณ เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลในหัวข้อที่สนใจ ลงมือปฏิบัติโครงงานโดยใช้ขั้นตอนการคิดเชิงคำนวณในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีการทำงานร่วมกันเป็นทีม เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจะได้ชิ้นงานที่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้

■ หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การคิดเชิงคำนวณ คือ การแก้ปัญหา การออกแบบระบบและการทำความเข้าใจพฤติกรรมของมนุษย์โดยอาศัยแนวคิดพื้นฐานของวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ เพื่อฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดแก้ปัญหาในการเขียนโปรแกรมรวมทั้งแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (Wing, 2006) การคิดเชิงคำนวณไม่เพียงแต่ใช้ในรายวิชาเกี่ยวกับวิทยาการคอมพิวเตอร์เท่านั้นแต่ยังเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถดำเนินการประยุกต์ใช้กับวิชาต่าง ๆ ได้ เช่น ฟิสิกส์ควอนตัม ชีววิทยาขั้นสูง (Barr & Stephenson, 2011) สำหรับการกำหนดกรอบหลักสูตรการคิดเชิงคำนวณนั้นได้รับการพัฒนาขึ้นตอนจากง่ายไปจนถึงซับซ้อนโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เด็กมีส่วนร่วมในการคิดและการแก้ปัญหาผ่านการคิดแบบอัลกอริทึมและรู้จักวิธีการแก้ปัญหาโดยทักษะการคิดเชิงคำนวณมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้ 1. Abstraction คือกระบวนการทำให้สิ่งประดิษฐ์เข้าใจได้ง่ายขึ้นโดยการลดรายละเอียดที่ไม่จำเป็น เช่น สร้างแบบจำลองเพื่อแก้ปัญหาหรือออกแบบองค์ประกอบชิ้นงาน (ระบุความต้องการของโปรแกรม ออกแบบการแสดงผลลัพธ์ของโปรแกรม) 2. Generalization การออกแบบและเขียนโปรแกรมที่มีลักษณะเหมือนกัน เป็นวิธีการแก้ปัญหาใหม่อย่างรวดเร็วโดยอาศัยวิธีแก้ปัญหาก่อนหน้านั้นและสร้างจากประสบการณ์เดิม โดยนำคำสั่งที่เคยเขียนก่อนหน้ามาปรับปรุงบางส่วน (การออกแบบการเขียนโปรแกรมที่มีหลายเงื่อนไขซึ่งจะใช้ชุดคำสั่งคล้ายกันแต่เปลี่ยนการแสดงผลบางส่วน) 3. Decomposition การออกแบบการทำงานในแต่ละส่วนย่อยและพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาโดยการรวบรวมชิ้นส่วนขนาดเล็กเข้าด้วยกัน (ในการเขียนโปรแกรมภาษาซีเพื่อตัดเกรด จะต้องแบ่งการทำงานของเงื่อนไขออกเป็นส่วนย่อย) 4. Algorithm thinking กำหนดชุดขั้นตอนในการแก้ไขปัญหา (แก้ปัญหาย่อยเป็นลำดับขั้นตอน) 5. Debug ตรวจสอบรับรู้และแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่สมบูรณ์ (Angeli, 2016)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ครอบคลุมในการดำเนินโครงการ เป็นศูนย์กลางความเข้าใจของผู้เรียนที่สำคัญตามแนวความคิดและหลักการของหลักสูตรนั้น ๆ โดยมีลักษณะของการจัดการเรียนรู้ คือ 1. ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและสร้างความสนใจ 2. เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายในบริบทที่แท้จริง 3. ผู้เรียนเข้าใจปัญหาและสามารถเข้าถึงปัญหาตามความเป็นจริง 4. ผู้เรียนสามารถเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาและตัดสินใจเองได้ โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา 5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ทักษะที่สำคัญตามสภาพปัญหาที่แท้จริง 6. เข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ 7. ผู้เรียนได้ประเมินตนเองและสะท้อนการเรียนรู้ของตนเอง 8. มีผลงานที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นตัวบ่งชี้สิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ 9. การแสดงผลงานเพื่อนำเสนอต่อผู้อื่นเป็นเป้าหมายสุดท้ายของการเรียน (สุคนธ์ สิ้นธพานนท์และคณะ, 2554) โดยผู้เรียนจะมีอิสระในการเลือกที่จะเรียนรู้มีส่วนร่วมคิดออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะของตนเองอีกทั้งยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงผลของการเรียนรู้ตลอดจนสามารถแสดงถึงการประยุกต์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการรังสรรค์ชิ้นงานขึ้นมาใหม่ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ทักษะกระบวนการคิดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาสมรรถนะและคุณลักษณะของผู้เรียนซึ่งจะเป็นการแสดงว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยผ่านโครงงานเป็นฐานให้กับผู้เรียนนั้นจะสามารถให้ผลตอบสนองกับความต้องการของสังคมสามารถส่งผลให้ผู้เรียนเกิดหรือมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 และเป็นไปตามเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ของหลักสูตรการศึกษาไทย 4.0 ได้อย่างแท้จริง (ชมพูเนื่อง จานงค์ ภัทรยุทธโสภณอัศวกรณ์ และอัจฉรา ธนพิพิธ, 2563) สำหรับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง “โครงงาน” มีขั้นตอนการทำโครงงาน ดังนี้ 1. การคิดและเลือกหัวเรื่อง ผู้เรียนจะต้องคิดและเลือกหัวเรื่องของโครงงานด้วยตนเองว่าอยากจะทำอะไร เพราะเหตุใด ได้แนวความคิดจากปัญหา คำถามหรือความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ของผู้เรียน หัวเรื่องของโครงงานควรมีความเฉพาะเจาะจงและชัดเจน การกำหนดหัวเรื่องของโครงงานนั้นต้องมีแหล่งที่จะช่วยกระตุ้นให้เกิดความคิดและสนใจจากหลายแหล่ง เช่น การอ่านหนังสือ หรืออ่านเอกสารบทความ การฟังบรรยายทางวิชาการ การเข้าชมนิทรรศการหรืองานประกวดโครงงานทางวิทยาศาสตร์การสนทนากับบุคคลต่าง ๆ หรือจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ รอบตัว 2. การวางแผน การวางแผนการทำโครงงานจะรวมไปถึงการเขียนเค้าโครงของโครงงาน จำเป็นต้องมีการวางแผนไว้ล่วงหน้าเพื่อให้โครงงานเป็นมี

ความเรียบร้อยเป็นไปตามแผนจากนั้นนำเสนอต่อครูผู้สอนหรืออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอความเห็นชอบและคำแนะนำก่อนดำเนินการขั้นตอนต่อไป 3. การดำเนินงาน ผู้เรียนต้องปฏิบัติตามแผนงานที่วางไว้ โดยเตรียมวัสดุอุปกรณ์และสถานที่ให้พร้อมปฏิบัติงานและต้องไม่ลืมคำนึงถึงความปลอดภัยและปลอดภัยในการทำงาน รวมไปถึงการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินงาน มีขั้นตอนปฏิบัติงานอย่างไร ได้ผลอย่างไร 4. การเขียนรายงาน การเขียนรายงานเกี่ยวกับโครงการเป็นวิธีสื่อความหมายที่จะให้ผู้อื่นได้เข้าใจถึงแนวคิดวิธีการดำเนินงานผลที่ได้ตลอดจนข้อสรุปและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับโครงการนั้น การเขียนโครงการควรใช้ภาษาที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย 5. การนำเสนอผลงาน การนำเสนอผลงานเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำโครงการ เป็นวิธีการที่จะทำให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจถึงผลงานผ่านการนำเสนอ โดยสามารถทำการนำเสนอได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับประเภทของโครงการ (สุชาติ วงศ์สุวรรณ, 2542)

บทเรียนบนเครือข่าย เป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลา โดยการสอนผ่านเครือข่ายจะประยุกต์ใช้คุณสมบัติและทรัพยากรของ World Wide Web ในการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายที่จัดขึ้นนี้อาจเป็นบางส่วนหรือทั้งหมดของกระบวนการเรียนการสอน (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2544) บทเรียนบนเครือข่าย WBI/WBT สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภทตามระดับความยากดังนี้ 1. Embedded WBI เป็นบทเรียนบนเว็บที่นำเสนอด้วยข้อความและกราฟิกเป็นหลักจัดว่าเป็นบทเรียนขั้นพื้นฐานที่พัฒนามาจากบทเรียน CAI/CBT ส่วนใหญ่พัฒนาขึ้นด้วยภาษา HTML 2. IWBI (Interactive WBI) เป็นบทเรียนบนเว็บที่พัฒนามาจากบทเรียนประเภทแรกโดยเน้นให้มีการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนนอกจากจะนำเสนอด้วยสื่อต่างๆ ทั้งข้อความกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวการพัฒนาบทเรียนในระดับนี้จึงต้องใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ยุคที่ 4 ได้แก่ภาษาเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) เช่น Visual Basic, Visual C++ รวมทั้งภาษา XML, Perl เป็นต้น 3. IMMWB (Interactive Multimedia WBI) เป็นบทเรียนบนเว็บที่นำเสนอโดยยึดคุณสมบัติทั้ง 5 ด้านของมัลติมีเดียได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่งภาพ เคลื่อนไหว เสียง และการปฏิสัมพันธ์ จัดว่าเป็นบทเรียนบนเว็บระดับสูงสุดเนื่องจากการปฏิสัมพันธ์เพื่อจัดการทางด้านภาพเคลื่อนไหวและเสียงของบทเรียนโดยใช้เว็บเบราว์เซอร์นั้น มีความยุ่งยากมากกว่าบทเรียนที่นำเสนอแบบเพียงลำพัง ผู้พัฒนาบทเรียนจะต้องใช้เทคนิคต่างๆ เข้าช่วยเพื่อให้การตรวจปรับบทเรียนจากการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนเป็นไปด้วยความรวดเร็วและราบรื่น เช่น การเขียนคุกกี้ (Cookies) เพื่อช่วยสื่อสารข้อมูลระหว่างเว็บเซิร์ฟเวอร์กับตัวบทเรียนที่อยู่ในโคลแอนท์ เป็นต้น ตัวอย่างของภาษาที่พัฒนาบทเรียนระดับนี้ได้แก่ Java, ASP, JSP และ PHP เป็นต้น (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545) ในด้านการจัดการเรียนการสอนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายมีความแตกต่างกับการเรียนการสอนในชั้นเรียน คือ การสอนแบบดั้งเดิมในชั้นเรียนส่วนใหญ่จะมีลักษณะที่เน้นให้ผู้สอนเป็นผู้ป้อนความรู้ทำให้ผู้เรียนไม่กระตือรือร้นที่จะหาความรู้เพิ่มเติมซึ่งในลักษณะดังกล่าวจะคำนึงถึงแต่การเรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำการสอบให้ผ่านเท่านั้น ตามหลักการพื้นฐานของการเรียนรู้นั้นเชื่อว่าผู้เรียนที่แสวงหาความรู้ด้วยตนเองจะเกิดการเรียนรู้ได้ดี ซึ่งการจัดการเรียนการสอนบนเว็บสนับสนุนให้ผู้เรียนเฝ้าหาความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสเข้าร่วมทำกิจกรรมต่างๆ กับกลุ่มผู้เรียนและระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนทั้งในเชิงเสาะแสวงหาข้อมูลด้วยบริการในอินเทอร์เน็ตด้วยตนเองและการตอบโต้ทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ หากมองในภาพกว้างจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมในชั้นเรียนนั้นผู้สอนจะเป็นฝ่ายพูดและแสดงความคิดเห็นมากกว่าผู้เรียนซึ่งเห็นได้จากเวลาที่ผู้สอนจะถูกจำกัดด้วยเวลาที่สอนเท่านั้น ไม่มีความต่อเนื่องหากการเรียนการสอนจำเป็นต้องใช้เวลามากกว่าที่มีอยู่ทำให้การเรียนการสอนในบางครั้งเกิดขึ้นในลักษณะการเรียนร่วมกันในหมู่คณะที่ใหญ่ไม่เกิดความคล่องตัวและไม่สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยแต่ละคนก็มีการรับรู้และความสามารถในการเรียนไม่เท่ากัน

จากทฤษฎีที่ได้กล่าวไปข้างต้นผู้วิจัยจึงนำการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานซึ่งเป็นการเน้นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง นักเรียนจะได้พัฒนาทักษะต่างๆ เนื่องจากผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อฝึกทักษะด้วยตนเองโดยในการปฏิบัติกิจกรรมนั้นผู้วิจัยได้ผนวกการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเข้ากับการคิดเชิงคำนวณซึ่งเป็นพื้นฐานของการแก้ปัญหาและพื้นฐานของการเขียนโปรแกรมโดย

ผู้เรียนจะได้เรียนผ่านบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี

■ จุดประสงค์การวิจัย

เพื่อออกแบบและพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี

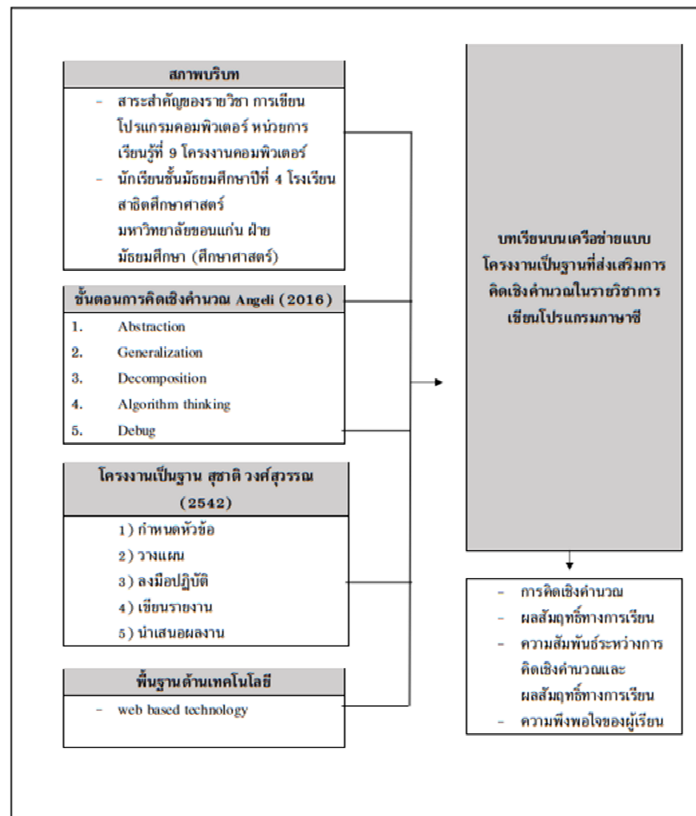
■ วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี คือ การวิจัยเชิงพัฒนา แบบที่ 1 (Developmental research, Type 1) ซึ่งประกอบด้วย 3 กระบวนการ คือ การออกแบบ การพัฒนา และการประเมินผล (Richey, Klein, and Nelson, 2004) สำหรับงานวิจัยฉบับนี้อยู่ในขั้นออกแบบและพัฒนา ซึ่งสามารถอธิบายได้ ดังนี้

1. กระบวนการออกแบบ (Design Process)

1) ทบทวนวรรณกรรม (Literature review) ศึกษาหลักการทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ได้แก่ การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่าย การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน การคิดเชิงคำนวณ รวมถึงคุณลักษณะและระบบสัญลักษณ์ของสื่อบนเครือข่ายเพื่อนำมาเป็นพื้นฐานในการศึกษา

2) สังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี จากการทบทวนหลักการที่เกี่ยวข้อง โดยใช้แบบบันทึกการสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการสรุปตีความและบรรยายเชิงวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วย 3 พื้นฐานดังนี้ 1) พื้นฐานด้านการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่าย 3) พื้นฐานของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน 2) พื้นฐานขั้นตอนการคิดเชิงคำนวณ มีรายละเอียดดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1. การสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานพื้นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

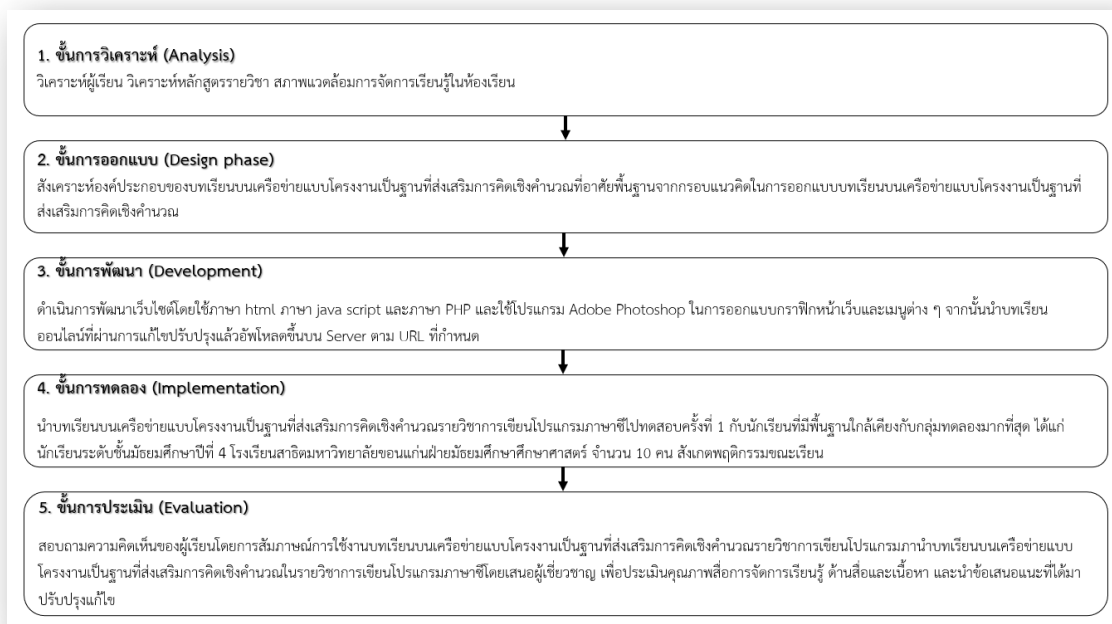
3) ศึกษาสภาพบริบท (Contextual study) เกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้ในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบไปด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยสำรวจสภาพบริบทและสัมภาษณ์เชิงลึกเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนทั้งผู้เรียนและอาจารย์ผู้สอน

4) สังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบและพัฒนา (Designing framework) โดยอาศัยพื้นฐานจากกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานพื้นฐาน (สุชาติ วงศ์สุวรรณ, 2542) การคิดเชิงคำนวณ (Angeli, 2016) และศึกษาจากสภาพบริบท จากนั้นทำการบันทึกในแบบบันทึกการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบบทเรียนบนเครือข่าย และทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยสรุปตีความเชิงวิเคราะห์

5) นำกรอบแนวคิดในการออกแบบบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานพื้นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

2. กระบวนการพัฒนา (Development Process)

ดำเนินการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานพื้นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณโดยอาศัยกระบวนการพัฒนารูปแบบการสอน คือ ADDIE Model มีลำดับการพัฒนาเป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) การพัฒนา (Development) การนำไปใช้ (Implementation) และการประเมินผล (Evaluation) มีรายละเอียดดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2. ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณแบบ ADDIE Model

2.1 ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis) ศึกษาวิเคราะห์แนวคิดทฤษฎีจากเอกสาร หนังสือ บทความ หนังสือประกอบการเรียน สัมภาษณ์อาจารย์ประจำวิชา สัมภาษณ์นักเรียน

2.1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จัดว่าเป็นผู้เรียนที่มีวุฒิภาวะในการรับผิดชอบตัวเอง มีความกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ ต้องการความเป็นอิสระในการเรียนการเรียนรู้ตามสติปัญญาและความสามารถของตนเองจะเกิดประโยชน์สูงสุดในการเรียนและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

2.1.2 วิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติม การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาซี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยรายวิชาจะเป็นการศึกษาความรู้ความเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหา การจำลองความคิด โครงสร้างแบบต่าง ๆ สำหรับการเขียนโปรแกรม โครงสร้างของโปรแกรมภาษาซี คำสั่งรับและแสดงผล โครงสร้างแบบมีทางเลือก และโครงสร้างแบบทำซ้ำ ใช้กระบวนการฝึกทักษะการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีหลักการและกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ และรู้จักโครงสร้างของข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ที่ใช้ทำงานในระบบคอมพิวเตอร์ พัฒนาสมรรถนะความสามารถในการคิด นำเอาความรู้ด้านการเขียนโปรแกรมมาแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและมีคุณธรรม

2.1.3 สภาพแวดล้อมการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน ผู้วิจัยได้เข้าสังเกตการณ์และตรวจสอบจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ที่มีความแตกต่างกันพบว่าในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซียังไม่มีจัดการการเรียนรู้ผ่านสื่อแบบบทเรียนบนเครือข่าย ผลการเรียนรู้ในห้องเรียนไม่ตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล

2.2 ขั้นการออกแบบ (Design phase) สังเคราะห์องค์ประกอบของบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณที่อาศัยพื้นฐานจากกรอบแนวคิดในการออกแบบบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณโดยแปลงทฤษฎีลงสู่การปฏิบัติที่มุ่งเน้นการสร้างความรู้ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการส่งเสริมความสามารถในด้านการเขียนโปรแกรม ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบองค์ประกอบ ดังนี้

2.2.1 องค์ประกอบที่ 1 เรียนรู้ด้วยโครงงาน จะประกอบไปด้วยขั้นตอนการทำโครงงาน 5 ขั้นตอน (สุชาติ วงศ์สุวรรณ, 2542) ได้แก่ 1) กำหนดหัวข้อ 2) วางแผน 3) ลงมือปฏิบัติ 4) เขียนรายงาน 5) นำเสนอผลงาน ผู้วิจัยได้นำแนวคิด

เชิงคำนวณ (Angeli, 2016) มาผนวกกับขั้นตอนที่ 3 ของการทำโครงงาน เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือเขียนโปรแกรมตามขั้นตอนการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอนได้แก่

- 1) ออกแบบหน้าจอบริบทสัมพันธ์ (Abstraction การคิดเชิงนามธรรม)
- 2) คำสั่งที่นำมาใช้ (Generalization ทารูปแบบปัญหา)
- 3) ออกแบบการทำงานในแต่ละส่วนย่อย (Decomposition การย่อยปัญหา)
- 4) ออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithmic thinking ขั้นตอนวิธี)
- 5) ตรวจสอบผลลัพธ์ (Debugging แก้ไขจุดบกพร่อง)

2.2.2 องค์ประกอบที่ 2 เรียนรู้เพิ่มเติม ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาของภาษาซีได้ในหน้าเรียนรู้เพิ่มเติม

2.2.3 องค์ประกอบที่ 3 แหล่งเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนหรือดาวน์โหลดเอกสารประกอบการเรียนได้ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมได้ในหน้าเรียนรู้เพิ่มเติม

2.2.4 องค์ประกอบที่ 4 ประชุมออนไลน์ นักเรียนสามารถเลือกใช้งานโปรแกรมประชุมออนไลน์ผ่านบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ เช่น โปรแกรม Zoom, Google Meet, Discord, Microsoft Teams เพื่อระดมความคิดและทำงานร่วมกัน

2.2.5 องค์ประกอบที่ 5 พบผู้เชี่ยวชาญ นักเรียนสามารถติดต่อสอบถามครูผู้สอนได้ผ่าน Email Line Facebook เบอร์โทรศัพท์ ที่หน้าเมนูติดต่อครูผู้สอน

2.3 ขั้นการพัฒนา (Development)

2.3.1 ดำเนินการพัฒนาเว็บไซต์โดยใช้ภาษา html ภาษา java script และภาษา PHP และใช้โปรแกรม Adobe Photoshop ในการออกแบบกราฟิกหน้าเว็บและเมนูต่าง ๆ

2.3.2 นำบทเรียนออนไลน์ที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงแล้วอัปโหลดขึ้นบน Server ตาม URL ที่กำหนด 2.4
ขั้นการทดลอง (Implementation)

2.4.1 นำบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซีไปทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนที่มีพื้นฐานใกล้เคียงกับกลุ่มทดลองมากที่สุด ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่นฝ่ายมัธยมศึกษาศึกษาศาสตร์ จำนวน 10 คน สังเกตพฤติกรรมขณะเรียน

2.5 ขั้นการประเมิน (Evaluation)

2.5.1 สอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนโดยการสัมภาษณ์การใช้งานบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี

2.5.2 นำบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซีโดยเสนอผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินคุณภาพสื่อการจัดการเรียนรู้ ด้านสื่อและเนื้อหา และนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

ผู้เข้าร่วมการวิจัย

กลุ่มคนที่เข้าร่วมการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อและเนื้อหาที่ได้รับการแต่งตั้งจากมหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 3 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายมัธยมศึกษา (ศึกษาศาสตร์) ที่เรียนในหลักสูตรส่งเสริมศักยภาพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (หลักสูตรคู่ขนาน) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ทำการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากประชากรมา 2 ห้องเรียน ให้เป็นกลุ่มทดลอง 1

ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีบริบทเหมือนกันคือ มีความรู้และความสามารถพื้นฐานเหมือนกัน มีเกรดเฉลี่ยโดยรวมใกล้เคียงกัน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทดลองและเก็บข้อมูล ณ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายมัธยมศึกษา (ศึกษาศาสตร์) เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐาน โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

1) ขั้นตอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ปฐมนิเทศเกี่ยวกับการทำโครงงาน จากนั้นแบ่งกลุ่มผู้เรียนกลุ่มละ 4-5 คน และทำการแนะนำวิธีการใช้งานบทเรียนบนเครือข่าย

2) ขั้นตอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้จัดเตรียมไว้ ซึ่งประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผน ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง โครงงานคอมพิวเตอร์ ประกอบไปด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

- กำหนดหัวข้อโครงงาน ผู้เรียนจะต้องคิดและเลือกหัวเรื่องของโครงงานด้วยตนเองว่าอยากจะศึกษาอะไร เพราะเหตุใด ได้แนวความคิดจากปัญหา คำถามหรือความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ของผู้เรียน หัวเรื่องของโครงงานควรมีความเฉพาะเจาะจงและชัดเจน การกำหนดหัวเรื่องของโครงงานนั้นต้องมีแหล่งที่จะช่วยกระตุ้นให้เกิดความคิดและสนใจจากหลายแหล่ง เช่นการอ่านหนังสือ หรืออ่านเอกสารบทความ การฟังบรรยายทางวิชาการ การเข้าชมนิทรรศการ หรืองานประกวดโครงงานทางวิทยาศาสตร์การสนทนากับบุคคลต่าง ๆ หรือจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ รอบตัว

- การวางแผน การวางแผนการทำโครงงานจะรวมไปถึงการเขียนเค้าโครงของโครงงาน จำเป็นต้องมีการวางแผนไว้ล่วงหน้าเพื่อให้โครงงานเป็นความเรียบร้อยเป็นไปตามแผนจากนั้นนำเสนอต่อครูผู้สอนหรืออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอความเห็นชอบและคำแนะนำก่อนดำเนินการขั้นต่อไป

- การปฏิบัติงาน ผู้เรียนต้องปฏิบัติตามแผนงานที่วางไว้ โดยลงมือเขียนโปรแกรมตามขั้นตอนการคิดเชิงคำนวณ 5 ขั้น ตามกรอบแนวคิดของ Angeli (2016)

- การเขียนรายงาน การเขียนรายงานเกี่ยวกับโครงงานเป็นวิธีสื่อความหมายที่จะให้ผู้อื่นได้เข้าใจถึงแนวคิดวิธีการดำเนินงานผลที่ได้ตลอดจนข้อสรุปและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับโครงงานนั้น การเขียนโครงงานควรใช้ภาษาที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย

- การนำเสนอผลงาน การนำเสนอผลงานเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำโครงงาน เป็นวิธีการที่จะทำให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจถึงผลงานผ่านการนำเสนอ โดยสามารถทำการนำเสนอได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับประเภทของโครงงาน

3) สัมภาษณ์นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานด้วยบทสัมภาษณ์ 3 ด้าน ดังนี้

- ด้านเนื้อหา เช่น ความสอดคล้องของเนื้อหาที่ใช้กับบทเรียน เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับระยะเวลา เนื้อหาที่ใช้สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย และอื่นๆ

- ด้านสื่อการเรียนรู้ เช่น ความสวยงาม ความน่าสนใจ มีช่องทางการติดต่อสอบถาม มีการจัดหมวดหมู่ที่ง่ายต่อการค้นหาและอื่นๆ

- ด้านกระบวนการเรียนรู้ เช่น บทเรียนบนเครือข่ายช่วยส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม และอื่นๆ

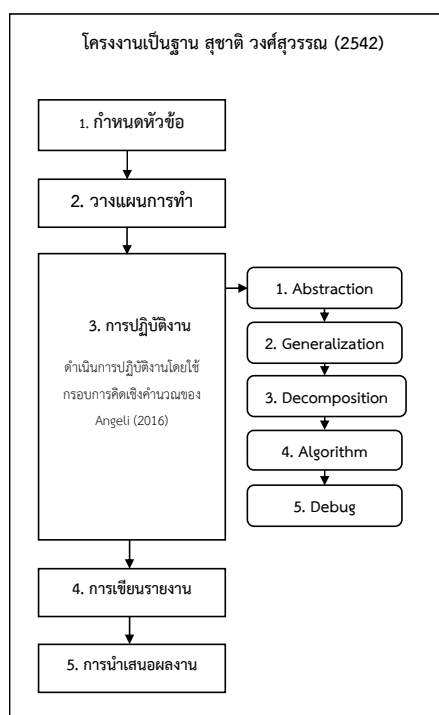
การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ การวิเคราะห์ผลจากการประเมินคุณภาพสื่อของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพสื่อการจัดการเรียนรู้ตามมาตรวัดของลิเคิร์ท หรือ Likert Scale (แบ่งการให้คะแนนออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ 5 หมายถึงเห็นด้วยที่สุด 4 หมายถึงเห็นด้วย 3 หมายถึงปานกลาง 2 หมายถึงไม่เห็นด้วย และ 1 หมายถึงไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง) ซึ่งแบบประเมินดังกล่าวจะแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาในบทเรียน ด้านสื่อการเรียนรู้ และด้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นต้น พร้อมคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) และสัมภาษณ์นักเรียนที่เรียนผ่านบทเรียนบนเครือข่ายโดยใช้บทสัมภาษณ์ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อการเรียนรู้ และด้านกระบวนการเรียนรู้

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการวิจัย

บทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในรายวิชา การเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำหลักการออกแบบบทเรียนบนเครือข่าย ADDIE MODEL มาใช้ในการพัฒนาได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 3

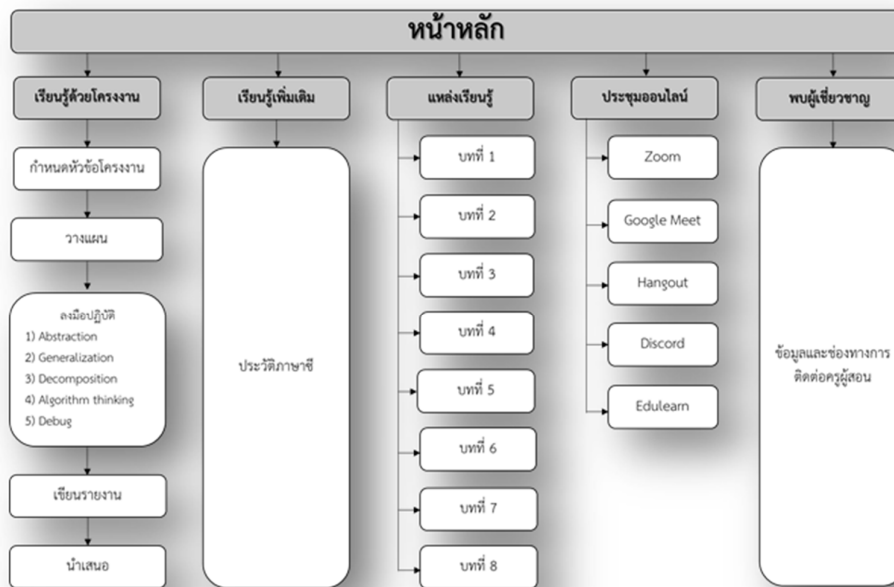


ภาพที่ 3. การสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

จากภาพที่ 3 แสดงการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณประกอบไปด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (สุชาติ วงศ์สุวรรณ, 2542) มี

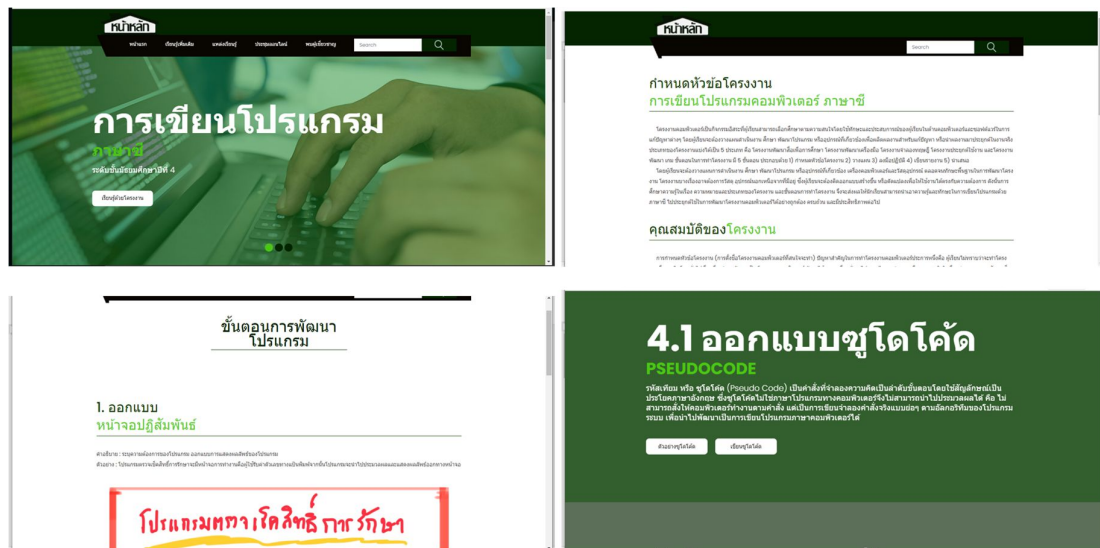
ทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กำหนดหัวข้อโครงงาน 2) วางแผนการทำโครงงาน 3) การปฏิบัติงาน ดำเนินการปฏิบัติงานโดยใช้กรอบ การคิดเชิงคำนวณของ Angeli (2016) 4) การเขียนรายงาน และ 5) การนำเสนอผลงาน เป็นต้น

การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายสามารถออกแบบองค์ประกอบของบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงาน เป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ มี 5 องค์ประกอบได้แก่ 1) เรียนรู้ด้วยโครงงาน 2) เรียนรู้เพิ่มเติม 3) แหล่งเรียนรู้ 4) ประชุมออนไลน์ 5) พบผู้เชี่ยวชาญ โดยในองค์ประกอบการเรียนรู้ด้วยโครงงานได้ผนวกการคิดเชิงคำนวณในการกิจ การเรียนรู้ซึ่งได้พัฒนาตามกรอบการคิดเชิงคำนวณของ Angeli (2016) ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนการคิดออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) Abstraction 2) Generalization 3) Decomposition 4) Algorithm thinking และ 5) Debug มี โครงสร้างบทเรียนบนเครือข่าย ดังภาพที่ 4

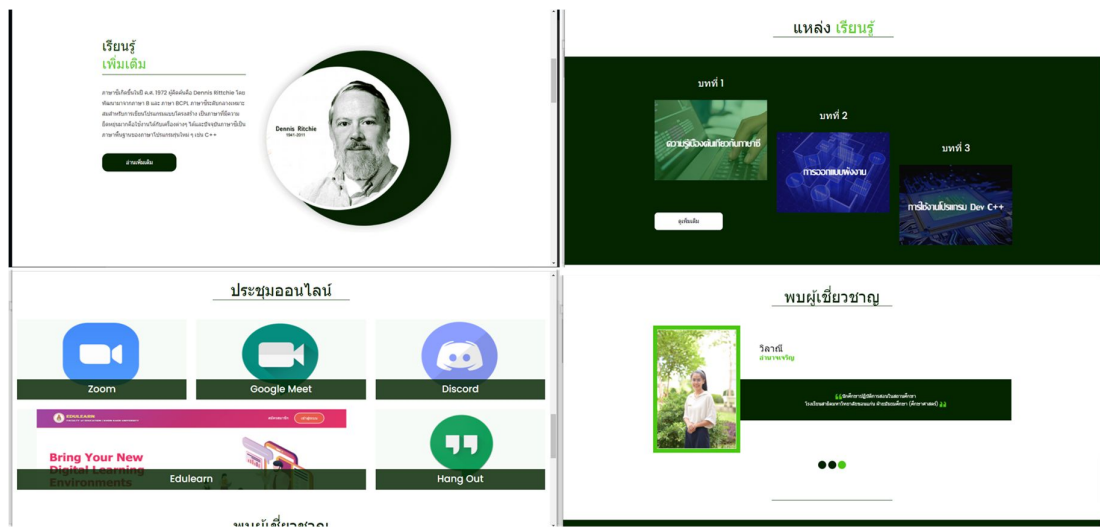


ภาพที่ 4. โครงสร้างองค์ประกอบของบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

ผลการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ปรากฏตัวอย่างบทเรียนบนเครือข่ายดังภาพที่ 5 และภาพที่ 6



ภาพที่ 5. ภาพบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ 1



ภาพที่ 6. ภาพบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ 2

จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ด้วยแบบประเมินคุณภาพสื่อการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผลการประเมินสามารถแสดง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1

ผลการประเมินคุณภาพสื่อของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหาในบทเรียน			
1.1 เนื้อหาที่ใช้มีความสอดคล้องกับบทเรียน	4.67	0.58	ดีเยี่ยม
1.2 เนื้อหาที่ใช้มีความเหมาะสมกับระยะเวลา	4.00	1.00	ดี
1.3 ลำดับขั้นตอนของเนื้อหาที่ใช้มีความเหมาะสม	4.00	1.00	ดี
1.4 เนื้อหาที่ใช้สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย	4.00	0.00	ดี
1.5 ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากบทเรียน ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	4.33	0.58	ดี
เฉลี่ยรวม	4.20	0.63	ดี
2. ด้านสื่อการเรียนรู้			
2.1 สื่อการเรียนรู้มีความสวยงาม น่าสนใจ	4.67	0.58	ดีเยี่ยม
2.2 สื่อการเรียนรู้ใช้งานง่าย	4.00	0.00	ดี
2.3 สื่อการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน	4.67	0.58	ดีเยี่ยม
2.4 สื่อการเรียนรู้มีช่องทางการติดต่อสอบถามที่เหมาะสม	4.33	0.58	ดี
2.5 สื่อการเรียนรู้มีการจัดหมวดหมู่ง่ายต่อการค้นหาและทำความเข้าใจ	4.33	0.58	ดี
เฉลี่ยรวม	4.40	0.46	ดี
3. ด้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้			
3.1 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาภาษาซีได้	4.00	1.00	ดี
3.2 ผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาภาษาซีกับกลุ่มที่มอบหมายภายในห้องเรียนได้อย่างเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
3.3 การจัดการเรียนรู้โดยบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาภาษาซีช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
3.4 ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบคำตอบหรือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้จากบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาภาษาซี	4.33	0.58	ดี
3.5 ผู้เรียนสามารถสรุปคำตอบในกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาภาษาซีได้	4.67	0.58	ดีเยี่ยม
เฉลี่ยรวม	4.33	0.66	ดี
4. การประเมินคุณภาพสื่อการจัดการเรียนรู้ในภาพรวม	4.31	0.58	ดี

จากตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพสื่อการจัดการเรียนรู้บทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นบทเรียนบนเครือข่ายโดยรวมทั้งหมดอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ 4.31 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 เมื่อจำแนก

แบ่งความคิดเห็นออกเป็น 4 ด้านดังนี้ 1) ด้านเนื้อหาในบทเรียน อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 4.20 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63 2) ด้านสื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 3) ด้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66

ผลการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีบริบทใกล้เคียงกลุ่มทดลอง พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงการเป็นฐานมีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาภาษาซีได้ จากการสัมภาษณ์นักเรียนมีความคิดเห็นดังนี้

1. ด้านเนื้อหา เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลา และมีรายละเอียดครบถ้วน ตัวอย่างโค้ดเข้าใจง่ายเนื่องจากมีการอธิบายให้เห็นเป็นขั้นตอน
2. ด้านสื่อการเรียนรู้ หน้าเว็บทันสมัย ทำให้รู้สึกอยากเรียน ตัวเว็บไซต์ใช้งานง่ายแค่คลิกตามขั้นตอนที่บอกไว้หน้าเว็บก็สามารถเรียนได้เลย
3. ด้านกระบวนการเรียนรู้ เมื่อเรียนผ่านบทเรียนบนเครือข่ายทำให้เข้าใจวิธีการเขียนโปรแกรมมากขึ้นและอยากลองประยุกต์ใช้ความรู้ที่มีพัฒนาเป็นโปรแกรมในด้านต่างๆ เช่น อยากลองนำพื้นฐานด้านการเขียนโปรแกรมไปทดลองพัฒนาเกมส์ เป็นต้น

อภิปรายผล

จากการออกแบบและพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซีมี 5 องค์ประกอบได้แก่ 1) เรียนรู้ด้วยโครงการ 2) เรียนรู้เพิ่มเติม 3) แหล่งเรียนรู้ 4) ประชุมออนไลน์ 5) พบผู้เชี่ยวชาญ โดยในองค์ประกอบการเรียนรู้ด้วยโครงการได้ผนวกการคิดเชิงคำนวณในการจัดการเรียนรู้ซึ่งได้พัฒนาตามกรอบการคิดเชิงคำนวณของ Angeli (2016) ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนการคิดออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) Abstraction 2) Generalization 3) Decomposition 4) Algorithm thinking และ 5) Debug และเมื่อนำบทเรียนบนเครือข่ายไปวิเคราะห์โดยใช้แบบประเมินคุณภาพสื่อการจัดการเรียนรู้ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ 3 ท่าน พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นบทเรียนบนเครือข่ายโดยรวมทั้งหมดอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ 4.31 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 เมื่อจำแนกแบ่งความคิดเห็นออกเป็น 4 ด้านดังนี้ 1) ด้านเนื้อหาในบทเรียน อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 4.20 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63 2) ด้านสื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 3) ด้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66 และเมื่อนำบทเรียนบนเครือข่ายไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีบริบทใกล้เคียงกับกลุ่มทดลอง พบว่า ประสิทธิภาพเว็บมีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาภาษาซีได้ บทเรียนมีความสวยงาม ใช้งานง่าย รูปลักษณ์ดูทันสมัยต่อผู้ใช้งาน

บทสรุปจากการวิจัย

จากการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี เมื่อผ่านการประเมินคุณภาพสื่อพบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.31 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 ดังนั้นจึงลงความเห็นว่า คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับ “ดี” สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซีได้ นอกจากนี้นักเรียนที่ทดลองเรียนผ่านบทเรียนบนเครือข่ายมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ บทเรียนบนเครือข่ายดังกล่าวมีความสอดคล้องของเนื้อหาที่ใช้กับบทเรียนทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้ บทเรียนใช้งานง่าย รูปแบบทันสมัย จึงทำให้บทเรียนบนเครือข่ายสามารถช่วยในการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้อย่างเหมาะสม

■ ข้อจำกัดหรือข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อจำกัด

บทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี มีข้อจำกัดในการใช้งาน ได้แก่ ผู้เรียนต้องเตรียมความพร้อมในด้านอุปกรณ์ เช่น คอมพิวเตอร์หรือแท็บเล็ต และใช้สัญญาณอินเทอร์เน็ตในการเข้าถึงบทเรียนบนเครือข่าย

ข้อเสนอแนะ

บทเรียนบนเครือข่ายแบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี ควรมีการกำหนดระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนการทำโครงงานให้เหมาะสมกับกิจกรรมและควรเพิ่มตัวอย่างโครงงานให้หลากหลายยิ่งมากขึ้น

■ References

- กาญจนา บุญภักดี. (2563). การจัดการเรียนรู้ยุค New Normal. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 19(2), A1-A6.
- ชยการ ศิริรัตน์. (2562). การใช้กระบวนการแก้ปัญหาและโปรแกรม App Inventor พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking: CT) สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 47(2), 31-47.
- รัชนิบูรณ์ เนตรภักดี คัมภีร์ภาพ คงสำรวย อานันท์ กรมน้อย และเตือนใจ ผางคำ. (2563). ความปกติใหม่ 5 (New Normal) กับแนวทางการจัดการศึกษาในประเทศไทย. *วารสารมหาวิทยาลัยมหาจุฬาราชวิทยาลัย วิทยาเขตร้อยเอ็ด*, 9(2), 752-763.
- พัชราภรณ์ ดวงชื่น. (2563). การบริหารจัดการศึกษารับมือความปกติใหม่หลังวิกฤตโควิด – 19. *วารสารศิลปะการจัดการ*, 4(3), 783-795.
- ภานุมาศ หมอสินธ์ ละออองดาว ทองดี อรรถพล หล้าสมบุรณ์ และคำพันธ์ อัครเนตร. (2559). การสร้างสื่อการเรียนการสอนออนไลน์โดยใช้ทฤษฎีสร้างสรรค์นิยมในยุคไทยแลนด์ 4.0. *วารสารวิชาการสถาบันวิทยาการจัดการแห่งแปซิฟิก*, 2(2), 161-171.
- ชมพู เนื่องจางค์ ภัทรยุทธ โสภา อัครวรรณ และอัจฉรา ธนียะ. (2563). กรอบทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 กับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน. *วารสารวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ*, 6(1), 623-640.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). *มัลติมีเดียและหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย*. กรุงเทพฯ: กองบริการการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สกุรัตน์ จงสมชัย. (2561). การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รหัสวิชา ง 31247 เรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ TGT. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 1(3), 79-91.
- สุนันท์ สินธพานนท์ และคณะ. (2554). *วิธีการสอนตามแนวปฏิบัติการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน*. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินต์.

- สุชาติ วงศ์สุวรรณ. (2542). *การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน*. ค้นเมื่อ 30 สิงหาคม 2563, จาก http://supatatproject.blogspot.com/p/blog-page_185.html
- ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง. (2547). *การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อัญชลี ทองเอม. (2561). การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเพื่อพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. *วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 8(3), 185-199.
- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., & Zagami, J. (2016). A K-6 Computational Thinking Curriculum Framework: Implications for Teacher Knowledge. *Educational Technology & Society*, 19(3), 47–57.
- Chareonrat, J. (2016). Analysis on factors affecting normal-grade student dismissal using decision tree. *SNRU Journal of Science and Technology*, 8(2), 256-267.
- Jeannette M. W. (2006). Computational Thinking. *Communications of the acm*, 49(3), 33-35.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community. *ACM Transactions on Computational Logic*, 111- 122. DOI:10.1145/1929887.1929905