



การพัฒนาระบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

A Development of Instructional System to Enhance Competency in Computer Programming for Secondary School Students

อาจนรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์*

Artnarong Manosuttirit

มนตรี แยมกลสิกร**

Montree Yamkasikorn

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนเขียนโปรแกรมและแนวทางการสอนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2) พัฒนาระบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และ 3) ประเมินประสิทธิภาพการใช้ระบบการสอน โดยขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ ขั้นที่ 2 การออกแบบ ขั้นที่ 3 การพัฒนา ขั้นที่ 4 การนำไปใช้ และขั้นที่ 5 ประเมินผล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ห้องเรียนที่มีความสามารถพิเศษคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน โดยใช้การทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design

ผลการวิจัยพบว่า 1) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 1) ปัจจัยด้านบุคลิกภาพ 2) ปัจจัยด้านความรู้ ความสามารถทางวิชาการ 3) ปัจจัยด้านคุณสมบัติพิเศษ (ปัญญาเลิศ) 4) ปัจจัยด้านสังคม และ 5) ปัจจัยสนับสนุนด้านอื่นๆ นอกจากนั้นกลุ่มผู้ให้ข้อมูลได้นำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอนไว้ดังนี้ 1) คัดเลือกผู้เรียนที่มีคุณสมบัติเหมาะสม 2) ทดสอบความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียน 3) จัดกิจกรรมฝึกประสบการณ์เพื่อประเมินศักยภาพ และ 4) ใช้รูปแบบการเรียนแบบพิเศษโดยเฉพาะเพื่อดึงความสามารถสูงสุดของผู้เรียน 2) ระบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่พัฒนาขึ้น มีองค์ประกอบ 6 หน่วยย่อย คือ 1) หน่วยสนับสนุน 2) หน่วยประเมินศักยภาพและจัดกลุ่ม 3) หน่วยปรับพื้นฐาน 4) หน่วยเรียนรู้เนื้อหาใหม่และฝึกฝนทักษะ 5) หน่วยฝึกทักษะและประสบการณ์ขั้นสูง และ 6) หน่วยวัดและประเมินผล 3) ผลการนำระบบการสอนไปทดลองใช้พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความรู้ ความเข้าใจ และทักษะการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนหลังการเรียนด้วยระบบการสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: ระบบการสอน/ การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

* นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

** อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชางานวัดกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา



Abstract

The study was the research and development. The main purposes of this research were to 1) to finding factors of learners who successes in computer programming study and instructional guideline of computer programming in secondary school level. 2) Develop instructional system model to enhance competency in computer programming for secondary school students and 3) evaluate efficiency of instructional system model to enhance competency in computer programming for secondary school students. The sample group was secondary school students in math-science gifted classroom with 35 students and using the experimental one group pretest posttest design.

The results were that: 1)The factors of learners who successes in computer programming subject are 1) Factors in personality 2) Factors in academic capacity 3) Factors in special talent 4) Factors in Sociality and 5) Factors in the others. In addition, all the data present in the curriculum are as follows: 1) selection of students who are eligible 2) tests the basic need to learn 3) event experience to assess and 4). Using learning style, especially for highest students' competency. 2)The study was organized into 5 steps: 1) Analysis of system requirements 2) System design 3) System development 4) System to use in the actual situation (Implement) 5) Evaluation system. The results of the study found that: The system composed of 6 elements were 1) Support unit 2) Assessment of potential and classification unit 3) Adjustment of basic knowledge unit 4) Learning new content and basic skills training unit 5) Skills training and Advance Experience unit and 6) Assessment and evaluation unit. 3)The experimental group, after learning the students' knowledge, Understanding and skills were higher than those of before learning in statistically significant at the .05 level

Keywords: Instructional System/ Computer Programming

บทนำ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาเทคโนโลยีด้านสารสนเทศ ซึ่งรวมทั้งเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการสื่อสาร (Information and Communications Technology) อีกทั้งเทคโนโลยีนานาสมัยอื่นๆ เช่น เทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรมศาสตร์ ได้ก่อให้เกิดกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างกว้างขวาง ประเทศที่พัฒนาหลายประเทศประสบความสำเร็จในการรักษาอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

บนพื้นฐานของ “เศรษฐกิจแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้” (Knowledge-based Economy) ในขณะที่เดียวกันความขาดแคลนแรงงานความรู้ส่งผลให้มีการใช้นโยบายนำเข้าแรงงานความรู้ เพื่อชดเชยและตอบสนองต่อความต้องการของตลาด ในขณะที่บางประเทศใช้นโยบายที่ชักนำให้สมองไหลกลับเพื่อพัฒนาชาติของตนเอง (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2545: 7)



ในปี 2554 ตลาดซอฟต์แวร์มีค่าการบริโภคของ Enterprise Software 27,880 ล้านบาท ขณะที่มูลค่าการผลิตของ Enterprise Software 17,865 ล้านบาท (คิดเป็นอัตราเติบโตร้อยละ 7.9) Mobile Application Software 1,065 ล้านบาท (คิดเป็นอัตราเติบโตร้อยละ 13.6) และบริการซอฟต์แวร์ 10,488 ล้านบาท (คิดเป็นอัตราเติบโตร้อยละ 13.4) โดยมีมูลค่าการผลิตรวมทั้งสิ้น 29,418 ล้านบาท (คิดเป็นอัตราเติบโตร้อยละ 10.1) (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2555: 3-1) จะเห็นได้ว่ามูลค่าทางการตลาดของอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ของประเทศกำลังก้าวหน้า และมีความต้องการบุคลากรที่มีคุณภาพในอัตราที่สูงขึ้น การวางรากฐานด้านกำลังคนควรที่เร่งพัฒนาและเริ่มต้นจากการศึกษาระดับพื้นฐาน

จากการศึกษาของ ฉลองชัย ชิวสุทรสกุล อาจณรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์ และจิระศักดิ์ สุวรรณโน (2552) ได้ทำการศึกษาศึกษาการเรียนการสอนโรงเรียนที่มีนักเรียนจำนวนหนึ่งผ่าน การสอบคัดเลือกโอลิมปิกวิชาการคอมพิวเตอร์รอบแรกเป็นต้นไปได้อย่างต่อเนื่อง พบว่าลักษณะการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนในกลุ่มตัวอย่างเกือบทุกโรงเรียน จะมีนักเรียนจำนวนหนึ่งผ่านการสอบคัดเลือกโอลิมปิกวิชาการคอมพิวเตอร์รอบแรกเป็นต้นไปได้ต่อเนื่อง นอกจากจะจัดการสอนคอมพิวเตอร์วิชาบังคับ ซึ่งเป็นไปตามโครงสร้างหลักสูตรของ สสวท. แล้วยังมีการสอนการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์พื้นฐานอย่างน้อย 1 ภาษาในอย่างน้อย 1 ภาคเรียน โดยภาษาที่นิยมใช้สอนเป็นพื้นฐานมากคือภาษา C และภาษาปาสคาล จากการศึกษาดังกล่าวพบว่า การได้มาซึ่งตัวป้อน (input) หรือ บุคลากร ที่จะนำมาใช้ระบบเพื่อที่จะนำมาพัฒนาต่อยอดให้เข้าสู่ตลาดแรงงานด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์โดยเฉพาะตั้งแต่ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจนถึงระดับอุดมศึกษา ควรมี

การวางแผน วางระบบที่ชัดเจนและสอดคล้องกัน เพื่อให้ได้มาซึ่งบุคลากรที่มีความเหมาะสม และสามารถพัฒนาคนให้เกิดประสิทธิภาพส่งผลต่อการขับเคลื่อนของประเทศสู่มาตรฐานสากลได้ ดังนั้นจึงสมควรมีรูปแบบในการคัดเลือกผู้เรียนที่มีศักยภาพสามารถพัฒนาต่อยอดให้สูงขึ้นและประเด็นสำคัญคือ มุ่งให้ผู้เรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานมองเห็นความสำคัญและรู้ถึงศักยภาพของตนเองในด้านการพัฒนาโปรแกรมหรือด้านอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์

ฐาปนีย์ ธรรมเมธา (2540) กล่าวว่าในกิจกรรมการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์เป็นกระบวนการที่ทั้งผู้สอนจัดประสบการณ์ ด้วยเรื่องเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เพื่อให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมไป ตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ สำหรับประเทศไทยมีการสอนคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาล โดยลักษณะการสอนโดยส่วนใหญ่เป็นการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) แต่สำหรับหลักสูตรคอมพิวเตอร์ที่จัดการสอนนั้นจะเริ่มตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาต่อไป ซึ่งการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่แล้วมักมีเนื้อหา 3 แนวทาง คือ

- การสอนความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์
- การสอนเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์
- การสอนทักษะการใช้โปรแกรมประยุกต์

จารึก ชุกติติกุล (2546: 27) กล่าวถึงการเขียนโปรแกรมว่า เป็นการเรียนรู้ทางทักษะของปัญญา (Intellectual Skills) โดยนักศึกษาจะต้องใช้เวลาออกชั้นเรียนอีกมากในการฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงการเขียนโปรแกรม เพราะต้องเรียนรู้ทักษะอื่นๆ อีกด้วยและล้วนเป็นทักษะที่มีความซับซ้อน ครูที่เริ่มการสอนการเขียนโปรแกรมมักเข้าใจผิดว่า การเรียนการสอนเขียนโปรแกรมคือ การเรียนภาษาเขียนโปรแกรม (Programming Language) เช่น ภาษาเบสิก (BASIC) ภาษาปาสคาล (Pascal) และภาษา



ซีพลัสพลัส (C++) เป็นต้น ทั้งนี้เพราะได้รับอิทธิพลจากนักแต่งหนังสือประเภทที่มีชื่อหนังสือว่า การเขียนโปรแกรมเบสิกหรือการเขียนโปรแกรมภาษาปาสคาล ซึ่งเน้นการเรียนรู้ภาษาเกือบจะทั้งหมด

บุเจีย และวอยซ์ (Bujea and Voyce, 1988: 161) ได้ให้ความเห็นว่า แม้ว่าการเรียนรู้ภาษาการเขียนโปรแกรมจะมีความจำเป็นเนื่องจากเป็นส่วนประกอบหนึ่งของการเขียนโปรแกรม แต่จะต้องมีทักษะสำคัญอื่นๆ อีกที่จะต้องทำได้กล่าวคือความสามารถในการแก้ไขปัญหาโดยใช้ขั้นตอนวิธี (Algorithms) การออกแบบซอฟต์แวร์ การเรียนรู้ภาษาการเขียนโปรแกรมภาษาใดภาษาหนึ่ง การเขียนโปรแกรมแก้ไขซอฟต์แวร์ (Debugging Software) และการเขียนเอกสารซอฟต์แวร์ (Documenting Software)

นุช (Knuth, 2000: V) ประมาจารย์ด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่รู้จักกันดีทั่วโลก ได้กล่าวไว้ในหนังสือศิลปะของการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (The Art of Computer Programming) ว่าการเขียนโปรแกรมมีลักษณะเป็นประสบการณ์สร้างสรรค์ความงดงามอย่างหนึ่งเหมือนกับการแต่งโคลงหรือแต่งเพลงไม่เพียงแต่เป็นงานเชิงวิทยาศาสตร์หรือเศรษฐกิจเท่านั้น ดังนั้นผู้ที่จะเป็นนักเขียนโปรแกรมจึงต้องได้รับการฝึกฝนทักษะหลายอย่าง

สมพิศ โกศลวัฒน์ และคณะ (2547: 160) ได้กล่าวถึงเหตุผลที่ดี อย่างน้อยที่สุดสองข้อ สำหรับการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม คือ การเขียนโปรแกรมช่วยให้เรา เข้าใจเครื่องคอมพิวเตอร์ (Programming helps you Understand Computers.) คอมพิวเตอร์เป็นเพียงเครื่องมือหนึ่งตัว การเรียนรู้เพื่อเขียนโปรแกรมง่ายๆ เหมือนกับเราเป็นนายเครื่องคอมพิวเตอร์ จะเพิ่มระดับความเชื่อมั่นของเรา และการเรียนเขียนโปรแกรมทำให้เราค้นพบได้อย่างรวดเร็วว่า เราชอบการเขียนโปรแกรมหรือไม่และเรามีหัวในการวิเคราะห์ เช่นที่โปรแกรมเมอร์จำเป็นต้องมีหรือไม่ ถึงแม้ว่าเรา

จะตัดสินใจว่า การเขียนโปรแกรมไม่ใช่สิ่งจำเป็นสำหรับเรา แต่การพยายาม ลองทำด้วยตัวเราเอง จะเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ และเห็นคุณค่าของงานที่โปรแกรมเมอร์ทำ

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาระบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้น เพื่อใช้ในการพัฒนาความสามารถด้านดังกล่าวและเพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงความถนัดและความต้องการของตนเองในการเลือกเรียนสาขาวิชาที่ต้องการด้านคอมพิวเตอร์ในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนเขียนโปรแกรมและแนวทางการสอนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- 2) เพื่อพัฒนาระบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
- 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

คำถามการวิจัย

- 1) ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อการเรียนเขียนโปรแกรมและการจัดการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้อย่างไร
- 2) ระบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นประกอบด้วยองค์ประกอบใดบ้าง และมีขั้นตอนการทำงานอย่างไร



3) ประสิทธิภาพของระบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นอย่างไร

วิธีการศึกษา

นิยามศัพท์สำคัญที่ใช้ในการวิจัย

1) ระบบการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หมายถึง การนำกระบวนการหรือการจัดการมาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลที่ป้อน (Input) กระบวนการ (Process) ผลผลิต (Output) และการสะท้อนผลกลับ (Feedback) โดยจะมียอดประกอบย่อยต่างๆ คือ หน่วยสนับสนุน หน่วยประเมินศักยภาพและจัดกลุ่ม หน่วยปรับพื้นฐาน หน่วยเรียนรู้เนื้อหาใหม่และฝึกฝนทักษะพื้นฐาน หน่วยฝึกทักษะและประสบการณ์ขั้นสูง หน่วยวัดประเมินผล ซึ่งหน่วยย่อยเหล่านี้ สามารถทำงานในหน้าที่ของตนอย่างอิสระ แต่ถ้าหน่วยย่อยใดๆ นั้นมีการเปลี่ยนแปลงก็จะส่งผลกระทบต่อถึงหน่วยย่อยอื่นๆ ด้วยระบบการสอนมีการออกแบบโดยใช้วิธีระบบ (Systematic Approach) มีการทดลองใช้ประเมิน และปรับปรุง จนมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

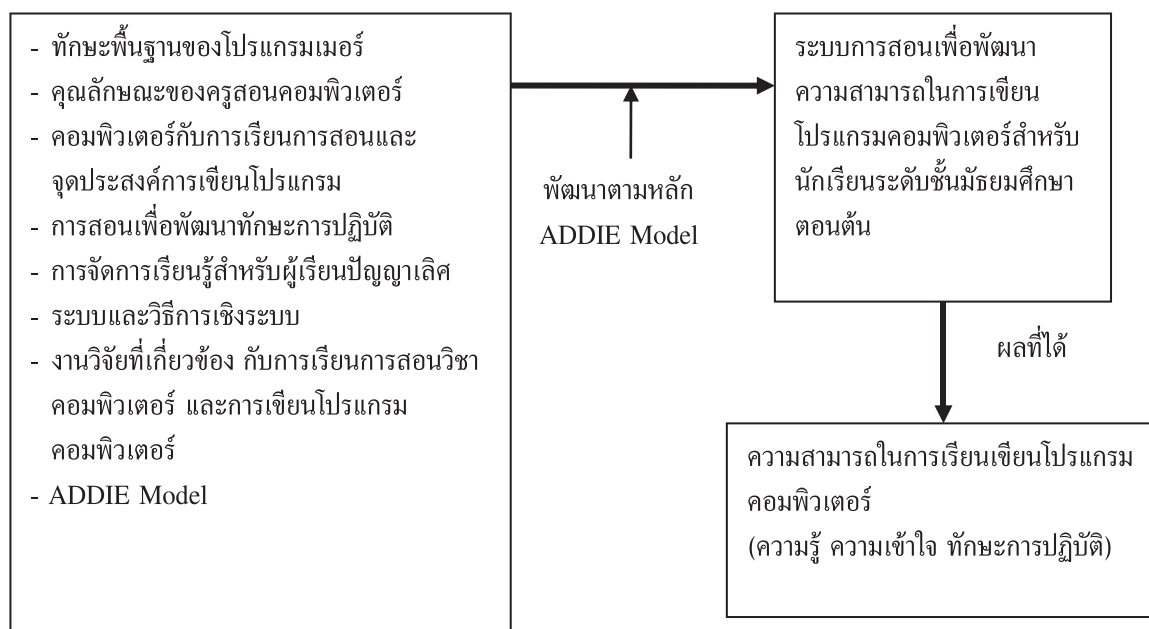
2) ความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หมายถึง การที่ผู้เรียนปฏิบัติตามขั้นตอนกระบวนการของการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์คือนิยามปัญหา การเตรียมผังงานโปรแกรม การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาที่กำหนดให้ การตรวจแก้ไขข้อผิดพลาดและการทดสอบโปรแกรม โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบ ใบงาน โดยจะวัดผลครอบคลุมทั้ง 3 ด้านคือ ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะการปฏิบัติงาน

3) แบบวัดความสามารถด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หมายถึง แบบทดสอบที่จัดทำขึ้นเพื่อประเมินความสามารถด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่อยู่ในหน่วยย่อยของระบบการสอน คือ หน่วยประเมินศักยภาพและจัดกลุ่มผู้เรียน เพื่อวัดความสามารถในด้านที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรม แบ่งเป็นการทดสอบความสามารถด้านภาษา การทดสอบความสามารถด้านตัวเลข การทดสอบความสามารถด้านการเขียนโปรแกรม และการทดสอบความสามารถด้านการพิมพ์สัมผัสอักษร

4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่จัดทำขึ้น ใช้วัดผลก่อนการเรียน และวัดผลหลังการเรียน ที่อยู่ในหน่วยย่อยของระบบการสอน คือ หน่วยวัดและประเมินผล เป็นแบบทดสอบที่นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยจะวัดผลครอบคลุมทั้ง 3 ด้านคือ ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะการปฏิบัติงาน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาโดยใช้แนวทางการวิจัยและพัฒนา การออกแบบระบบการสอน โดยอาศัยหลักทฤษฎีจากงานวิจัยและแนวคิดต่างๆ ประกอบด้วย ทักษะพื้นฐานของโปรแกรมเมอร์ คุณลักษณะของครูสอนคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอนและจุดประสงค์การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การสอนเพื่อพัฒนาทักษะการปฏิบัติ การจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนปัญญาเลิศ ระบบและวิธีการเชิงระบบและศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิชาคอมพิวเตอร์ และการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบกับกระบวนการพัฒนาตามหลักของ ADDIE Model ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัยระบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มี 3 กลุ่ม ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ 1 คือ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้ข้อมูลพื้นฐานเพื่อการวิเคราะห์ความต้องการของระบบการสอน ประชากรกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย ครูคอมพิวเตอร์ที่สอนในระดับมัธยมศึกษา อาจารย์ที่สอนในระดับมหาวิทยาลัย และโปรแกรมเมอร์ กลุ่มตัวอย่างที่ 1 คือ ครูแกนนำคอมพิวเตอร์ของสวท. ที่มีประสบการณ์การสอนวิชาเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 10 ปีขึ้นไป จำนวน 10 คน สุ่มแบบเฉพาะเจาะจง อาจารย์ที่สอนวิชาเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์หรือเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่มีประสบการณ์สอน 10 ปีขึ้นไป จำนวน 5 คน สุ่มแบบเฉพาะเจาะจง และ โปรแกรมเมอร์ที่มีประสบการณ์ทำงานในบริษัทชั้นนำ เป็นเวลา 10 ปี

ขึ้นไป จำนวน 3 คน สุ่มแบบเฉพาะเจาะจง

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ 2 คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ในการระดมความคิดเห็นแบบประชุมกลุ่มสนทนา (Focus Group) เกี่ยวกับร่างระบบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ก่อนนำไปทดลองใช้จริง ประชากรกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาและการออกแบบระบบการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ 2 คือ อาจารย์วุฒิปริญญาเอก ที่สอนในสาขาเทคโนโลยีการศึกษาหรือสาขาที่เกี่ยวข้อง เป็นเวลา 10 ปีขึ้นไป จำนวน 4 คน สุ่มแบบเฉพาะเจาะจง อาจารย์หรือครูผู้สอนวุฒิปริญญาโทขึ้นไป ที่สอนวิชาเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย หรือระดับมหาวิทยาลัย เป็นเวลา 10 ปีขึ้นไป จำนวน 4 คน สุ่มแบบเฉพาะเจาะจง และ



อาจารย์วุฒิปัญญาโทขึ้นไป ที่สอนวิชาด้านการศึกษาระดับมหาวิทยาลัย เป็นเวลา 10 ปีขึ้นไป จำนวน 4 คน สุ่มแบบเฉพาะเจาะจง

3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ 3 คือ ครูและนักเรียน ในการทดลองใช้ระบบการสอนเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบ ประชากรกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย ครูและนักเรียน ของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานครเขต 1 กลุ่มตัวอย่างที่ 3 คือ ครูคอมพิวเตอร์ที่สอนวิชาการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นจำนวน 1 คน ที่สอนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสตรีวิทยา เขตพระนคร กรุงเทพฯ สุ่มแบบเฉพาะเจาะจง และ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีวิทยา เขตพระนคร กรุงเทพฯ ห้องเรียนผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 35 คน สุ่มแบบเฉพาะเจาะจง

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบสอบถามจำนวน 2 ฉบับ แบบวัดความสามารถด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1 ฉบับ และ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 1 ฉบับ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้ ดังนี้

1) แบบสัมภาษณ์ และแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า ซึ่งเป็นแบบสอบถามแบบปลายเปิดและปลายปิด เพื่อสำรวจความเห็นและทัศนคติของครู อาจารย์ผู้สอนวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ของโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วประเทศ จำนวน 10 คน และ อาจารย์ผู้สอนรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ระดับอุดมศึกษา จำนวน 5 คน และนักเขียนโปรแกรมจำนวน 3 คน เพื่อสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของผู้เรียนการจัดการเรียนการสอน และแนวทางการสอนเขียน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นในการร่างระบบต้นแบบ

2) แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า เกี่ยวกับระบบการสอนต้นแบบที่สอบถามผู้เชี่ยวชาญจำนวน 12 คน ในการประชุมกลุ่มสนทนา (Focus Group) เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน ลงความเห็นและวิพากษ์ระบบการสอนต้นแบบ ก่อนนำไปทดลองใช้ในสถานการณ์จริง

3) แบบวัดความสามารถด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ใช้วัดความสามารถเบื้องต้นของผู้เรียน เกี่ยวกับความสามารถด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อเปรียบเทียบคะแนนในการประเมินศักยภาพและจัดกลุ่มผู้เรียน

4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้วัดผลก่อนการเรียน และวัดผลหลังการเรียน เป็นแบบทดสอบที่นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการวัดด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจและทักษะการปฏิบัติ เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนตอบ

5) การพัฒนาระบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น แบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) โดยสังเคราะห์เอกสารงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีหลักการ แนวคิด ซึ่งเกี่ยวกับการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นนำแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถาม สำรวจความเห็นและทัศนคติของครู อาจารย์ผู้สอน และโปรแกรมเมอร์ ในด้านสภาพผู้เรียน การจัดการเรียนการสอนและแนวทางการสอน การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทำการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ที่จำเป็นในการออกแบบระบบ ร่างระบบต้นแบบ พร้อมทั้งนำไปผ่านผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้าน



การสอนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ลงความเห็นเบื้องต้น ท้ายสุดนำความเห็นที่ผู้เชี่ยวชาญ ได้ลงความเห็นเบื้องต้นมา ทำการแก้ไข ปรับปรุง ร่างระบบต้นแบบเพื่อลงรายละเอียดกิจกรรม ในองค์ประกอบของระบบในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design) ได้วิเคราะห์ความต้องการและนำผลการวิเคราะห์มาเทียบกับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ลงความเห็นเบื้องต้นมาลงรายละเอียดและขั้นตอนของส่วนประกอบในระบบการสอนและจัดประชุมกลุ่มสนทนา(Focus Group) เพื่อรับฟังความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาร่างระบบต้นแบบซึ่งแสดงความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะ เพื่อนำมาเป็นกรอบในการพัฒนาระบบการสอน ดังนี้ 1) ออกแบบระบบการสอน 2) ออกแบบรายละเอียดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ออกแบบเนื้อหาวิชา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบประเมิน ซึ่งแต่ละขั้นตอนได้จากการวิเคราะห์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบพิจารณาเครื่องมือ และคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญจากการประชุมกลุ่มสนทนา (Focus Group)

ขั้นที่ 3 การพัฒนาระบบการสอน (Development) เป็นขั้นตอนการสร้างระบบการสอนพร้อมทั้ง ทดลองหาจุดบกพร่องและแก้ไขปรับปรุงจากกลุ่มผู้เรียนขนาดเล็ก และขนาดกลาง โดยมีองค์ประกอบและรายละเอียดต่างๆของระบบ ตามรูปแบบที่ได้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและการประชุมกลุ่มสนทนา (Focus Group)

ขั้นที่ 4 การทดลองใช้ (Implementation) เป็นขั้นตอนที่นำระบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสตรีวิทยา กรุงเทพฯ ห้องเรียนผู้มีความสามารถพิเศษ ด้านคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ 1 ห้องเรียน จำนวน

35 คน ปีการศึกษา 1/2555 ในรายวิชา การเขียนโปรแกรมภาษาซี 4 บทเรียนคือ บทที่ 1 บทนำการเขียนโปรแกรมภาษาซี บทที่ 2 การเขียนโปรแกรมพื้นฐาน บทที่ 3 การเขียนโปรแกรมคำนวณ และบทที่ 4 การเขียนโปรแกรมเปรียบเทียบ เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ (1 ภาคการศึกษา)

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล นำข้อมูลที่ได้จากการนำระบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ไปทดลองใช้ในสถานการณ์จริงกับกลุ่มตัวอย่าง (จากขั้นที่ 4) มาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ เพื่อหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความรู้ ความจำ, ความเข้าใจ และทักษะการปฏิบัติในการเรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งแต่ละด้านนำมาหาค่าทางสถิติโดยใช้ การวิเคราะห์แบบ Pair Sample T-test

ผลการศึกษา

1. ปัจจัยที่ส่งผลในการเรียนและการจัดการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การศึกษาข้อมูลจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการสัมภาษณ์และตอบแบบสอบถาม ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลจากสถานศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและระดับอุดมศึกษา และโปรแกรมเมอร์ของ อาจณรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์ (2554) มีปัจจัยและลักษณะเฉพาะของผู้เรียนในด้านต่างๆ ที่ส่งผลให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยปัจจัยดังต่อไปนี้

1) เป็นผู้ที่มีความคล่องแคล่วว่องไว มักแสวงหาสิ่งใหม่ๆ เสมอ ชี้สงสัย ช่างซักถามมีความคิดเป็นของตนเองมีแนวทางและหลักการแก้ปัญหาที่ชัดเจน โดยการเฉพาะการวางแผนและคิดอย่างเป็นระบบ



2) ปัจจัยด้านความรู้ความสามารถทางวิชาการ เป็นผู้ที่มีความสามารถทั้งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์และทักษะการคำนวณ ในด้านภาษาอาจมีส่วนบ้างแต่ไม่มาก และมีความรวดเร็วในการคิดหาคำตอบ

3) ปัจจัยด้านคุณสมบัติพิเศษ (ผู้มีปัญญาเลิศ) เป็นผู้ที่มีลักษณะช่างสังเกต มีความจำแม่นยำ เป็นเลิศมีสมาธิและช่วงความสนใจยาว โดยเฉพาะในเรื่องที่สนใจ จะสามารถใช้เวลากับสิ่งนั้นได้นานมาก

4) ปัจจัยด้านสังคม เป็นผู้ที่มีความสัมพันธ์ที่ดี เป็นกันเองกับทุกคน สามารถปรับตัวเข้ากับผู้อื่นได้ง่าย มีลักษณะใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น โดยส่วนมากมีลักษณะของผู้นำและผู้ตามที่ดี และมักมีอารมณ์ขัน ส่วนใหญ่จะชอบค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับด้านเทคโนโลยีและจะรวมกลุ่มกับผู้ที่มีความชอบในด้านเดียวกัน

5) ปัจจัยสนับสนุนอื่นๆ เป็นผู้ที่ได้รับการสนับสนุนจากผู้ใกล้ชิด จากผู้ปกครองหรือได้รับอิทธิพลจากทางบ้าน ที่มีผู้ใกล้ชิดซึ่งอาจจะเป็นพ่อแม่หรือพี่ชายหรือน้องชายที่มีความสามารถและประสบความสำเร็จด้านคอมพิวเตอร์ ที่ทำให้เป็นที่ยอมรับจนยึดถือเป็นแบบอย่างและทำตาม และอีกปัจจัยหนึ่งคือ ความสนใจของเจ้าตัวที่มีใจรักและมุ่งมั่นในสิ่งที่ตัวเองชอบ ซึ่งทำให้สามารถทำในสิ่งที่ตัวเองรักและชอบได้ดีแม้จะมีอุปสรรคมากเพียงใดก็ตาม

จากงานวิจัยเดียวกันผู้ให้ข้อมูลซึ่งเป็นกลุ่มครูแกนนำวิชาคอมพิวเตอร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และอาจารย์ที่สอนในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี

สารสนเทศได้นำเสนอรูปแบบในการจัดการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1) คัดเลือกผู้เรียนที่มีลักษณะ และพฤติกรรม จากปัจจัยดังกล่าวที่สรุปไว้ข้างต้น เพื่อให้ได้ผู้เรียนที่มีคุณสมบัติเหมาะสม

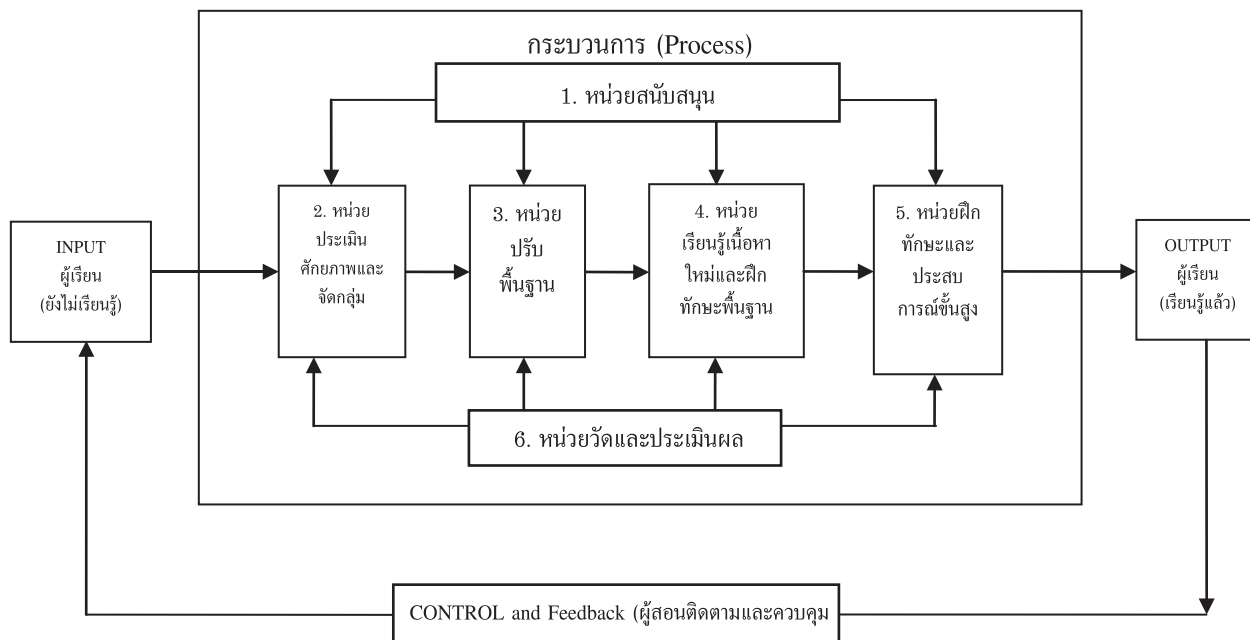
2) จัดให้มีการทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบที่เหมาะสม และสามารถวัดหรือพยากรณ์ได้ว่า ผู้เรียนกลุ่มนี้ มีความสามารถผ่านเกณฑ์ ในระดับที่ตั้งไว้

3) จัดกิจกรรมฝึกประสบการณ์ ให้ผู้เรียนกลุ่มนี้ที่คัดเลือกมา ว่ามีความเหมาะสมอย่างแท้จริงหรือไม่ และเพื่อให้ผู้เรียนได้รู้จักตัวเองว่า มีความรัก ความชอบและ ผู้เรียนได้ประเมินศักยภาพของตนเองว่าเมื่อต้องพบกับประสบการณ์จริง จะสามารถผ่านพ้นประสบการณ์เหล่านี้ไปได้หรือไม่

4) นำผู้เรียนกลุ่มนี้ ไปพัฒนาต่อยอด โดยใช้รูปแบบ หรือกิจกรรมการเรียนการสอน ที่มีรูปแบบเฉพาะ เพื่อดึงความสามารถสูงสุดและให้เห็นถึงความสำเร็จจากผู้ที่ประสบความสำเร็จในสาขาวิชาด้านนี้

2. ระบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ได้ระบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างความสัมพันธ์ของระบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ตัวป้อนระบบ (input) คือ นักเรียนและครูผู้สอน ควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ห้องเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ทางคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ (Intensive) โดยโรงเรียนเป็นผู้กำหนดเกณฑ์การคัดเลือกนักเรียนเอง อย่างไรก็ตามควรมีเกณฑ์ดังต่อไปนี้เพิ่มเติม เช่น เกรดเฉลี่ยทุกรายวิชา และเกรดวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาอังกฤษ จากชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับ 3.50 ขึ้นไป ซึ่งแจ้งทำความเข้าใจแก่ผู้ปกครองนักเรียนและยอมรับในเงื่อนไข อาทิ การเรียนเสริมนอกเวลา หรือการเรียนเพิ่มเติมในรายวิชาพิเศษอื่นๆ

ครูผู้สอนที่ทำให้ระบบเกิดประสิทธิภาพ ควรสำเร็จการศึกษาทางคอมพิวเตอร์ และมีความรู้ประสบการณ์การสอนในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา

การเขียนโปรแกรมโครงสร้าง ด้านการสอนควรมีความสามารถและทักษะการสอน ควรเป็นผู้ที่มีความสามารถในการวางแผนและเตรียมการสอน รู้วิธีสอนหลากหลายรูปแบบและสามารถเลือกมาสอนได้อย่างถูกต้อง และด้านอื่นๆ เช่น ด้านจริยธรรมและคุณธรรม ได้แก่ มีความเมตตากรุณาต่อศิษย์ มีความซื่อสัตย์ต่อตนเองและผู้อื่น ตรงต่อเวลา มีความเที่ยงธรรมในการแก้ปัญหา มีความจริงใจ ตัดสินปัญหาด้วยข้อมูลที่ถูกต้อง มองโลกในแง่ดี มีจิตใจเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ สามารถทุ่มเทเวลาที่นอกเหนือจากการเรียนการสอนเวลาปกติได้และแก้ไขข้อข้องใจของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การทำงานของระบบแต่ละหน่วยย่อย มีดังนี้

1. หน่วยสนับสนุน เป็นหน่วยที่เปรียบเสมือนหน่วยเตรียมความพร้อม ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ หน่วยสนับสนุนหน่วยย่อยพื้นฐานและหน่วยสนับสนุนหน่วยย่อยอื่นๆ



ส่วนที่ 1 หน่วยสนับสนุนพื้นฐาน ผู้สอนจะต้องทำการศึกษารายละเอียด สำรวจความต้องการ วิเคราะห์ปัญหา และกำหนดสิ่งต่างๆ ที่จะต้องนำมาประกอบเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อดำเนินการให้หน่วยสนับสนุนนี้ทำงานควบคู่กับหน่วยย่อยอื่น

ส่วนที่ 2 หน่วยสนับสนุนหน่วยย่อยอื่นๆ ผู้สอนนำรายละเอียดต่างๆ ที่ได้จากส่วนที่ 1 (หน่วยสนับสนุนพื้นฐาน) มาวิเคราะห์/ ออกแบบ/ จัดหาและพัฒนา/ สิ่งอำนวยความสะดวก และสื่ออุปกรณ์ต่างๆ เพื่อใช้ประกอบกับ หน่วยย่อยอื่นๆ อีก 5 หน่วย คือ หน่วยประเมินศักยภาพและจัดกลุ่ม หน่วยปรับพื้นฐาน หน่วยเรียนรู้เนื้อหาใหม่และฝึกฝนทักษะ หน่วยฝึกประสบการณ์และทักษะขั้นสูง และหน่วยประเมินผล

2. หน่วยประเมินศักยภาพและจัดกลุ่ม เป็นหน่วยที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนทราบว่า ตนเองมีศักยภาพด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์มากน้อยเพียงใด และเพื่อให้ผู้สอนสามารถดำเนินการแนะนำและเพิ่มพูนความรู้ ความสามารถแก่ผู้เรียนได้ตรงจุด

ขั้นตอนการดำเนินการมีดังนี้ **ขั้นที่ 1 ทดสอบความสามารถเบื้องต้น** เพื่อวัดความสามารถด้านต่างๆ ที่เป็นพื้นฐานของการเรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยการทดสอบความสามารถแบ่งเป็น 4 ด้าน คือ 1) ทดสอบความสามารถด้านภาษา 2) ทดสอบความสามารถด้านตัวเลข 3) ทดสอบความสามารถด้านการเขียนโปรแกรม 3 ด้านคือ แบบทดสอบด้านเหตุผล แบบทดสอบด้านการแก้ปัญหา แบบทดสอบด้านความคิดสร้างสรรค์ และสุดท้ายคือ 4) ทดสอบความสามารถด้านการพิมพ์สัมผัสอักษร **ขั้นที่ 2 ประเมินผล** โดยการประเมินผลจากคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถเบื้องต้นทั้ง 4 ด้าน ว่าแต่ละคนมีผลการทดสอบแต่ละด้านเป็นอย่างไร **ขั้นที่ 3 จัดกลุ่มผู้เรียน** นำเอาผลคะแนนที่ทดสอบมาเรียงลำดับ ตั้งแต่

มากที่สุดถึงน้อยสุด และจัดกลุ่มจากคะแนน ให้เป็น 3 กลุ่มคือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน **ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ผู้เรียน** เมื่อจัดกลุ่มผู้เรียนแล้ว ก็จะวิเคราะห์ผู้เรียนแต่ละคนว่า จะต้องพัฒนาหรือเพิ่มความรู้ในด้านใดบ้าง เพื่อประกอบกับการเรียนในชั้นเรียน โดยแจ้งให้ผู้เรียนทราบหรือเน้นการให้คำปรึกษาเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล

3. หน่วยปรับพื้นฐาน เป็นหน่วยที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้เพิ่มพูนเนื้อหาในส่วนที่ตนเองบกพร่อง และเตรียมความพร้อมในการศึกษาเนื้อหาที่จะเรียนต่อไป

ขั้นตอนการดำเนินการมีดังนี้ **ขั้นที่ 1 จัดกิจกรรมปรับพื้นฐาน** โดยใช้วิธีการต่างๆ ผสมผสานกัน (จากหน่วยสนับสนุน) เช่น ศึกษาเพิ่มเติมจากเอกสาร สอนเสริม เพื่อนหรือรุ่นพี่ช่วยสอนเสริม (นอกเวลา) ศึกษาจาก E-Learning (Web, CAI, YouTube,...) หรือ Social Media (Facebook, Twitter,...) **ขั้นที่ 2 ประเมิน** จากกิจกรรมและแบบประเมินที่ใช้วัด เช่น แบบประเมิน แบบสังเกต แบบฝึกหัด ฯลฯ **ขั้นที่ 3 แจ้งผล** จากผลการประเมินจะทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนต้องศึกษาเนื้อหาหรือต้องเพิ่มพูนความสนใจในเนื้อหาใด หรือจะต้องศึกษาเพิ่มเติมในส่วนใดเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้สามารถศึกษาเนื้อหาใหม่ได้

หมายเหตุ ขั้นตอนของหน่วยที่ 3 ปรับพื้นฐาน สามารถดำเนินการควบคู่ไปกับหน่วยที่ 2 ประเมินศักยภาพและจัดกลุ่ม โดยเริ่มในช่วงเปิดภาคการศึกษา ซึ่งอาจจัดในคาบเรียนปกติหรือช่วงก่อนเรียนในรูปแบบของกิจกรรมปฐมนิเทศ เข้าค่าย หรือโครงการเตรียมความพร้อม

4. หน่วยเรียนรู้เนื้อหาใหม่และฝึกฝนทักษะพื้นฐาน เป็นหน่วยที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และฝึกฝนทักษะอย่างมีประสิทธิภาพในการเรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย



2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ระยะการเรียนรู้คำสั่งและฝึกพิมพ์รหัสโปรแกรม และระยะที่ 2 ระยะเรียนรู้และฝึกทักษะ

ระยะที่ 1 ระยะการเรียนรู้คำสั่งและฝึกพิมพ์รหัสโปรแกรม ระยะนี้เป็นระยะที่ต้องใช้เวลามาก เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการใช้โปรแกรม ฝึกการใช้คำสั่ง รูปแบบการใช้คำสั่ง และฝึกพิมพ์รหัสโปรแกรม ซึ่งอาจจะใช้เวลา 1-2 เดือน หรือในตลอดครึ่งเทอม จึงจะเห็นผล มีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้ **ขั้นที่ 1 เรียนรู้โปรแกรม** แนะนำและอธิบายให้ผู้เรียนรู้จักกับโปรแกรมที่ใช้จากเอกสาร หรือสื่อต่างๆ **ขั้นที่ 2 เรียนรู้การใช้คำสั่งและรูปแบบคำสั่ง** นำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับคำสั่ง โดยไล่ลำดับจากเนื้อหาที่สามารถเข้าใจง่าย ไปสู่การปฏิบัติ **ขั้นที่ 3 ฝึกพิมพ์รหัสโปรแกรม** มอบหมายงานหรือตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับคำสั่ง ให้ผู้เรียนได้ฝึกพิมพ์รหัสโปรแกรม ซึ่งเมื่อผู้เรียนได้ฝึกซ้ำๆ บ่อยๆ จนเกิดความเข้าใจ ความเคยชินจะสามารถตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขในจุดที่ผิดพลาดได้ **ขั้นที่ 4 ประเมินผล** ประเมินในขั้นต้นว่า ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถพิมพ์รหัสโปรแกรมได้ทันกำหนดเวลาที่ตั้งไว้ และมีความถูกต้องสมบูรณ์มากน้อยเพียงใด

ระยะที่ 2 ระยะเรียนรู้และฝึกทักษะ เมื่อผ่านการเรียนรู้โปรแกรม การใช้คำสั่งและฝึกพิมพ์รหัสโปรแกรมมาแล้ว ผู้เรียนจะมีความสามารถในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่และฝึกฝนทักษะในการทำโครงการย่อยที่มีขั้นตอนและระดับความยากเพิ่มมากขึ้น โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้ **ขั้นที่ 1 สร้างแรงจูงใจ** เร้าความสนใจและโน้มน้าวให้ผู้เรียนอยากติดตามด้วยตัวอย่างโปรแกรมหรือผลลัพธ์ของชิ้นงาน **ขั้นที่ 2 ให้แนวคิด** ให้แนวคิดจากโปรแกรมที่ให้ดู และให้ผู้เรียนวิเคราะห์ **ขั้นที่ 3 ระดมความคิดกลุ่มย่อย** ผู้สอนแบ่งกลุ่มนักเรียน และมอบหมายให้ผู้เรียน ปรึกษาในกลุ่ม อภิปรายและทำความเข้าใจ

ถึงการทำงานของโปรแกรม **ขั้นที่ 4 นำเสนอหาข้อสรุปร่วมกัน** ให้แต่ละกลุ่ม นำเสนอแนวคิด และใช้เวลาในชั้นเรียนอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปเพื่อเป็นแนวในการทำงานร่วมกัน **ขั้นที่ 5 ให้ความรู้และฝึกปฏิบัติ** ผู้สอนให้ความรู้ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย จากหน่วยสนับสนุน (บรรยาย สื่อออนไลน์ ใบงาน ใบความรู้ แบบฝึกหัด) และมอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัติงาน **ขั้นที่ 6 ประเมินผล** ด้านความรู้ ความจำ ผู้เรียนสามารถจดจำรูปแบบ คำสั่งและทราบถึงการใช้อย่างถูกต้อง ด้านความเข้าใจ ผู้เรียนสามารถใช้คำสั่งได้อย่างถูกต้องในการเขียนโปรแกรม ด้านทักษะการปฏิบัติ ผู้เรียนสามารถเขียนโปรแกรมจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

5. หน่วยฝึกประสบการณ์และฝึกฝนทักษะขั้นสูง เป็นหน่วยที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ ความเข้าใจในการทำงานของโปรแกรมที่ได้เรียนมาทั้งหมดมาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินการมีดังนี้ **ขั้นที่ 1 แจ้งวัตถุประสงค์ บอกขอบข่าย** ผู้สอนจะต้องแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่า จะมีการปฏิบัติโครงการ กล่าวถึงวัตถุประสงค์และขอบข่ายของโครงการ เกณฑ์การให้คะแนน กำหนดส่งงาน และรายละเอียดต่างๆ **ขั้นที่ 2 กำหนดเวลา** นำเสนอโครงร่าง ให้เวลาผู้เรียน แต่ละกลุ่มหรือเดี่ยว ในการเตรียมตัวเพื่อเขียนโครงการ โดยกำหนดเวลาและแจ้งผู้เรียนล่วงหน้า **ขั้นที่ 3 ควบคุม ติดตาม ให้คำปรึกษา** ผู้สอนจะต้องทำการควบคุม ติดตามและให้ผู้เรียนรายงานผลความคืบหน้า รวมทั้งให้คำปรึกษาเพื่อวางแผนการปฏิบัติโครงการเป็นระยะ **ขั้นที่ 4 นำเสนอโครงการ** ในช่วงท้ายของการศึกษาของภาคการศึกษา ผู้สอนให้ผู้เรียน กลุ่ม/เดี่ยว ทายอดส่งโครงการที่ได้ปฏิบัติ โดยการส่งและนำเสนอโครงการนั้น ผู้สอนจะต้องมีเกณฑ์ในการนำเสนอเพื่อปรับปรุงโครงการด้วย **ขั้นที่ 5 ประเมิน** อาจดำเนินการควบคู่ไปกับการนำเสนอโครงการ โดย



ผู้สอนจะต้องกำหนดเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน และแจ้งให้ผู้เรียนทราบ

6. หน่วยวัดและประเมินผล เป็นหน่วยที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ทราบถึงผลการดำเนินการ ในการพัฒนาและแก้ไขปรับปรุง ตลอดจนเพื่อประเมินผล การเรียนรู้และฝึกฝนทักษะของผู้เรียน

ขั้นการดำเนินการมีดังนี้ **ขั้นที่ 1 ประเมินผล** ประเมินผลระหว่างการสอน ประเมินความรู้ ความจำ (จากแบบทดสอบวัดความรู้ ความจำ) ประเมินความเข้าใจ (จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจ) ประเมินทักษะ (จากการปฏิบัติ ให้ทำและประเมินตามสภาพจริง) ประเมินผลงาน (จากการประเมินโครงงาน) **ขั้นที่ 2 แจ้งผลการประเมิน** ให้ผู้เรียนทราบเป็นระยะ ด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อเป็นข้อมูลไปยังผู้เรียนได้ทราบและ จะต้องทำการปรับปรุง เพิ่มเติมในส่วนใด **ขั้นที่ 3**

วิเคราะห์ผลการประเมิน เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการปรับปรุง ทั้งผู้สอนและผู้เรียนในการพัฒนาครั้งต่อไป **ขั้นที่ 4 ประเมินผลเพื่อการตัดสินใจ** เพื่อวัดผลการเรียน ในการวัดผลสัมฤทธิ์จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

3. ประสิทธิภาพของระบบการสอน

ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากการนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีวิทยา กรุงเทพฯ ห้องเรียนผู้มีความสามารถพิเศษ ด้านคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน ปีการศึกษา 1/2555 เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ (1 ภาคการศึกษา) พบว่าแต่ละด้าน มีดังนี้

1) ด้านความรู้ ความจำ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีผลการทดสอบหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 1

	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t-test
ก่อนเรียน	35	15	5.34	1.282	34.283*
หลังเรียน	35	15	13.14	1.004	

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ด้านความเข้าใจ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีผลการทดสอบหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 2

	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t-test
ก่อนเรียน	35	15	5.86	1.264	31.573*
หลังเรียน	35	15	12.89	1.051	

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



3) ด้านทักษะการปฏิบัติ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีผลการทดสอบหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 3

	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t-test
Pretest	35	20	6.91	1.541	48.625*
Posttest	35	20	17.23	1.262	

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

ผลสำเร็จจากการนำระบบการสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ

1) ระบบการสอนที่ถูกออกแบบให้สอดคล้องครอบคลุมกับลักษณะและธรรมชาติของผู้เรียน ในการเรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ประกอบด้วย ลักษณะผู้เรียนที่มีความเหมาะสม ดังเช่นการศึกษาของ ยาใจ สิงห์มณีฉาย (2547: 125) ที่ได้ระบุคุณลักษณะของนักเขียนโปรแกรม 3 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้ ได้แก่ การมีความรู้เกี่ยวกับโปรแกรม โดยเฉพาะ ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดหรือแนวทางการแก้ไขปัญหา และความรู้ในภาษาคอมพิวเตอร์ 2) ด้านความสามารถ ได้แก่ สามารถคิดและทำงานอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ การมีตรรกะที่ดีในการคิดออกแบบและเขียนโปรแกรม สามารถอ่านทำความเข้าใจพร้อมทราบลักษณะการทำงาน ลำดับขั้นตอนการทำงานต่างๆ สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองโดยขวนขวายหาความรู้ด้วยวิธีต่างๆ และสามารถเขียนโปรแกรมที่มีการป้องกันข้อผิดพลาดและรองรับในอนาคต 3) ด้านบุคลิกภาพ ได้แก่ มีความรับผิดชอบในการทำงาน มีใจรักในงานที่ทำ (รักงาน Programming) และมีความสุขในการเขียนโปรแกรม มีความพากเพียรมุ่งมั่นพยายามในการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า เป็นคนละเอียดรอบคอบและกระตือรือร้นในการทำงาน ประกอบกับครูผู้สอนที่มีศักยภาพจะต้องมีคุณสมบัติ

ตรงกับการศึกษาของอ้อ แซ่อึ้ง (2542: 95) เช่น

1) การมีคุณสมบัติด้านคอมพิวเตอร์ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ศึกษา วิทยาการคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ หรือวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ 2) ด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้แก่ คอมพิวเตอร์โปรแกรมมิ่งภาษาต่างๆ และการวิเคราะห์ ออกแบบระบบ 3) ด้านความสามารถและทักษะการสอน ได้แก่ การค้นคว้าหาความรู้ใหม่ กระตือรือร้นในการรับผิดชอบการสอน มีความแม่นยำและละเอียดลึกซึ้งในเนื้อหาวิชาที่สอน วางแผนเพื่อเตรียมการสอน สอนได้หลายรูปแบบและมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้

2) องค์ประกอบและขั้นตอนการทำงานของระบบ มีการทำงานที่สอดคล้องประสานกันอย่างดี ซึ่งใช้หลักการ “วิธีเชิงระบบ” เป็นแนวคิดที่ใช้ในการจัดสิ่งต่างๆ ให้เป็นระเบียบเพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งนั้น และการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหล่านั้นให้ส่งเสริมกันอย่างเป็นระเบียบโดยที่มองว่า ระบบควรประกอบไปด้วยส่วนสำคัญอย่างน้อย 3 ส่วนคือ (ทิสนา เขมมณี, 2552: 199)

1. ตัวป้อน (Input)

คือองค์ประกอบต่างๆ ของระบบนั้นหรืออีกนัยหนึ่ง ก็คือสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบนั้น องค์ประกอบนั้น องค์ประกอบต่างๆ ของระบบใด



ระบบหนึ่งจะมีจำนวนและความสำคัญมากน้อยเพียงใด มักขึ้นอยู่กับความรู้ ความคิด และประสบการณ์ของผู้จัดระบบ

2. กระบวนการ (Process)

หมายถึง การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ของระบบให้มีลักษณะที่เอื้ออำนวยต่อการบรรลุเป้าหมาย ระบบใดระบบหนึ่งอาจมีองค์ประกอบเหมือนกันแต่อาจมีลักษณะของการจัดความสัมพันธ์แตกต่างกันได้ แล้วแต่ความคิด ความรู้ และประสบการณ์ของผู้จัดระบบ

3. ผลผลิต (Product)

ผลผลิต คือ ผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดำเนินงาน หากผลผลิตที่เกิดขึ้นเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ แสดงว่า ระบบนั้นมีประสิทธิภาพ หากผลที่เกิดขึ้นไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง แสดงว่าระบบนั้น

ยังมีจุดบกพร่อง ควรที่จะพิจารณาแก้ไขปรับปรุงกระบวนการหรือตัวป้อนซึ่งเป็นเหตุให้เกิดผลนั้น

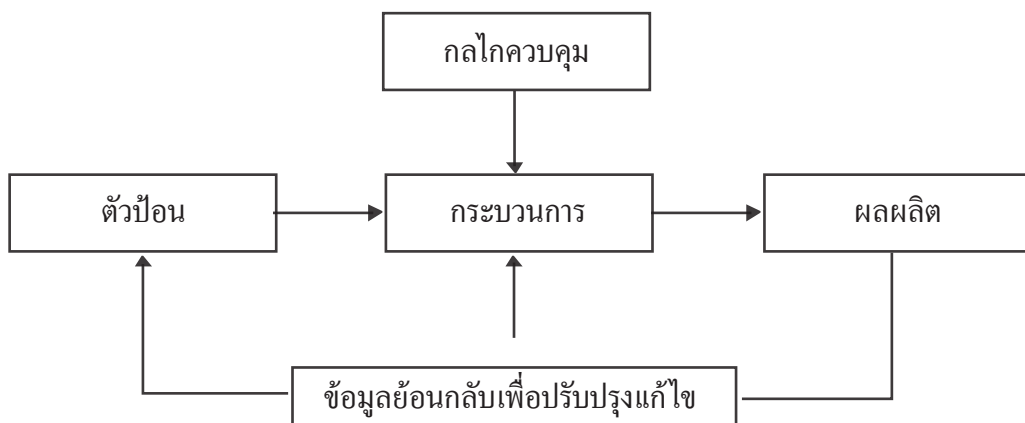
ส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วนนี้ ถือว่าเป็นส่วนประกอบเบื้องต้นของระบบ ระบบที่สมบูรณ์ ควรจะมีส่วนสำคัญเพิ่มขึ้นอีก 2 ส่วน คือ

4. กลไกควบคุม (Control)

คือ กลไกหรือวิธีการที่ใช้ในการควบคุมหรือตรวจสอบกระบวนการ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

5. ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback)

หมายถึง ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับจุดมุ่งหมายซึ่งจะเป็นข้อมูลป้อนกลับไปสู่การปรับปรุงกระบวนการและตัวป้อนซึ่งสัมพันธ์กับผลผลิตและเป้าหมายนั้น ระบบที่สมบูรณ์แบบ จึงมีลักษณะดังแสดงในแผนภาพที่ 2



ภาพที่ 2 องค์ประกอบของระบบที่สมบูรณ์

3) ระบบที่มีประสิทธิภาพ วิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นวิชาที่เน้นในด้านทักษะการปฏิบัติที่มุ่งเน้นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดทักษะซึ่งสอดคล้องกับ นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์ (2551) กล่าวถึง การเรียนรู้ด้านทักษะการปฏิบัติ เป็นการ

เรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ร่างกายทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อให้เกิดงานหรือผลผลิตตามวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ มีการพัฒนาด้านทักษะปฏิบัติ ผู้สอนจะต้องดำเนินการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและฝึกฝน



การทำงาน ในขณะเดียวกัน เพื่อเอื้อให้เกิดผลการทำงานที่มีประสิทธิภาพที่สุด ทั้งนี้เพราะการมีความรู้เกี่ยวกับงานที่จะทำให้ผู้เรียนปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง และการที่จะมีทักษะปฏิบัติที่ดีได้จะต้องเกิดจากการได้ฝึกฝน คือ การกระทำซ้ำๆ กันหลายๆ ครั้ง ต้องอาศัยความอดทน การสังเกต และความละเอียดลออซึ่งเป็นลักษณะนิสัยที่ดีที่เป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ได้ ประเด็นนี้อาจทำให้ผู้สอนบางคนเกิดความเข้าใจที่สับสน ในการสอนทักษะการปฏิบัติ โดยการจัดกิจกรรมให้ความรู้เกี่ยวกับการทำงาน โดยละเลยการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เป็นการฝึกหัดและจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะปฏิบัตินั้นจนเกิดเป็นความชำนาญ นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน ทั้งในด้านการปฏิบัติงานที่ผู้เรียนได้มีการร่วมมือกัน ซึ่งสอดคล้องกับ รวีวรรณ ศรีศรีรัมย์ (2551: 262) กล่าวถึงการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) นั้น จะส่งเสริมให้นักเรียนที่เรียนในกลุ่มรู้จักการทำงานร่วมกันช่วยเหลือกันและกันเพื่อให้งานของกลุ่มประสบความสำเร็จ ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือนี้เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และมีการนำเทคโนโลยี เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน โดยอาศัยสังคมออนไลน์ (Social Network) ให้ผู้เรียนและผู้สอนได้มีการติดต่อสื่อสาร สนทนาแลกเปลี่ยน และสอบถามข้อสงสัยนอกเหนือจากเวลาเรียนปกติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ หนัดดา คุณสนอง (2553) ได้ทำการจัดการเรียนการสอนตามแนวตอนสตรีคตวิสต์บนเครือข่ายสังคม เรื่อง การเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา พบว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวตอนสตรีคตวิสต์ที่พัฒนาขึ้น ได้นำ Facebook และ Application ของ Facebook มาใช้ โดยให้นักเรียน

ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้และร่วมกันแก้ไขปัญหาตามสถานการณ์ที่ได้รับผ่านกิจกรรมแต่ละสัปดาห์ ซึ่งทำให้โครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนที่สร้างขึ้นโดยการตีความหมายที่แตกต่างกันตามประสบการณ์ของแต่ละคนที่มีอยู่เพื่อคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหา เกิดเป็นการสร้างความรู้ด้วยตนเองและเรียนรู้อย่างมีความหมาย และเมื่อผู้เรียนเกิดความชำนาญ เกิดทักษะที่เพิ่มเติมมากขึ้น ก็จะเข้าสู่การปฏิบัติโครงงาน ซึ่งเป็นการฝึกประสบการณ์ขั้นสูง ที่จะสามารถประเมินผู้เรียนได้ว่า เมื่อผ่านการศึกษาเนื้อหามาแล้ว ต้องสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถในการปฏิบัติโครงงานได้

ข้อเสนอแนะ

1. การนำระบบไปใช้ควรมีการพัฒนาปรับปรุงให้สอดคล้องกับ ความต้องการ สภาพแวดล้อมและบริบทของสถานศึกษาแต่ละแห่งเพื่อความเหมาะสมกับสถาบันการศึกษานั้นๆ
2. การนำระบบไปใช้ อาจมีการเพิ่ม-ลดกระบวนการ ขั้นตอน ของแต่ละหน่วยย่อยของระบบให้มีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับความต้องการที่จำเป็น



เอกสารอ้างอิง

- จารึก ชุกติติกุล. (2546). การสอนซอฟต์แวร์การเขียนโปรแกรม. วารสารราชภัฏเพชรบุรี 12(1): 27-38.
- ฉลองชัย ชิวสุทรสกุล อจณรรค์ มโนสุทธิฤทธิ์ และ จิระศักดิ์ สุวรรณโน. (2552). การเรียนการสอนของโรงเรียนที่มีนักเรียนจำนวนหนึ่ง ผ่านการสอบคัดเลือกโอลิมปิกวิชาการคอมพิวเตอร์รอบแรกเป็นต้นไปได้ต่อเนื่อง. กรุงเทพมหานคร: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการนานาชาติ เรื่อง Developing Real-Life Learning Experiences : Education Reform through Teaching Strategies Proceeding of 7th International Conference ERTS 2009. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 104-109
- นวลจิตต์ เขาวีรติพงษ์. (2551). การสอนเพื่อพัฒนาทักษะปฏิบัติ. ประมวลสาระชุดวิชา วิทยาการจัดการเรียนรู้ บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช.
- ฐาปนี ธรรมเมธา. (2540). แนวคิดการจัดการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์. วารสารทับแก้ว คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540.
- ทัศนดา คุณสนอง. (2553). การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์บนเครือข่ายสังคม เรื่อง การเขียนโปรแกรมภาษาซีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ทีศนา แหมมณี. (2552). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยาใจ สิงห์มณีฉาย. (2547). การวิเคราะห์องค์ประกอบของความรู้ ความสามารถ และบุคลิกภาพของนักวิเคราะห์ระบบและนักเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ตามการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาอุตสาหกรรมและองค์การบริหารบัณฑิตวิทยาลัย คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ระวีวรรณ ศรีคำมกรัน. (2551). เทคนิคการสอน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สมพิศ โกศลวัฒน์ พรชัย จิตต์พานิชย์ และ พรพรรณ ประชาพัฒน์. (2547). ระบบคอมพิวเตอร์เบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2555). สรุปผลการสำรวจตลาดเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของประเทศไทย ประจำปี 2554 และประมาณการปี 2555. ปทุมธานี: สำนักงานส่งเสริมอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์แห่งชาติ.
- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. (2545). กรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศ ระยะ พ.ศ. 2544-2555 ของประเทศไทย. ปทุมธานี: ธนาเพลส แอนด์ เพลส จำกัด.
- อจณรรค์ มโนสุทธิฤทธิ์. (2554). รูปแบบการคัดกรองผู้เรียนที่มีความสามารถในการเรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับมัธยมศึกษา. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภาคเหนือ. 3 (ฉบับพิเศษ): 316-323.



อ้อ แซ่อึ้ง. (2542). การศึกษาสภาพและความต้องการครูคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัด กรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

Bujea, Eleanor and Stanley Voyce. (1988). **Teaching Computing: A Practical Approach.** New Jersey: Prentice Hall.

Knuth, Donald E. (2000). **The Art of Computer Programming (Volume 1): Fundamental Algorithms.** 3rd ed. Reading, Massachusetts : Addison-Wesley.