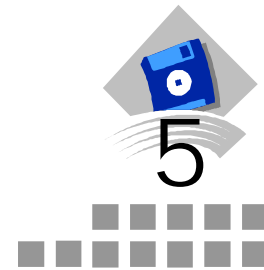


การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ Design of Computer Instruction



■ บทนำ

บทเรียนคอมพิวเตอร์พัฒนามาจากบทเรียนสำเร็จรูปที่เน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้คอมพิวเตอร์จัดการ ซึ่งบุคลากรทางคอมพิวเตอร์จะถือว่าตัวบทเรียนคอมพิวเตอร์ก็คือซอฟต์แวร์ประเภทหนึ่งในลักษณะของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Media) เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับการศึกษา ในขณะที่นักศึกษาก็มีความเชื่อว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ควรออกแบบโดยยึดหลักทางการศึกษาโดยใช้คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอและจัดการบทเรียน เพื่อให้เป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่จัดการเรียนรู้เบ็ดเสร็จภายในตัวเอง การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์จึงเกี่ยวข้องกับแนวความคิด 2 ประการ ดังนี้

1. แนวความคิดของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software Engineering)
2. แนวความคิดของวิธีการระบบ (System Approach) แบ่งออกเป็น 2 แนวทางดังนี้
 - 2.1 แนวทางการออกแบบบทเรียนโดยใช้หลักการของบทเรียนสำเร็จรูป
 - 2.2 แนวทางการออกแบบบทเรียนโดยใช้หลักการของการออกแบบรูปแบบการสอน

อย่างไรก็ตาม ทั้งสองแนวความคิดจะมีความแตกต่างกันบ้างในส่วนของรายละเอียด แต่องค์ประกอบหลักที่สำคัญจะไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากการออกแบบระบบการสอนซึ่งเป็นศาสตร์ของการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ของบทเรียนเป็นที่ตั้ง การพัฒนาเนื้อหาบทเรียน กิจกรรมการเรียน สื่อการเรียนการสอน และแบบทดสอบ จึงยึดตามพฤติกรรมขั้นสุดท้ายที่ระบุไว้ในวัตถุประสงค์เหมือนกัน การออกแบบบทเรียน จึงเป็นกรอบของกระบวนการผลิตระบบการสอนหรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งประสานสัมพันธ์กับองค์ประกอบพื้นฐานของการออกแบบการสอน ทุก ๆ แนวความคิดจึงมักเริ่มต้นที่การวิเคราะห์จุดมุ่งหมาย กลุ่มเป้าหมาย และกำหนดวัตถุประสงค์ หลังจากนั้นจึงเข้าสู่การวิเคราะห์เนื้อหา สื่อ กิจกรรม และการประเมินผลในขั้นต่อ ๆ ไป

■ การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามแนวความคิดของวิศวกรรม

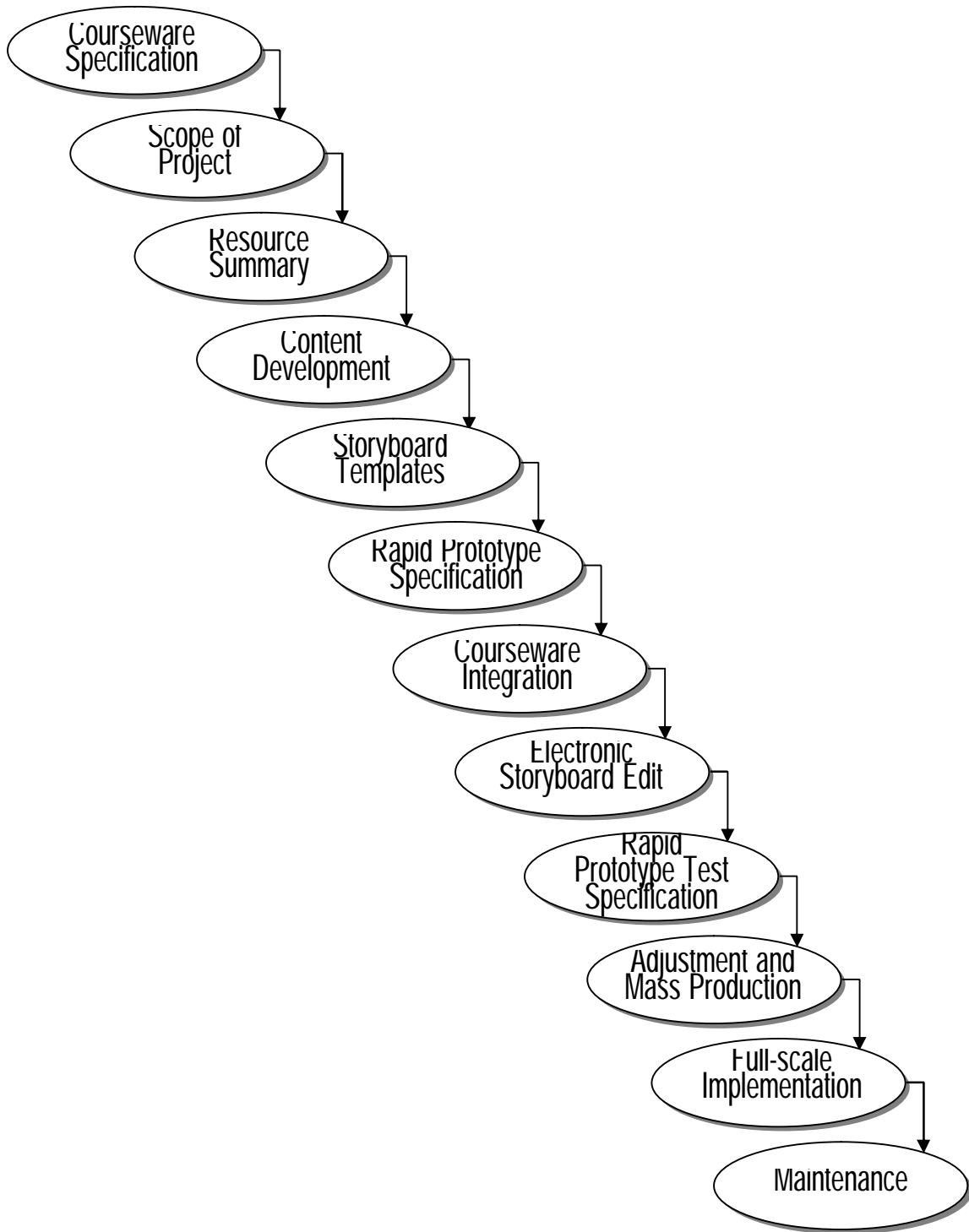
ซอฟต์แวร์

วิธีการพัฒนาซอฟต์แวร์ในศาสตร์ของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ จำแนกออกเป็นหลายวิธีตามที่นักคอมพิวเตอร์พัฒนาขึ้นมา เช่น The DOD-STD-2167A Method, The Waterfall Method, The Jackson Method, The Rapid Prototyping Method, The Spiral Method, The Parallel Method

และ System Development Life Cycle (SDLC) เป็นต้น แต่ละวิธีมีขั้นตอนที่แตกต่างกันบ้างตามวิธีคิดของผู้พัฒนาแต่ละคน อย่างไรก็ตามทุกวิธีมีเป้าหมายเหมือนกันก็คือการพัฒนาซอฟต์แวร์ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ โดยจะต้องเป็นซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพ สามารถตรวจสอบขั้นตอนในการพัฒนาได้ เมื่อพิจารณาว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ชนิดหนึ่ง แนวความคิดของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ จึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้เช่นกัน

Siviter, Linecar & Siviter ได้ออกแบบขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยยึดแนวความคิดของวิธี The Waterfall Method ที่ใช้สำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์ทั่ว ๆ ไป โดยจำแนกออกเป็น 12 ขั้นตอน ได้แก่

1. กำหนดรายละเอียดของตัวบทเรียน (Courseware Specification) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้
 - 1.1 ระบุเป้าหมายของผู้เรียน (Specify Target Audience)
 - 1.2 กำหนดความต้องการใช้บทเรียน (Determine the Need for CAI)
 - 1.3 กำหนดรายการเทคโนโลยีที่นำไปใช้ได้ สำหรับผู้พัฒนาบทเรียนและผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย (Determine Technology Accessibility Issues for Project Developers and Target Learners)
2. กำหนดขอบข่ายของโครงการ (Scope of Project) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้
 - 2.1 กำหนดการพัฒนาในระยะยาว (Define Long Term Development)
 - 2.2 กำหนดการพัฒนาที่จะทำบทเรียนให้สำเร็จ (Define Proposed Development)
3. สรุปแหล่งข้อมูล (Resource Summary) เป็นการรวบรวมแหล่งข้อมูลที่ใช้สำหรับพัฒนาบทเรียน ได้แก่ วัสดุการเรียนการสอน เช่น ข้อความ ภาพ ของจริง วิดีทัศน์ หรือสื่ออื่น ๆ
4. พัฒนาเนื้อหาบทเรียน (Content Development) เป็นขั้นตอนที่พัฒนาเนื้อหาบทเรียนขึ้นตามขอบข่ายของบทเรียนที่กำหนดไว้ โดยรวบรวมเฉพาะเนื้อหาที่จะใช้นำเสนอในบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งหมายถึงตัวบทเรียน (Courseware) นั้นเอง
5. เขียนบทดำเนินเรื่อง (Storyboard Templates) นำเนื้อหาทั้งหมดมาเขียนเป็นบทดำเนินเรื่อง สำหรับพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ต่อไป
6. พัฒนาบทเรียนต้นแบบอย่างรวดเร็ว (Rapid Prototype) โดยหลักการของวิธี The Water fall Method ขั้นตอนนี้หมายถึงการพัฒนาบทเรียนสั้น ๆ อย่างรวดเร็ว โดยให้มีหน้าที่การทำงานเหมือนกับบทเรียนจริง เพียงแต่พัฒนาขึ้นมาเพียงบางส่วนเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาบทเรียนจริง และศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน
7. รวบรวมตัวบทเรียน (Courseware Integration) รวบรวมตัวบทเรียนแต่ละส่วนเข้าด้วยกันเป็นบทเรียน ซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนาบทเรียนต้นแบบอย่างรวดเร็วและผ่านการทดลองใช้มาแล้ว



ภาพที่ 5-1 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามแนวความคิดของวิศวกรรมซอฟต์แวร์

8. แก้ไขบทดำเนินเรื่องอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Storyboard Edit) ป้อนบทดำเนินเรื่องเข้าสู่ระบบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นให้ทำการแก้ไขปรับปรุงบทดำเนินเรื่องให้สมบูรณ์ เพื่อพัฒนาเป็นบทเรียนต้นแบบ

9. ทดสอบบทเรียนต้นแบบ (Rapid Prototype Test) ทำการทดสอบบทเรียนต้นแบบที่พัฒนาขึ้นกับผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้หลักสถิติในการทดสอบและรายงานผลการทดสอบ
10. ปรับปรุงและผลิตบทเรียนจำนวนมาก (Adjustment and Mass Production) นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้มาทำการแก้ไข ปรับปรุงบทเรียนให้ดีขึ้น ขั้นต่อไปเป็นการผลิตบทเรียนพร้อมด้วยเอกสาร เพื่อนำไปทดลองใช้ทั้งระบบต่อไป
11. ทดลองใช้บทเรียนครบทุกส่วน (Full-scale Implementation) ดำเนินการทดลองใช้บทเรียนตามหลักการทดลองใช้เพื่อประเมินผลบทเรียน โดยใช้วิธีการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ เช่น Whitebox Testing, Blackbox Testing หรือวิธีอื่น ๆ
12. บำรุงรักษา (Maintenance) ทำการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาบทเรียนอย่างต่อเนื่องต่อไป เมื่อใช้บทเรียนไปชั่วระยะเวลาหนึ่ง

■ การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามแนวความคิดของวิธีการระบบ

แม้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์จะออกแบบโดยใช้แนวความคิดของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ได้ แต่บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ทางด้านการเรียนการสอน มักจะออกแบบขึ้นโดยอาศัยวิธีการระบบเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากผู้ออกแบบบทเรียนส่วนใหญ่เป็นผู้สอนซึ่งมีความเห็นว่าวิธีการระบบเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ยึดหลักของความเป็นเหตุเป็นผล รวมทั้งมีการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินผลในขั้นสุดท้ายไปปรับปรุงแก้ไขบทเรียนในขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมาให้มีความเหมาะสม จึงเป็นแนวทางที่มีการนำไปใช้มากที่สุดในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็น CAI/CBT, WBI/WBT หรือ e-Learning ก็ตาม ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แนวทางตามที่กล่าวมาแล้ว ได้แก่ แนวทางการออกแบบบทเรียนโดยใช้หลักการของบทเรียนสำเร็จรูป และแนวทางการออกแบบบทเรียนโดยใช้หลักการของการออกแบบรูปแบบการสอน

■ แนวทางการออกแบบบทเรียนโดยใช้หลักการของบทเรียนสำเร็จรูป

บทเรียนสำเร็จรูป (Instructional Program) เป็นบทเรียนที่นำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนโดยมุ่งเน้นการเรียนการสอนรายบุคคลเป็นหลัก การนำเสนอเนื้อหาจึงยึดประสบการณ์ของผู้เรียนเป็นหลัก โดยนำเสนอเนื้อหาที่ละเอียด ๆ จากง่ายไปสู่ยาก จากสิ่งย่อย ๆ ไปหาสิ่งที่ใหญ่กว่า จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม เป็นต้น

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามแนวทางของบทเรียนสำเร็จรูป จึงใช้หลักการส่วนนี้ดำเนินการออกแบบบทเรียน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation Phase)
2. ขั้นดำเนินการเกี่ยวกับการเรียนการสอน (Instructional Phase)
3. ขั้นทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข (Implementation and Revision Phase)
4. ขั้นนำส่งบทเรียน (Delivery Phase)

รายละเอียดแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

1. ขั้นตอนเตรียมการ (Preparation Phase)

ขั้นตอนเตรียมการ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนย่อย ๆ ได้แก่

1.1 ศึกษาหลักสูตร ขั้นแรก จะต้องศึกษาหลักสูตรรายวิชาให้ละเอียด เพื่อให้ทราบว่า จะต้องสอนอะไร นำเสนอเนื้อหาอะไรบ้าง ทั้งนี้จะต้องศึกษาเอกสารหลักสูตรต่าง ๆ เช่น ประมวล การสอน แผนการสอน คู่มือ หนังสือ ตำราเรียน แบบฝึกหัด เป็นต้น

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ เมื่อได้ขอบข่ายของเนื้อหาแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการกำหนด วัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนและออกข้อสอบ วัตถุประสงค์ที่กำหนดเป็น วัตถุประสงค์การเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นสิ่งที่คาดหวังว่าหลังจบบทเรียนแล้วผู้เรียนจะสามารถ แสดง พฤติกรรมใด ๆ ออกมาได้ซึ่งไม่เคยทำได้มาก่อน นอกจากจะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา บทเรียนแล้ว ยังช่วยให้ทราบถึงความสามารถทางการเรียนจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้าย โดยการ พิจารณาจากผลคะแนนก่อนและหลังบทเรียน ถ้าผลการสอบหลังบทเรียนสูงกว่าก่อนบทเรียนมาก ก็แสดงว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้นมาก ซึ่งแสดงถึงว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพ

1.3 วิเคราะห์งานหรือภารกิจ (Task Analysis) เป็นการวิเคราะห์งานหรือภารกิจ เพื่อให้ทราบว่าในการเรียนการสอนที่จะเกิดขึ้นนั้น จะต้องใช้ความรู้พื้นฐานหรือพฤติกรรมอย่างไร ก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการเรียนการสอน รวมถึงในระหว่างบทเรียนและพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของ ผู้เรียนหลังจบบทเรียนแล้วด้วย

1.4 สร้างแบบทดสอบ เป็นการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลการเรียนรู้ในบทเรียน โดย ยึดวัตถุประสงค์ของบทเรียนเป็นหลัก ผลคะแนนของผู้เรียนที่ทำได้จะเป็นตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน โดยเปรียบเทียบกับผลคะแนนของแบบทดสอบก่อนบทเรียน

2. ขั้นตอนดำเนินการเกี่ยวกับการเรียนการสอน (Instructional Phase)

ขั้นตอนดำเนินการ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 เขียนตัวบทเรียน ได้แก่ การออกแบบและเขียนบทเรียน โดยแบ่งออกเป็นเฟรม ๆ ตั้งแต่เฟรมแรกจนถึงเฟรมสุดท้าย รวมทั้งการเลือกวิธีการนำเสนอบทเรียน เช่น แบบเชิงเส้น หรือแบบสาขา

2.2 ทบทวนและแก้ไข หลังจากเขียนตัวบทเรียนเสร็จแล้ว ผู้ออกแบบส่วนใหญ่มักจะ รอเวลาไว้สักระยะหนึ่ง แล้วนำมาพิจารณาหาจุดบกพร่องต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม ยิ่งขึ้น โดยปรับเปลี่ยนในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1 ด้านความถูกต้องของเนื้อหา ซึ่งผู้ออกแบบบทเรียนเป็นผู้ตรวจสอบด้วย ตนเองเป็นขั้นแรก หลังจากนั้นจึงให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชานั้นเป็นผู้ตรวจสอบ โดยใช้ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 2 - 3 คน

2.2.2 ด้านการใช้ภาษา โดยผู้เขียนลองศึกษาบทเรียนนั้นด้วยตนเองเป็นขั้นแรก ให้สมมติว่าตนเองเป็นผู้เรียนที่ไม่เคยรู้เรื่องมาก่อนและมีความสามารถระดับปานกลาง ถ้าเห็นว่าส่วนใดที่การสื่อความหมายหรือใช้ภาษาไม่ดี จะต้องแก้ไขในส่วนนั้นก่อนที่จะนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้ภาษาตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง

2.2.3 ด้านเทคนิคการเรียนการสอน ประเด็นที่จะต้องพิจารณาประกอบด้วย ความต่อเนื่องของบทเรียน ความเหมาะสมของเนื้อหาแต่ละเฟรม และความเหมาะสมและคุณภาพของภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน เป็นต้น

3. ขั้นทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข (Implementation and Revision Phase)

ขั้นทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ทดลองใช้รายบุคคล โดยนำบทเรียนที่พัฒนาเสร็จเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 3 - 4 คน โดยเลือกผู้เรียนที่เรียนอ่อนหรือเกือบปานกลาง เนื่องจากจะช่วยให้ได้ข้อมูลในการแก้ไขจุดบกพร่องบทเรียนดีกว่าการเลือกผู้เรียนเก่งทั้งหมด

ถ้าผู้เรียนอ่อนสามารถศึกษาบทเรียนได้ ก็ย่อมประกันได้ว่าผู้เรียนส่วนใหญ่น่าจะเรียนได้เช่นกัน ขณะทำการทดลองใช้บทเรียน ผู้พัฒนาบทเรียนควรติดตามและเฝ้าสังเกตการณ์อย่างใกล้ชิด พร้อมทั้งจดบันทึกเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังควรสอบถามผู้เรียนหลังจบบทเรียนเกี่ยวกับการใช้บทเรียนและความคิดเห็นที่มีต่อบทเรียน ข้อมูลเหล่านี้จะนำไปพิจารณาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนในขั้นต่อไป

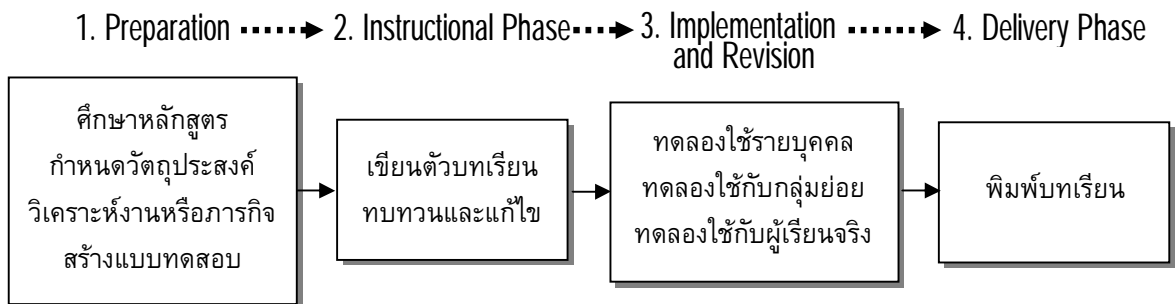
3.2 ทดลองใช้กับกลุ่มย่อย นำบทเรียนที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้รายบุคคล ไปทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มย่อยที่มีความสามารถค่อนข้างต่ำกว่าปานกลาง ประมาณ 5 - 10 คน ก่อนเริ่มเรียนควรมีการทดสอบก่อนบทเรียนเพื่อหาความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวที่เสียก่อน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ได้เตรียมไว้ในขั้นตอนแรกและหลังจากเรียนจบบทเรียนแล้ว ก็นำแบบทดสอบชุดเดิมมาทดสอบอีกครั้งหนึ่ง โดยที่ผู้พัฒนาบทเรียนควรบันทึกผลการสอบแต่ละข้อของผู้เรียนแต่ละคนไว้ด้วย ทั้งผลการสอบก่อนและหลังบทเรียน พร้อมทั้งบันทึกเวลาในการทดสอบด้วย นอกจากนี้ยังควรสอบถามผู้เรียนเป็นรายบุคคลเกี่ยวกับผลการใช้บทเรียนและความคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับตัวบทเรียน เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปทำการแก้ไขปรับปรุงบทเรียนให้มีคุณภาพ ก่อนที่จะนำบทเรียนไปใช้จริงกับกลุ่มทดลองในชั้นเรียนต่อไป

3.3 ทดลองใช้กับผู้เรียนจริง นำบทเรียนที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับผู้เรียนจริง ซึ่งเป็นการใช้กับผู้เรียนทั้งชั้นเรียนและไม่เคยมีความรู้ในเรื่องดังกล่าวมาก่อน ซึ่งมีจำนวนไม่น้อยกว่า 35 คน โดยมีการทดสอบทั้งก่อนบทเรียนและหลังบทเรียนเหมือนกับการทดลองใช้กับกลุ่มย่อยทุกประการ วัตถุประสงค์ของการทดลองใช้บทเรียนกับผู้เรียนจริงก็เพื่อต้องการหาประสิทธิภาพของบทเรียน กล่าวคือ ต้องการทราบว่าบทเรียนสามารถใช้กับผู้เรียน

จริงในสถานการณ์และสิ่งแวดล้อมที่เป็นอยู่จริงได้หรือไม่ ผลการทดลองใช้จะนำไปแก้ไขปรับปรุงบทเรียนต่อไป

4. ขั้นนำส่งบทเรียน (Delivery Phase)

ขั้นนำส่งบทเรียน หมายถึง การนำบทเรียนที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงและทดลองใช้แล้วมาพิมพ์เป็นบทเรียนสำเร็จรูปหรือผลิตเป็นโปรแกรมบทเรียน เพื่อนำส่งไปยังผู้เรียนให้มีการใช้งานตามวัตถุประสงค์ต่อไป



ภาพที่ 5-2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามแนวทางของบทเรียนสำเร็จรูป

อำนวยการ เดชชัยศรี กล่าวว่า ขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นหลักการเดียวกันกับการสอนแบบโปรแกรม การสร้างบทเรียนจึงใช้วิธีการเดียวกับการสร้างบทเรียนโปรแกรม เมื่อได้บทเรียนโปรแกรมแล้ว จึงนำไปแปลงเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ โดยใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป เพื่อสร้างเป็นคำสั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานตามเนื้อหาตามที่เขียนโปรแกรมสั่ง ดังนั้น การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ จึงต้องอาศัยพื้นฐานทางทฤษฎีการเรียนรู้ เพื่อให้เข้าใจผู้เรียนแต่ละระดับและเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ จึงมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดเนื้อหาวิชาและระดับชั้น โดยผู้ออกแบบบทเรียนต้องวิเคราะห์ว่าเนื้อหาวิชาจะต้องไม่เปลี่ยนแปลงบ่อย และไม่ซ้ำกับผู้อื่น เพื่อให้คุ้มค่ากับการลงทุนและช่วยลดเวลาเรียนของผู้เรียนได้

2. การกำหนดวัตถุประสงค์ จะเป็นแนวทางแกผู้ออกแบบบทเรียน เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนหลังจากจบแล้วจะบรรลุตามวัตถุประสงค์มากน้อยเพียงใด การกำหนดวัตถุประสงค์ จึงกำหนดได้ทั้งวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ผู้เรียน (Audience) โดยตรวจสอบว่ามีพื้นฐานความรู้ระดับใด

2.2 พฤติกรรม (Behavior) เป็นการคาดหวังเพื่อที่จะให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย การวัดพฤติกรรมทำได้โดยสังเกต คำนวน แยกแยะ เขียน อ่าน แต่งประโยค เป็นต้น

2.3 เงื่อนไข (Condition) เป็นการกำหนดสภาวะพฤติกรรมของผู้เรียนที่จะเกิดขึ้น เช่น เมื่อกำหนดค่าสีให้ 3 สี ผู้เรียนสามารถอ่านค่าความต้านทานได้อย่างถูกต้อง เป็นต้น

2.4 ปริมาณ (Degree) เป็นการกำหนดมาตรฐานที่ยอมรับว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์แล้ว เช่น อ่านค่าสีตัวต้านทานได้ถูกต้อง 20 ค่าภายในเวลา 3 นาที เป็นต้น

3. การวิเคราะห์เนื้อหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญ โดยจะต้องแบ่งเนื้อหาเป็นเนื้อหาย่อย ๆ และเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก มีการวิเคราะห์งานหรือภารกิจว่าจะเริ่มต้นที่ใดและดำเนินการไปทางใด

4. การสร้างแบบทดสอบ จะต้องสร้างแบบทดสอบก่อนบทเรียนและหลังบทเรียน ซึ่งแบบทดสอบส่วนนี้จะเป็นตัวบ่งชี้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพมากน้อยประการใด

5. การเขียนบทเรียน ก่อนเขียนบทเรียนควรกำหนดโครงสร้างเพื่อให้ได้รูปร่างของบทเรียนเสียก่อน และจะต้องทราบว่าประกอบด้วยขั้นตอนใด มีสัดส่วนอย่างไร บทเรียนจึงจะมีขั้นตอนที่ดี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา โดย ช่างโชติ พันธุเวช ได้กล่าวว่กระบวนการออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบบทเรียน

การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยกิจกรรมและขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา (Course and Content Analysis)
2. การกำหนดวัตถุประสงค์บทเรียน (Specify Objectives)
3. การวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรม (Content Analysis)
4. การระบุขอบข่ายบทเรียน (Specify Scope)
5. วิธีการนำเสนอ (วิธีสอน) (Pedagogy/Scenario)

รายละเอียดในแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

1. การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา (Course and Content Analysis)

เนื้อหาของบทเรียน ได้มาจากการศึกษาและการวิเคราะห์รายวิชาและเนื้อหาของหลักสูตร รวมถึงแผนการเรียนและการสอนและคำอธิบายรายวิชา หนังสือ ตำรา และเอกสารประกอบการสอนแต่ละวิชา หลังจากได้รายละเอียดของเนื้อหามาแล้ว ให้ดำเนินการดังนี้

- I นำมากำหนดเป็นวัตถุประสงค์ทั่วไป
- I จัดลำดับเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนืองกัน
- I เขียนหัวข้อเรื่องตามลำดับเนื้อหา
- I เลือกหัวเรื่องและเขียนหัวข้อย่อย
- I เลือกเรื่องที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียน

หลังจากกำหนดผังงาน แสดงความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ของเนื้อหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการออกแบบการนำเสนอหรือแสดงเนื้อหาบนจอภาพ ได้แก่

- I การจัดตำแหน่งและขนาดของเนื้อหา
 - I การออกแบบและแสดงภาพและกราฟิกบนจอ
 - I การแสดงข้อความวิธีการใช้บทเรียน
 - I การออกแบบเฟรมต่าง ๆ ของบทเรียนและการนำเสนอ
 - I การวัดและประเมินผล เช่น ใช้ข้อสอบชนิดต่าง ๆ
- ง. กำหนดความสัมพันธ์ ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้
- I ความสัมพันธ์ของเนื้อหา
 - I กิจกรรม

4. การกำหนดขอบข่ายบทเรียน (Specify Scope)

ขั้นตอนนี้ เป็นการกำหนดขอบข่ายของบทเรียน โดยพิจารณาตัดสินว่าควรนำเสนอบทเรียนในรูปแบบใด เป็นแบบเชิงเส้น หรือแบบสาขา

5. วิธีการนำเสนอ (วิธีสอน) (Pedagogy/Scenario)

การนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ จะยึดหลักการสอนตามรูปแบบ 9 ขั้นของ Robert Gagne' ซึ่งเริ่มต้นที่การสร้างความสนใจ และสิ้นสุดที่การสรุปผลและนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างบทเรียน (Courseware Construction)

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การใส่เนื้อหาและกิจกรรม (Input Content)
 - 1.1 ข้อมูลที่ต้องการแสดงบนจอ
 - 1.2 สิ่งที่คาดหวังและการตอบสนอง
 - 1.3 ข้อมูลสำหรับการควบคุมการตอบสนอง
2. การใส่ข้อมูล/บันทึกการสอน (Input Teaching Plan)
3. ผลิตบทเรียน (Generate Courseware)

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบและประเมินผลบทเรียน (Courseware Testing & Evaluating)

การตรวจสอบและประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นเป็นสิ่งจำเป็น ก่อนที่จะมีการนำบทเรียนไปใช้ในการเรียนการสอน ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

1. การตรวจสอบทุกขั้นตอนของการออกแบบและการพัฒนาบทเรียน
2. การทดสอบการใช้งานบทเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีการทดสอบก่อนที่จะนำไปใช้งาน เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องก่อนใช้งานจริง

3. การประเมินผลบทเรียน มีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินผลต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์และประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน

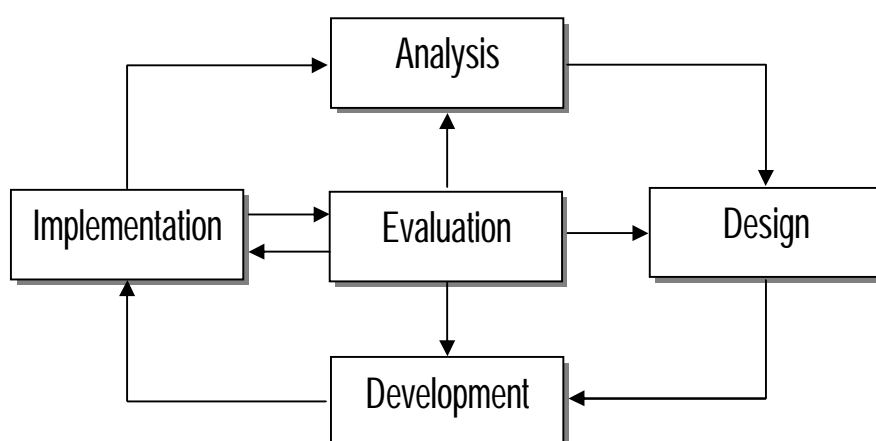
■ แนวทางการออกแบบบทเรียนโดยใช้หลักการของการออกแบบรูปแบบ

การสอน

รูปแบบการสอน (Instructional Model) เป็นการใช่วิธีการระบบ ซึ่งเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบใหม่ ๆ หรือวิธีคิดใหม่ ๆ ของการเรียนการสอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนจะส่งผลถึงกันและกัน อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนได้ โดยปกติแล้ววิธีการระบบเป็นศาสตร์ที่นำมาออกแบบนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีทางการศึกษา แต่ก็สามารถประยุกต์ใช้กับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้ เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์จัดว่าเป็นนวัตกรรมทางการศึกษามัยใหม่เช่นกัน

สำหรับขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ซึ่งประยุกต์มาจากวิธีการระบบ ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด โดยมีการดัดแปลงและเพิ่มเติมรายละเอียด เพื่อนำไปพัฒนาเป็นขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามแนวคิดของแต่ละบุคคลมากที่สุด ก็คือรูปแบบการสอน ADDIE Model ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. การวิเคราะห์ (A : Analysis)
2. การออกแบบ (D : Design)
3. การพัฒนา (D : Development)
4. การทดลองใช้ (I : Implementation)
5. การประเมินผล (E : Evaluation)



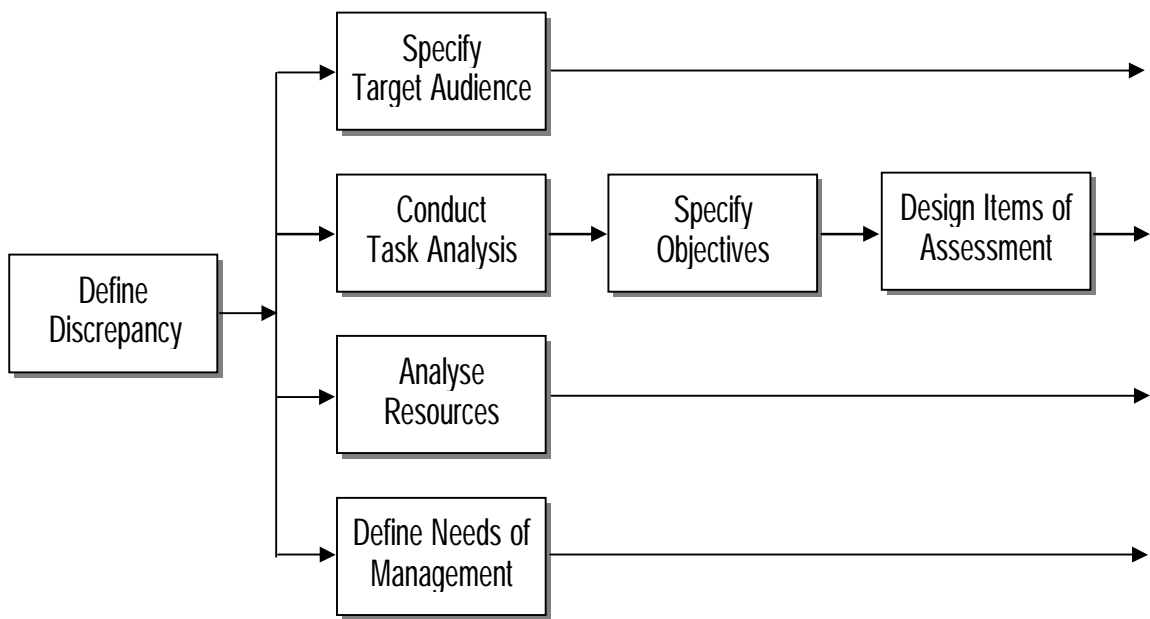
ภาพที่ 5-3 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามแนวทางของรูปแบบการสอน ADDIE Model

Roderic, Sims แห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีซิดนีย์ (University of Technology Sydney) ประเทศออสเตรเลีย ได้นำเสนอขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ไว้อย่างละเอียดครอบคลุมสาระสำคัญของกระบวนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์อย่างสมบูรณ์ โดยยึดโครงสร้างการออกแบบบทเรียนตามรูปแบบการสอน ADDIE Model ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์ (A : Analysis)

การวิเคราะห์เป็นขั้นตอนแรก ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1.1 นิยามข้อขัดแย้ง (Define Discrepancy) หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับข้อขัดแย้งหรือศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งความต้องการต่าง ๆ เพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าว ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการหาเหตุผลสำหรับออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้แก้ปัญหาหรือแก้ไขข้อขัดแย้งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 5-4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis)

1.2 กำหนดกลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย (Specify Target Audience) หมายถึง การกำหนดกลุ่มผู้เรียนหรือผู้เข้าฝึกอบรมที่เป็นผู้ใช้บทเรียน ปัจจัยต่าง ๆ ที่ควรพิจารณา ได้แก่ ปัญหาทางการเรียน ความสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม และรูปแบบของบทเรียนที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

1.3 วิเคราะห์งานหรือภารกิจ (Conduct Task Analysis) หมายถึง การวิเคราะห์งานหรือภารกิจที่ผู้เรียนจะต้องกระทำก่อน ระหว่างและหลังบทเรียน ผลที่ได้จากขั้นตอนนี้จะนำไปกำหนดเป็นวัตถุประสงค์ของบทเรียน การวิเคราะห์งานในขั้นนี้จะต้องใช้เครื่องมือช่วย

1.4 กำหนดวัตถุประสงค์ (Specify Objectives) หมายถึง การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน ซึ่งสัมพันธ์กับงานหรือภารกิจที่ผู้เรียนจะต้องกระทำในกระบวนการเรียนรู้

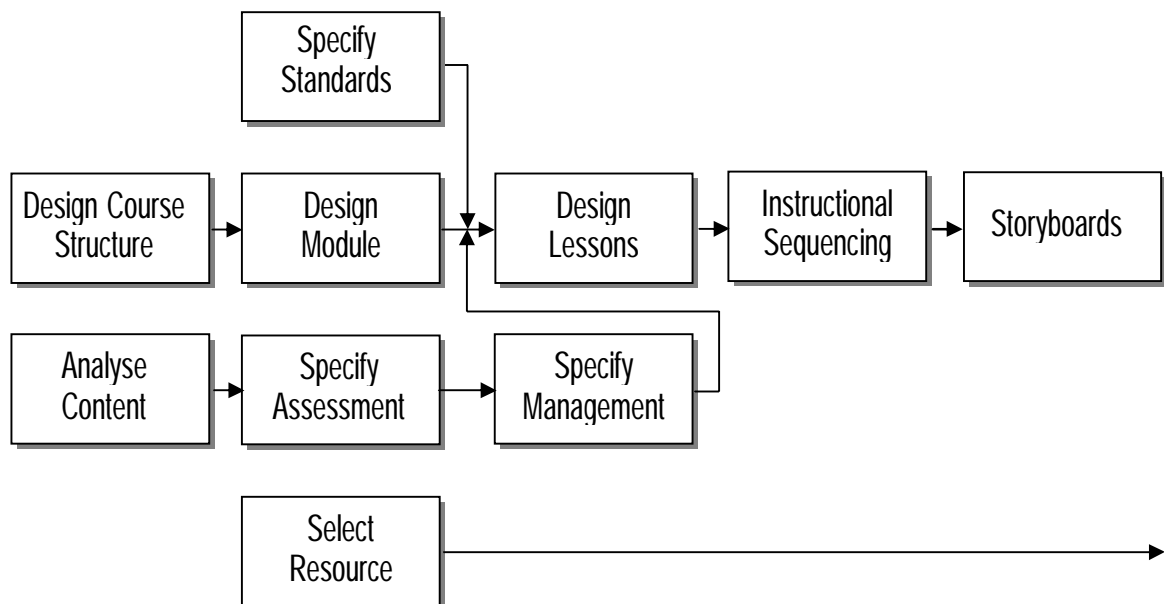
1.5 ออกข้อสอบสำหรับประเมินผล (Design Item of Assessment) หมายถึง การออกข้อสอบที่ใช้ในบทเรียนเพื่อประเมินผลผู้เรียน ได้แก่ แบบฝึกหัด แบบทดสอบก่อนและหลังบทเรียน พร้อมทั้งกำหนดเกณฑ์ตัดสิน น้ำหนักคะแนน วิธีการตรวจสอบ และชนิดของข้อสอบ

1.6 วิเคราะห์แหล่งข้อมูล (Analyse Resources) หมายถึง การวิเคราะห์แหล่งข้อมูลการเรียนการสอนที่จะใช้ในการออกแบบบทเรียน ได้แก่ แหล่งเนื้อหา แหล่งวัสดุการเรียน แหล่งสื่อและแหล่งกิจกรรมการเรียนการสอน

1.7 นิยามความจำเป็นในการจัดการบทเรียน (Define Needs of Management) หมายถึง การกำหนดวิธีการจัดการบทเรียน โดยพิจารณาประเด็นต่าง ๆ เช่น รูปแบบการนำเสนอ บทเรียน การจัดการบทเรียน การรักษาความปลอดภัย การเก็บบันทึก วิธีการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน รวมถึงวิธีการนำส่งบทเรียนไปยังกลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย

2. การออกแบบ (Design)

การออกแบบ ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้



ภาพที่ 5-5 ขั้นตอนการออกแบบ (Design)

2.1 ระบุมาตรฐาน (Specify Standards) หมายถึง การกำหนดมาตรฐานของบทเรียน เพื่อให้ได้บทเรียนที่มีคุณภาพทั้งด้านเนื้อหา ภาษาที่ใช้ หน้าจอภาพ การควบคุมโดยผู้ใช้ ระบบช่วยเหลือผู้เรียน ระบบการติดต่อสื่อสารที่ใช้ และอื่น ๆ

2.2 ออกแบบโครงสร้างบทเรียน (Design Course Structure) หมายถึง การออกแบบโครงสร้างที่แสดงความสัมพันธ์ของบทเรียน โดยใช้เครื่องมือช่วยในการออกแบบ รวมทั้งการพิจารณารูปแบบของการจัดการบทเรียน เพื่อให้สอดคล้องกับคุณสมบัติและประสบการณ์ของผู้เรียน

2.3 ออกแบบโมดูล (Design Module) หมายถึง การออกแบบโมดูลการเรียนออกเป็น ส่วน ๆ ตามลักษณะโครงสร้างบทเรียนและปริมาณเนื้อหา

2.4 ออกแบบบทเรียน (Design Lessons) หมายถึง การออกแบบในส่วนรายละเอียดของบทเรียนแต่ละโมดูลว่าประกอบด้วยเนื้อหา กิจกรรม สื่อการเรียนการสอน คำถาม การตรวจปรับ และกระบวนการเรียนรู้อื่น ๆ

2.5 เรียงลำดับการเรียนการสอน (Instructional Sequencing) หมายถึง การจัดลำดับความสัมพันธ์ของบทเรียนแต่ละโมดูล เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ครบตามขอบเขตของเนื้อหา

2.6 เขียนบทดำเนินเรื่อง (Storyboards) เป็นการเขียนบทดำเนินเรื่องของบทเรียนทั้งหมด ซึ่งจะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนด้วยระบบนิพจน์บทเรียนต่อไป

2.7 วิเคราะห์เนื้อหา (Analyse Content) หมายถึง การวิเคราะห์รายละเอียดของเนื้อหาบทเรียน เพื่อนำเสนอกับผู้เรียน

2.8 ระบุการประเมินผล (Specify Assessment) หมายถึง การกำหนดรูปแบบการประเมินผล รวมทั้งเกณฑ์การพิจารณา และวิธีการประเมินผลการเรียนการสอน

2.9 ระบุการจัดการบทเรียน (Specify Management) หมายถึง กำหนดการจัดการบทเรียน ได้แก่ การจัดการฐานข้อมูล ข้อมูลส่วนตัวของผู้เรียน บทเรียน รวมทั้งการเก็บบันทึกและรายงานผลการเรียน

2.10 เลือกแหล่งข้อมูล (Select Resource) หมายถึง การเลือกแหล่งวัสดุการเรียนการสอนที่จะนำมาใช้ในกระบวนการพัฒนาบทเรียน

3. การพัฒนา (Development)

การพัฒนา ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.1 การพัฒนาบทเรียน (Lesson Development) หมายถึง การพัฒนาเนื้อหาบทเรียนให้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยนำเสนอผ่านจอภาพของคอมพิวเตอร์

3.2 ทดสอบบทเรียน (Lesson Test) หมายถึง การทดสอบบทเรียนขั้นต้นก่อน เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ในแต่ละส่วนแต่ละโมดูลก่อนนำไปรวมเป็นบทเรียนทั้งระบบ

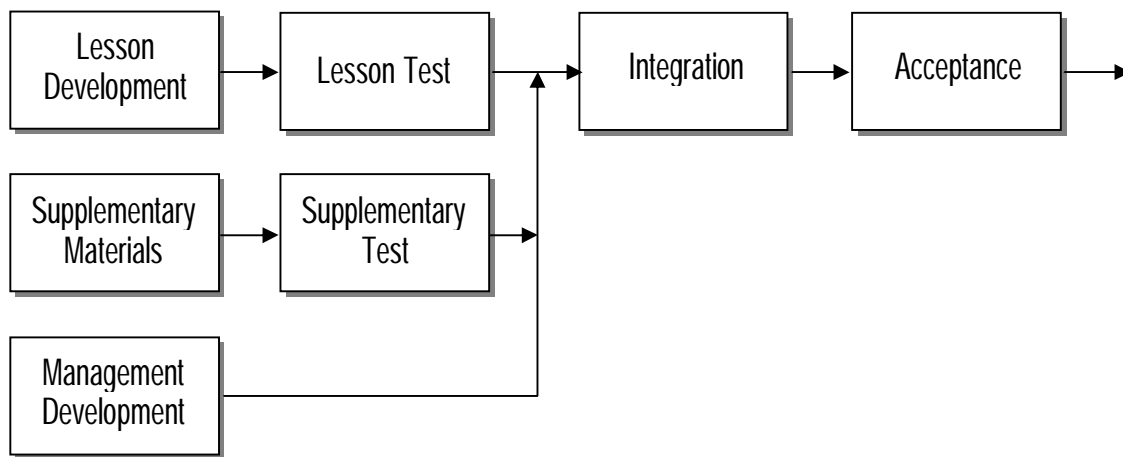
3.3 การรวมบทเรียน (Integration) หมายถึง การรวมบทเรียนแต่ละโมดูลหรือแต่ละหน่วยเข้าด้วยกันเป็นบทเรียนตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

3.4 การยอมรับบทเรียน (Acceptance) หมายถึง การตรวจสอบบทเรียนอีกครั้งหนึ่งหลังจากการรวมบทเรียนเป็นระบบแล้ว เพื่อพิจารณาการยอมรับบทเรียน

3.5 การผนวกวัสดุการเรียนการสอน (Supplementary Materials) หมายถึง การใส่วัสดุการเรียนการสอนเข้าไปในตัวบทเรียนตามแนวทางที่ออกแบบไว้

3.6 การผนวกแบบทดสอบ (Supplementary Test) หมายถึง การใส่แบบทดสอบเข้าไปในตัวบทเรียน เพื่อให้บทเรียนมีกระบวนการเรียนรู้ครบทุกขั้นตอน

3.7 การพัฒนาระบบจัดการบทเรียน (Management Development) หมายถึง การพัฒนาระบบการจัดการบทเรียนให้มีความสามารถจัดการเรียนการสอนได้ตามความต้องการ



ภาพที่ 5-6 ขั้นตอนการพัฒนา (Development)

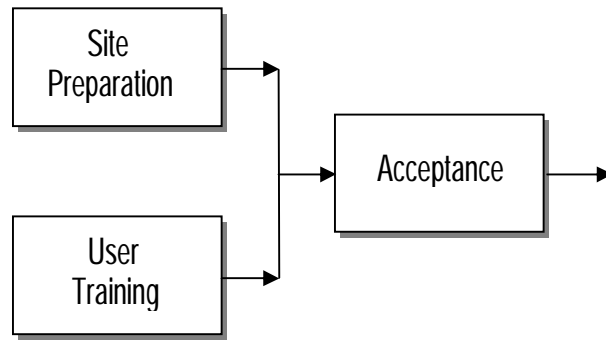
4. การทดลองใช้ (Implementation)

การทดลองใช้ ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

4.1 การเตรียมสถานที่ (Site Preparation) หมายถึง การเตรียมสถานที่สำหรับทดลองใช้บทเรียน รวมทั้งการเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกสำหรับการฝึกอบรมผู้ใช้หรือผู้เรียนตามความต้องการ

4.2 การฝึกอบรมผู้ใช้ (User Training) หมายถึง การดำเนินการฝึกอบรมผู้ใช้ตามกำหนดการในสถานที่ที่เตรียมไว้ในขั้นตอนแรก

4.3 การยอมรับบทเรียน (Acceptance) เป็นการตรวจสอบบทเรียนจากการทดลองใช้ โดยการสอบถามจากกลุ่มผู้ใช้บทเรียน เพื่อให้พิจารณาบทเรียนให้ผ่านการยอมรับอีกครั้งหนึ่ง ก่อนที่จะทำการประเมินผล



ภาพที่ 5-7 ขั้นตอนการทดลองใช้ (Implementation)

5. การประเมินผล (Evaluation)

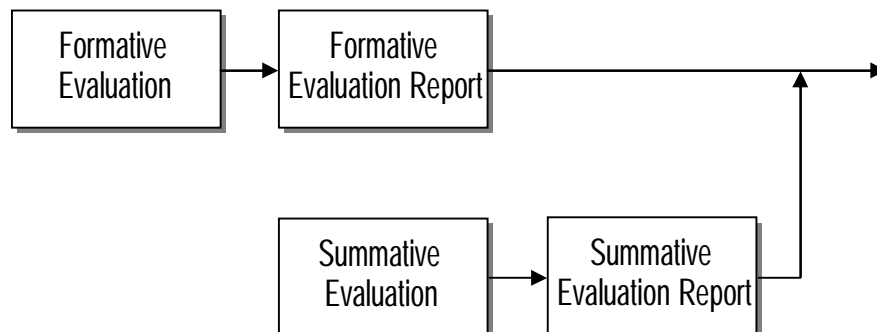
ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

5.1 การประเมินผลระหว่างดำเนินการ (Formative Evaluation) หมายถึง การประเมินผลการออกแบบและการพัฒนาบทเรียนว่าแต่ละขั้นตอนได้ผลอย่างไร มีข้อแก้ไขปรับปรุงประการใดบ้าง

5.2 รายงานการประเมินผลระหว่างดำเนินการ (Formative Evaluation Report) หมายถึง การรายงานผลที่ได้จากการประเมินในขั้นตอนที่ 5.1 ไปยังผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลไปพิจารณาดำเนินการแก้ไขต่อไป

5.3 การประเมินผลสรุป (Summative Evaluation) หมายถึง การประเมินผลสรุปการใช้บทเรียน เพื่อหาคุณภาพของบทเรียนโดยใช้วิธีการต่าง ๆ ทางสถิติ

5.4 รายงานการประเมินผลสรุป (Summative Evaluation Report) หมายถึง การรายงานผลสรุปคุณภาพของตัวบทเรียนไปยังผู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการแจ้งผลการเรียนรู้ไปยังกลุ่มผู้ใช้



ภาพที่ 5-8 ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation)

สำหรับ ไพโรจน์ ตีรณธนากุล และ ไพบุลย์ เกียรติโกมล แห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้เสนอขั้นตอนในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ในลักษณะของการสอนเนื้อหาใหม่ (IMMCAI) โดยมีขั้นตอนเหมือนกับไดอะแกรมในภาพที่ 5-3 ทุกประการ เริ่มจากหัวเรื่องเป้าหมายที่กำหนดวัตถุประสงค์และกลุ่มเป้าหมายผู้ใช้บทเรียน หลังจากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การทดลองใช้ และการประเมินผล จากนั้นจึงนำบทเรียนออกเผยแพร่และติดตามผล เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาบทเรียนครั้งต่อไป

รายละเอียดของการออกแบบและพัฒนา IMMCAI ทั้ง 5 ขั้นตอนหลัก สามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนย่อย ๆ ได้ 16 ขั้นตอน ดังนี้

- ก. เริ่มจากหัวเรื่องที่กำหนด โดยกำหนดวัตถุประสงค์และกลุ่มเป้าหมาย
- ข. ขั้นตอนการวิเคราะห์ มีขั้นตอนดังนี้
 1. สร้างแผนภูมิ (Brainstorm Chart) ของเนื้อหาที่ควรจะมี ตามหัวเรื่องที่กำหนดไว้ โดยไม่ลอกจากตำราเล่มใด ๆ เลย
 2. สร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart) ภายหลังจากวิเคราะห์ที่ละเอียด ตัด-เพิ่มหัวเรื่องตามเหตุ-ผล และความเหมาะสม
 3. สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Concept Network Chart) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหา โดยวิธีการวิเคราะห์ข่ายงาน (Network Analysis)
- ค. ขั้นตอนการออกแบบ มีขั้นตอนดังนี้
 4. กำหนดวิธีการนำเสนอ แล้วเขียนกำกับด้วยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดของเนื้อหาแต่ละตอน (Strategic Presentation Plan VS Behavior Objective) แล้วลำดับแผนการนำเสนอบทเรียนเป็นแผนภูมิ (Course Flow Chart)
 5. สร้างแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วย (Module Presentation Chart) เป็นรูปแบบและลำดับการนำเสนอบทเรียนตามหลักการสอน
- ง. ขั้นตอนการพัฒนา มีขั้นตอนดังนี้
 6. เขียนรายละเอียดเนื้อหาตามรูปแบบที่ได้กำหนด (Script Development) โดยเขียนเป็นกรอบ ๆ ซึ่งจะต้องเขียนไปตามที่ได้วางแผนไว้ โดยเฉพาะถ้าเป็นแบบ IMMCAI จะต้องกำหนดภาพ เสียง สี ฯลฯ และการกำหนดปฏิสัมพันธ์ไว้ให้สมบูรณ์
 7. จัดทำลำดับเนื้อหา (Storyboard Development) เป็นการนำเอากรอบเนื้อหาหรือที่เขียนเป็นสคริปต์มาเรียบเรียงลำดับการนำเสนอที่ได้วางแผนไว้ ซึ่งจะยังเป็นเอกสารสิ่งพิมพ์อยู่ การลำดับกรอบนี้สำคัญมากเมื่อเป็นแบบ Active
 8. นำเนื้อหาที่เป็นสิ่งพิมพ์มาหาค่าความถูกต้อง (Content Correctness) โดยเฉพาะการสร้าง IMMCAI จะเป็นการเขียนตำราใหม่ทั้งเรื่อง ซึ่งจะต้องนำเนื้อหาไปทดลองเพื่อหาค่าความถูกต้องของเนื้อหา (Content Validity) และความเที่ยงตรงของผู้อ่าน (Reader Reliability) ด้วย แล้วปรับปรุงให้สมบูรณ์

9. การสร้างแบบทดสอบส่วนต่าง ๆ ต้องนำมาหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยงตรงและค่าความเชื่อมั่นทุกฉบับ จะต้องปรับปรุงให้สมบูรณ์ ผลที่ได้ทั้งหมดจะเป็นตัวบทเรียน

จ. ขั้นตอนการสร้าง มีขั้นตอนดังนี้

10. เลือกซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมสำเร็จรูปที่เหมาะสมและสามารถสนองตอบต่อความต้องการที่กำหนดไว้เป็นตัวจัดการเสนอบทเรียนบทคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

11. จัดเตรียมรูปภาพ เสียง หรือการถ่ายวีดิทัศน์ หรือภาพนิ่ง หรือสะสมภาพไว้ให้พร้อมที่จะใช้งาน

12. จัดการนำตัวบทเรียนเข้าในโปรแกรมด้วยความประณีตและด้วยทักษะที่ดี ซึ่งจะให้เป็นบทเรียนที่ทำงานบนคอมพิวเตอร์

ฉ. ขั้นตอนการประเมินผล มีขั้นตอนดังนี้

13. ตรวจสอบคุณภาพ (Quality Evaluation) จัดการให้คณะผู้เชี่ยวชาญทาง IMMCAI ตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมบทเรียน แล้วปรับปรุงให้สมบูรณ์

14. ทำการทดสอบ ดำเนินการทดสอบหาประสิทธิภาพด้วยกลุ่มตัวอย่างเป้าหมายจำนวนไม่เกิน 10 คน นำผลมากำหนดยุทธวิธีการหาประสิทธิภาพจริงต่อไป

15. ทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ (Efficiency E1/E2) ของโปรแกรมบทเรียน และหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Effectiveness) จากกลุ่มตัวอย่างเป้าหมายไม่น้อยกว่า 30 คน หากได้ผลตามเป้าหมายที่ต้องการ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์สามารถใช้งานได้

16. จัดทำคู่มือประกอบการใช้โปรแกรมบทเรียน เป็นอันว่าได้พัฒนา IMMCAI ที่มีคุณภาพ สามารถนำออกเผยแพร่ใช้งานได้ แต่ควรจะมีระบบติดตามผล เพื่อนำผลมาประกอบการปรับปรุงพัฒนาบทเรียนต่อ ๆ ไป

■ การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยสรุป

เมื่อพิจารณารูปแบบการสอน ADDIE Model ที่อาศัยวิธีการระบบเป็นหลัก การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยสรุป จะมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ (Analysis)

ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ จำนวน 6 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 การกำหนดหัวเรื่องและกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป (Specify Title and Define General Objective) การพิจารณาเลือกหัวเรื่องที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ ควรคำนึงถึงลักษณะของเนื้อหาวิชาให้เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนรายบุคคล เนื่องจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นการเรียนรู้รายบุคคล ดังนั้น หัวเรื่องที่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนเป็นกลุ่มหรือเรียนด้วยวิธีอื่น ๆ หากนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์แล้ว อาจไม่ได้ผลเท่าที่ควร จากผลการวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ลักษณะเนื้อหาวิชาที่ใช้ได้ผลดีกับบทเรียน

คอมพิวเตอร์ ได้แก่ วิชาทฤษฎีที่เน้นความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ส่วนวิชาปฏิบัติ หรือวิชา
 ประลอง จะสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้ยาก อีกทั้งยังใช้ได้ผลน้อยกว่าวิชาที่เน้นความรู้ความ
 เข้าใจ โดยทั่วไปการกำหนดหัวเรื่องจะพิจารณาจากสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1.1 ปัญหาต่าง ๆ ทางการเรียนการสอนที่เกิดขึ้น

1.1.2 ความต้องการที่จะต้องมีการเรียนการสอน

1.1.3 แผนการพัฒนาบุคลากร (หรือผู้เรียน)

เมื่อพิจารณาหัวเรื่องได้แล้ว สิ่งที่ต้องปฏิบัติก็คือ ได้แก่ การกำหนดวัตถุประสงค์
 ทั่วไปของหัวเรื่องดังกล่าว ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดเค้าโครง ขอบเขต และมโนคติของเนื้อหา ที่จะ
 นำเสนอเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ วัตถุประสงค์ทั่วไปที่กำหนดขึ้นนี้จะใช้เป็นแนวทางในการ
 ออกแบบบทเรียนในขั้นต่อไปว่าควรจะเน้นเนื้อหาทางด้านใดผู้เรียนจึงจะบรรลุผล ตัวอย่างเช่น
 ถ้าเป็นวิชาทางด้านคณิตศาสตร์ วัตถุประสงค์ทั่วไปก็คือเพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณได้ ถ้าเป็น
 วิชาทางด้านการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วัตถุประสงค์ทั่วไปก็คือเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจคำสั่งต่าง ๆ
 โดยสามารถเขียนโปรแกรมได้ เป็นต้น หัวเรื่องและวัตถุประสงค์ทั่วไปที่กำหนดขึ้นนี้ จะใช้เป็น
 แนวทางในการวิเคราะห์เนื้อหาให้สอดคล้องกับผู้เรียนต่อไป

1.2 การวิเคราะห์ผู้เรียน (Audience Analysis) สำหรับการเรียนการสอนปกติในชั้น
 เรียน ผู้สอนสามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับผู้เรียนได้โดยง่าย เนื่องจาก
 เป็นการดำเนินการแบบเผชิญหน้า (Face to Face) แต่การเรียนการสอนด้วยบทเรียน
 คอมพิวเตอร์ บทเรียนจะนำเสนอเนื้อหาค่อนข้างตายตัว ไม่สามารถปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์
 ของผู้เรียนได้ ดังนั้นการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ จึงมีความจำเป็นต้องวิเคราะห์ผู้เรียน
 เกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ เช่น ระดับชั้น อายุ ความรู้พื้นฐาน ประสบการณ์เดิม ระดับความรู้
 ความสามารถ และความสนใจต่อการเรียน เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้เป็นแนวทางในการ
 ออกแบบบทเรียนให้สอดคล้องกับกลุ่มผู้เรียนอย่างแท้จริง เป็นต้นว่า ผู้เรียนระดับเด็กเล็กอาจ
 ต้องการบทเรียนที่นำเสนอด้วยภาพหรือการ์ตูนมากกว่าผู้เรียนระดับโต บทเรียนสำหรับเด็กเก่ง
 อาจมีความซับซ้อนมากกว่าบทเรียนสำหรับเด็กที่เรียนอ่อน เป็นต้น

การวิเคราะห์ผู้เรียนยิ่งถูกต้องมากเท่าใด ย่อมส่งผลให้การออกแบบบทเรียนสอดคล้อง
 กับผู้เรียนมากขึ้นเท่านั้น ซึ่งจะส่งผลให้บทเรียนมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

1.3 การวิเคราะห์เทคโนโลยีที่ใช้ในบทเรียน (Technology Analysis) เป็นการศึกษา
 และพิจารณาเทคโนโลยีที่ใช้ในบทเรียน ประกอบด้วยเทคโนโลยีต่าง ๆ ดังนี้

1.3.1 เทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารที่สนับสนุนการเรียนการสอน ได้แก่ การประชุม
 ทางไกลด้วยโทรศัพท์ (Telephone Conference) การใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ การสนทนาผ่าน
 เครือข่าย (Internet Chat) การใช้ Newsgroup และ List-Serve เป็นต้น

1.3.2 เทคโนโลยีเพื่อใช้อ้างอิงหรือสนับสนุนการเรียนรู้ เป็นการพิจารณาบทเรียนหรือวัสดุการเรียนการสอน ในรูปของไฟล์ HTML หรือไฟล์อื่น ๆ ที่มีอยู่ เพื่อนำไปใช้สนับสนุนการเรียนรู้ โดยไม่ต้องพัฒนาขึ้นใหม่

1.3.3 เทคโนโลยีเพื่อใช้สำหรับการประเมินผล เป็นการพิจารณาแบบทดสอบแบบฝึกหัด หรือแบบประเมินผล ในรูปของไฟล์ HTML หรือไฟล์อื่น ๆ ที่มีอยู่ เพื่อนำไปใช้สนับสนุนการวัดและประเมินผลในบทเรียน

1.3.4 เทคโนโลยีสำหรับการเผยแพร่บทเรียน เพื่อใช้ในการเผยแพร่บทเรียนไปยังผู้เรียนในลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ซีดีรอม ไสเปอเรอร์มีเดีย หรือเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

1.3.5 เทคโนโลยีสำหรับการนำเสนอบทเรียน เป็นการพิจารณาสื่อต่าง ๆ ที่ใช้ในการนำเสนอบทเรียนไปยังผู้เรียน เช่น วิดิทัศน์ การออกอากาศ และใช้คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

1.4 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Analysis) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ เนื่องจากใช้เป็นแนวทางการจัดการของบทเรียน ให้ดำเนินไปตามกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบและสอดคล้องกับประสบการณ์ของผู้เรียน โดยบ่งบอกถึงสิ่งที่บทเรียนคาดหวังจากผู้เรียนว่า ผู้เรียนจะสามารถแสดงพฤติกรรมใด ๆ ออกมาภายหลังสิ้นสุดกระบวนการเรียนรู้ โดยที่พฤติกรรมดังกล่าวผู้เรียนไม่เคยทำได้มาก่อนและต้องเป็นพฤติกรรมที่วัดได้หรือสังเกตได้ เพื่อจะได้ประเมินว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ คำที่ใช้ระบุพฤติกรรมจึงใช้คำกริยาชี้เฉพาะ เช่น อธิบาย วาด เขียน อ่าน แยกแยะ เปรียบเทียบ วิเคราะห์ เป็นต้น การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสามารถทำได้ 2 แนวทางดังนี้

1.4.1 การวิเคราะห์งานหรือภารกิจ (Task Analysis) โดยทั่วไปวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน จะเกิดจากการวิเคราะห์งานหรือภารกิจของผู้เรียนที่จะต้องแสดงออก ในรูปของการกระทำที่วัดได้หรือสังเกตได้หลังจากจบบทเรียนแล้ว การวิเคราะห์งาน จึงหมายถึงงานย่อย ๆ ที่ผู้เรียนจะต้องแสดงออกหลังจากจบบทเรียนแล้ว หลังจากได้งานย่อย ๆ แล้ว จึงประเมินความสำคัญของแต่ละงานย่อย หลังจากนั้นจึงเรียงลำดับความสำคัญ แล้วจึงนำไปเขียนวัตถุประสงค์ต่อไป

1.4.2 การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บางครั้ง จะอ้างอิงตามหลักสูตรซึ่งกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้เรียบร้อยแล้ว จึงไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์งานอีก แต่อาจจะวิเคราะห์เนื้อหาแทน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีกับเนื้อหาที่จะนำเสนอ

ในทางการเรียนการสอน สิ่งที่ผู้สอนคาดหวังให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่พึงประสงค์ที่เรียกว่าเกิดการเรียนรู้ขึ้น จำแนกได้ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) และด้านจริยพิสัย (Affective Domain) ใน

การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ จึงต้องพิจารณาด้วยว่าจะมุ่งเน้นทางด้านใด หรือให้ครอบคลุมทั้งสามด้าน ทั้งนี้เนื่องจากแต่ละด้านมีความแตกต่างกัน

การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนเป็นเรื่องละเอียดอ่อน ต้องทำการวิเคราะห์และพิจารณาอย่างถี่ถ้วน เพื่อให้ได้มาซึ่งวัตถุประสงค์ที่ดี สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์เนื้อหาในขั้นต่อไป นอกจากนี้ยังต้องจัดลำดับวัตถุประสงค์ตามหลักประสบการณ์การเรียนรู้จากง่ายไปยาก และจากสิ่งที่รู้แล้วไปยังสิ่งที่ยังไม่รู้

1.5 การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ขั้นตอนนี้นับว่ามีความสำคัญและใช้เวลามาก ในการที่จะได้มาซึ่งเนื้อหาบทเรียน โดยอาศัยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนในขั้นตอนที่ผ่านมาเป็นแนวทางในการรวบรวมเนื้อหาให้สอดคล้องกับความต้องการมากที่สุด เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป ผู้สอนที่มีความเชี่ยวชาญด้านการสอน จะสามารถออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้ดีกว่านักคอมพิวเตอร์ที่มีความเป็นเลิศด้านการโปรแกรม เนื่องจากผู้สอนสามารถวิเคราะห์เนื้อหาและรู้ยุทธวิธีการนำเสนอเนื้อหาดังกล่าวได้ดี ดังนั้น ในขั้นตอนนี้จึงจำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนเป็นผู้วิเคราะห์หรือให้เป็นผู้ตรวจสอบเนื้อหา ก่อนที่จะนำไปสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์

เพื่อให้การวิเคราะห์เนื้อหาเป็นระบบและสะดวกยิ่งขึ้น สามารถใช้วิธีการต่าง ๆ ในการรวบรวมเนื้อหา เช่น ใช้แผนภาพปะการัง (Coral Pattern) ช่วยรวบรวมเนื้อหาแต่ละวัตถุประสงค์ และเขียน Network Diagram เพื่อจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละหัวเรื่องย่อย นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิธีการอื่น ๆ ที่จะอำนวยความสะดวกในการรวบรวมเนื้อหาให้สมบูรณ์ที่สุด

1.6 การวิเคราะห์สื่อ (Media Analysis) เป็นการพิจารณาเลือกสื่อประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้แก่ สื่อที่มีอยู่แล้ว และสื่อที่จะต้องพัฒนาขึ้นใหม่ ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

1.6.1 เลือกสื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบของบทเรียน ในขั้นนี้ ดิค แอนด์ แคร์รี่ ได้ให้ข้อแนะนำในการเลือกสื่อไว้ดังนี้

1.6.1.1 บทเรียนที่ผู้สอนเป็นผู้นำ (Instructor-led) สื่อที่เหมาะสมก็คือ สื่อบุคคล ได้แก่ ผู้สอน หรือผู้อำนวยการความสะดวก โดยจัดเป็นชั้นเรียนปกติ

1.6.1.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ (Computer Based) เช่น CAI, CBT, CAL, CAE และอื่น ๆ ซึ่งจะต้องใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อนำเสนอ

1.6.1.3 บทเรียนที่ออกอากาศทางไกล (Distance Broadcast) สื่อที่ควรเลือก ได้แก่ โทรทัศน์ โทรทัศน์ตามสาย (Cable TV) ดาวเทียม และเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

1.6.1.4 บทเรียนบนเว็บ (Web-Based) สื่อที่เหมาะสม ได้แก่ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ ทั้งอินเทอร์เน็ต เอ็กซ์ทราเน็ต และอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

1.6.1.5 บทเรียนที่บันทึกเป็นเทปเสียง (Audiotapes) เช่น บทเรียนทางด้านภาษา หรือการอธิบายทางการเมือง สื่อที่ใช้ก็คือ เครื่องเล่นเทปเสียง

1.6.1.6 บทเรียนที่บันทึกเป็นวีดิทัศน์ (Videotapes) สื่อที่ใช้ก็คือ เครื่องเล่นวีดิทัศน์ หรือใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอ

1.6.1.7 บทเรียนที่ใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์สนับสนุน (SPSS : Electronic Performance Support Systems) สื่อที่เหมาะสมก็คือ เครื่องมือต่าง ๆ ทางอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องช่วยสอน (Teaching Machine) และคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

1.6.2 พิจารณาข้อดีและข้อจำกัดในการใช้สื่อ เป็นการพิจารณาข้อดีและข้อจำกัดของสื่อแต่ละชนิดที่เลือกใช้ สื่อบางชนิดอาจจะขึ้นอยู่กับจำนวนผู้เรียน สถานที่ใช้ และแหล่งทรัพยากรที่สนับสนุนการใช้สื่อ เป็นต้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องหลาย ๆ ประเด็น เช่น ค่าใช้จ่ายในการใช้แต่ละครั้ง วิธีการนำส่ง และการบำรุงรักษา เป็นต้น

1.6.3 เปรียบเทียบผลที่ได้และตัดสินใจเลือกสื่อ เป็นการตัดสินใจเลือกสื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหาบทเรียน โดยเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของสื่อแต่ละชนิด

2. การออกแบบ (Design)

ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ จำนวน 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การออกแบบตัวบทเรียน (Courseware Design) บทเรียนคอมพิวเตอร์พัฒนามาจากพื้นฐานเดียวกันกับบทเรียนโปรแกรม แนวความคิดในการนำเสนอเนื้อหาจึงใกล้เคียงกัน จะมีส่วนที่แตกต่างกันอยู่บ้างตรงที่การจัดการบทเรียนเท่านั้น ดังนั้น หลักการออกแบบบทเรียนจึงเหมือนกัน เริ่มต้นด้วยการกล่าวนำเพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียน บอกวัตถุประสงค์ ทำแบบทดสอบก่อนบทเรียน นำเสนอเนื้อหา และทำแบบทดสอบหลังบทเรียน เรียงตามลำดับจนครบกระบวนการเรียนรู้ ในขั้นตอนนี้จึงเป็นการออกแบบตัวบทเรียนหลังจากที่ผ่านการวิเคราะห์เนื้อหาแล้ว การออกแบบจะต้องพิจารณาทั้งกระบวนการเรียนรู้ว่าจะดำเนินการนำเสนอเนื้อหาและจัดการบทเรียนอย่างไร จึงจะบรรลุตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน กระบวนการดังกล่าวนี้รวมถึงรูปแบบการนำเสนอบทเรียน การจัดกิจกรรมการเรียน การเลือกใช้สื่อ การใช้คำถามระหว่างบทเรียน การตัดสินใจคำตอบ การเสนอสิ่งเร้า การให้ข้อมูลย้อนกลับ การเสริมแรง และส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง บทเรียนที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบส่วนนี้เรียกว่า ตัวบทเรียน หรือคอร์สแวร์ (Courseware) ซึ่งหมายถึง บทเรียนที่อยู่ในรูปของเอกสารที่พร้อมสำหรับนำไปสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

2.1.1 บทนำเรื่อง (Title)

2.1.2 รายการให้เลือก (Menu)

2.1.3 แบบทดสอบก่อนบทเรียน (Pretest)

2.1.4 เนื้อหาบทเรียน (Content)

2.1.5 แบบฝึกหัด (Exercise)

2.1.6 แบบทดสอบหลังบทเรียน (Posttest)

2.1.7 สรุปและการนำไปใช้ (Review and Application)

การออกแบบบทเรียนในส่วนนี้ ยังรวมถึงการพิจารณาคุณภาพของแบบทดสอบหรือข้อสอบที่ใช้ในบทเรียนด้วย ถ้ามีการพัฒนาแบบทดสอบหรือข้อสอบขึ้นมาใหม่ ก็จะต้องนำไปหาคุณภาพก่อน โดยทำการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เคยผ่านการศึกษาค้นคว้าในเรื่องดังกล่าวมาแล้ว และนำมาหาคุณภาพโดยใช้สถิติ เพื่อให้ได้แบบทดสอบหรือข้อสอบที่มีคุณภาพผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน และจะได้นำไปใช้พัฒนาเป็นบทเรียนต่อไป

2.2 การออกแบบผังงานและบทดำเนินเรื่อง (Lesson Flowchart and Storyboard Design)

2.2.1 ผังงาน (Flowchart) หมายถึง แผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ของบทดำเนินเรื่อง ซึ่งเป็นการจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละส่วนว่า ส่วนใดเกี่ยวข้องกับส่วนใดและส่วนใดมาก่อนหลัง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียน โดยทั่วไปมักจะเขียนผังงานก่อนบทดำเนินเรื่อง แต่อาจเขียนพร้อม ๆ กันก็ได้

2.2.2 บทดำเนินเรื่อง (Storyboard) หมายถึง เรื่องราวของบทเรียน ประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งออกเป็นเฟรมตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน โดยร่างเป็นเฟรมย่อย ๆ ตั้งแต่เฟรมแรกซึ่งเป็นบทนำเรื่อง จนถึงเฟรมสุดท้าย บทดำเนินเรื่องประกอบด้วยข้อความ ภาพ คำถาม-คำตอบ รวมทั้งรายละเอียดอื่น ๆ ในกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับบทสคริปต์ของการถ่ายทำสไลด์หรือภาพยนตร์ การออกแบบบทดำเนินเรื่องจะยึดด้วยบทเรียนเป็นหลัก เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนในขั้นต่อไป ดังนั้น การออกแบบจึงต้องมีความละเอียดและสมบูรณ์ เพื่อให้การสร้างบทเรียนง่ายขึ้นและเป็นระบบ อีกทั้งยังสะดวกต่อการแก้ไขบทเรียนในภายหลังอีกด้วย

2.3 การออกแบบหน้าจอภาพ (Screen Design) หมายถึง การจัดพื้นที่ของจอภาพของคอมพิวเตอร์ให้เป็นสัดส่วนในการนำเสนอเนื้อหา ภาพ ปุ่มควบคุมบทเรียน และส่วนอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการนำเสนอบทเรียน ซึ่งนับว่าเป็นส่วนสำคัญยิ่งสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่จะช่วยสร้างความสนใจของผู้เรียนให้ติดตามบทเรียน โดยไม่เกิดความเมื่อยล้าหรือเบื่อหน่ายโดยง่าย ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนต้องศึกษาบทเรียนเป็นเวลานาน นอกจากจะเป็นการสร้างความสนใจในบทเรียนแล้ว การจัดหน้าจอภาพที่ดีจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยและคล่องตัว สามารถใช้บทเรียนได้โดยไม่มีอุปสรรคใด ๆ

การออกแบบจอภาพจะมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องหลายประการ ได้แก่ ความสามารถในการแสดงภาพสีของเครื่องคอมพิวเตอร์ ความละเอียดของภาพ ขนาดของจอ รูปแบบตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร สีของตัวอักษร พื้นหลัง และวิธีการปฏิสัมพันธ์ องค์ประกอบเหล่านี้นับว่าเป็นองค์ประกอบหลักที่ทำให้หน้าจอภาพของบทเรียนน่าสนใจและชวนติดตาม ในทางปฏิบัติการออกแบบผังงาน การออกแบบบทดำเนินเรื่องและการออกแบบหน้าจอภาพ จะต้องพิจารณาควคู่ไปด้วยกัน เนื่องจากทั้งสามส่วนนี้มีความสัมพันธ์กัน ผู้ที่สามารถออกแบบหน้าจอภาพได้ดี

จะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ทางด้านศิลปะและมีความเข้าใจต่อความสามารถในการแสดงผลภาพ ของเครื่องคอมพิวเตอร์พอสมควร

2.4 การออกแบบการจัดการบทเรียน (Lesson Management) เป็นการออกแบบส่วนของการจัดการบทเรียน นับตั้งแต่การลงทะเบียนเรียน การพิสูจน์สิทธิ์ การนำเสนอบทเรียน การวัดและประเมินผลการเรียน การติดตามผู้เรียน การบันทึกข้อมูลของผู้เรียน และการจัดการบทเรียนในส่วนต่าง ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการนำเสนอบทเรียนไปยังผู้เรียน หากบทเรียนเผยแพร่โดยใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ การออกแบบในส่วนนี้หมายถึงการวางแผนการใช้ซอฟต์แวร์จัดการทั้งในส่วนของเซิร์ฟเวอร์และไคลเอนท์หรือบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แต่ถ้าเป็นบทเรียนที่เผยแพร่โดยใช้ซีดีรอม การออกแบบในส่วนนี้จะเป็นการจัดการในส่วนบทเรียนที่กระทำบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งการพัฒนาซอฟต์แวร์จัดการจะง่ายกว่า

3. การพัฒนา (Development)

ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ จำนวน 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 การเตรียมการ (Preparation Phase) เมื่อได้ตัวบทเรียนที่อยู่ในรูปของบทดำเนินเรื่องและผังงาน พร้อมทั้งมีแนวทางในการจัดหน้าจอภาพเรียบร้อยแล้ว การพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์จะเป็นเรื่องที่ยากขึ้น ในขั้นตอนนี้จะต้องดำเนินการโดยนักคอมพิวเตอร์ที่มีความชำนาญด้านการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์หรือระบบนิพจน์บทเรียนเท่านั้น อย่างไรก็ตามผู้สอนที่มีประสบการณ์ด้านการสอนหรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านก็ยังคงมีความจำเป็นอยู่ ที่จะต้องคอยให้คำปรึกษาแนะนำการพัฒนาบทเรียน

ก่อนที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ต้องเตรียมวัสดุต่าง ๆ เช่น ภาพ ข้อความ และเสียง โดยจัดหาจากแหล่งต่าง ๆ หรือใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างขึ้นมาแล้วเก็บบันทึกไว้ก่อนเพื่อนำไปใช้พัฒนาบทเรียนในขั้นต่อไป

3.2 การสร้างบทเรียน (Develop the Lesson) หลังจากการเตรียมข้อความ ภาพ เสียง และเตรียมโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ประกอบบทเรียนแล้ว ขั้นต่อไปก็คือการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามบทดำเนินเรื่องที่ละเฟรม ๆ จนครบทุกเฟรม โดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์หรือระบบนิพจน์บทเรียน หลังจากนั้นจะเป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาแต่ละเฟรมเข้าด้วยกันตามผังงานที่ออกแบบไว้ในขั้นตอนแรก จัดรูปแบบการนำเสนอ เขียนโปรแกรมการจัดการบทเรียน และจัดหน้าจอภาพตามที่ออกแบบไว้

ในขั้นตอนนี้จึงเป็นการใช้ข้อมูลที่เตรียมการมาทั้งหมดในขั้นต้นแรก เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ในส่วนของข้อความซึ่งเป็นเนื้อหาบทเรียนหรือคำอธิบาย อาจจะพิมพ์เข้าโดยตรงในขั้นตอนนี้ก็ได้ หากมิได้เตรียมไว้ก่อนในขั้นของการเตรียมการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าสร้างบทเรียนโดยใช้ระบบนิพจน์บทเรียน เนื่องจากโปรแกรมเหล่านี้ให้อำนาจประโยชน์ต่อการพิมพ์ข้อความในส่วนเนื้อหาของเนื้อหาเป็นอย่างมาก รวมทั้งการสร้างคำถามระหว่างบทเรียน แบบ

ทดสอบ การประเมินผลคะแนนและการจัดการฐานข้อมูลขั้นต้น กล่าวได้ว่าสามารถใช้ระบบนิพจน์บทเรียนในการจัดการบทเรียนได้ทั้งหมดในปัจจุบันนี้

ถ้าหากบทเรียนที่ออกแบบไว้ในขั้นตอนที่ผ่านมา มีลักษณะเป็นโมดูลย่อย ๆ การสร้างบทเรียนในส่วนนี้ยังหมายถึงการรวมบทเรียนจากโมดูลย่อย ๆ เข้าด้วยกันเป็นหัวข้อเรื่องหรือวิชาตามลักษณะของบทเรียนที่วิเคราะห์เนื้อหาามาตั้งแต่นั้นตอนแรก

3.3 การทำเอกสารประกอบบทเรียน (Documentation) เอกสารประกอบบทเรียน ได้แก่ คู่มือการใช้งาน คำแนะนำ และการติดตั้งและบำรุงรักษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อชี้แนะให้ผู้เรียนทราบถึงข้อแนะนำต่าง ๆ รวมถึงวิธีการติดตั้งบทเรียนเข้ากับคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังรวมถึงแผนการเรียนรู้ (Learning Map) เพื่อแนะแนวทางการเรียน

4. การทดลองใช้ (Implementation)

เมื่อได้บทเรียนคอมพิวเตอร์สมบูรณ์แล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการนำบทเรียนนั้นไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญก่อน เมื่อได้รับผลการประเมินและแก้ไขปรับปรุงจนเป็นที่พอใจแล้วจึงนำไปใช้ วิธีที่ยืดหยุ่นเป็นแนวทางปฏิบัติโดยทั่วไป มีดังนี้

4.4.1 การทดลองใช้รายบุคคล (One-to-One Implementation) เป็นการทดลองใช้บทเรียนกับผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายรายบุคคล

4.4.2 การทดลองใช้กลุ่มย่อย (Small-group Implementation) เป็นการทดลองใช้บทเรียนที่พัฒนาขึ้นกับผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย ประมาณ 6 - 10 คน

4.4.3 การทดลองใช้กับผู้เชี่ยวชาญ (SME) เป็นการทดลองใช้บทเรียนที่พัฒนาขึ้นกับผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ จำนวน 6 - 12 คน เพื่อนำผลการทดลองไปปรับปรุงแก้ไขบทเรียนต่อไป

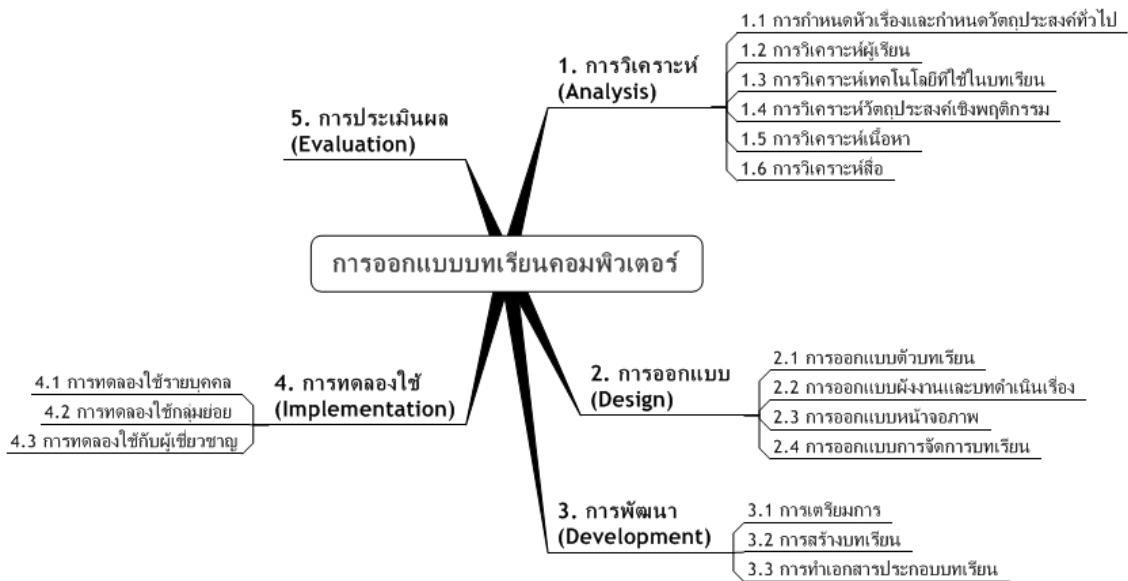
5. การประเมินผล (Evaluation)

การประเมินผลเป็นการทดลองใช้ภาคสนาม (Field Test) เพื่อทดลองใช้บทเรียนที่พัฒนาขึ้นกับผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย ที่มีจำนวนไม่ต่ำกว่า 30 คน เพื่อทำการประเมินผลบทเรียน ซึ่งวิธีการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่นิยมก็คือ การหาประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ทำได้จากแบบฝึกหัดระหว่างบทเรียนหรือ คะแนนเฉลี่ยจากคำถามระหว่างบทเรียนกับคะแนนที่ผู้เรียนทำได้จากแบบทดสอบหลังบทเรียน

ส่วนวิธีการประเมินผลที่ได้รับความนิยมในการวิจัยอีกวิธีหนึ่งก็คือ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอนโดยวิธีปกติ ซึ่งจะแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยให้กลุ่มทดลองศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมให้เรียนโดยวิธีปกติ หลังจบบทเรียนแล้วให้ผู้เรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบชุดเดียวกันในเวลาเดียวกัน หลังจากนั้นจึงสรุปผลเพื่อ

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้สถิติ นอกจากนี้ยังมีอีกหลายวิธีที่ใช้ประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้

การประเมินผลอีกวิธีหนึ่ง อาจจะทำภายหลังจากที่ได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปใช้ระยะหนึ่ง แล้วทำการประเมินว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ บทเรียนง่ายหรือยากเกินไป นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ดูถึงสภาพที่แท้จริงของบทเรียน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงบทเรียนให้มีคุณภาพดี เพื่อนำไปติดตั้งลงบนคอมพิวเตอร์หรือบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อใช้งานกับผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายต่อไป



ภาพที่ 5-9 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยสรุป

■ บทสรุป

ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยแนวความคิด 2 ประการ ได้แก่ 1) แนวความคิดของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software Engineering) และ 2) แนวความคิดของวิธีการระบบ (System Approach) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แนวทาง ได้แก่ แนวทางการออกแบบบทเรียนโดยใช้หลักการของบทเรียนสำเร็จรูป (Instructional Program) และ แนวทางการออกแบบบทเรียนโดยใช้หลักการของการออกแบบรูปแบบการสอน (Instructional Model) ซึ่งแต่ละแนวคิดมีขั้นตอนและรายละเอียดแต่ละขั้นตอนแตกต่างกันบ้าง แต่เมื่อพิจารณาในภาพรวมจะไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้น การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ จึงสามารถยึดแนวคิดใด ๆ ก็ได้ ขึ้นอยู่กับผู้บริหารโครงการพัฒนาบทเรียนและผู้ออกแบบระบบการสอน (Instructional Designer)

สำหรับขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่กล่าวถึงกันมากที่สุดก็คือ รูปแบบการสอน ADDIE Model ซึ่งอาศัยวิธีการระบบ ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ จำนวน 5 ขั้นตอน ได้แก่

1) การวิเคราะห์ (Analysis) 2) การออกแบบ (Design) 3) การพัฒนา (Development) 4) การนำไปใช้ (Implementation) 5) การประเมินผล (Evaluation) ทั้ง 5 ขั้นตอนมีรายละเอียดต่าง ๆ ที่ผู้ออกแบบบทเรียนจะต้องพิจารณาและยึดเป็นแนวทางในการออกแบบ โดยยึดหลักการออกแบบระบบการเรียนการสอนของนักการศึกษาต่าง ๆ เช่น Robert Gagne' เป็นแนวทาง

สำหรับขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยสรุป ประกอบด้วยขั้นตอนแรก การวิเคราะห์ ได้แก่ การกำหนดหัวเรื่องและกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป การวิเคราะห์ผู้เรียน การวิเคราะห์เทคโนโลยีที่ใช้ในบทเรียน การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การวิเคราะห์เนื้อหา และการวิเคราะห์สื่อ ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบ ได้แก่ การออกแบบตัวบทเรียน การออกแบบผังงานและบทดำเนินเรื่อง การออกแบบหน้าจอภาพ และการออกแบบการจัดการบทเรียน ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนา ได้แก่ การเตรียมการ การสร้างบทเรียน และ การทำเอกสารประกอบบทเรียน ขั้นตอนที่ 4 การทดลองใช้ ได้แก่ การทดลองใช้รายบุคคล การทดลองใช้กลุ่มย่อย และการทดลองใช้ภาคสนาม และขั้นตอนสุดท้าย การประเมินผล

■ แบบฝึกหัดท้ายบท

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) ของการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ เกี่ยวข้องกับรายละเอียดส่วนใดบ้าง จงอธิบาย
2. ขั้นตอนการออกแบบ (Design) ของการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ เกี่ยวข้องกับรายละเอียดส่วนใดบ้าง จงอธิบาย
3. ขั้นตอนการพัฒนา (Development) ของการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ เกี่ยวข้องกับรายละเอียดส่วนใดบ้าง จงอธิบาย
4. ขั้นตอนการนำไปใช้ (Implementation) ของการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ เกี่ยวข้องกับรายละเอียดส่วนใดบ้าง จงอธิบาย
5. ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation) ของการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ เกี่ยวข้องกับรายละเอียดส่วนใดบ้าง จงอธิบาย
6. เพราะเหตุใดจึงต้องมีการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ จงอธิบาย
7. เพราะเหตุใดจึงต้องมีการวิเคราะห์งานหรือภารกิจ (Task Analysis) จงอธิบาย
8. จงหาเหตุผลสนับสนุนว่า วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์
9. Audience Analysis คืออะไร สำคัญอย่างไรต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์
10. การวิเคราะห์เทคโนโลยีที่ใช้ในบทเรียน มีความจำเป็นอย่างไรต่อการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์
11. การออกแบบการจัดการบทเรียน หมายถึงอะไร

12. การออกแบบหน้าจอภาพ ต้องพิจารณาถึงส่วนต่าง ๆ อะไรบ้าง จงอธิบายพร้อมให้เหตุผลประกอบ
13. การออกแบบผังงานและบทดำเนินเรื่อง มีความจำเป็นอย่างไรต่อการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์
14. วัตถุประสงค์ของการทดลองใช้รายบุคคล คืออะไร
15. เพราะเหตุใดการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ได้รับความนิยมในการวิจัย ก็คือ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอนโดยวิธีปกติ