บทที่ 4

การดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึง ข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ตลอดจนขั้นตอน และวิธีการต่างๆ ที่นำมาใช้กับงานวิจัยเกี่ยวกับการตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทย วิธีการต่างๆ ที่นำมาใช้มีข้อจำกัด ข้อดี ข้อด้อย แตกต่างกันไป ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้พยายามเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ ข้อมูล และข้อจำกัดอื่นๆ ที่มี ได้มีการปรับเปลี่ยน เพิ่มเติมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลักของการวิจัยคือ เพื่อประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพ ที่สัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทย และจัดทำบทเรียนช่วยสอน เรื่อง การตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทย เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น

1. การรวบรวมข้อมูล

1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการแยกเก็บตามประเภทของข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งออกเป็น ข้อมูลเกี่ยวกับชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทย ประกอบด้วยข้อมูลทางภูมิศาสตร์ ที่ตั้ง ลักษณะทางกายภาพ และข้อมูลทั่วไปอื่นๆ ของแหล่งชุมชนโบราณ โดยทำการบันทึกลงในแบบฟอร์มตามข้อมูลของชุมชนโบราณที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น

1.2 การจัดการข้อมูล ในการศึกษาต้องมีการจัดการ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีข้อบกพร่องน้อยที่สุด มีการแก้ไข เพิ่มเติม ดัดแปลงข้อมูล โดยการตรวจสอบข้อมูลที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ทั้งตำแหน่งบนเส้นละติจูด ลองจิจูด ของชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทยจากเอกสารทุติยภูมิต่างๆ ส่วนข้อมูลที่ตั้งตามเขตการปกครอง ได้ทำการตรวจสอบ แก้ไข และปรับเปลี่ยน ให้สอดคล้องกับข้อมูลปัจจุบัน ทำการตรวจสอบ และเปรียบเทียบข้อมูลของชุมชนโบราณที่ขาดหายและตัดทอนข้อมูลที่ซ้ำซ้อนกัน

1.3 จัดทำข้อมูลต่างๆ ดังกล่าวให้เป็นฐานข้อมูลที่เป็นระเบียบ สะดวกต่อการใช้งาน โดยทำการบันทึกข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spetial data) และข้อมูลตามลักษณะ (Attribute data) แล้วทำการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างกันโดยใช้รหัสประจำตัว (ID) ของแต่ละวัตถุ (object) เป็นตัวเชื่อม

2. การออกแบบฐานข้อมูล ในการศึกษาเรื่อง ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อการวิเคราะห์การตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทย สิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวิจัยคือ ฐานข้อมูล โดยทั่วไปจะเป็นการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลในที่ต่างๆ รวมถึง

รายละเอียด ความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือของข้อมูล ดังนั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดการข้อมูล และการบันทึกข้อมูลในการจัดทำฐานข้อมูล จึงต้องมีความระเอียด ถูกต้อง

3. การจัดทำโปรแกรมประยุกต์ เพื่อนำเสนอข้อมูลชุมชนโบราณ ในภาคตะวันออกของประเทศไทยในลักษณะของเมนูการเรียกค้นข้อมูลทางจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยนำเสนอแผนที่ รูปภาพ และข้อมูลตามลักษณะ การจัดทำโปรแกรมประยุกต์ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้การปรับแต่งเมนูและการใช้คำสั่งภาษา Avenue ที่ใช้ในการจัดการกับวัตถุในโปรแกรม ArcView 3.3

4. การจัดทำบทเรียนช่วยสอน การศึกษาในครั้งนี้ จะนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์การตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทย เพื่อให้ได้ผลวิเคราะห์ที่สามารถนำมาหาคำอธิบาย ปัจจัยทางกายภาพที่สัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานของชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทย พร้อมทั้งนำมาออกแบบการนำเสนอข้อมูล เพื่อแสดงผลข้อมูลในสื่อเพื่อการศึกษา หรือบทเรียนช่วยสอน (CAI) อำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพิ่มเติมรายละเอียด ความถูกต้อง และสร้างความเข้าใจ ง่ายต่อการค้นคว้าด้วยตนเอง

4,1 วิธีดำเนินการวิจัย

4.1.1 การศึกษารวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูล ทฤษฎี แนวความคิดพื้นฐานต่างๆ จากเอกสาร ตำรา วารสาร รายงานการวิจัย จากห้องสมุด และหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องข้อมูล และแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัย มีดังนี้ คือ

ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลที่ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา วารสาร วิทยานิพนธ์ รายงานการวิจัย และแผนที่จากหน่วยราชการต่างๆ ได้แก่ การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย กรมแผนที่ทหาร กรมโยธาธิการและผังเมือง กรมพัฒนาที่ดิน เป็นต้น

ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นข้อมูลภาคสนามที่ทำการออกสำรวจชุมชนโบราณบางแห่งที่ยังมีร่องรอยหลักฐานหลงเหลืออยู่ในปัจจุบัน และจากการสอบถามจากผู้ที่อาศัยอยู่ในท้องถิ่นบริเวณที่เคยเป็นที่ตั้งของชุมชนโบราณในอดีต

4.1.2 การประมวลผลข้อมูล

การนำเข้าข้อมูล เพื่อจัดสร้างฐานข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทย ข้อมูลที่นำเข้ามีลักษณะเป็น ข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลตามลักษณะ ผู้วิจัยได้มาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ดังนี้

ข้อมูลเชิงพื้นที่ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่มาจากข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ ข้อมูลธรณีสัณฐาน ข้อมูลขอบเขตการปกครอง ข้อมูลที่ตั้งชุมชนโบราณ ข้อมูลแหล่งน้ำ ข้อมูลความสูงของพื้นที่ และข้อมูลชุดดิน

ข้อมูลตามลักษณะ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลตามลักษณะ จากข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ ข้อมูลแหล่งชุมชนโบราณ รายละเอียดของชุมชนโบราณ เช่น ขอบเขตการปกครอง ตำแหน่งชุมชนโบราณ แหล่งน้ำ เส้นชั้นความสูง หลักฐานทางโบราณคดีที่ค้นพบ (ดังตาราง 4.1)

ตารางที่ 4.1 แหล่งที่มาของข้อมูลตามลักษณะ

รายการข้อมูล	แหล่งข้อมูล	รายละเอียด
1. ขอบเขตการปกครอง	กรมการปกครอง ปี 2540	มาตราส่วน 1; 50,000
2. ตำแหน่งชุมชนโบราณ	ตำแหน่งค่าพิกัดแหล่งที่ตั้งชุมชนโบราณจากเครื่องมือรับสัญญาณดาวเทียม GPS จากนั้นมาทำการแปลงค่าพิกัดจากพิกัดทางภูมิศาสตร์เป็นระบบ UTM	ค่าพิกัด x,y
3. แหล่งน้ำ	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ปี พ.ศ. 2524-2535 แผนที่ภูมิประเทศชุด L7017 กรมแผนที่ทหาร	มาตราส่วน 1; 50,000
4. เส้นชั้นความสูง	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ปี พ.ศ. 2524-2535 จากแผนที่ภูมิประเทศชุด L7017 กรมแผนที่ทหาร	มาตราส่วน 1; 50,000
5. ข้อมูลชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทย	สำนักงานการท่องเที่ยวภาคตะวันออก การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย กรมศิลปากร คณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร เอกสาร วารสาร วิทยานิพนธ์ หอสมุดแห่งชาติ ห้องสมุดสภาวิจัยแห่งชาติ	คำอธิบายข้อมูลชุมชนโบราณ

4.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ในการศึกษาครั้งนี้ ได้นำเอาข้อมูลต่างๆ มาประมวลผล เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา คือการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพ ที่สัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทย ซึ่งระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่ได้จัดทำขึ้น ประกอบไปด้วยข้อมูลที่ตั้งของชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทย สามารถดูรายละเอียดของข้อมูล ที่อยู่ในระบบได้โดยการเรียกดูรายการข้อมูลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

1. กำหนดประเด็นปัญหา/วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ ปัญหา และวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ในครั้งนี้ คือ เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่มีความสัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทย

2. กำหนดตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ ตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์การตั้งถิ่นฐานของชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทย คือ ลักษณะทางการภาพ เช่น ที่ตั้งของชุมชนโบราณ ขอบเขตการปกครอง ธรณีสัณฐาน เส้นชั้นความสูง ชุดดิน และแหล่งน้ำ

3. การเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ เป็นการเตรียมข้อมูลรายละเอียด ตามตัวแปรหรือเงื่อนไขที่กำหนด

4. วิธีการวิเคราะห์ กำหนดวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละตัวแปรหรือการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ โดยการวางซ้อนแผนที่ (Overlay)

5. การประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ซึ่งข้อมูลแผนที่ ที่นำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ จะเรียกมาทำการวิเคราะห์ และให้ผลลัพธ์เป็นแผนที่หรือตารางข้อมูล

6. การวิเคราะห์และแปรผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2 การออกแบบฐานข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

การออกแบบฐานข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์นั้น ซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้ คือ

1. ซอฟต์แวร์ Arc/Info ที่ผลิตโดย ESRI สามารถใช้ในการสร้างข้อมูลอัตโนมัติ เป็นฐานข้อมูลเชิงปริมาณที่มีทั้งปริมาณ และทิศทาง การสลับข้อมูลไปมา การวิเคราะห์ การแสดงข้อมูล การสร้างความเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ทางภูมิศาสตร์ การสลับข้อมูลตามลักษณะการแสดงผลข้อมูล และการนำเสนอ นอกจากนี้ ยังสามารถใช้ในการดิจิไทซ์แผ่นข้อมูลสารสนเทศต่างๆ ที่ถูกแบ่งออกตามสาระเนื้อเรื่องได้อีกด้วย ใน Arc/Info นั้นประกอบไปด้วยระบบย่อย ต่างๆ ได้แก่

ระบบย่อย Arc ใช้ในการจัดการทางภูมิศาสตร์ เช่น จุด เส้น และรูปหลายเหลี่ยม โดยใช้สำหรับการนำเข้าข้อมูล และการแก้ไขข้อมูล ทั้งข้อมูลกราฟิกต่างๆ และข้อมูลตามลักษณะ รวมทั้งการเพิ่มเติมข้อมูลตามลักษณะ การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ

ระบบย่อย Overlay ใช้สำหรับการวิเคราะห์แผนที่ โดยการนำเอาแผนที่ 2 แผ่นมาวางซ้อนกันเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ

ระบบย่อย Info เป็นระบบที่ใช้จัดการข้อมูล โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลทางภูมิศาสตร์ต่างๆ ที่ถูกสร้างขึ้นโดยระบบ Arc คือใช้ในการจัดการฐานข้อมูลของ Arc/iinfo โดยจะทำการแก้ไขข้อมูลตามลักษณะต่างๆ ที่เก็บในตาราง เป็นต้น

2. ซอฟต์แวร์ Arc/View เวอร์ชั่น 3.3 ภายหลังจากการดิจิไทซ์ข้อมูลกราฟิก โปรแกรมนี้จะถูกใช้ในการตอบข้อสอบถามที่ผู้ใช้ต้องการทราบ หรือตอบโต้กับผู้ใช้เกี่ยวกับข้อมูลกราฟิกต่างๆ ตามต้องการ เช่น การหาแหล่งชุมชนโบราณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนโบราณกับเส้นทางน้ำ เป็นต้น โดยสามารถแสดงผลได้ทางจอคอมพิวเตอร์ และสามารถพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์และเครื่องวาดได้

ในการจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์โดยใช้โปรแกรม Arc/iinfo นั้น มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

การจัดเก็บข้อมูล (Data Capture) เป็นขั้นตอนการสำรวจข้อมูล และรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น ขอบเขตการปกครอง แหล่งน้ำ ความสูงของพื้นที่ เป็นต้น

การเก็บบันทึกและเรียกค้นข้อมูล (Data Storage and Retrieval) ข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ต้องมีลักษณะเป็นตัวเลข ดังนั้นจึงต้องมีการการแปลงข้อมูลแผนที่ชนิดกระดาษ ให้เป็นข้อมูลเชิงเลข (Digital)

การใส่ข้อมูลเชิงพื้นที่เข้าสู่ระบบโดยใช้วิธีการแปลงเป็นข้อมูลตัวเลข ทำได้โดยการกำหนดจุดค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ ตาม Projection ต่างๆ ที่มีอยู่ ส่วนมากมักจะใช้ค่าละติจูด ลองจิจูด และระบบ UTM แล้วใส่ข้อมูลดังกล่าวเข้าสู่ระบบ โดยวิธีการดิจิไทซ์ จากนั้นทำการเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสองประเภทเข้าด้วยกันโดยการนำเข้าข้อมูลแผนที่ การดิจิไทซ์แผนที่ ต้องมีการกำหนดจุดขึ้นที่มุมทั้งสี่ของแผนที่เพื่อเป็นการกำหนดขอบเขตพื้นที่ในการดิจิไทซ์ โดยป้อนค่าพิกัดภูมิศาสตร์ทั่วไป คือ พิกัดที่เส้นละติจูด ลองจิจูดจากจุดเหล่านั้นลงในคอมพิวเตอร์ จากนั้นทำการแปลงแผนที่ ให้แสดงลักษณะพื้นผิวเป็นสองมิติ โดยแปลงค่าพิกัดภูมิศาสตร์ให้เป็นพิกัดแบบ UTM ด้วยซอฟต์แวร์ Arc/Info ซึ่งจะแสดงค่าพิกัดภูมิศาสตร์ที่เส้นละติจูด ลองจิจูดของจุดทั้งสี่ มีหน่วยเป็นเมตร จากนั้นจึงนำเข้าค่าพิกัดภูมิศาสตร์ของแกน x และ y ของจุดทั้งสี่ ซึ่งค่าพิกัดของจุดทั้งสี่เป็นการแปลงค่าพิกัดที่ได้จากเครื่องอ่านพิกัด ให้เป็นค่าพิกัดที่ตรงกับในแฟ้มข้อมูลแผนที่ ที่ดิจิไทซ์โดยอัตโนมัติ ขั้นต่อมา คือ การสร้างความเชื่อมโยงทางภูมิศาสตร์ เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสาลักษณ์

(Feature) ต่างๆ ของข้อมูลเชิงพื้นที่ หรือแผนที่ โดยโปรแกรมจะสร้างตาราง เพื่อบันทึกข้อมูลตามลักษณะของสาลักษณ์ต่างๆ พร้อมทั้งกำหนดข้อมูลเบื้องต้น มาให้ในตาราง และนำเข้าข้อมูลตามลักษณะเป็นขั้นตอนสุดท้าย

การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) เป็นขั้นตอนที่นำเอาข้อมูลต่างๆ ที่ให้ไว้ในระบบมาประมวลผล เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ ผู้ใช้สามารถทราบรายละเอียดของสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่มีอยู่ในระบบได้ โดยการเรียกดูข้อมูลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

การเรียกแสดงผลข้อมูล (Data Display) ในการเรียกค้นข้อมูล หรือจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ สามารถแสดงผลออกมาในรูปของแผนที่ และตารางแสดงผลข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Arc view Version 3.3 โปรแกรมดังกล่าวเป็นโปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ที่พัฒนาโดยบริษัท ESRI เป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย ผู้ใช้ทั่วไปสามารถใช้งานได้โดยเรียนรู้วิธีการใช้เมาส์ การใช้คำสั่งของโปรแกรม Arc view และการใช้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เพื่อสั่งงานเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่ง Arc view เป็นโปรแกรมที่ทำงานกับระบบสารสนเทศที่มีอยู่แล้ว มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ และสร้างรายงาน ตลอดจนแสดงผลข้อมูลที่เป็นกราฟิก และตารางข้อมูลได้

ข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่นำมาออกแบบ ประกอบด้วย ข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลตามลักษณะ การออกแบบข้อมูลทั้งสองประเภท มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 การออกแบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

การออกแบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ผู้วิจัยได้ออกแบบ เพื่อจัดเก็บข้อมูลด้วยโปรแกรม Pc Arc Info โดยจัดเก็บข้อมูลแบบเวกเตอร์ ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ได้ทำการสร้างไว้ ได้แก่ ข้อมูลขอบเขตการปกครอง ขอบเขตจังหวัด อำเภอ ตำบล ตำแหน่งชุมชนโบราณ ทางน้ำ ชุดดิน ธรณีสัณฐาน (ดังตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดข้อมูลเชิงพื้นที่

ชื่อแผ่นภาพ	คำอธิบาย	ลักษณะของข้อมูล	รหัส	คำอธิบายรหัส
1.PROVINCE	เส้นแนวเขตจังหวัด แนวเขตอำเภอ และแนวเขตตำบล รูปปิดพื้นที่ตำบล	Line Polygon	PROVINCE_ID AMD_ID	ค่าดัชนีประจำตัว รหัสเขตการปกครองตามแบบ กชช 2ค กระทรวงมหาดไทย
2.CULTURE	ตำแหน่งชุมชนโบราณ	Point	CUL_ID	รหัสประจำตำแหน่งชุมชนโบราณ ประกอบด้วยลำดับที่ของตำแหน่งชุมชนโบราณ
3.STREAM	เส้นทางน้ำ	Line	STREAM_ID	รหัสประจำเส้นทางน้ำ ประกอบด้วยประเภททางน้ำ และลำดับที่
4.CONTOUR	เส้นชั้นความสูง	Line	CONTOUR_ID	รหัสประจำเส้นชั้นความสูง ประกอบด้วยรหัสประจำเส้นชั้นความสูง และลำดับที่
5.GEOLOGY	ลักษณะธรณีสัณฐาน	Polygon	GEO_ID	รหัสประจำลักษณะธรณีสัณฐาน ประกอบด้วยประเภทธรณีสัณฐานและลำดับที่
6.SOIL	ชุดดิน	Polygon	SOIL_ID	รหัสประจำชุดดิน

4.2.2 การออกแบบฐานข้อมูลตามลักษณะ

โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างฐานข้อมูลตามลักษณะที่ผู้วิจัยนำมาใช้ คือ โปรแกรม Microsoft Excel เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย สามารถนำเข้า แก้ไข แปลงข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในโปรแกรม Arc View ซึ่งเป็นรูปแบบฐานข้อมูลที่ใช้ได้กับโปรแกรม Arc View 3.3 ที่ผู้วิจัยใช้ในการจัดการฐานข้อมูล แสดงผลข้อมูล และเขียนโปรแกรมประยุกต์ ข้อมูลตามลักษณะที่นำมาออกแบบฐานข้อมูล เป็นการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบที่ต้องจัดเก็บค่าเฉพาะของกราฟิกลงไปด้วย และสามารถเชื่อมโยงข้อมูลกราฟิกกับข้อมูลตามลักษณะของข้อมูลนั้นๆ ซึ่งมีลักษณะเป็น relational database เนื่องจากโครงสร้างของฐานข้อมูลแบบนี้เข้าใจง่าย และทำการเปลี่ยนแปลง แก้ไข ได้สะดวก รวดเร็ว และยังเป็นฐานข้อมูลที่สามารถเลือกนำมาใช้ให้เหมาะสมสำหรับการศึกษาในแต่ละกรณี ข้อมูลตามลักษณะ แสดงให้เห็นในรูปของคำอธิบายประกอบ หรือสัญลักษณ์ ถูกเก็บไว้ในตาราง ในการบันทึกข้อมูลตามลักษณะ จะนำข้อมูลตามลักษณะที่มีคอลัมน์ ID (Primary key) มาเชื่อมกับฐานข้อมูลกราฟิกในโปรแกรม Arc view ซึ่งจะทำให้ฐานข้อมูลใน Arc View มีความสมบูรณ์ทั้งข้อมูลกราฟิก และข้อมูลตามลักษณะ

ขั้นตอนในการออกแบบฐานข้อมูลตามลักษณะ มีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างตารางข้อมูลตามลักษณะ เมื่อสร้างเสร็จแล้ว ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

2. บันทึกข้อมูล และนำไปเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงพื้นที่ในโปรแกรม Arc View 3.3

สำหรับข้อมูลตามลักษณะของชุมชนโบราณที่นำเสนอ ประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ ดังนี้ ข้อมูลขอบเขตการปกครอง ข้อมูลจังหวัด ข้อมูลอำเภอ ข้อมูลตำบล ข้อมูลชุมชนโบราณ ยุคสมัย ค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ ที่ตั้ง และลักษณะของชุมชนโบราณ

การเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูลตามลักษณะ

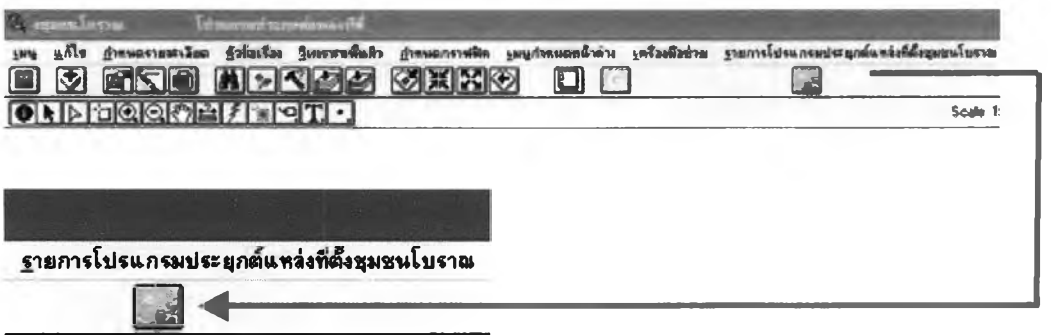
การเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูลตามลักษณะ ทำได้โดยใช้โปรแกรม Arc View 3.3 เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สามารถนำเข้าข้อมูลที่เป็น Coverage มีประสิทธิภาพในการแสดงผล และทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ได้อีกด้วย วิธีการเชื่อมโยงข้อมูลดำเนินการตามขั้นตอนได้ดังนี้

1. นำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่เข้าสู่โปรแกรม Arc View
2. เปิดตารางของข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่จะทำการเชื่อมโยงข้อมูล เป็นตารางที่สร้างอัตโนมัติโดยโปรแกรม Arc/Info
3. นำเข้าข้อมูลตามลักษณะที่จะนำมาเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่ได้จัดสร้างไว้แล้ว
4. ทำการเชื่อมโยงกันโดยให้ตรงกับกุญแจหลักที่ได้กำหนดไว้ โดยใช้คำสั่ง join

5. ทำการแปลงข้อมูลที่ทำการเชื่อมโยงแล้ว ให้เป็นรูปของ Shape file เป็นรูปแบบของโปรแกรม Arc Vew เพื่อให้ข้อมูลทั้งสองเชื่อมโยงกัน และนำข้อมูลนี้ไปแสดงผลในโปรแกรมประยุกต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

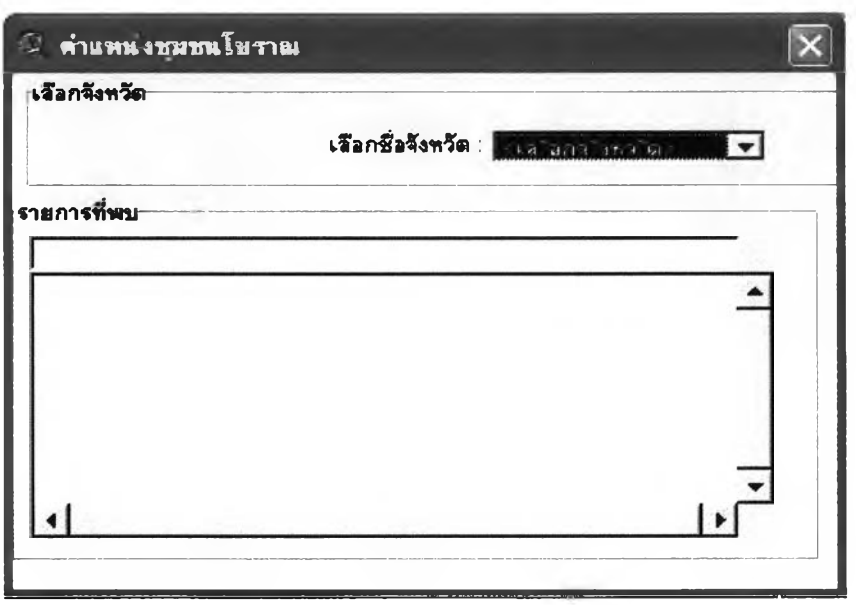
4.2.3 การออกแบบโปรแกรมประยุกต์

ผู้วิจัยได้ออกแบบโปรแกรมประยุกต์ เพื่อนำไปเชื่อมโยงกับบทเรียนช่วยสอน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้ประโยชน์ในการประกอบการค้นหาที่ตั้งชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทยตามรายจังหวัด เพื่อให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว โปรแกรมประยุกต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเมนูที่ง่ายต่อการใช้งานสำหรับกลุ่มเป้าหมายที่ไม่มีพื้นฐานการใช้โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ หรือมีพื้นฐานแต่ไม่ชำนาญการใช้โปรแกรม โดยให้ผู้ใช้สามารถใช้เมาส์คลิกที่เมนูที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ (ดังภาพ 4.1)



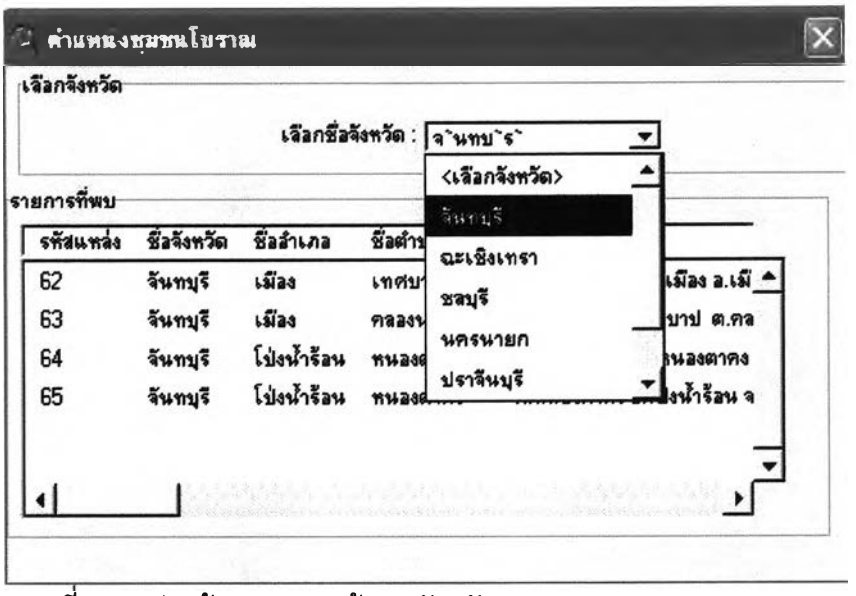
ภาพที่ 4.1 โปรแกรมประยุกต์แหล่งที่ตั้งชุมชนโบราณ

โปรแกรมประยุกต์มีลักษณะเป็นเมนูให้ผู้ใช้เลือกหัวข้อการทำงานที่ต้องการโดยการอาศัยเมาส์เป็นตัวชี้ไปที่หัวข้อการทำงานที่ต้องการ การทำงานจะเริ่มจากเมนูหลัก (ดังภาพ 4.2)



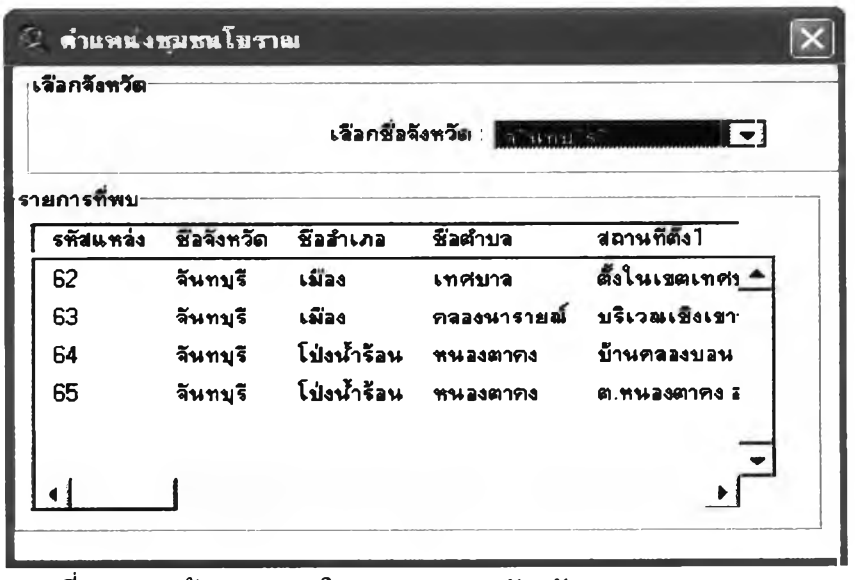
ภาพที่ 4.2 กล่องข้อความการเลือกจังหวัด

จากนั้นจะมีเมนูย่อยให้เลือก เพื่อให้ผู้ใช้เรียกใช้โปรแกรมที่ต้องการให้แสดงผล โปรแกรมจะทำการจัดระบบที่จำเป็นต่อการแสดงผล ให้ผู้ใช้เลือกหัวข้อการทำงานที่ต้องการ (ดังภาพ 4.3)



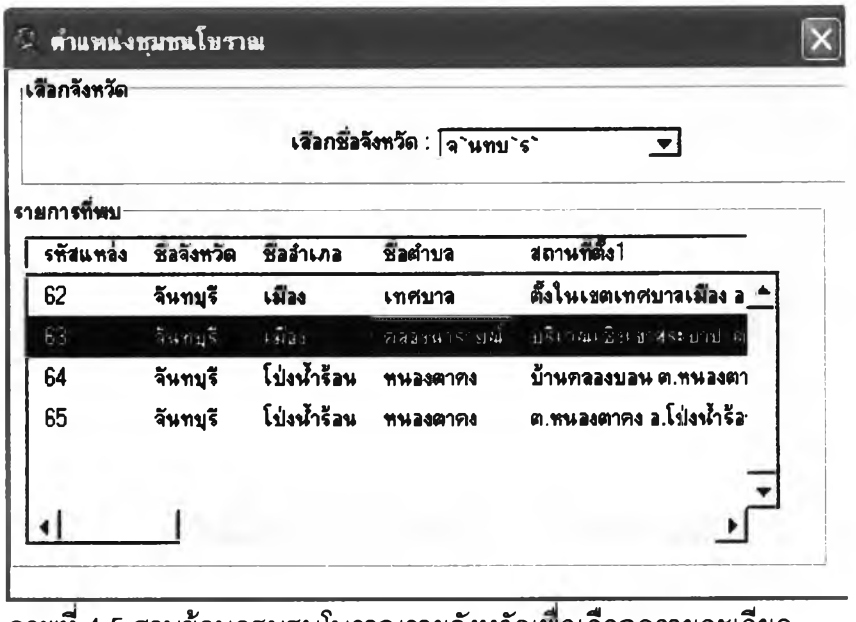
ภาพที่ 4.3 กล่องข้อความฐานข้อมูลจังหวัด

เมื่อผู้ใช้ทำการเลือกจังหวัดหนึ่งจังหวัดใดในภาคตะวันออก ผู้วิจัยได้ออกแบบฐานข้อมูลเพื่อแสดงรายละเอียดข้อมูลของแหล่งชุมชนโบราณแต่ละแหล่งในจังหวัดนั้นๆ ประกอบไปด้วย ชื่อชุมชนโบราณ รหัสแหล่ง ชื่อจังหวัด ชื่ออำเภอ ชื่อตำบล สถานที่ตั้ง ยุคสมัย พิกัดภูมิศาสตร์ละติจูด และลองจิจูด (ดังภาพ 4.4)



ภาพที่ 4.4 ฐานข้อมูลชุมชนโบราณตามรายจังหวัด

จากนั้นผู้ใช้สามารถเลือกชุมชนโบราณที่แสดงผลในกล่องข้อความ เพื่อดูรายละเอียดของชุมชนโบราณ และบริเวณที่ตั้งของชุมชนโบราณที่เลือก โปรแกรมจะแสดงผลโดยปรากฏแถบสีดำบนชุมชนโบราณที่เลือก และจะนำไปสู่รายละเอียดที่ได้เลือกไว้ (ดังภาพ 4.5)



ภาพที่ 4.5 ฐานข้อมูลชุมชนโบราณรายจังหวัดเพื่อเลือกดูรายละเอียด

การเลิกการทำงาน

เมื่อผู้ใช้เลิกการค้นหา ผู้ใช้สามารถกลับสู่เมนูหลักหรือหน้าแรกของบทเรียนช่วยสอนด้วยการปิดโปแกรมโดยใช้เมาส์คลิกที่เครื่องหมายกากบาทมุมบนด้านขวาของหน้าต่างได้ทันที ผู้ใช้ก็สามารถกลับสู่เมนูหลักเพื่อไปสู่เมนูอื่นๆ ต่อไป

4.2.4 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมประยุกต์

ผู้วิจัยได้ใช้ภาษา Avenue ในการเขียนโปรแกรมประยุกต์ในครั้งนี้ ภาษา Avenue เป็นชุดของคำสั่งบนโปรแกรม Arc View ที่ใช้ในการควบคุมวัตถุต่างๆ ที่ปรากฏอยู่บนโปรแกรม เนื่องจาก Avenue สามารถทำงานได้บน Platform ที่มีโปรแกรม Arc View และวัตถุต่างๆ สามารถใช้งานร่วมกันได้ระหว่าง Avenue และ Arc View เช่นหน้าต่างของ Project, View, Table, Layout และ Script ต่างๆ นอกจากนี้ยังมีวัตถุย่อยๆ ที่อยู่ภายในวินโดวส์ ที่สามารถทำงานได้แตกต่างกันออกไปอีก

4.3 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์กับการเรียนการสอน

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ นำไปสู่การสอนประเภทใหม่ที่เรียกว่า บทเรียนช่วยสอน หรือ CAI (Computer-Assisted-Instruction) ข้อดีของบทเรียนช่วยสอนเป็นผลจากการพัฒนาการของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ที่สามารถช่วยให้ผู้ใช้มีส่วนกำหนด และตัดสินใจด้วยการเลือกวิธีการเรียนด้วยตัวเอง การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำบทเรียนช่วยสอนแบบเพื่อการสอน เป็นบทเรียนสำเร็จรูปในลักษณะซอฟต์แวร์สำเร็จรูป โดยจัดเนื้อหาอย่างเป็นระบบ เรียงต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ ผู้ใช้จะศึกษาตามลำดับขั้นตอนที่โปรแกรมได้ตั้งเอาไว้ หรือไม่เรียงลำดับก่อนหลังได้ การออกแบบบทเรียนช่วยสอนเพื่อการสอน ผู้วิจัยได้นำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพ ที่สัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทย และแสดงข้อมูลแผนที่ ทั้งข้อมูลกราฟิก และข้อมูลตามลักษณะ ซึ่งเป็นการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนในวิชา ภูมิศาสตร์ ส 503 เรื่องการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ หัวข้อย่อย การตั้งถิ่นฐานของชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทย เพื่อให้การเรียนการสอนน่าสนใจมากขึ้น

โครงสร้างของบทเรียนช่วยสอนโดยทั่วไป ประกอบขึ้นจากโครงสร้างที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 นำเสนอเนื้อหา (presentation) โดยจะเริ่มจากการนำเข้าสู่บทเรียน บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน ขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน วิธีการใช้โปรแกรมการเรียนที่ผู้วิจัยจัดสร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าเมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร บทเรียนช่วยสอน สามารถนำเสนอในรูปแบบที่น่าสนใจ เพื่อเร้าความสนใจให้ผู้ใช้มุ่งความสนใจไปสู่บทเรียนต่อไป

ส่วนที่ 2 ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน (interactive) เป็นหลักการของการสื่อสารแบบ 2 ทาง คือ หลังจากการสอนเนื้อหาแต่ละช่วงแต่ละตอนจบแล้ว ก็เปิดโอกาสให้ผู้ใช้ได้โต้ตอบกับบทเรียนเช่นเดียวกับที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามคำถามกับครูในห้องเรียน ผู้ใช้สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนได้หลายทาง เช่น ใช้เมาส์คลิกเลือกเมนูรายการว่า จะเดินหน้าบทเรียนต่อไปหรือย้อนกลับไปหน้าเก่า

ส่วนที่ 3 ประเมินผลการเรียน (evaluation) เมื่อผู้ใช้เรียนจบบทเรียนแล้ว บทเรียนช่วยสอนจะทำการประเมินผลผู้ใช้ โดยการทำแบบทดสอบ เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จแล้วผู้ใช้จะได้รับทราบคะแนนของตนเองทันทีว่าผ่านเกณฑ์หรือไม่

4.3.1 การพัฒนาบทเรียนช่วยสอน

การพัฒนาบทเรียนช่วยสอน เป็นการวิจัย และพัฒนาทางการศึกษาอีกรูปแบบหนึ่ง เป็นการบูรณาการศาสตร์หลายแขนงเข้าด้วยกัน มีการวางแผนงานตามลำดับขั้นตอน เพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ทำการบูรณาการทางด้านการศึกษา โดยนำระบบสารสนเทศ

ทางภูมิศาสตร์มาประยุกต์ในการนำเสนอข้อมูลกราฟิกพร้อมคำอธิบายประกอบในกิจกรรมพัฒนาความคิด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของบทเรียนช่วยสอนแบบเพื่อการสอนที่ผู้วิจัยได้จัดสร้างขึ้น

4.3.2 การดำเนินการสร้างบทเรียนช่วยสอน

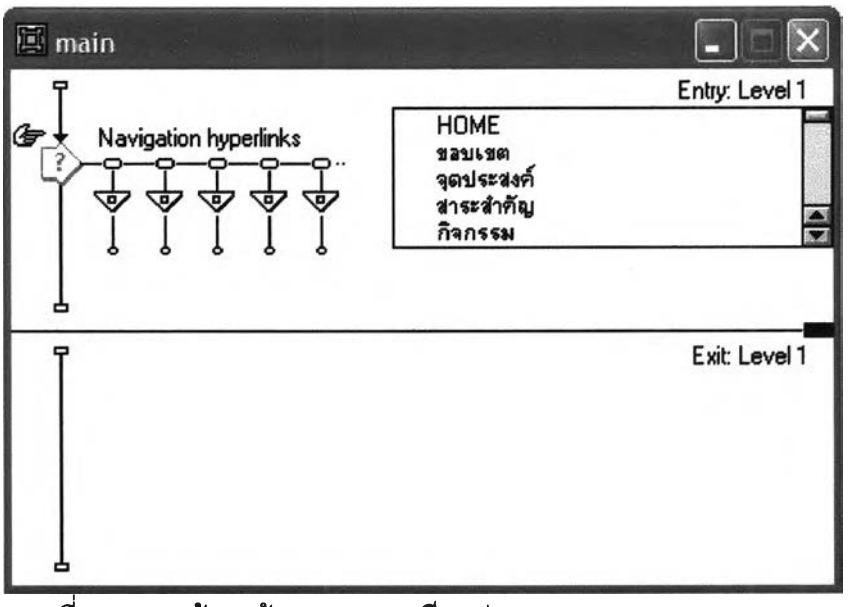
ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้คือ

- ศึกษา รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตร และกลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย
- กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- เรียบเรียงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- วิเคราะห์เนื้อหา
- ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- จัดเนื้อหาเป็นส่วนย่อย
- สร้างข้อความแต่ละกรอบตามเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้
- ออกแบบกิจกรรมประกอบบทเรียน
- เข้าโปรแกรมที่กำหนดไว้
- ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์
- ทำการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนช่วยสอน
- ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข

4.3.3 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างบทเรียนช่วยสอน

<u>ศึกษา รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรและกลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย</u>

ผู้วิจัยกำหนดหัวข้อเรื่อง เนื้อหาตามหลักสูตร กลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย รวมทั้งขอบเขตของงานว่าผู้วิจัยต้องการนำเสนอเนื้อหาให้เป็นในลักษณะไหน เพื่อมิให้ผลงานที่ได้มีเนื้อหามากหรือน้อยเกินไป เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยคือ วิชา ภูมิศาสตร์ ส ๕๐๓ เรื่อง การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ หัวข้อย่อย การตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยยึดตามวัตถุประสงค์และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาจากตำรา แบบเรียน และเอกสารประกอบการเรียน โดยกำหนดว่าบทเรียนที่พัฒนาขึ้นต้องการนำไปใช้กับใคร เพื่อนำมาออกแบบสร้างบทเรียนช่วยสอนตามขอบเขตหัวข้อที่กำหนดไว้ ให้ครอบคลุมเนื้อหาในหลักสูตร เริ่มต้นจากการสร้างหน้าแรกของบทเรียนช่วยสอน ว่าควรจะประกอบด้วยหัวข้อเรื่องใดบ้าง (ดังภาพ 4.6)



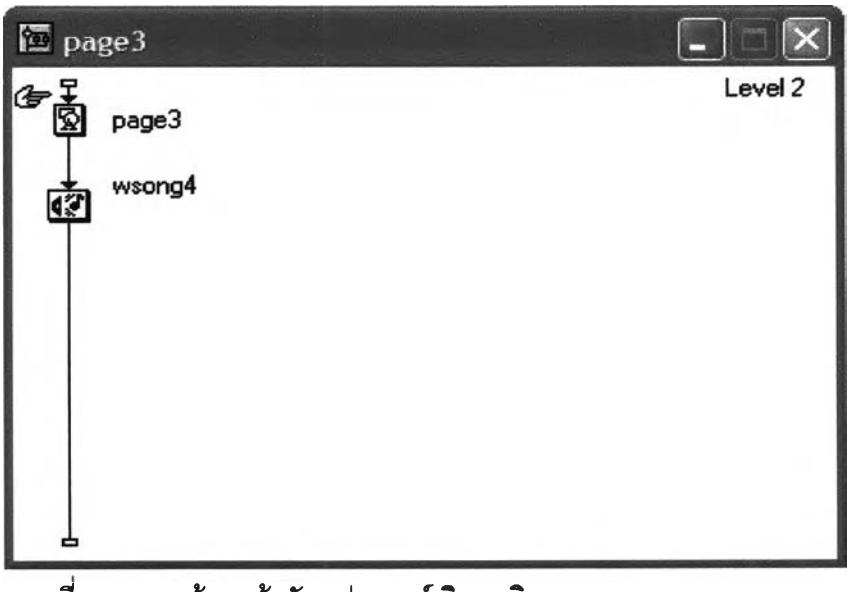
ภาพที่ 4.6 การสร้างหน้าแรกของบทเรียนช่วยสอน

<u>กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</u>

หลังจากกำหนดขอบเขตของเนื้อหาแล้ว ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของวิชา ภูมิศาสตร์ ส ๕๐๓ เรื่อง การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ หัวข้อย่อย การตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทย กำหนดว่า บทเรียนที่พัฒนาขึ้นต้องการให้ผู้ใช้เรียนรู้อะไรบ้างจากการศึกษาและวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา รวมถึงแผนการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่ผู้วิจัยนำมาสร้างเป็นบทรียนช่วยสอน

<u>เรียบเรียงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</u>

นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้มาเรียงลำดับตามความสำคัญของเนื้อหาที่นำเสนอ เป็นการกำหนดพฤติกรรมเชิงความรู้ เพื่อให้ผู้ใช้ได้รับรู้ว่า เมื่อเรียนจบบทเรียนแล้วผู้ใช้จะได้รับสิ่งใดจากการเรียน (ดังภาพ 4.7)



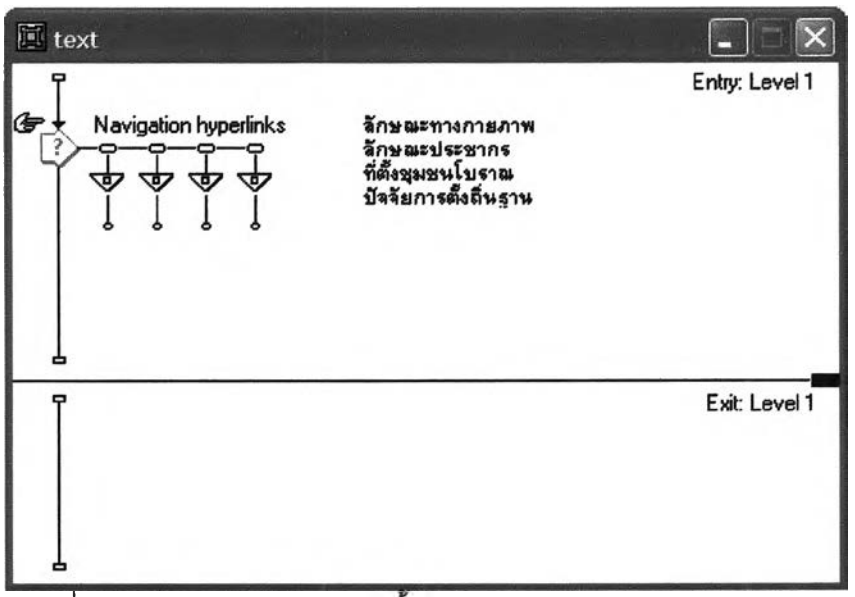
ภาพที่ 4.7 การสร้างหน้าวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วิเคราะห์เนื้อหา

รายละเอียดของเนื้อหา ได้แก่เนื้อหาที่ได้กำหนดไว้ เพื่อให้ผู้ใช้เกิดพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ อาจได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาของหลักสูตร แล้วนำมาวิเคราะห์ความสำคัญ จนได้รายละเอียดของเรื่องที่จะสอนหรือหัวข้อการสอน

การนำเสนอเนื้อหา

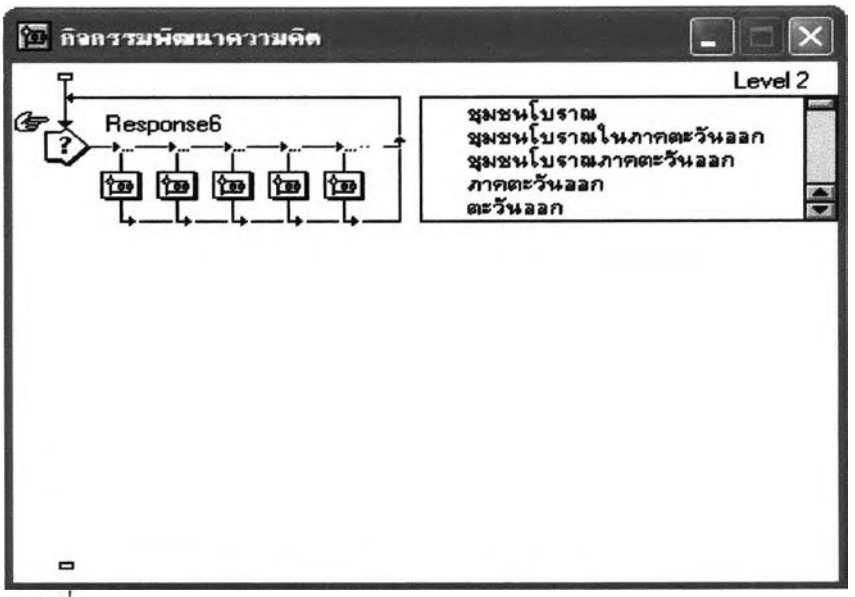
ผู้วิจัยได้จัดเตรียมเนื้อหาบทเรียนรายวิชา ส.503 หัวข้อการตั้งถิ่นฐาน หัวข้อย่อย การตั้งถิ่นฐานของชุมชนโบราณในประเทศไทย โดยจัดเรียงเนื้อหาตามลำดับออกเป็นหัวข้อ เมื่อผู้ใช้เลือกเรียนในหัวข้อใด บทเรียนช่วยสอน จะเสนอเนื้อหานั้นออกมาเป็นกรอบ (Frame) โดยจะเสนอเนื้อหาในรูปแบบการอธิบาย (ดังภาพที่ 4.8)



ภาพที่ 4.8 การสร้างหน้านำเสนอเนื้อหา

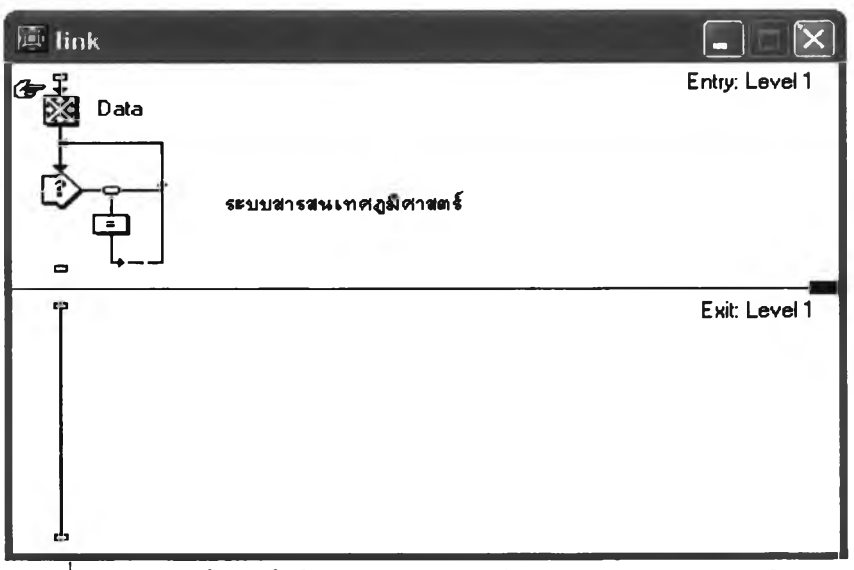
ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน

ผู้วิจัยได้จัดสร้างกิจกรรมพัฒนาความคิด เพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้ใช้กับบทเรียนช่วยสอน และเพิ่มทักษะการเรียนรู้ เป็นการทบทวนเนื้อหีได้เรียน และเพิ่มเติมรายละอียดในรูปแบบของกิจกรรมที่น่าสนใจ ผู้ใช้สามารถเลือกประเด็นคำถามจากการพิมพ์คำสำคัญที่เกี่ยวกับเนื้อหาในวิชาที่ผู้ใช้ต้องการทราบ เพื่อทบทวนความรู้หลังจากได้เรียนเนื้อหาครบตามหัวข้อแล้ว ผู้วิจัยได้จัดสร้างกรอบนำเสนอภาพกราฟิกพร้อมคำอธิบายประกอบสั้นๆ เรื่องการตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในภาคตะวันออกของประเทศไทย แบ่งออกเป็นรายจังหวัด เป็นการนำเสนอภาพสรุปโดยสังเขป (ดังภาพที่ 4.9)



ภาพที่ 4.9 การสร้างหน้ากิจกรรมพัฒนาความคิด

การนำเสนอภาพกราฟิก ผู้วิจัยได้นำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ มาประยุกต์ใช้ในการนำเสนอข้อมูลภาพกราฟิกที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่ผู้ใช้ได้เรียนรู้ ผู้ใช้ต้องทำการเลือกพิมพ์คำสำคัญเกี่ยวกับเนื้อหาการตั้งถิ่นฐานของชุมชนโบราณ ในภาคตะวันออกของประเทศไทย ลงในกรอบเล็กที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ ระบบที่สร้างขึ้น จะนำเสนอข้อมูลภาพกราฟิกให้ผู้ใช้ได้ทำการค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้ และทบทวนบทเรียนให้ผู้ใช้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น (ดังภาพ 4.10)



ภาพที่ 4.10 การสร้างหน้าโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

การประเมินผลการเรียน

เมื่อผู้ใช้เรียนจบบทเรียนนั้นแล้ว บทเรียนช่วยสอนจะทำการประเมินผลผู้ใช้ โดยการทำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น การทำแบบทดสอบหลังเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้ได้ทบทวนเนื้อหาที่ได้อธิบายไปทั้งหมด และวัดว่าผู้ใช้มีความเข้าใจในเนื้อหามากน้อยเพียงไร ผู้วิจัยจัดให้มีการทบทวนโดยการทำแบบทดสอบ เมื่อบทเรียนช่วยสอนได้รับคำตอบจากผู้ใช้ เครื่องจะตรวจคำตอบของผู้ใช้ว่าถูกต้องหรือไม่ และแจ้งผลให้แก่ผู้ใช้ได้ทราบทันที การแจ้งผลอาจจะอยู่ในรูปข้อความ กราฟิก หรือเสียงก็ได้ ในที่นี้ผู้วิจัยได้ใช้การแจ้งผลโดยการใช้กรอบข้อความ ถ้าตอบได้ถูกต้องตรงกับเฉลยก็แสดงว่าผู้ใช้มีความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้ศึกษาไป ผู้ใช้จะได้รับทราบคะแนนของตนเองว่าผ่านเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ (ดังภาพ 4.11)

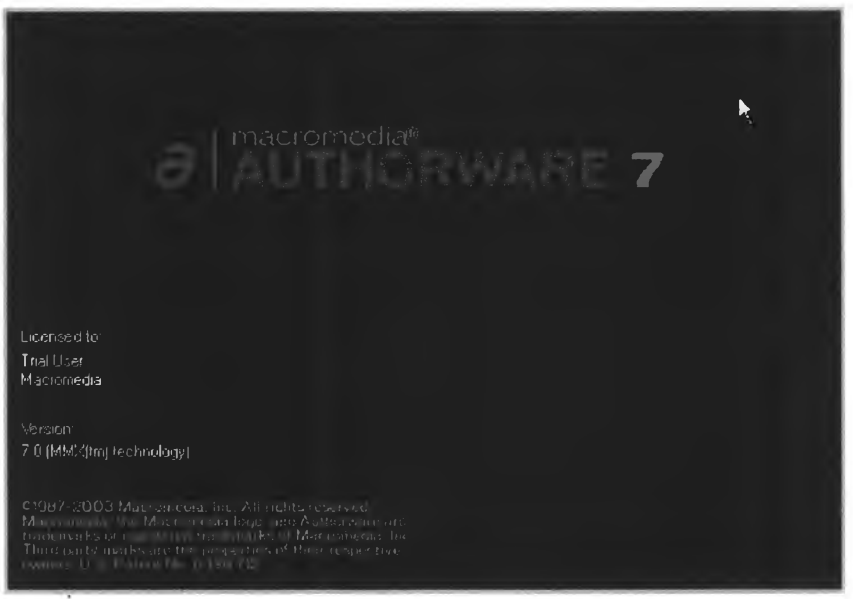
ภาพที่ 4.11 การสร้างหน้าแบบทดสอบ

การศึกษาการออกแบบบทเรียนช่วยสอน สรุปขั้นตอนได้ดังนี้ คือ

1. ศึกษาหลักการและทฤษฎีของการสร้างและออกแบบบทเรียนช่วยสอน
2. ศึกษาเทคนิคและวิธีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องที่นำมาใช้ออกแบบ
3. จัดเนื้อหาเป็นส่วนย่อย นำรายละเอียดของเนื้อหาจากขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ได้มาทำการแบ่งออกเป็นหัวข้อย่อยตามความเหมาะสม
4. จัดทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ เช่น ศึกษาหลักในการเขียนคำถาม วิธีเขียนข้อสอบเพื่อวัตถุประสงค์ประเภทต่างๆ เนื่องจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน ดังนั้นวิธีการสร้างจึงมีขั้นตอนการดำเนินการสร้างเดียวกัน

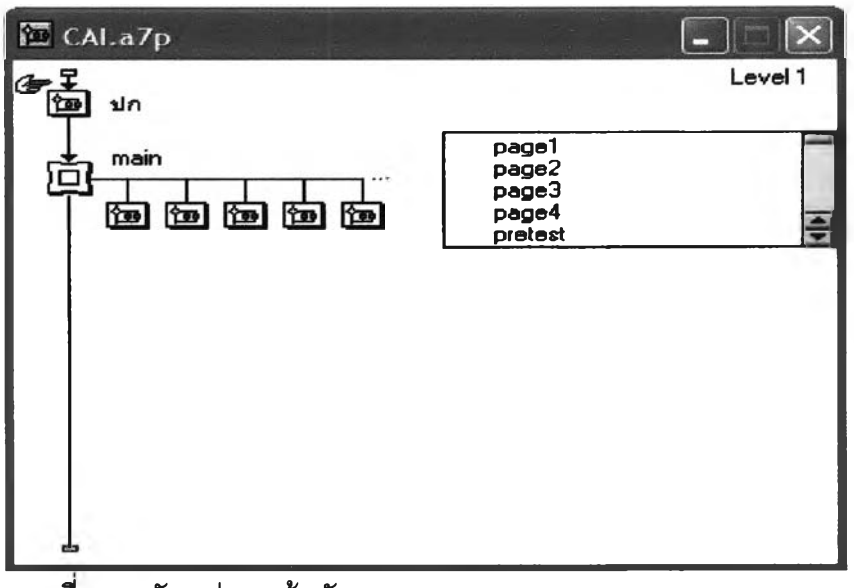
5. สร้างข้อความแต่ละกรอบ ตามเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ แต่ละกรอบมีรายละเอียดพร้อมทั้งคำสั่งที่จะให้ผู้ใช้เลือกหรือตอบสนอง เป็นแนวทางในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่อไป

6. เข้าโปรแกรมที่กำหนดไว้ สำหรับการสร้างบทเรียนช่วยสอนในครั้งนี้ คือ โปรแกรม Macromedia Authorware Professional 7.0 (ดังภาพ 4.12)



ภาพที่ 4.12 โปรแกรม Macromedia Authorware Professional 7.0

โปรแกรม Macromedia Authorware เป็นโปรแกรมประเภทช่วยสร้าง (Authoring Tools) ที่มีความสามารถด้านมัลติมีเดียหรือสื่อประสมที่ทำงานบนวินโดวส์ ประกอบด้วยหน้าต่างสำหรับทำงานเฉพาะอย่าง ได้แก่ หน้าต่างโปรแกรม (Program Window) หน้าต่างออกแบบบทเรียน (Design Window) หน้าต่างการนำเสนอบทเรียน (Presentation Window) และกล่องเครื่องมือสร้างภาพ (Graphics Tool Box) โปรแกรมการทำงานโดยใช้สัญรูป (Icon) โดยการนำสัญรูปไปเรียงไว้บนผังงาน (Flowchart) เพื่อกำหนดการทำงานหรือการแสดงผล การทำงานของโปรแกรม Macromedia Authorware Professional 7.0 มีลักษณะเป็นโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oreinted Programming) ประกอบด้วยสัญรูป เป็นสัญลักษณ์แทนคำสั่ง ที่นำมาวางบนเส้นลำดับบทเรียนหรือเส้น Flowline ด้วยหลักการทำงาน คือการลากและการวางสัญรูป การคัดลอก และการส่งผ่านข้อมูล เปิดสัญรูปเพื่อทำงาน มีเมนูให้เลือกใช้ การแก้ไขและการออกแบบโปรแกรมมีลักษณะเป็นผังงานที่มองเห็นโปรแกรมได้อย่างชัดเจน (ดังภาพที่ 4.13) ช่วยให้บุคคลทั่วไปสามารถสร้างงาน CAI ได้โดยง่าย



ภาพที่ 4.13 สัญรูปและเส้นผังงาน

7. ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์

เมื่อได้บทเรียนเรียบร้อยสมบูรณ์แล้ว ทำการป้อนเนื้อหาที่ได้จัดการออกแบบไว้แต่ละกรอบลงในโปรแกรมที่ใช้สร้างบทเรียนช่วยสอนที่ได้เลือกไว้

8. ทำการทดสอบบทเรียนช่วยสอนหาประสิทธิภาพ

บทเรียนช่วยสอนที่สร้างขึ้น ต้องได้รับการตรวจสอบคุณภาพ และความเชื่อมั่นให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ทำการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยสอน โดยการใช้คำสั่ง Run from flag เป็นการ run โปรแกรมตั้งแต่จุดที่วางคำสั่งจุดเริ่มต้น (start flag) ไว้บนเส้นผังงาน จนถึงจุดที่วางจุดปลายทางในการทำงาน (stop flag) เป็นรูปสัญลักษณ์ ภาพธงขาว และธงดำ 2 คำสั่ง หากพบว่าเครื่องมือใดไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ทำการทดสอบประสิทธิภาพซ้ำจนกว่าจะได้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ (ดังภาพ 4.14)

ภาพที่ 4.14 เครื่องมือช่วยในการพัฒนาและทดสอบโปรแกรม

9. ประเมินคุณภาพและปรับปรุงแก้ไขบทเรียนช่วยสอน ตรวจสอบความถูกต้อง หากพบว่าเนื้อหาส่วนใดไม่ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของบทเรียน ควรดำเนินการปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะดำเนินการในขั้นตอนต่อไป เพื่อให้โปรแกรมที่จะพัฒนาขึ้นมีข้อบกพร่องน้อยที่สุด

ภายหลังจากการสร้างสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบ CAI เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนสำคัญก็คือ การบันทึกจัดเก็บผลงานเพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนต่อไป โดยผู้วิจัยได้ทำการจัดเก็บผลงานด้วยการใช้คำสั่ง File > Publish > Publish Settings เพื่อให้อยู่ในรูปของโปรแกรมสำเร็จรูปที่

ภายหลังจากการสร้างสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบ CAI เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนสำคัญก็คือ การบันทึกจัดเก็บผลงานเพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนต่อไป โดยผู้วิจัยได้ทำการจัดเก็บผลงานด้วยการใช้คำสั่ง File > Publish > Publish Settings เพื่อให้อยู่ในรูปของโปรแกรมสำเร็จรูปที่มีนามสกุลเป็น .exe สามารถนำไฟล์งานที่สร้างขึ้นไปใช้งานในที่ต่างๆ หรือเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นได้ทันที โดยที่เครื่องนั้นไม่จำเป็นต้องมีโปรแกรม Macromedia Authorware ติดตั้งอยู่ก็ได้ โดยการจัดทำลงในสื่อบันทึกข้อมูลลงบนแผ่นซีดีรอม หรือ CD Writer ในส่วนของผู้เรียนหรือผู้ใช้สื่อการเรียนการสอน CAI อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และอุปกรณ์อื่นๆ ของเครื่องอาจมีความเร็วต่ำกว่าผู้สร้างสื่อการเรียนการสอน CAI เนื่องจากเพียงแค่นำผลงานที่ได้มาเปิดศึกษาตามบทเรียนต่างๆ เท่านั้น ไม่ต้องอาศัยการประมวลผล ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้หน่วยประมวลผล Pentium ขึ้นไป
- ระบบปฏิบัติการ Microsolf Windows 95,98,Me, 2000, XP
- มีหน่วยความจำตั้งแต่ 16 MB ขึ้นไป
- การ์ดจอขั้นต่ำแสดงผลที่ 640 × 480 256 สี
- ชุดสื่อประสม เช่น การ์ดเสียง ลำโพง ไมโครโฟน
- หน่วยขับ หรือ ไดร์ฟ CD-RW หากต้องการบันทึกข้อมูลลงในแผ่นซีดีรอม