

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนบนเว็บตามรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกัน โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีการเสริมศักยภาพทางการเรียนผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (CoPBL) วิชาคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ที่ใช้ในการศึกษา ในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนพัฒนาเด็ก ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่นเขต 1 ปีการศึกษา 2556 ทั้งหมด 3 ห้องเรียน จำนวน 75 คน
2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพัฒนาเด็ก ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาการประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1 ปีการศึกษา 2556 2 ห้องเรียน จำนวน 50 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยการจับสลากเลือกห้อง แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ
  - 2.1 กลุ่มทดลอง เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น จำนวน 25 คน
  - 2.2 กลุ่มควบคุม เรียนด้วยวิธีปกติ จำนวน 25 คน

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

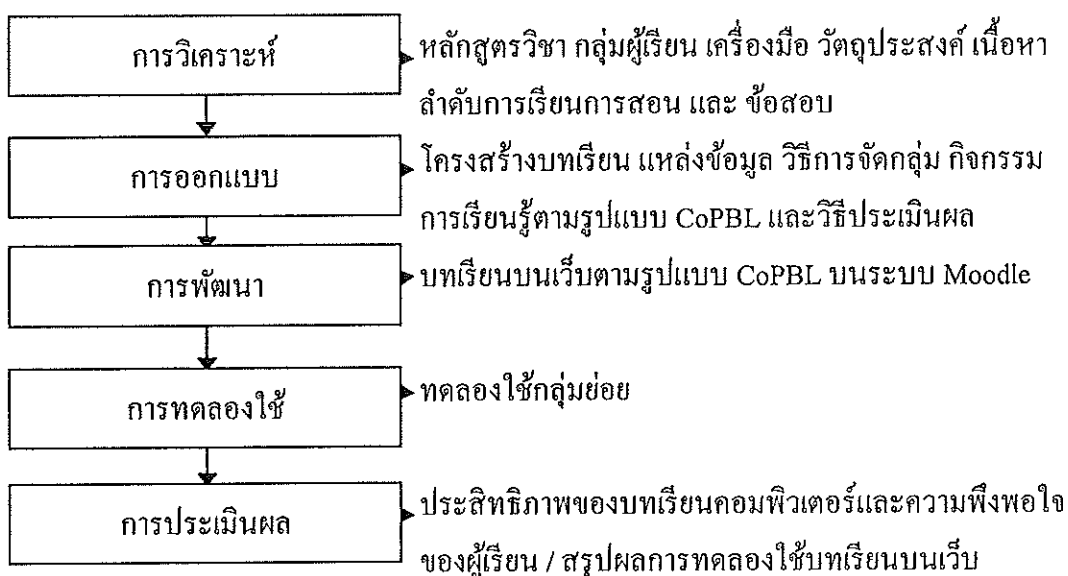
1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่บทเรียนบนเว็บตามรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีการเสริมศักยภาพทางการเรียนผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
  - 2.1 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเว็บ
  - 2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 2.3 แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
  - 2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจ

## การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาและสร้างเครื่องมือต่าง ๆ ตลอดจนนำไปทดลองดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. บทเรียนบนเว็บตามรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีการเสริมศักยภาพทางการเรียนผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีการเสริมศักยภาพทางการเรียนผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (CoPBL) เป็นต้นแบบในการพัฒนาบทเรียนบนเว็บ โดยดำเนินการตามขั้นตอนของ ADDIE Model ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน



### แผนภูมิที่ 6 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนบนเว็บตามรูปแบบ CoPBL

ที่มา : สนิท ตีเมืองซ้าย (2553 : 67)

#### ขั้นตอนที่ 1 : การวิเคราะห์

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และศึกษาข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. กำหนดเนื้อหาวิชาผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาวิชาที่ใช้ในการทดลองใช้รูปแบบครั้งนี้คือวิชาคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2. กำหนดกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายผู้เรียนที่จะใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพัฒนาเด็ก จังหวัดขอนแก่น

3. ศึกษาเครื่องมือสำหรับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ระบบการจัดการด้านการเรียนรู้ (LMS) นั่นคือ ระบบมูเดิล (Moodle) ซึ่งเป็นระบบการจัดการ การเรียนรู้สำเร็จรูปที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายเหมาะสำหรับนำมาเป็นเครื่องมือในการสร้างบทเรียน คอมพิวเตอร์ออนไลน์ที่มีความยืดหยุ่นสูงสามารถพัฒนาเพิ่มเติมได้เนื่องจากเป็นระบบแบบ เปิด (Open System) ระบบมูเดิล ประกอบด้วยเครื่องมือที่สำคัญหลายด้านเช่นเครื่องมือ สนับสนุนด้านการติดต่อสื่อสารที่สนับสนุนการเรียนการสอนเครื่องมือสำหรับใช้อ้างอิง แหล่งข้อมูลที่สนับสนุนการเรียนรู้ที่หลากหลายเครื่องมือสำหรับการประเมินผล เป็นต้น

4. คัดเลือกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนเพื่อประเมินความเหมาะสม ของเนื้อหาวัตถุประสงค์และแบบทดสอบผู้วิจัยทำการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้าน

การสอนในรายวิชาคอมพิวเตอร์มากกว่า 5 ปีจากสถาบันการศึกษาของรัฐและเอกชนและคัดเลือกมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีเจาะจง ได้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน (ภาคผนวก ก)

5. วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการของบทเรียนเป็นสิ่งกำหนดเนื้อหาและข้อสอบในการประเมินผลของบทเรียนกำหนดลงในตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์แล้วประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอน (ภาคผนวก ฉ)

6. วิเคราะห์เนื้อหาเพื่อให้ได้เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ขั้นตอนนี้อาศัยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนเป็นผู้ประเมินความเหมาะสมของเนื้อหาและจัดลำดับเนื้อหา (ภาคผนวก ฉ)

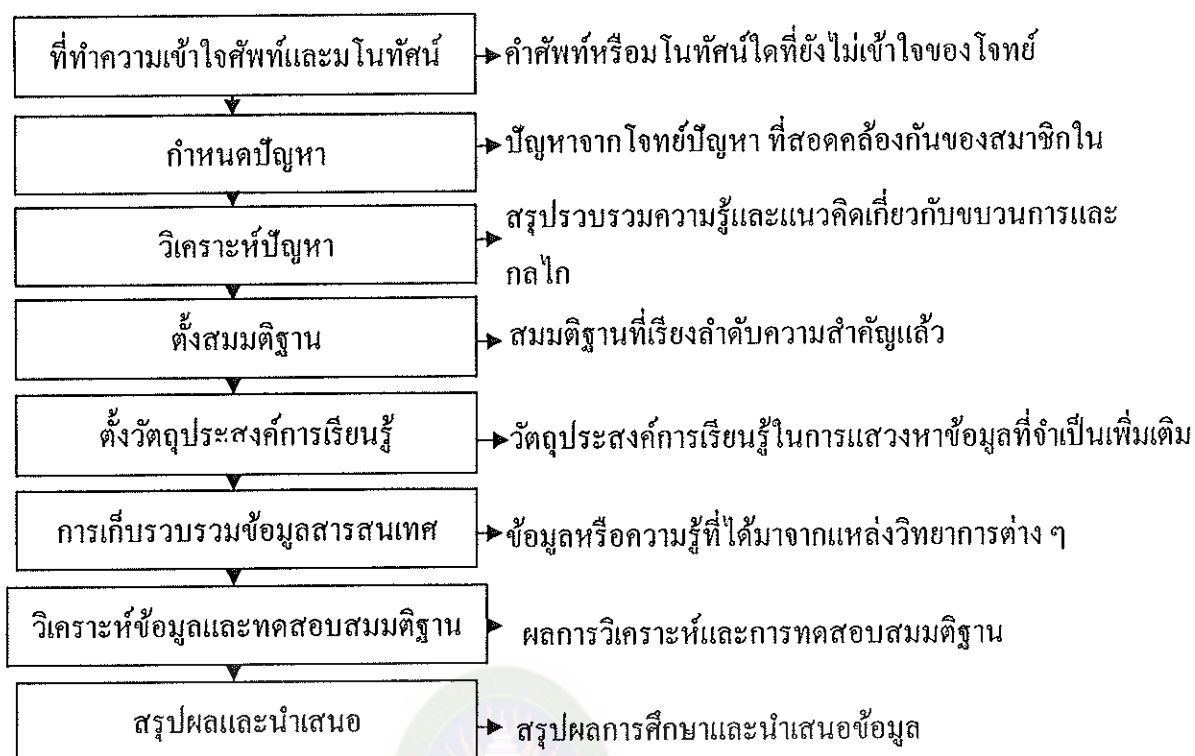
## ขั้นตอนที่ 2 : การออกแบบ

### 1. ออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคการเรียนรู้

1.1 เทคนิคการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักโดยมุ่งสร้างความเข้าใจและหาหนทางแก้ปัญหาโดยมีโจทย์ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้มีการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลผู้วิจัยได้ใช้เทคนิคการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักตามรูปแบบ CoPBL ซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้ (สนิท ตีเมืองซ้าย, มนต์ชัย เทียนทองและสุพจน์ นิตย์สุวรรณ. 2551 : 179)

1.1.1 ขั้นเตรียมการ (Preparation Process) เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนและกลุ่มผู้เรียนศึกษากรอบแนวคิดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ทักษะที่ต้องการทรัพยากรแหล่งเรียนรู้วิธีการประเมินผลในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

1.1.2 ขั้นกระบวนการแก้ปัญหา (Problem-Solving Process) ได้แก่ สถานการณ์ปัญหาทั่วไป (General Problem) ใช้สำหรับแก้ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์สังคมและมนุษยศาสตร์ที่เป็นการแก้ไขปัญหาทั่วไปหรือการใช้ดำรงชีวิตของมนุษย์ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังแผนภูมิที่ 7 (สนิท ตีเมืองซ้าย, 2553 : 72)



### แผนภูมิที่ 7 ชั้นกระบวนการแก้ปัญหา

ที่มา : สนิท ดีเมืองชัย (2553 : 72)

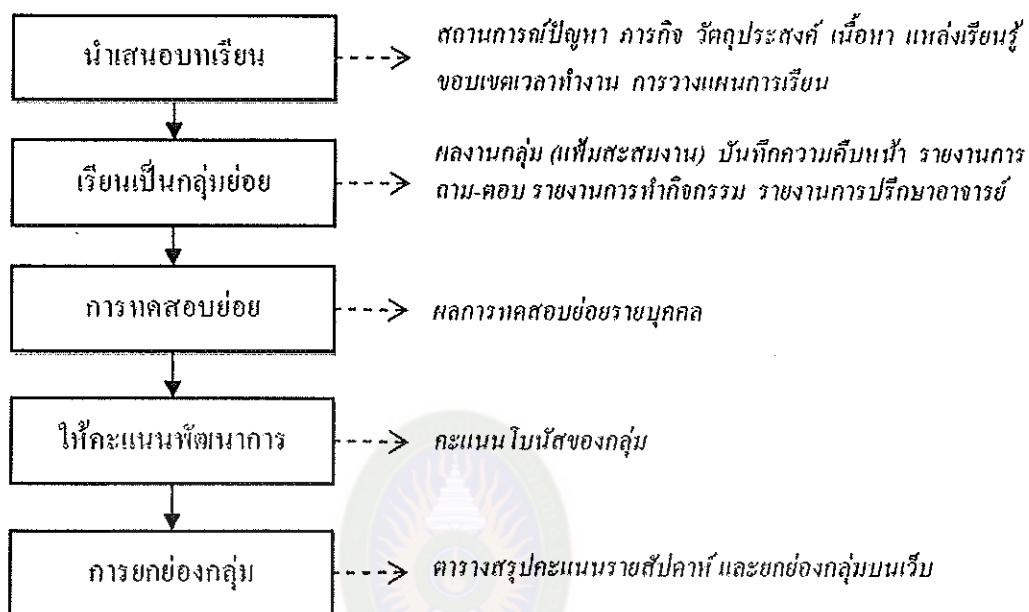
1.1.3 ชั้นประเมินผล (Evaluation Process) เป็นขั้นตอนที่ดำเนินการประเมินตนเองประเมินกระบวนการกลุ่มดังรายการต่อไปนี้

- 1) รายงานความก้าวหน้าการเรียน
- 2) เพิ่มสะสมงาน
- 3) บันทึกกิจกรรมการเข้าใช้ระบบของผู้เรียน
- 4) บันทึกการร่วมแสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน
- 5) การทำแบบทดสอบ
- 6) การตอบแบบสอบถาม

1.2 เทคนิคการเรียนรู้ร่วมมือกันตามรูปแบบการเรียนรู้ CoPBL โดยการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ หรือ STAD เป็นการสอนแบบเรียนร่วมกันที่แบ่งผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกเป็นกลุ่ม เพื่อทำงานร่วมกัน กลุ่มละประมาณ 4-5 คน โดยกำหนดให้สมาชิกของกลุ่มได้เรียนรู้ในเนื้อหาสาระที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้แล้วทำการทดสอบความรู้ คะแนนที่ได้

จากการทดสอบของสมาชิก แต่ละคนนำเอารวมเป็นคะแนนของกลุ่ม ดังนั้นสมาชิกของกลุ่มจะต้องมีเป้าหมายร่วมกันช่วยเหลือซึ่งกันและกัน (สนิท ตีเมืองชัย, 2553 : 85)

1.2.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนจะประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังแผนภูมิที่ 8



แผนภูมิที่ 8 ขั้นตอนการเรียนรู้ร่วมกันแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์  
ที่มา : สนิท ตีเมืองชัย, มนต์ชัยเทียนทอง และสุพจน์ นิตย์สุวรรณ (2552 ก : 5)

1.2.2 การแบ่งกลุ่มผู้เรียนผู้วิจัยแบ่งผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน  
ได้แก่ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อทำงานร่วมกันกลุ่มละ 5 คน โดยใช้คะแนนการทดสอบ  
ก่อนเรียนเป็นฐานในการแบ่งระดับผู้เรียนแล้วจึงเรียงลำดับคะแนนเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย  
แล้วแยกเข้ากลุ่มทีละคน

1.3 เทคนิคการช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียนตามรูปแบบ CoPBL ซึ่งจำแนก  
ประเภทของการช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียนออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้ (สนิท ตีเมืองชัย,  
2553 : 85)

1.3.1 ด้านความคิดรวบยอด (Conceptual Scaffolding) เป็นสิ่งที่ช่วยทำให้  
ผู้เรียนสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนแยกแยะความรู้ที่เป็นความคิดรวบยอดที่  
สำคัญที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสร้าง โครงสร้างที่จะทำโดยแยกไปสู่หมวดหมู่ของความคิดรวบยอด

1.3.2 ด้านกลยุทธ์ (Strategic Scaffolding) คือการสนับสนุนการคิดวิเคราะห์วางแผนกลยุทธ์การตัดสินใจระหว่างการเรียนรู้เน้นวิธีการจำแนกและเลือกสารสนเทศที่ต้องการเชื่อมความรู้เดิมกับประสบการณ์ใหม่กลยุทธ์จะกระตุ้นให้ผู้เรียนตื่นตัวกับเครื่องมือและทรัพยากรที่อาจเป็นประโยชน์ภายใต้สถานการณ์นั้น


1.3.3 ด้านการคิด (Metacognitive Scaffolding) เน้นแนวสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิธีการคิดในระหว่างการเรียนรู้โดยอาศัยกระบวนการคิดของตนเอง

1.3.4 ด้านกระบวนการ (Procedural Scaffolding) จะช่วยแนะนำวิธีการใช้แหล่งทรัพยากรและเครื่องมือและแนะนำผู้เรียนขณะเรียนรู้ซึ่งอยู่ในรูปของการแนะนำการใช้เครื่องมือทางปัญญา

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบแต่ละด้านแทนด้วยภาพการ์ตูนเพื่อดึงดูดความสนใจและการจดจำของผู้เรียนด้วยการสื่อด้วยภาพตัวละครจากเรื่อง ไซอิ๋ว เป็นตัวแทนข้อความแต่ละด้าน รายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สัญลักษณ์ที่ปรึกษาและหน้าที่รับผิดชอบ

สัญลักษณ์	ชื่อที่ปรึกษา	เชี่ยวชาญด้าน	หน้าที่รับผิดชอบ
	น้ำเตวดา	กรอบแนวคิด	แสดงกรอบแนวคิดการใช้เหตุผลและโครงสร้างของปัญหาต่อกระบวนการแก้ปัญหา
	พี่จ้อ	การคิด	แนะนำให้คิดและไตร่ตรองในประเด็นที่สำคัญต่อการแก้ปัญหาแบบมองประลองปัญหา
	ลุงสมาน	กลยุทธ์	ให้คำแนะนำและให้กำลังใจการแก้ปัญหาความขัดแย้งในกลุ่มเทคนิคการเรียนรู้แนะนำแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม

สัญลักษณ์	ชื่อที่ปรึกษา	เชี่ยวชาญด้าน	หน้าที่รับผิดชอบ
	พี่หมู	กระบวนการ	ให้คำแนะนำและแสดงตัวอย่างขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

2. โครงสร้างของบทเรียนผู้วิจัยออกแบบให้มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ โดยเรียงตามลำดับเนื้อหาซึ่งแต่ละหน่วยจะประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้ (สนธิ ตีเมืองซ้าย, มนต์ชัยเทียนทอง และสุพจน์ นิตย์สุวัฒน์. 2552 ข : 8)

2.1 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.2 แหล่งเรียนรู้

2.3 สถานการณ์ปัญหาประกอบด้วย

2.3.1 สถานการณ์ปัญหาและภารกิจ

2.3.2 การช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียน

2.3.3 ปรึกษาครูผู้สอน

2.3.4 เพิ่มสะสมงาน

2.3.5 รายงานความก้าวหน้า

2.3.6 กระดานถามตอบ

2.4 แบบทดสอบ

3. การออกแบบโครงสร้างการแสดงผลบนจอภาพผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างของส่วนประกอบต่าง ๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างที่สำคัญได้แก่โครงสร้างหลัก โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ โครงสร้างสถานการณ์ปัญหา โครงสร้างการช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียน

ขั้นตอนที่ 3 : การพัฒนา

ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการพัฒนาออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมการ (Preparation Phase) ผู้วิจัยมีการเตรียมการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ดังนี้

1.1 เตรียมวัสดุประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้แก่ภาพข้อความและเสียง



1.2 ศึกษากระบวนการจัดการด้านการเรียนรู้บนเว็บซึ่งผู้วิจัยได้เลือกระบบโมดูล เพราะเป็นระบบที่มีเครื่องมือสนับสนุนที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบ CoPBL ทั้งยังเป็นระบบเปิด (OpenSystem) สามารถพัฒนาโมดูลเพิ่มเติมได้และไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน

2. การสร้างบทเรียน (Develop the Lesson) ผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนบนเว็บโดยใช้ เครื่องมือของระบบโมดูลพัฒนาตามองค์ประกอบของรูปแบบ CoPBL 8 โมดูลดังนี้

2.1 การจัดการข้อมูลผู้เรียน (Profile Management) โดยใช้โมดูล User Login และ Participants ของระบบโมดูลเพื่อให้ผู้เรียนสามารถลงทะเบียนการตรวจสอบการเข้าสู่ ระบบและแก้ไขข้อมูลส่วนตัวด้วยตัวผู้เรียนเองได้ซึ่งตรงกับ Student Module ของ CoPBL

2.2 การจัดกลุ่มผู้เรียน (Group Management) โดยใช้โมดูล Groups ของ ระบบโมดูลเพื่อให้ผู้สอนสามารถจัดกลุ่มให้ผู้เรียนให้เหมาะสมโดยใช้น้ำหนักคะแนนเฉลี่ยของ การเรียนที่ผ่านมาเป็นตัวแบ่งผู้เรียนแล้วเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย (เก่ง>อ่อน) แล้วจัดกลุ่ม แบบวนรอบเข้ากลุ่มต่างๆที่ละคนตามลำดับตรงกับ Colaborative Module ของ CoPBL

2.3 การติดต่อสื่อสาร (Communications) ประกอบด้วยกระดานข่าวกระดาน ถามตอบปรึกษาอาจารย์และห้องสนทนาโดยใช้โมดูล Forum และ Chat ของระบบโมดูลเพื่อให้ ผู้สอนสามารถให้คะแนนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้หรือความสนใจของผู้เรียนได้ตรงกับ Communication Module ของ CoPBL

2.4 การช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียน (Scaffolding) โดยใช้โมดูล Lesson ของระบบโมดูลออกแบบเป็นตัวช่วยเหลือผู้เรียนประกอบด้วย 4 แบบคือด้านกรอบแนวคิดด้าน แนวคิดด้านกลยุทธ์และด้านกระบวนการตรงกับ Scaffolding Module ของ CoPBL

2.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activities) ใช้รูปแบบรายหัวข้อ (Topic Format) ของระบบโมดูลแบ่งออกเป็น 4 หน่วย โดยแต่ละหน่วยอยู่ในกรอบเรียง ตามลำดับ แต่ละหน่วยจะประกอบด้วยวัตถุประสงค์ แหล่งเรียนรู้ สถานการณ์ ปัญหา การ ช่วยเสริมศักยภาพ เพิ่มสะสมงาน ปฏิทินกิจกรรม และแบบทดสอบตรงกับ PBL Module ของ CoPBL

2.6 แหล่งเรียนรู้ (Resources) ประกอบด้วยบทเรียนบนเว็บหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์สไลด์ประกอบการเรียนแหล่งเรียนรู้บนเว็บซึ่งตรงกับ Knowledge Module

2.7 กิจกรรมผู้สอน (Teacher) โดยใช้ระบบโมดูลในส่วนกิจกรรมผู้สอน สร้างคอร์ส เพิ่มเอกสาร บทเรียน ประกาศข่าว ติดตามตรวจสอบกิจกรรมของนักเรียนและคอย แนะนำผู้เรียนตรงกับ Coaching Module ของ CoPBL

2.8 การประเมินผลการเรียน (Evaluation) โดยใช้โมดูล HTML Grades ของระบบมูเดิล ประกอบด้วยการให้คะแนน กิจกรรมการร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ให้คะแนน โบนัสเป็นดาวตามลำดับความสามารถของกลุ่มผู้เรียน และการรายงานผลการเรียน (Report) โดยใช้โมดูล HTML และ Web Page ของระบบมูเดิลประกอบด้วยรายงานสถานะการส่งงาน ตารางสรุปคะแนนประจำสัปดาห์การประกาศค่ายก้องและรางวัลแก่กลุ่มผู้เรียนที่ทำกิจกรรมได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ตรงกับ Assessment Module ของ CoPBL

3. การทำเอกสารประกอบบทเรียน (Documentation) ผู้วิจัยได้จัดทำเอกสารประกอบบทเรียนสำหรับผู้เรียนดังนี้

3.1 คู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์

3.2 ขั้นตอนการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน

3.3 คู่มือการจัดการเรียนสำหรับผู้สอน

ขั้นตอนที่ 4 : การทดลองใช้

1. ทดลองใช้รายบุคคล (One-to-One Testing) ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเว็บไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนพัฒนาเด็ก จำนวน 3 คน โดยเลือกผู้เรียนที่มีความสามารถในการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนอย่างละ 1 คน โดยดูผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจาก แบบประเมินผลคุณภาพผู้เรียน (ปพ.5) เพื่อศึกษาสภาพการใช้งานของผู้เรียนว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร ผู้วิจัยคอยสังเกตอย่างใกล้ชิดในระหว่างทดลองใช้ ภายหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองใช้ผู้วิจัยให้ผู้เรียนตอบแบบสอบถามความคิดเห็นและสัมภาษณ์การใช้งาน แล้วนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปพิจารณาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียนก่อนนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มย่อยต่อไป

2. ทดลองใช้กลุ่มย่อย (Small-Group Testing) ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเว็บ ที่ได้ปรับปรุงจากการทดลองแบบรายบุคคล ไปทำการทดลองเพื่อหาข้อบกพร่อง กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน ได้แก่แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพัฒนาเด็ก อีกหนึ่งห้องเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งไม่ซ้ำกับผู้เรียนกลุ่มแรก โดยดำเนินการทดลองเหมือนกับการใช้บทเรียนในสภาพจริง โดยผู้วิจัยคอยสังเกต บันทึกการใช้บทเรียนระหว่างดำเนินการทดลองอย่างใกล้ชิด ภายหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองใช้ผู้วิจัยสัมภาษณ์การใช้งานของผู้เรียน แล้วนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปพิจารณาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียนก่อนนำไปใช้งานจริงต่อไป (รายละเอียดเพิ่มเติมตาม ภาคผนวก ฎ)

3. ตรวจสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยอาจารย์ที่ปรึกษา

## ขั้นตอนที่ 5 : การประเมินผล

### 1. คัดเลือกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญสำหรับทดลองใช้บทเรียนบนเว็บ 2 กลุ่ม ดังนี้

1.1 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาของบทเรียนบนเว็บเป็นผู้มีประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนการสอนสำหรับเด็กประถมศึกษา และหลักสูตรวิชาคอมพิวเตอร์คัดเลือกโดยวิธีเจาะจง จำนวน 5 คน (ภาคผนวก ก หน้า 119)

1.2 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและวิธีการของบทเรียนบนเว็บเป็นผู้มีประสบการณ์ด้านเทคนิคการจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์มากกว่า 5 ปี คัดเลือกโดยวิธีเจาะจง จำนวน 5 คน (ภาคผนวก ก)

2. ประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญโดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาของบทเรียนบนเว็บ และแบบสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและวิธีการ

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

### 2.1 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนบนเว็บ

2.1.1 สร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาของบทเรียนบนเว็บ ตามแบบสอบถามของ CoPBL ซึ่งผ่านการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85 แล้ว (สนิท ตีเมืองชัย. 2553 : 80) เพื่อใช้ประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหาของบทเรียนเว็บที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยสอบถามใน 3 ประเด็นดังนี้ (รายละเอียดเพิ่มเติม ดังภาคผนวก ค)

- 1) ด้านเนื้อหาวิชา
- 2) ด้านโจทย์สถานการณ์ปัญหา
- 3) ด้านแบบทดสอบ

2.1.2 สร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและวิธีการ ตามแบบสอบถามของ CoPBL ซึ่งผ่านการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81 แล้ว (สนิท ตีเมืองชัย. 2553 : 80) เพื่อประเมินความเหมาะสมด้านเทคนิคและวิธีการของบทเรียนบนเว็บที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยสอบถามใน 8 ประเด็นดังนี้ (รายละเอียดเพิ่มเติม ดังภาคผนวก ค)

- 1) ด้านการออกแบบบทเรียน
- 2) ด้านการจัดการข้อมูลผู้เรียน

- 3) ด้านสถานการณ์ปัญหาและทรัพยากรการเรียนรู้
- 4) ด้านการช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียน
- 5) ด้านการเรียนแบบร่วมมือกัน
- 6) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผล
- 7) ด้านผู้สอน
- 8) ด้านการติดต่อสื่อสาร

## 2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ผู้วิจัยได้สร้างและวิเคราะห์แบบทดสอบ โดยดำเนินการดังนี้

### 2.2.1 ร่างแบบทดสอบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.2.2 ตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของแบบทดสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขและกำหนดหัวข้อสำหรับประเมินการวัดผลสัมฤทธิ์ 3 ด้าน คือ ด้านพื้นฐานความรู้การจำ ด้านการประยุกต์ และด้านการนำไปใช้

2.2.3 ประเมินความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบ เพื่อหาค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ หรือเรียกว่า IOC (Index of Item-Objective Congruence) ตามชนิดของการวัดผลสัมฤทธิ์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 5 คน พบว่าข้อสอบทุกข้อมีมีค่าความสอดคล้องสามารถนำไปใช้ได้ (รายละเอียดเพิ่มเติม ดังภาคผนวก ง)

### 2.2.4 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง โดยเรียงตามหน่วยเนื้อหา

2.2.5 หากคุณภาพแบบทดสอบ โดยใช้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนพัฒนาเด็กปีการศึกษา 2556 จำนวน 20 คน ที่เคยเรียนมาแล้ว

2.2.6 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ใช้สำหรับวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ ได้แก่ การหาค่าความเที่ยงตรง การหาค่าความยากง่าย การหาค่าอำนาจจำแนก และการหาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ(รายละเอียดเพิ่มเติม ดังภาคผนวก จ)

2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้สร้างและวิเคราะห์แบบทดสอบโดยใช้แนวทางการคิดวิเคราะห์ตามแนวของบลูม (สุทธิวรณ พิรศักดิ์โสภณ. ม.ป.ป. : 4-13) ซึ่งจำแนกพฤติกรรมการคิดวิเคราะห์ไว้ 3 ด้านคือ 1) การคิดวิเคราะห์ ความสำคัญ 2) การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ 3) การคิดวิเคราะห์หลักการ มีขั้นตอนการพัฒนาข้อสอบดังนี้

### 2.3.1 ร่างแบบทดสอบโดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบวัดผล

สมฤทธิ์ โดยคัดเลือกข้อสอบที่เป็นข้อสอบคิดวิเคราะห์ให้ได้จำนวน 36 ข้อ และกำหนดหัวข้อ สำหรับประเมินการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 3 ด้าน คือ ด้านความสำคัญ ด้านความสัมพันธ์ และด้านหลักการ

2.3.2 ตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของแบบทดสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.3.3 ประเมินความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบ เพื่อหาค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ หรือเรียกว่า IOC (Index of Item-Objective Congruence) ตามชนิดของการวัดการคิดวิเคราะห์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 5 คน พบว่าข้อสอบทุกข้อมีมีค่าความสอดคล้องสามารถนำไปใช้ได้ (รายละเอียดเพิ่มเติม ดังภาคผนวก ง)

2.3.4 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง โดยเรียงตามหน่วยเนื้อหา

## 2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน

2.4.1 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน ตามแบบสอบถามของ CoPBL เพื่อใช้ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนด้วยบทเรียนเว็บที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยสอบถามใน 5 ประเด็นดังนี้ (รายละเอียดเพิ่มเติม ดังภาคผนวก ฉ)

- 1) ด้านการออกแบบบทเรียน
- 2) ด้านสถานการณ์ปัญหา
- 3) ด้านการช่วยเสริมศักยภาพในการเรียน
- 4) ด้านการเรียนแบบร่วมมือกัน
- 5) ด้านการติดต่อสื่อสาร

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการศึกษาเชิงทดลองด้วยตนเอง โดยทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนพัฒนาเด็ก ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 50 คน มีลำดับขั้นตอนดังนี้

### 1. ก่อนการทดลอง

- 1.1 ปฐมนิเทศการจัดการเรียนการสอนให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม
- 1.2 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และความสามารถการคิดวิเคราะห์ทางการเรียนที่พัฒนาขึ้น

2. ชั้นทดลอง จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามแบบแผนการทดลองโดยทดลองใช้ภาคสนาม (Field Test) กับกลุ่มตัวอย่าง

2.1 กำหนดแบบแผนการทดลองการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Pretest Posttest Control Group Design มีวิธีการทดลองดังนี้ (มนต์ชัย เทียนทอง. 2548 ข : 148-149)

ER	O <sub>1</sub> X O <sub>2</sub>
CR	O <sub>1</sub> N O <sub>2</sub>

เมื่อ E	คือ	กลุ่มทดลอง
C	คือ	กลุ่มควบคุม
O <sub>1</sub>	คือ	การทดสอบก่อนเรียน
O <sub>2</sub>	คือ	การทดสอบหลังเรียน
X	คือ	เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบ CoPBL
N	คือ	เรียนด้วยการสอบแบบปกติ
R	คือ	การสุ่ม

2.2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2556 ของโรงเรียนพัฒนาเด็ก จำนวน 2 ห้องเรียนรวมทั้งหมด 50คนและแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มด้วยวิธีการจับสลากซึ่ง ได้กลุ่มผู้เรียนย่อยดังนี้

2.2.1 กลุ่มทดลอง (ER) เป็นกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบ CoPBL จำนวน 25 คน

2.2.2 กลุ่มควบคุม (CR) เป็นผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนปกติจำนวน 25 คน

2.3 ปฐมนิเทศการจัดการเรียนการสอนให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

2.4 ทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

2.5 จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามแบบแผนการทดลอง

2.6 ทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

2.7 ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยใช้แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ

2.8 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลองได้แก่ข้อมูลการทดสอบก่อนเรียนการทดสอบหลังเรียนการทำกิจกรรมระหว่างการเรียนและแบบสอบถามแล้วนำมาสรุปผลการทดลอง

### 3. หลังการทดลอง

3.1 ทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบชุดเดิม

3.2 ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยใช้แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ

3.3 รวบรวมข้อมูลทั้งหมดและวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ

3.4 สรุปผลการทดลอง

### 4. ระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการวิจัย การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนบนเว็บ ผู้ศึกษามีกำหนดระยะเวลาในการทดลองและเก็บข้อมูล ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูล

กิจกรรม	พ.ย.56	ธ.ค.56	ม.ค.57	ก.พ.57	มี.ค.57
1. ปฐมนิเทศ					
2. ทดสอบก่อนเรียน					
3. เรียนรู้กับบทเรียน					
• หน่วยที่ 1					
• หน่วยที่ 2					
• หน่วยที่ 3					
• หน่วยที่ 4					
4. ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน					
5. ทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์					
6. ทำแบบสอบถามความพึงพอใจ					

## การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อผู้วิจัยได้ดำเนินการตามกำหนดระยะเวลาแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลที่จัดเก็บได้และรวบรวมได้มาวิเคราะห์ดังนี้

### 1. วิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

#### 1.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนบนเว็บ

ผู้วิจัยนำคะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเว็บ ครบทุกเรื่อง จำนวน 4 หน่วย และคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน มาคำนวณเพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ของเมกุยเกณฑ์ทั้งนี้ผู้ศึกษาได้ตั้งเกณฑ์ของประสิทธิภาพในงานศึกษาครั้งนี้ มากกว่า 1 ได้ค่าเท่ากับ 1.02

#### 1.2 คุณภาพแบบทดสอบ

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เคยเรียนมาก่อน ทำแล้วตรวจให้คะแนน โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ได้ทำ หรือตอบเกิน 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน นำผลคะแนนมาวิเคราะห์ดังนี้

หาค่าความยาก (P) มีขอบเขตการแปลความหมายดังนี้

0.81 – 1.00 เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก

0.61 – 0.80 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

0.41 – 0.60 เป็นข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะ (ดี)

0.21 – 0.40 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)

0.00 – 0.20 เป็นข้อสอบที่ยากมาก

#### 1.2.1 หาค่าอำนาจจำแนก (D) มีขอบเขตการแปลความหมายดังนี้

0.40 ขึ้นไป มีอำนาจจำแนกดีมาก

0.30 – 0.39 มีอำนาจจำแนกดี

0.20 – 0.29 มีอำนาจจำแนกพอใช้ได้ (ควรนำไปปรับปรุง)

0.00 – 0.19 หมายถึง มีอำนาจจำแนกไม่ดี (ต้องตัดทิ้ง)

1.2.2 หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้สูตร โลเวตต์ Lovett (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 169) ซึ่งถ้าความเชื่อมั่นมีค่าที่ใช้ได้ใกล้ 1.0 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง

1.2.3 หาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบโดยนำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและแบบทดสอบ 5 ท่าน ทำการประเมินตามแบบประเมินความ



สอดคล้องระหว่างระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และ ประเมินความสอดคล้องกับการวัดการคิดวิเคราะห์ โดยใช้สูตร IOC (ภาคผนวก ง)

## 2. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่ม

ควบคุม

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์โดยการนำคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มาหาความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยการทดสอบค่าที (t-test Independent Sample) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 112) แล้วจึงนำผลวิเคราะห์ที่ได้ทางสถิติมาสรุปผล

$$\text{สมมติฐานทางสถิติ } H_0 : \mu_A - \mu_B ; H_1 : \mu_A > \mu_B$$

สมมติฐานการวิจัย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนบนเว็บตามรูปแบบ CoPBL สูงกว่า การเรียนด้วยวิธีปกติ

## 3. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความสามารถในการคิดวิเคราะห์จากการทดสอบ

ก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์โดยการนำคะแนนทดสอบวัดผลการศึกษาวิเคราะห์ หลังเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มาหาความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยการทดสอบค่าที (t-test Independent Sample) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 112) แล้วจึงนำผลวิเคราะห์ที่ได้ทางสถิติมาสรุปผล

$$\text{สมมติฐานทางสถิติ } H_0 : \mu_A - \mu_B ; H_1 : \mu_A > \mu_B$$

สมมติฐานการวิจัย ผลความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ของบทเรียนบนเว็บตามรูปแบบ CoPBL สูงกว่า การเรียนด้วยวิธีปกติ

## 4. วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อบทเรียนบนเว็บ

ผู้วิจัยได้ให้กลุ่มทดลอง ประเมินความพึงพอใจ หลังจากเรียนด้วยบทเรียนบนเว็บด้วย แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเว็บตามรูปแบบ CoPBL (รายละเอียดเพิ่มเติม ดังภาคผนวก ฉ) แล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.), ซึ่งมีเกณฑ์ในการแปลความหมายดังนี้

คะแนนเฉลี่ย      การแปลผล

4.51-5.00      พึงพอใจมากที่สุด

3.51-4.50	พึงพอใจมาก
2.51-3.50	พึงพอใจปานกลาง
1.51-2.50	พึงพอใจน้อย
1.00-1.50	พึงพอใจน้อยสุด

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล โดยเลือกใช้สถิติดังนี้

#### 1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. (Standard Deviation)

#### 2. สถิติที่ใช้คำนวณหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 การหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ คำนวณจากสูตรดังนี้

(มนต์ชัย เทียนทอง. 2548 : 131)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ

P แทน ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

R แทน จำนวนผู้เรียนที่ตอบข้อคำถามข้อนั้นถูกต้อง

N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

2.2 การหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากของแบบทดสอบ โดยใช้ B-Index มีสูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยชนี. 2553 : 161)

$$\text{หาค่าอำนาจจำแนก } r = \frac{RH - RL}{nH + nL}$$

$$\text{หาค่าความยาก } P = \frac{RH + RL}{nH + nL}$$

เมื่อ

r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ

P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

- RH แทน จำนวนผู้ตอบข้อสอบถูกแต่ละข้อในกลุ่มสูง  
 RL แทน จำนวนผู้ตอบข้อสอบถูกแต่ละข้อในกลุ่มต่ำ  
 nH แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มสูง  
 nL แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มต่ำ

2.3 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้วิธีการของโลเวตต์ (Lovett) มีสูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 169)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum T - \sum T^2}{(k-1) \sum (T-C)^2}$$

เมื่อ

- $r_{cc}$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์  
 K แทน จำนวนข้อคำถามในแบบทดสอบ  
 T แทน คะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคน  
 C แทน คะแนนเกณฑ์

2.4 การหาค่าความเที่ยงตรง ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item-Objective Congruence : IOC มีสูตรดังนี้ (มนต์ชัย เทียนทอง. 2548 : 194)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ

- IOC คือ ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ  
 $\sum R$  คือ ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด  
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

### 3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน (Efficiency)

สถิติที่ใช้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเว็บโดยใช้วิธีการหาประสิทธิภาพตามแนวคิดของเมกูแกนส์ (Meguigans) ซึ่งมีสูตรดังนี้ (มนต์ชัย เทียนทอง. 2548 : 288)

$$\text{Meguigans Ratio} = \frac{M_2 - M_1}{P - M_1} + \frac{M_2 - M_1}{P}$$

เมื่อ

M1 คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียน

M2 คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบหลังเรียน

P คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

ค่าอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้อยู่ระหว่าง 0-2 ถ้าค่าที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 1.00 ถือว่ามีประสิทธิภาพ

4. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบหาความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยการทดสอบค่าที่ (Independent Simple t-test) ซึ่งมีสูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ. 2554 : 345)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ

$\bar{x}_1$  คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มทดลอง

$\bar{x}_2$  คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มควบคุม

$S_1^2$  คือ ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มทดลอง

$S_2^2$  คือ ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มควบคุม

$n_1$  คือ ขนาดของกลุ่มทดลอง

$n_2$  คือ ขนาดของกลุ่มควบคุม