

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

จากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวมาเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย ซึ่งมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. แบบแผนวิธีการวิจัย
2. ตัวแปรที่ศึกษา
3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีการสร้างเครื่องมือในการวิจัย
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

#### 1. แบบแผนวิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยอาศัยรูปแบบหนึ่งกลุ่มสอบก่อน-สอบหลัง (One group pretest-posttest design) มีแบบแผนการทดลองดังนี้ (ยูทช ไกยวรรณ, 2545 : 124-138)

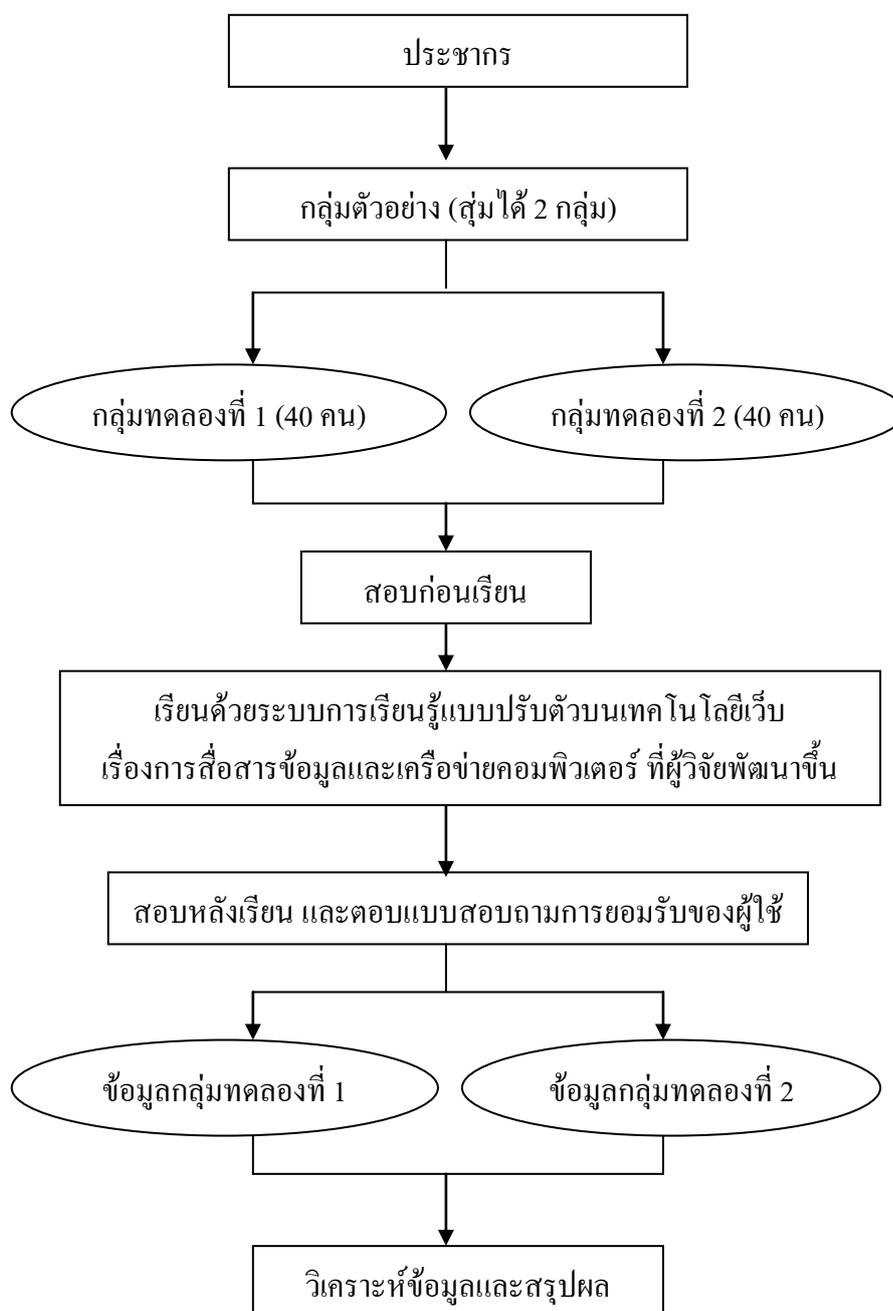
T1	X	T2
----	---	----

T1 หมายถึง การสอบก่อนการจัดกระทำ (Pretest)

T2 หมายถึง การสอบหลังการจัดกระทำ (Posttest)

X หมายถึง ตัวแปรอิสระที่ทำการจัดกระทำ (Experimental or Treatment)

การวิจัยในครั้งนี้ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ซึ่งได้มาจากการสุ่มนักเรียน 2 ห้อง กลุ่มละ 40 คน และดำเนินการทดลองในรูปแบบเดียวกัน คือ อาศัยรูปแบบหนึ่งกลุ่มสอบก่อน-สอบหลัง เหตุผลของการเลือกทดลองด้วยวิธีการเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม เพื่อเป็นการยืนยันถึงผลการทดลองทั้ง 2 ครั้ง และนำไปสู่การทดสอบสมมติฐานในประเด็นต่าง ๆ ต่อไป สามารถแสดงขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัยได้ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 แบบแผนวิธีการวิจัย

## 2. ตัวแปรที่ศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้มีตัวแปรที่ต้องศึกษา 2 ตัวแปร ประกอบด้วย

**2.1 ตัวแปรอิสระ** คือ ระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์

## 2.2 ตัวแปรตาม คือ

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการเรียนด้วยระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์

- การยอมรับของผู้เรียน ต่อการเรียนด้วยระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์

## 3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ อ.ดำเนินสะดวก จ.ราชบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชากรเพื่อทำการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### 3.1 ประชากร

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ อ.ดำเนินสะดวก จ.ราชบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 183 คน

### 3.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ ปีการศึกษา 2554 ซึ่งใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลาก โดยใช้ห้องเป็นหน่วยในการสุ่ม ได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 และ 4/3 หลังจากนั้น สุ่มนักเรียนในแต่ละห้องโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลาก ได้นักเรียนห้องละ 40 คน ได้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 40 คน เพื่อทำการทดลองต่อไป

## 4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือเพื่อการวิจัยประกอบไปด้วยเครื่องมือ ดังนี้

4.1 ระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์

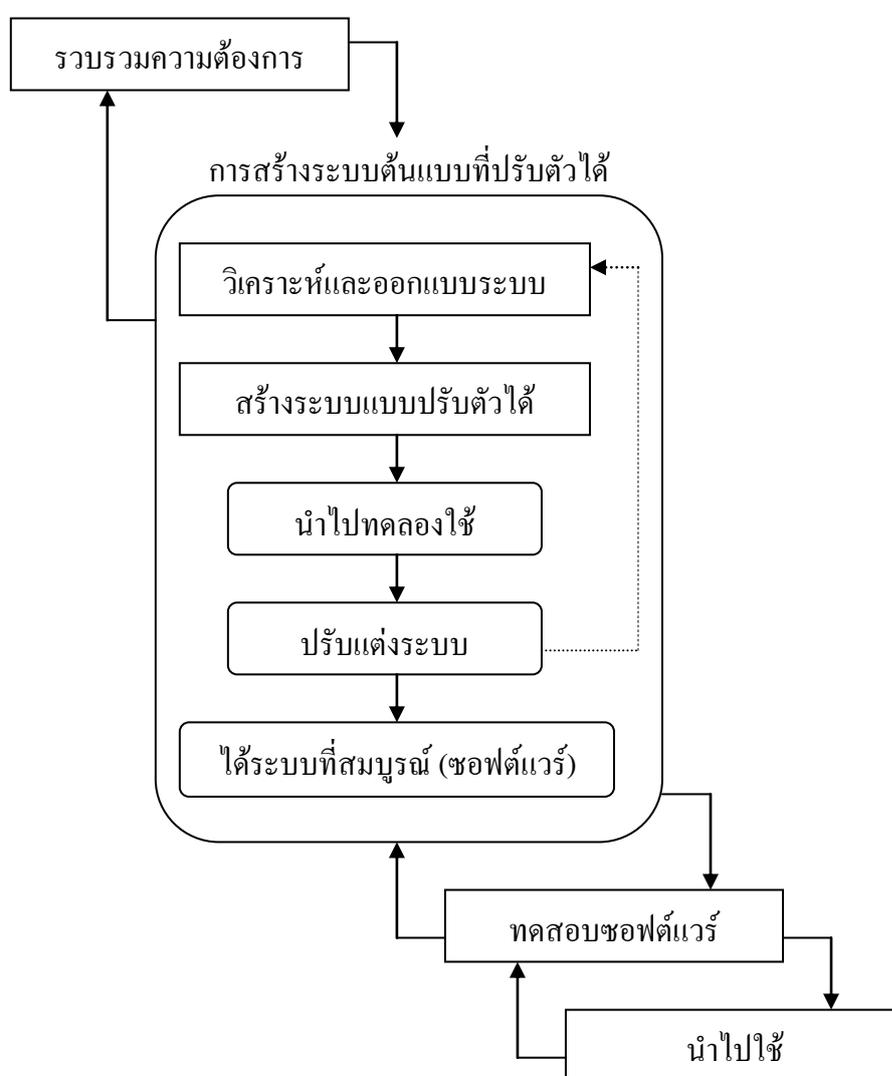
4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์

4.3 แบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้ ที่มีต่อการเรียนด้วยระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์

## 5. วิธีการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นตามหลักการดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ในบทที่ 2 เพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

**5.1 วิธีการพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูล และเครือข่ายคอมพิวเตอร์** โดยใช้ตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตก แบบเพิ่มคุณสมบัติ การทวนซ้ำเป็นรอบ (โอกาส เอี่ยมศิริวงศ์, 2549 : 75) หรือที่เรียกว่า Adapted Waterfall Model ผสมผสานกับตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบการสร้างต้นแบบ (ณัฐพันธ์ เขจรนันท์, 2551 : 58) มีขั้นตอนดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 ตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตกผสมผสานกับตัวแบบการสร้างต้นแบบ

การพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบปรับตัวเพื่อการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้บูรณาการตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์ 2 ตัวแบบดั้งเดิมที่ได้อ้างอิงข้างต้นเข้าด้วยกัน เพื่อให้ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นตรงกับความต้องการของผู้ใช้ หรือผู้เรียนมากที่สุด เนื่องจากการพัฒนาซอฟต์แวร์ต้นแบบซึ่งเป็นระบบการเรียนรู้นบนเทคโนโลยีเว็บแบบธรรมดาที่ยังไม่สามารถปรับตัวได้ และนำไปให้ผู้เรียนและผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้งาน เพื่อเก็บรวบรวมความต้องการของผู้ใช้ และให้ได้มาซึ่งคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อการปรับปรุงให้ได้ระบบการเรียนรู้นบนเทคโนโลยีเว็บที่สามารถปรับตัวได้ตามรายละเอียดของขั้นตอนการพัฒนาซอฟต์แวร์ครั้งนี้

### 5.1.1 รวบรวมความต้องการ

เป็นการศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้เรียนในประเด็นต่าง ๆ เบื้องต้น โดยผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ทั้งจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และศึกษาการเรียนรู้นบนเทคโนโลยีเว็บที่มีอยู่ในปัจจุบัน ตลอดจนศึกษาเรื่องหลักสูตรการเรียนการสอน เพื่อนำเนื้อหาไปสร้างระบบต้นแบบที่เป็นระบบการเรียนรู้นบนเทคโนโลยีเว็บที่มีใช้งานอยู่ทั่วไป และยังไม่สามารถปรับตัวตามผู้เรียนได้ ซึ่งผู้เรียนทุกคนจะได้รับการนำเสนอสารสนเทศต่าง ๆ ที่เหมือนกัน ดังแสดงตัวอย่างระบบต้นแบบดังกล่าวพอเป็นสังเขป ตามภาพที่ 3-3, 3-4, 3-5 และ 3-6 ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการสื่อสารข้อมูล								
จุดประสงค์	หน้า 1	หน้า 2	หน้า 3	หน้า 4	หน้า 5	หน้า 6	หน้า 7	หน้า 8
<b>จุดประสงค์การเรียนรู้</b>								
1.	เมื่อกำหนดข้อความมาให้ 4 ข้อความ ผู้เรียนสามารถเลือกความหมายที่ตรงกับการสื่อสารข้อมูลได้อย่างถูกต้อง							
2.	เมื่อกำหนดตัวอย่างการกระทำรูปแบบต่าง ๆ มาให้ 4 รูปแบบ ผู้เรียนสามารถระบุถึงสิ่งตรงกับความหมายของการสื่อสารข้อมูลได้อย่างถูกต้อง							
3.	เมื่อกำหนดองค์ประกอบของระบบการสื่อสารข้อมูลมาให้ ผู้เรียนสามารถเลือกรายการที่มีองค์ประกอบของการสื่อสารข้อมูลที่ครบถ้วนได้							
4.	เมื่อกำหนดข้อความที่แสดงกิจกรรมการสื่อสารข้อมูลมาให้ ผู้เรียนสามารถแยกแยะถึงองค์ประกอบผู้ส่งสาร ของการสื่อสารข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง							
5.	เมื่อกำหนดสื่อกลางในการสื่อสารข้อมูลมาให้ 4 ชนิด ผู้เรียนสามารถเลือกสื่อกลางที่เหมาะสมกับตัวอย่างการสื่อสารข้อมูลที่กำหนดมาให้ได้							
6.	เมื่อกำหนดสื่อกลางในการสื่อสารข้อมูลมาให้ 4 ชนิด ผู้เรียนสามารถระบุถึงสื่อกลางที่ควรนำไปใช้กับสถานการณ์การสื่อสารข้อมูลที่กำหนดมาให้ได้อย่างถูกต้อง							
7.	เมื่อกำหนดรูปแบบการโอนถ่ายข้อมูลมาให้ ผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการโอนถ่ายข้อมูลที่ตรงกับการสื่อสารข้อมูลที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง							
8.	เมื่อกำหนดรูปแบบการสื่อสารมาให้ 4 รูปแบบ ผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบที่เหมาะสมกับตัวอย่างการใช้งานที่กำหนดมาให้ได้อย่างถูกต้อง							
9.	เมื่อกำหนดประโยชน์ของการสื่อสารข้อมูลมาให้ 4 ข้อ ผู้เรียนสามารถเลือกประโยชน์ที่ตรงกับสถานการณ์ที่กำหนดมาให้ได้อย่างถูกต้อง							
10.	เมื่อกำหนดวิธีการติดต่อสื่อสารมาให้ ผู้เรียนสามารถเลือกวิธีการที่ดีที่สุด เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดให้							

ภาพที่ 3-3 ระบบต้นแบบที่ยังไม่สามารถปรับตัวได้ (หน่วยที่ 1 หน้าจุดประสงค์การเรียนรู้)

**หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการสื่อสารข้อมูล**

จุดประสงค์    หน้า 1    **หน้า 2**    หน้า 3    หน้า 4    หน้า 5    หน้า 6    หน้า 7    หน้า 8

**การสื่อสารข้อมูล (Data Communication)**  
**การสื่อสารข้อมูล** หมายถึง กระบวนการหรือวิธีการถ่ายทอดข้อมูลระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ซึ่งมักอยู่ห่างไกลกัน และจำเป็นต้องอาศัยระบบการสื่อสารโทรคมนาคม (Telecommunication) เป็นสื่อกลางในการรับส่งข้อมูล



การสื่อสารข้อมูล เป็นการถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความรู้สึก จากคนหนึ่งไปสู่คนอื่นหนึ่ง โดยอาศัยเครื่องมือหรือสื่อต่าง ๆ เป็นช่องทางการสื่อสาร เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน เช่น การสื่อสารด้วยท่าทาง ก้อยคำ หรือ รูปภาพ ต่อมาเมื่อเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์และเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีการพัฒนามากขึ้น และนำมาประยุกต์ใช้ในการสื่อสาร ทำให้การติดต่อสื่อสารเกิดความสะดวก รวดเร็ว มากยิ่งขึ้น

←    🏠    →

ภาพที่ 3-4 ระบบต้นแบบที่ยังไม่สามารถปรับตัวได้ (หน่วยที่ 1)

**หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์**

จุดประสงค์    หน้า 1    หน้า 2    **หน้า 3**    หน้า 4    หน้า 5    หน้า 6    หน้า 7    หน้า 8

**การทำงานของโพรโทคอล**  
 ระบบ OSI แบ่งการทำงานของเครือข่ายออกเป็น 7 ชั้น หรือมักเรียกว่า 7 เลเยอร์ (Layer) แต่ละชั้นประกอบด้วยมาตรฐานที่ระบุถึง ชนิด หน้าที่ ลักษณะการทำงาน และวิธีประยุกต์ใช้ ซึ่งไม่ได้บอกว่าเป็นฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์อะไร แต่ละชั้นจะติดต่อหรือให้บริการกับชั้นที่อยู่ติดกัน ด้านบนหรือด้านล่างเท่านั้น ไม่สามารถติดต่อข้ามชั้นกันได้



ตัวอย่างการทำงานของโพรโทคอล (Protocol) ในการส่งข้อมูลผ่านชั้นมาตรฐาน 7 ชั้น

การสื่อสารข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์จะประกอบไปด้วยฝ่ายผู้ส่งและผู้รับ โดยจะเริ่มจากผู้ส่ง ส่งข้อมูลผ่าน 7 ชั้นมาตรฐานนี้ ไปยังฝ่ายผู้รับ และข้อมูลจะถึงผู้รับได้ก็ต่อผ่านชั้นมาตรฐาน 7 ชั้นนี้เช่นกัน แต่เป็นไปในทิศทางกลับกัน

จะเห็นได้ว่าการส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างๆ ข้อมูลเหล่านั้นต้องผ่านชั้นมาตรฐาน 7 ชั้นนี้เสมอ ทั้งฝั่งผู้ส่งและผู้รับ โดยฝั่งผู้ส่ง ข้อมูลจะผ่านชั้นบนสุดลงมายังชั้นล่างสุด จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งผ่านไปยังฝั่งผู้รับ โดยผ่านชั้นมาตรฐาน 7 ชั้นนี้ จากชั้นล่างสุดขึ้นไปชั้นบนสุด และแสดงผลให้ผู้รับได้ทราบต่อไป

←    🏠    →

ภาพที่ 3-5 ระบบต้นแบบที่ยังไม่สามารถปรับตัวได้ (หน่วยที่ 2)

**หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องเครือข่ายประเภทต่าง ๆ และอุปกรณ์เครือข่าย**

จุดประสงค์    **หน้า 1**    หน้า 2    หน้า 3    หน้า 4    หน้า 5    หน้า 6    หน้า 7

**ประเภทของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สามารถจำแนกออกได้หลายประเภท แล้วแต่เกณฑ์ที่ใช้ ดังนี้**

**1. ประเภทของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ แบ่งตามขนาดทางกายภาพได้ 3 ประเภท ดังนี้**



**LAN**



**MAN**



**WAN**

**1.1 LAN (Local Area Network) ระบบเครือข่ายระดับท้องถิ่น หรือเครือข่ายเฉพาะที่** เป็นระบบเครือข่ายที่ใช้งานในพื้นที่ไม่กว้างนัก เช่น ภายในมหาวิทยาลัย อาคารสำนักงาน หรือโรงงาน เป็นต้น การส่งข้อมูลสามารถทำได้ด้วยความเร็วสูง และมีข้อผิดพลาดน้อย ระบบ LAN จึงถูกออกแบบมาเพื่อช่วยลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน เพื่อใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ร่วมกัน

**1.2 MAN (Metropolitan Area Network) ระบบเครือข่ายระดับเมือง** เป็นระบบเครือข่ายที่มีขนาดกลาง อยู่ระหว่าง LAN กับ WAN เป็นระบบเครือข่ายที่ใช้ภายในเมือง หรือภายในจังหวัดเท่านั้น การเชื่อมโยงจะต้องอาศัยระบบบริการ เครือข่ายสาธารณะ เพื่อใช้เชื่อมต่อเครือข่ายขององค์กรที่มีสาขาห่างไกลกันเข้าด้วยกัน เช่น ธนาคาร หรือห้างสรรพสินค้า เป็นต้น

**1.3 WAN (Wide Area Network) เครือข่ายบริเวณกว้าง** เป็นระบบเครือข่ายที่ใช้งานอยู่ในพื้นที่บริเวณกว้าง เป็นเครือข่ายที่เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ที่อยู่ห่างไกลกันเข้าด้วยกัน อาจเป็นการติดต่อสื่อสารในระดับประเทศ ข้ามทวีปหรือทั่วโลกได้ โดยเชื่อมต่อผ่านระบบสื่อสารขององค์กรกลาง เช่น องค์กรโทรศัพท์หรือการสื่อสารแห่งประเทศไทย เพื่อส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ โดยปกติมีอัตราการส่งข้อมูลที่ต่ำและมีโอกาสเกิดข้อผิดพลาด การส่งข้อมูลอาจใช้อุปกรณ์สื่อสารมาช่วยในการทำงาน เช่น โมเด็ม (Modem)

←        →

ภาพที่ 3-6 ระบบต้นแบบที่ยังไม่สามารถปรับตัวได้ (หน่วยที่ 3)

เมื่อได้ระบบต้นแบบดังกล่าวแล้ว ผู้วิจัยได้นำไปให้ตัวแทนผู้เรียน 3 กลุ่ม คือ เก่ง ปานกลาง พื้นฐาน ทดลองใช้งาน นอกจากนั้นยังได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้มีความชำนาญทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสอนได้ทดลองใช้งาน และเก็บรวบรวมความต้องการของผู้ใช้และผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้วิธีการสังเกตแบบมีส่วนร่วม การสัมภาษณ์ จากนั้นให้ผู้ใช้และผู้เชี่ยวชาญตอบแบบสอบถามตามที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น (ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ก) ตามหลักการของการศึกษาการใช้งาน (Usability study) เพื่อหาข้อตกลงหรือความต้องการร่วมกันระหว่างผู้ใช้งานกับผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ และให้ผู้เชี่ยวชาญได้ระบุความต้องการเพิ่มเติม เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปพัฒนาระบบการเรียนรู้ที่สามารถปรับตัวได้ และตรงตามความต้องการของผู้ใช้ต่อไป ซึ่งผลของการศึกษาความต้องการดังกล่าว สามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 3-1 สรุปผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้ต่อระบบต้นแบบที่ยังไม่สามารถปรับตัวได้

ข้อ	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD
1	การนำเสนอเนื้อหาเอื้อต่อการเรียนรู้ตามความแตกต่างระหว่างผู้เรียนแต่ละคน	2.50	0.55
2	ความยาวของเนื้อหาในแต่ละหน้ามีความเหมาะสม	2.83	0.41
3	มีระบบการทดสอบความรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง	2.67	0.52

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD
4	การออกแบบจอภาพมีความเหมาะสม สีพื้นหน้าและสีพื้นหลังเหมาะสม สวยงาม ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน	2.17	0.41
5	ขนาดและสีตัวอักษรอ่านง่าย	2.83	0.41
6	ภาพประกอบสื่อความหมายสอดคล้องกับเนื้อหา และขนาดของภาพมีความเหมาะสม	2.67	0.52
7	เสียงประกอบการนำเสนอเหมาะสมกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้	1.83	0.41
8	จุดเชื่อมโยง (Link) ต่าง ๆ จัดวางในตำแหน่งที่เหมาะสม สะดวกต่อการใช้งาน	2.83	0.41
9	การเชื่อมโยงไปยังเนื้อหาแต่ละหน้ามีความสอดคล้องและสัมพันธ์กัน	3.17	0.41
10	รายการคำสั่งและปุ่มคำสั่ง จัดวางได้อย่างคงเส้นคงวา และสื่อความหมายการใช้งานได้อย่างดี	2.67	0.52
11	มีระบบการนำทางที่ดี ช่วยให้ผู้เรียนไม่หลงทางในการเรียนรู้	2.00	0.00
12	มีระบบการปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์	2.67	0.52
13	ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการเรียนรู้	2.83	0.41
<b>สรุป</b>		<b>2.59</b>	<b>0.42</b>

จากตารางที่ 3-1 จะเห็นได้ว่าผู้ใช้มีความเห็นในภาพรวมต่อการใช้งานระบบต้นแบบที่ยังไม่สามารถปรับตัวได้ อยู่ในระดับพอใช้ ( $\bar{X}=2.59$ ,  $SD=0.42$ ) คือ การนำเสนอเนื้อหาและการออกแบบระบบปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ ยังไม่เป็นที่พึงพอใจเท่าที่ควร สอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3-2 สรุปผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อระบบต้นแบบที่ยังไม่สามารถปรับตัวได้

ข้อ	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD
1	โครงสร้างของเนื้อหาครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.55
2	เนื้อหาถูกต้องและมีความทันสมัย	4.40	0.55

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD
3	การนำเสนอเนื้อหาเป็นไปตามลำดับสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.71
4	การนำเสนอเนื้อหาเอื้อต่อการเรียนรู้ตามความแตกต่างระหว่างผู้เรียนแต่ละคน	1.60	0.55
5	ความยาวของเนื้อหาในแต่ละหน้ามีความเหมาะสม	2.40	0.55
6	มีระบบการทดสอบความรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง	2.80	0.45
7	การออกแบบจอภาพมีความเหมาะสม สีพื้นหน้าและสีพื้นหลังเหมาะสม สวยงาม ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน	2.80	0.45
8	ขนาดและสีตัวอักษรอ่านง่าย	2.80	0.45
9	ภาพประกอบสื่อความหมายสอดคล้องกับเนื้อหา และขนาดของภาพมีความเหมาะสม	2.80	0.84
10	เสียงประกอบการนำเสนอเหมาะสมกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้	1.00	0.00
11	จุดเชื่อมโยง (Link) ต่าง ๆ จัดวางในตำแหน่งที่เหมาะสม สะดวกต่อการใช้งาน	2.20	0.45
12	การเชื่อมโยงไปยังเนื้อหาแต่ละหน้ามีความสอดคล้องและสัมพันธ์กัน	3.20	0.45
13	รายการคำสั่งและปุ่มคำสั่ง จัดวางได้อย่างคงเส้นคงวา และสื่อความหมายการใช้งานได้อย่างดี	2.80	0.45
14	มีระบบการนำทางที่ดี ช่วยให้ผู้เรียนไม่หลงทางในการเรียนรู้	1.80	0.45
15	มีระบบการปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์	2.60	0.89
16	ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการเรียนรู้	2.40	0.89
<b>สรุป</b>		<b>2.75</b>	<b>0.54</b>

จากตารางที่ 3-2 จะเห็นได้ว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นในภาพรวมต่อการใช้งานระบบต้นแบบที่ยังไม่สามารถปรับตัวได้ อยู่ในระดับพอใช้ ( $\bar{X}=2.75$ ,  $SD=0.54$ ) นอกจากนั้นผู้วิจัยได้รวบรวมความต้องการเพิ่มเติมจากผู้ใช้และผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งต้องการให้ออกแบบซอฟต์แวร์เพื่อการเรียนรู้ให้มีการปรับเปลี่ยนการนำเสนอเนื้อหา และระบบปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ ได้ตาม

ความต้องการของผู้เรียน เพื่อเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละบุคคล รวมทั้งต้องการให้ซอฟต์แวร์เพื่อการเรียนรู้สามารถนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น ผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน ผู้วิจัยได้รวบรวมความต้องการเพิ่มเติมของผู้ใช้และผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงต้นแบบดังกล่าว เพื่อให้ได้ระบบการเรียนรู้บนเทคโนโลยีเว็บที่สามารถปรับตัวตามผู้เรียนได้ต่อไป

#### 5.1.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบ

ผู้ใช้และผู้เชี่ยวชาญได้เสนอความต้องการเพิ่มเติมในประเด็นต่าง ๆ ซึ่งสามารถวิเคราะห์เป็นประเด็นต่าง ๆ ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3-3 สรุปผลการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้และผู้เชี่ยวชาญต่อการพัฒนาซอฟต์แวร์

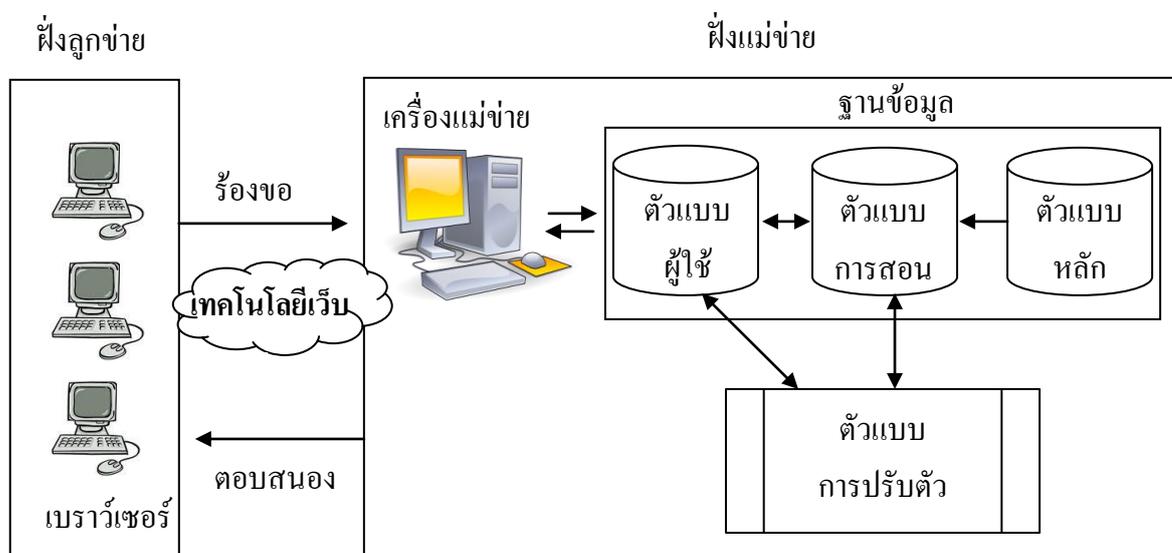
ข้อ	ประเด็น	ความต้องการ
1	การออกแบบจอภาพและการใช้สี	ควรใช้สีพื้นหลังที่อ่านง่ายสบายตา ผู้ใช้เปลี่ยนสีพื้นหลังได้ โดยมีสีหรือภาพพื้นหลังให้เลือกอย่างหลากหลาย ควรออกแบบการนำเสนอให้อยู่ในหน้าจอเดียวไม่ควรให้ผู้ใช้คลิกเลื่อนจอภาพ
2	ตัวอักษร	ควรให้ผู้ใช้เลือกปรับขนาดและสีตัวอักษรได้
3	รูปภาพ	ควรมีรูปภาพประกอบเนื้อหาและภาพของผู้เรียนปรากฏอยู่บนจอภาพ อาจมีภาพเคลื่อนไหวบ้าง หรืออาจมีการให้เลือกว่าต้องการหรือไม่ต้องการรูปภาพ ตามความชอบของผู้เรียนได้
4	เสียงประกอบ	ควรมีเสียงเพลงเบา ๆ หรืออาจเป็นเสียงบรรยายประกอบเนื้อหา และควรมีปุ่มควบคุมปิดเปิดเสียงได้
5	จุดเชื่อมโยง (Link)	จุดเชื่อมโยง ควรใช้ข้อความสั้น ๆ ที่มีลักษณะเด่นกว่าข้อความทั่วไป และสื่อความหมายได้ดี หรือใช้สัญลักษณ์เป็นจุดเชื่อมโยง ควรมีคำอธิบายเมื่อนำเมาส์ไปชี้ และมีความคงเส้นคงวา
6	รายการคำสั่งและปุ่มคำสั่ง	รายการคำสั่งควรมีลักษณะที่ต่างจากข้อความทั่วไป อาจใช้สัญลักษณ์อยู่บนหน้ารายการคำสั่งเพื่อเพิ่มความสวยงามและช่วยสื่อความหมาย และควรมีคำอธิบายเมื่อนำเมาส์ไปชี้ที่รายการคำสั่งหรือปุ่มคำสั่ง

## ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

ข้อ	ประเด็น	ความต้องการ
7	ระบบการนำทาง	ระบบการนำทาง ควรให้ผู้ใช้เลือกเส้นทางตามความสนใจและมีอิสระในการเลือก ควรมีแผนผังแสดงภาพรวมของการเรียนรู้ หรือสถานะการอ่านเนื้อหาหน้าต่าง ๆ เพื่อให้ทราบว่าหน้าใดเข้าอ่านไปแล้วบ้าง ควรให้ผู้ใช้เรียนเลือกกลับไปยังหน้าเดิมที่เรียนค้างไว้ได้ และมีคำอธิบายเมื่อนำเมาส์ไปชี้ที่จุดต่าง ๆ
8	ด้านเนื้อหา	การนำเสนอเนื้อหา ควรนำหลักการของสื่อหลายมิติแบบปรับตัว มาใช้ในการนำเสนอ เพื่อให้ผู้เรียนที่มีความรู้พื้นฐานแตกต่างกัน สามารถเรียนรู้ตามความเหมาะสมของผู้เรียนแต่ละคน โดยแยกเนื้อหาเป็น 3 กลุ่ม คือ เก่ง ปานกลาง และพื้นฐาน ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกปริมาณหรือรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาได้เอง และแบบทดสอบควรมีระบบการสุ่ม
9	อื่น ๆ	ควรมีระบบการลงทะเบียนเข้าใช้งาน เพื่อบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของผู้ใช้

ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการ ความเห็นต่าง ๆ ของผู้ใช้และผู้เชี่ยวชาญ ไปออกแบบเพื่อปรับปรุงระบบต้นแบบเดิมซึ่งไม่สามารถปรับตัวตามผู้เรียน ให้ได้ระบบการเรียนรู้ที่สามารถปรับตัวได้ โดยออกแบบองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

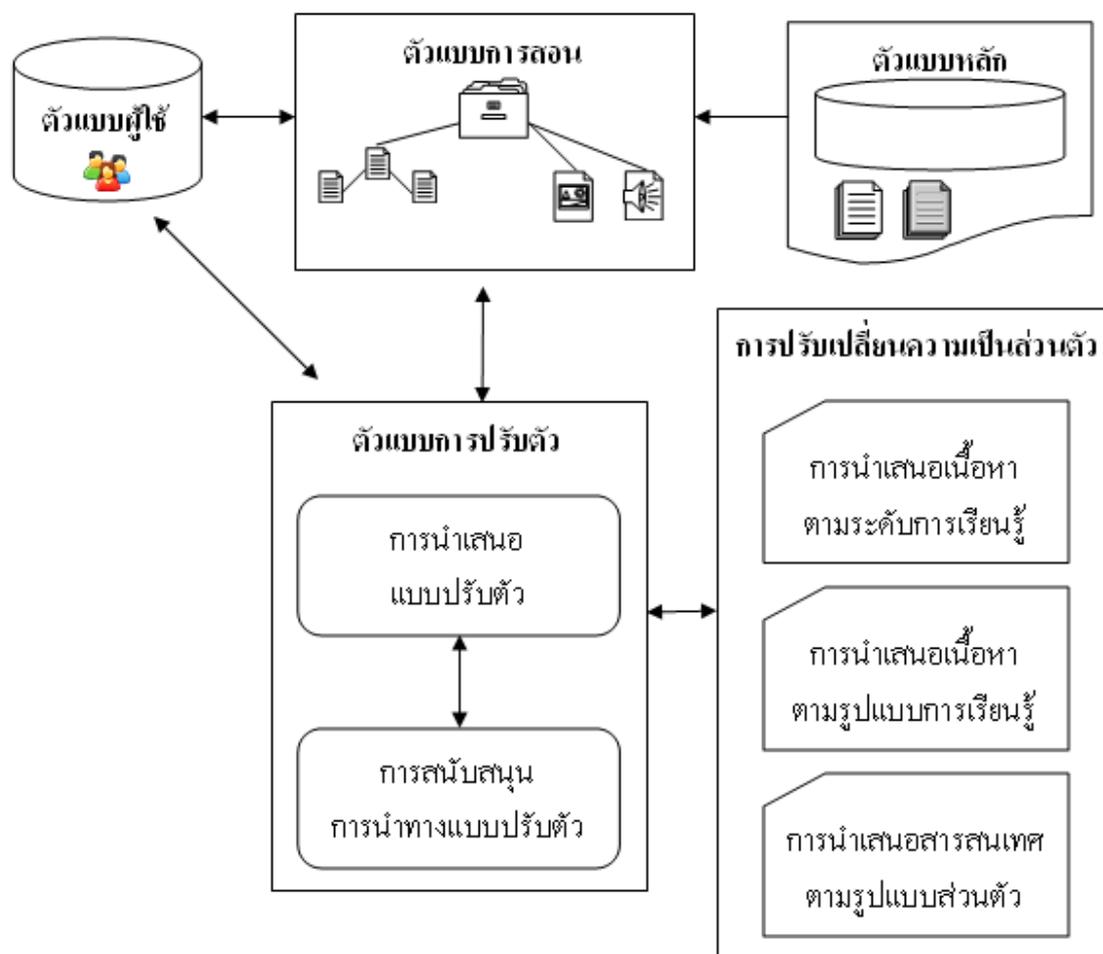
1) ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ (Architecture Design) เป็นการนำเทคโนโลยีสารสนเทศในระบบต่าง ๆ ได้แก่ เทคโนโลยีเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีเว็ลด์ไวด์เว็บ เทคโนโลยีการจัดการฐานข้อมูลและระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) ด้วยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้ภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML) ภาษาพีเอชพี (PHP) และจาวาสคริปต์ (Java Script) เพื่อพัฒนาระบบ สามารถแสดงองค์ประกอบของระบบ ได้ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 3-7 การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ  
ปรับปรุงจาก (ปานจิตร หลงประดิษฐ์, 2551 : 31)

จากภาพที่ 3-7 เป็นการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ การทำงานของระบบประกอบไปด้วยผู้เรียนในฝั่งเครื่องลูกข่ายลงชื่อเข้าใช้งานโดยอาศัยโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ และร้องขอข้อมูลต่าง ๆ ไปยังฝั่งเครื่องแม่ข่าย โดยที่เครื่องแม่ข่ายจะทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ โดยอาศัยระบบการจัดการฐานข้อมูล เช่น เก็บข้อมูลผู้ใช้งานหรือผู้เรียน เก็บโปรแกรมควบคุมขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนตามตัวแบบการสอน เก็บรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาตามตัวแบบหลัก ซึ่งมีการปรับเปลี่ยนตามระดับการเรียนรู้และรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อให้เป็นไปตามตัวแบบการปรับตัวที่ได้ออกแบบไว้ เมื่อเครื่องแม่ข่ายรวบรวมข้อมูลจากการร้องขอตรงกับความต้องการของผู้ใช้แต่ละคนแล้ว จะส่งข้อมูลเหล่านั้นตอบกลับไปยังเครื่องลูกข่ายและนำเสนอสารสนเทศต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับผู้ใช้แต่ละคนผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ หากเครื่องลูกข่ายมีการปรับเปลี่ยนข้อมูลใด ๆ ของผู้ใช้แต่ละคน ข้อมูลเหล่านั้นจะถูกส่งมาบันทึกไว้ในฐานข้อมูลที่เครื่องแม่ข่ายทันที และระบบจะมีการทำงานในลักษณะนี้โต้ตอบกันระหว่างเครื่องฝั่งลูกข่ายกับเครื่องฝั่งแม่ข่ายจนกว่าผู้ใช้งานจะออกจากระบบ

2) การออกแบบเชิงแนวคิด เป็นการออกแบบองค์ประกอบหลัก 4 องค์ประกอบ สำหรับการพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ดังภาพที่ 3-8



ภาพที่ 3-8 การออกแบบองค์ประกอบของระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ  
ปรับปรุงจาก (สุรารัตน์ จำปาทิพย์ และปานจิตร หงษ์ประดิษฐ์, 2554 : 602-612)

-ตัวแบบหลัก ใช้หลักการคอนดิชันแนลเท็กซ์ เพื่อนำเสนอเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม คือ เก่ง ปานกลาง พื้นฐาน และเพื่อนำเสนอสารสนเทศตามรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องการ

-ตัวแบบการสอน ใช้ตัวแบบการสอนเคลเลอร์แพลนผสมผสานกับตัวแบบ

การสอนทั่วไป ซึ่งเป็นตัวแบบการสอนที่คำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ มีขั้นตอนดังที่ได้กล่าวมาแล้วใน บทที่ 2

-ตัวแบบการปรับตัว เป็นส่วนที่เกี่ยวกับระบบการปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ ประกอบไปด้วยสิ่งสำคัญ 2 ประการ คือ การนำเสนอแบบปรับตัว และการสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัว ถึงแม้ว่าระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวมีประโยชน์อย่างยิ่งในการนำมาพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวตามสภาพผู้เรียน แต่ยังมีปัญหาบางประการ ดังที่ ปานจิตร หลงประดิษฐ์ (Longpradit et al., 2007 : 201) ได้กล่าวไว้ว่า ปัญหาของระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวที่พบ คือ ระบบจะมีการปรับตัวโดยที่ผู้ใช้ไม่สามารถควบคุมได้ และผู้ใช้อาจไม่เข้าใจเหตุผลว่า เพราะเหตุใดระบบจึงนำเสนอสารสนเทศ และระบบการนำทางแบบนั้นออกมา อาจทำให้ผู้ใช้เกิดความสับสนและต้องการปรับเปลี่ยนการนำเสนอสารสนเทศบางอย่างได้ตามที่ต้องการ ซอฟต์แวร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในครั้งนี้ จึงได้ออกแบบเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยได้ปรับเพิ่มตัวแบบเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนความเป็นส่วนตัว (Personalisation Model) เข้าไปในตัวแบบการปรับตัวอีก 3 ตัวแบบ คือ ตัวแบบการนำเสนอเนื้อหาตามระดับการเรียนรู้ (Knowledge Configuration Model) ตัวแบบการนำเสนอเนื้อหาตามรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Style Model) และตัวแบบการนำเสนอสารสนเทศตามรูปแบบส่วนตัว (My Personalised Model) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยมีรายละเอียดของตัวแบบที่เพิ่มเติมดังนี้

ตัวแบบการนำเสนอเนื้อหาตามระดับการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ผู้เรียนสามารถควบคุมสารสนเทศในการนำเสนอเนื้อหา ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของระบบได้เอง เช่น กลุ่มเก่ง ปานกลางและพื้นฐาน จะเห็นสารสนเทศต่างกัน แต่ผู้เรียนสามารถเลือกเปลี่ยนระดับการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อให้เห็นสารสนเทศที่ต้องการได้

ตัวแบบการนำเสนอเนื้อหาตามรูปแบบการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ใช้ปรับเปลี่ยนการนำเสนอเนื้อหาตามรูปแบบการเรียนรู้ตามความชอบของผู้เรียน โดยแบ่งรูปแบบการเรียนรู้ ออกเป็น 3 แบบ คือ การเรียนรู้ด้วยการอ่านเนื้อหา การเรียนรู้ด้วยรูปภาพ และการเรียนรู้ด้วยการฟังเสียงบรรยาย โดยใช้หลักการคอนดิชันแนลเท็กซ์ แอนโนเตชัน ไคเร็กไทด์แดนซ์ และแมพฟัง เพื่อให้การทำงานของซอฟต์แวร์สามารถปรับเปลี่ยนตามความต้องการของผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้

ตัวแบบการนำเสนอสารสนเทศตามรูปแบบส่วนตัว เป็นการปรับเปลี่ยนการแสดงผลสารสนเทศต่าง ๆ บนจอภาพ ตามความต้องการส่วนตัวของผู้เรียนแต่ละคน เช่น สามารถเปลี่ยนแปลงรูปภาพของตนเอง กำหนดสีตัวอักษร ขนาดตัวอักษร หรือภาพพื้นหลังหน้าเว็บเพจได้ตามความต้องการ คล้ายกับการใช้งานระบบสังคมออนไลน์ (Social Network) เช่น เฟสบุ๊ก ซึ่งจะเห็นได้ว่า ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนการแสดงผลต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง มีความเป็นส่วนตัวมากขึ้น ทำให้ผู้ใช้รู้สึกเสมือนว่า ตนเองสามารถควบคุมสิ่งต่าง ๆ ได้ เป็นการกระตุ้นความสนใจของผู้ใช้งาน ทำให้ผู้ใช้มีความสุข และสนุกกับการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงได้นำสิ่งดังกล่าวมาเสริมประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์

ที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี

-ตัวแบบผู้ใช้ ออกแบบให้มีการลงทะเบียนเข้าสู่ระบบ โดยมีการบันทึกข้อมูล เช่น ชื่อ นามสกุล รหัสผ่าน หรือสถานะการเรียนรู้อื่นๆ ของผู้เรียนลงในฐานข้อมูล เพื่อนำเสนอสารสนเทศที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน

3) การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design) โดยใช้เทคโนโลยีการจัดการฐานข้อมูลซึ่งเป็นบริการฟรี ไม่เสียค่าใช้จ่ายและไม่มีปัญหาเรื่องลิขสิทธิ์ คือ โปรแกรมจัดการฐานข้อมูลที่มีชื่อว่า มายเอสคิวแอล (MySQL) ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบรองรับคำสั่งภาษาเอสคิวแอล (Structured Query Language - SQL) เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่นอย่างบูรณาการ เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับความต้องการของผู้ใช้ เช่นทำงานร่วมกับเครื่องแม่ข่าย โปรแกรมถูกออกแบบให้สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย โดยออกแบบฐานข้อมูลตามวิธีการที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 (ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข)

4) การออกแบบจอภาพ (Screen Design) และออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface Design) เป็นการออกแบบโดยใช้แผ่นภาพลำดับเรื่อง (Storyboard) ซึ่งพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น การกำหนดขนาดพื้นที่ของจอภาพที่รองรับการใช้งาน โดยกำหนดขนาดมาตรฐานของการแสดงผลทางจอภาพที่ความละเอียด 1024 x 768 จุดต่อตารางนิ้ว กำหนดรูปแบบการใช้ตัวอักษร ขนาดตัวอักษร สีตัวอักษร การจัดวางสิ่งต่าง ๆ บนจอภาพ รวมไปถึงกำหนดเงื่อนไขปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ ระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ เพื่อให้สอดคล้องกับตัวแบบการสอน ดังนี้

การออกแบบหน้าจอหลักของระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บเรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยมีระบบการเรียนรู้ให้เลือก 2 รูปแบบ คือ การเรียนแบบไม่ปรับตัวและแบบปรับตัว ซึ่งระบบการเรียนรู้แบบไม่ปรับตัวนั้น ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องลงชื่อเข้าสู่ระบบ แต่การนำเสนอสารสนเทศจะเป็นรูปแบบเดียวกัน แต่หากผู้เรียนลงชื่อเข้าสู่ระบบการเรียนรู้แบบปรับตัว การนำเสนอสารสนเทศจะเปลี่ยนไปตามสภาพผู้เรียนแต่ละคนดังภาพที่ 3-9

ภาพคอมพิวเตอร์		ระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวเรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์		ภาพคอมพิวเตอร์	
<b>การเรียนรู้แบบไม่ปรับตัว</b> แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 1 การสื่อสารข้อมูล หน่วยที่ 2 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หน่วยที่ 3 เครือข่ายประเภทต่าง ๆ และอุปกรณ์เครือข่าย แบบทดสอบหลังเรียน เอกสารอ้างอิง		<b>ความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้แบบไม่ปรับตัวกับแบบปรับตัว</b>  <b>แบบไม่ปรับตัว</b> 1. ไม่ต้องลงทะเบียนใช้งาน เนื่องจากไม่มีเก็บที่ข้อมูลใด ๆ 2. คลิกเลือกรายการต่าง ๆ ตามต้องการ 3. รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาเหมือนกันทุกประการ			
<b>การเรียนรู้แบบปรับตัว</b>  ป้อนชื่อผู้ใช้งาน (Username) <input type="text"/>  ป้อนรหัสผ่าน (Password) <input type="password"/>  <input type="button" value="คลิกเข้าสู่ระบบ"/>		<b>แบบปรับตัว</b> 1. ต้องลงทะเบียนและลงชื่อเข้าใช้งาน เพื่อบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของผู้เรียน 2. การนำเสนอเนื้อหา เปลี่ยนแปลงตามระดับความรู้ของผู้เรียนแต่ละคน และสามารถปรับเปลี่ยนได้ 3. การนำเสนอเนื้อหา สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน 4. ผู้เรียนแต่ละคนสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบการนำเสนอสารสนเทศต่าง ๆ บนจอภาพได้ เช่น สีตัวอักษร ขนาดตัวอักษร สีของจุดเชื่อมโยง สีพื้นหลัง หรือภาพพื้นหลัง เป็นต้น 5. ขั้นตอนการเรียนรู้เป็นไปตามเงื่อนไขของตัวแบบการสอน PSI ซึ่งเป็นตัวแบบการสอนที่เน้นการเรียนรู้เป็นรายบุคคล เช่น ต้องสอบก่อนเรียนก่อนเข้าเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และต้องสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยให้ผ่านก่อน จึงสามารถสอบหลังเรียนได้ เป็นต้น			
<input type="button" value="ลิ้งรหัสผ่าน"/>		<input type="button" value="ลงทะเบียนใหม่"/>			
<b>พัฒนาระบบโดย :</b> นายสุรชาติน์ จำปาทิพย์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จ.เพชรบุรี					

ภาพที่ 3-9 การออกแบบหน้าจอหลักของระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ

การออกแบบหน้าจอการลงทะเบียนใหม่ ในกรณีที่ผู้เรียนยังไม่เคยลงทะเบียนเข้าสู่ระบบ เพื่อสร้างฐานข้อมูลไว้บันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อใช้สำหรับปรับเปลี่ยนการนำเสนอสารสนเทศต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนต่อไป ดังภาพที่ 3-10

กรอกข้อมูล...สำหรับผู้ที่ใช้งานครั้งแรก	
ชื่อผู้ใช้	ชื่อผู้ใช้ต้องเป็นภาษาอังกฤษผสมตัวเลขอารบิก (0-9) ไม่เกิน 20 ตัวอักษร
รหัสผ่าน	รหัสผ่านไม่เกิน 20 ตัวอักษร
ยืนยันรหัสผ่าน	ป้อนรหัสผ่านซ้ำอีกครั้งให้เหมือนกัน
รหัสประจำตัว	ถ้าไม่มีรหัสประจำตัวนักเรียน ให้ใส่หมายเลขประจำตัวประชาชน 13 หลัก แทน
ชื่อ	ป้อนชื่อจริง ระบุคำนำหน้านามด้วย รวมไม่เกิน 30 ตัวอักษร
นามสกุล	ป้อนนามสกุล ไม่เกิน 30 ตัวอักษร
ชื่อเล่น	ชื่อเล่น ไม่เกิน 10 ตัวอักษร
เพศ	เลือกเพศ
ชื่อสถานศึกษา	ป้อนชื่อโรงเรียนหรือสถานศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ ไม่เกิน 50 ตัวอักษร
ชั้น	เลือกระดับชั้น (บุคคลทั่วไปเลือกการสุกจ่าย)
ห้อง	เลือกห้อง เช่น ห้อง ม.4/2 ให้เลือก 2 (บุคคลทั่วไปเลือก ไม่ระบุ)
เลขที่ภายในห้อง	เลือกเลขที่ภายในห้องเรียนตามใบรายชื่อ (บุคคลทั่วไปเลือก ไม่ระบุ)
หมายเลขโทรศัพท์	หมายเลขโทรศัพท์ไม่เกิน 15 ตัวอักษร
อีเมล	e-mail ไม่เกิน 50 ตัวอักษร
คำถามเมื่อลืมรหัสผ่าน	ควรเป็นคำถามที่คุณตอบได้เพียงคนเดียว ระบบจะถามเมื่อคุณลืมรหัสผ่าน
คำตอบเพื่อเปลี่ยนรหัสผ่านใหม่	คำตอบเมื่อระบบถามคำถาม ในกรณีที่คุณลืมรหัสผ่าน เพื่อเปลี่ยนรหัสผ่านใหม่
คลิกเลือกไฟล์ภาพของตนเอง	เลือกไฟล์ภาพที่ Download มา ต้องเปลี่ยน (ชื่อภาพ.สกุล) ให้มีความยาวไม่เกิน 50 ตัวอักษร
<input type="button" value="บันทึกข้อมูล"/> <input type="button" value="ยกเลิกข้อมูลจากการใช้งาน"/> <input type="button" value="ยกเลิกการลงทะเบียน"/>	

ภาพที่ 3-10 การออกแบบหน้าจอการลงทะเบียนใหม่

การออกแบบหน้าจอหลักเมื่อผู้เรียนลงชื่อเข้าสู่ระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวของผู้เรียนแต่ละคน ประกอบไปด้วยรายการเมนูแก้ไขข้อมูลส่วนตัวต่าง ๆ ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ และข้อมูลเพิ่มเติม เช่น แผนผังแสดงภาพรวมของกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด หรือคู่มือการทดสอบต่าง ๆ ดังภาพที่ 3-11

ภาพคอมพิวเตอร์		ระบบการเรียนรู้แบบปรับตัว เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์		ภาพผู้เรียน	
วัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ. .... เวลา xx : xx น.					
แก้ไขความเป็นส่วนตัว :: ข้อมูลส่วนตัว   ขนาดตัวอักษร   สีการแสดงผล   ภาพพื้นหลัง   ระดับการเรียนรู้   องค์ประกอบทั้งหมด   ใช้ครั้งแรก   เปลี่ยนรหัสผ่าน   ออกจากระบบ					
<b>กิจกรรมการเรียนรู้</b> สบก่อนเรียน กลับไปหน้าที่เข้าเรียนครั้งสุดท้าย หน่วยที่ 1 การสื่อสารข้อมูล หน่วยที่ 2 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หน่วยที่ 3 เครือข่ายประเภทต่าง ๆ และอุปกรณ์เครือข่าย สบหลังเรียน เอกสารอ้างอิง			<b>คำแนะนำการใช้งาน</b> การเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเป็นแบบปรับตัว เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ออกแบบขั้นตอนการเรียนรู้ตามตัวแบบการสอนเคลเลอร์แพลน (Personalized System of Instruction Method - PSI) ผสมผสานกับตัวแบบการสอนทั่วไป ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนรู้ดังนี้ 1. สบก่อนเรียน 2. ศึกษาเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ตามลำดับ 3. สอบท้ายหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยตามลำดับ ดังนี้ -ถ้าสอบไม่ผ่านเกณฑ์ 80% จึงเข้าเรียนในหน่วยถัดไปได้ -ถ้าสอบไม่ผ่านให้กลับไปศึกษาเนื้อหาและสอบใหม่ให้ผ่านเกณฑ์ 4. หลังจากสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ผ่านทั้ง 3 หน่วยแล้ว จึงสอบหลังเรียนได้		
<b>ข้อมูลเพิ่มเติม</b> แสดงแผนผังกิจกรรมการเรียนรู้ สรุปผลการทำแบบทดสอบต่าง ๆ เปรียบเทียบความก้าวหน้าในการเรียนรู้เป็นกราฟ สถานะ การใช้งาน เอกสารอ้างอิง					
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">             สัญลักษณ์              ออกจากระบบ           </div>					

ภาพที่ 3-11 การออกแบบหน้าจอหลักเมื่อลงชื่อเข้าสู่ระบบ

การออกแบบหน้าจอของหน่วยการเรียนรู้ต่าง ๆ ประกอบไปด้วยภาพของผู้เรียนพร้อมชื่ออยู่กลางจอภาพ ถัดลงมาคือรายการเมนูการปรับเปลี่ยนข้อมูลความเป็นส่วนตัวต่าง ๆ ในหน้าแรกของทุกหน่วยการเรียนรู้จะนำเสนอจุดประสงค์การเรียนรู้ ส่วนเนื้อหาจะเริ่มจากหน้าที่ 2 ส่วนในหน้าสุดท้ายจะเป็นแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ ในหน้าเนื้อหาแต่ละหน้าจะมีกล่องโต้ตอบให้ผู้เรียนเลือกเปลี่ยนระดับการเรียนรู้ ระหว่าง เก่ง ปานกลาง และพื้นฐาน ได้เอง นอกจากนี้ด้านขวามือของจอภาพจะเป็นกล่องโต้ตอบให้ผู้เรียนเลือกรูปแบบการเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วย การเรียนรู้ที่ผู้เรียนชอบ 3 รูปแบบคือ ชอบอ่านเนื้อ ชอบดูรูปภาพประกอบ และชอบฟังเสียงบรรยาย ด้านล่างจะเป็นสัญลักษณ์เพื่อใช้สำหรับกลับหน้าจอหลัก หรือเลือกเปลี่ยนหน้าไปตามลำดับ นอกจากนี้ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนหน้าไปตามความต้องการได้โดยคลิกที่หมายเลขหน้าด้านบนเนื้อหา ดังแสดงในภาพที่ 3-12 และ 3-13



แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการสื่อสารข้อมูล	
 ชื่อ-นามสกุลนักเรียน	
<b>คำชี้แจง :</b> ให้นักเรียนคลิกเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดในแต่ละข้อ เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จให้คลิกปุ่ม ส่งข้อสอบ	
ข้อที่ 1.การจัดการแข่งขันกีฬาภายใน โรงเรียนแห่งหนึ่ง คณะกรรมการแต่ละคณะจะใช้วิธีการสื่อสารแบบใดเพื่ออำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานและประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุด ซึ่งเป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเป็นประจำทุกปี ?	
<input type="radio"/> ก. การสื่อสารสองทางเต็มอัตรา โดยใช้โทรศัพท์ของโรงเรียน <input type="radio"/> ข. การสื่อสารสองทางเต็มอัตรา โดยใช้โทรศัพท์มือถือ <input type="radio"/> ค. การสื่อสารสองทางครึ่งอัตรา โดยใช้วิทยุสื่อสารสมัครเล่น <input type="radio"/> ง. การสื่อสารทางเดียว โดยใช้เครื่องขยายเสียง	
ข้อที่ 2.แสดงถึงการส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ไปหาค่า ข้อใดต่อไปนี้หมายถึงผู้ส่งสาร ?	
 <input type="radio"/> ก. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ของแดง <input type="radio"/> ข. จานรับสัญญาณดาวเทียมที่บ้านดำ <input type="radio"/> ค. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ของดำ <input type="radio"/> ง. เนื้อความในจดหมาย	
ข้อที่ 3.ข้อใดต่อไปนี้ไม่ประกอบของการสื่อสารข้อมูล ?	
<input type="radio"/> ก. ผู้ส่ง-ผู้รับ-สาร-สื่อกลาง-โพรโทคอล-โปรแกรม <input type="radio"/> ข. ผู้ส่ง-ผู้รับ-สาร-สื่อกลาง	

### ภาพที่ 3-14 การออกแบบหน้าจอแบบทดสอบ (ส่วนหัว)

ข้อที่ 8.การส่งผ่านข้อมูลในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จะมีการตรวจสอบข้อมูลเพื่อป้องกันความผิดพลาด ค่ากล่าวถึงตรงกับประโยชน์ของการสื่อสารข้อมูลข้อใดมากที่สุด ?	
<input type="radio"/> ก. ข้อมูลมีความถูกต้อง <input type="radio"/> ข. ประหยัดต้นทุน <input type="radio"/> ค. สื่อสารได้รวดเร็ว <input type="radio"/> ง. ความปลอดภัย	
ข้อที่ 9.การใช้โทรศัพท์บ้านเป็นการถ่ายโอนข้อมูลแบบใด ?	
 <input type="radio"/> ก. แบบ Half Duplex <input type="radio"/> ข. แบบอนุกรม <input type="radio"/> ค. แบบ Simplex <input type="radio"/> ง. แบบขนาน	
ข้อที่ 10.หากนักเรียนต้องส่งหนังสือเชิญพร้อมบอกแผนทางการเดินทางให้เพื่อนมาร่วมงานเลี้ยงจำนวน 50 คน นักเรียนควรใช้วิธีการใดต่อไปนี้เพื่อความสะดวก รวดเร็ว และประหยัดต้นทุนมากที่สุด ?	
<input type="radio"/> ก. ส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์หาเพื่อน โดยใช้อินเทอร์เน็ตที่โรงเรียน <input type="radio"/> ข. ส่งข้อความผ่านโทรศัพท์มือถือหาเพื่อน <input type="radio"/> ค. บอกเพื่อนผ่านการพูดคุยบนอินเทอร์เน็ต เช่น MSN <input type="radio"/> ง. ส่งจดหมายเป็นเอกสารหาเพื่อน	
<b>ส่งข้อสอบ</b>	
←	<b>ส่งรูปกลับหน้าหลัก</b>

### ภาพที่ 3-15 การออกแบบหน้าจอแบบทดสอบ (ส่วนท้าย)

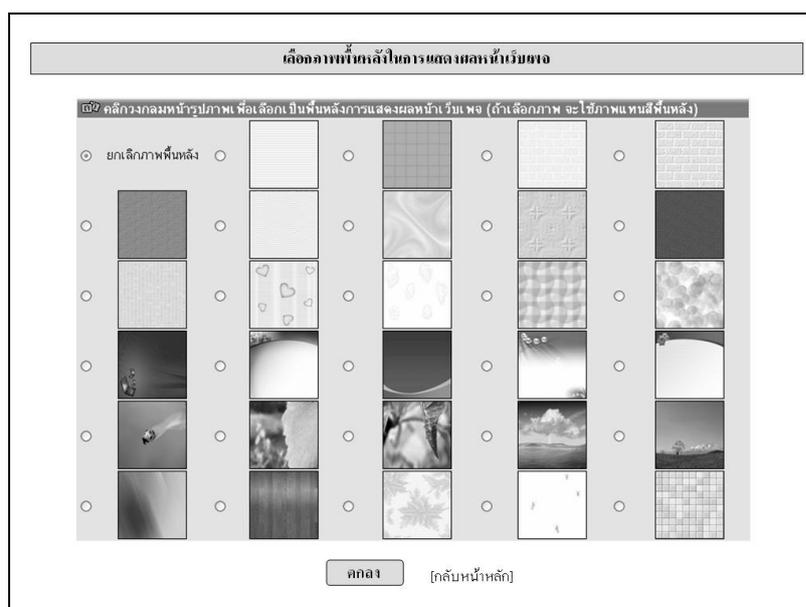
การออกแบบหน้าจอเพื่อให้ผู้เรียนเลือกขนาดตัวอักษรเพื่อการนำเสนอที่ประกอบไปด้วย ตัวอักษรที่เป็นเนื้อหาทั่วไปกับตัวอักษรที่เป็นหัวข้อ โดยมีขนาดตัวอักษรให้เลือกทั้งหมด 7 ขนาด ดังภาพที่ 3-16

ภาพที่ 3-16 การออกแบบหน้าจอการเลือกขนาดตัวอักษรขนาดต่าง ๆ

การออกแบบหน้าจอเพื่อให้ผู้เรียนเลือกสีการนำเสนอสารสนเทศต่าง ๆ ประกอบไปด้วย สีตัวอักษรที่เป็นเนื้อหา สีพื้นหลังเนื้อหา สีตัวอักษรที่เป็นหัวข้อ สีพื้นหลังหัวข้อ สีของพื้นหลังหน้าเว็บเพจ ตลอดจนสีของจุดเชื่อมโยงต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 3-17

ภาพที่ 3-17 การออกแบบหน้าจอการเลือกสีในการแสดงผลสิ่งต่าง ๆ บนจอภาพ

การออกแบบหน้าจอเพื่อให้ผู้เรียนเลือกปรับเปลี่ยนภาพพื้นหลังหน้าเว็บเพจ ตามความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนนั้น จะมีให้เลือก 30 รูปแบบ โดยรูปแบบแรกเป็นการใช้สีพื้นหลัง ไม่ต้องการใช้ภาพ ส่วนรูปแบบที่ 2-30 เป็นภาพพื้นหลังให้ผู้เรียนเลือก 29 ภาพ ดังแสดงในภาพที่ 3-18



ภาพที่ 3-18 การออกแบบหน้าจอการเลือกภาพพื้นหลังหน้าเว็บเพจ

การออกแบบหน้าจอการแสดงผลข้อมูลเพิ่มเติมต่าง ๆ ของผู้เรียนแต่ละคน เช่น แสดงแผนผังภาพรวมของกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด หรือคะแนนการทดสอบต่าง ๆ ประกอบไปด้วยภาพของผู้เรียนอยู่กลางหน้าจอ ถัดลงมาเป็นรายการเมนูให้เลือกการปรับเปลี่ยนรูปแบบการแสดงผล ไม่ว่าจะเป็นขนาดตัวอักษร สีตัวอักษร หรือภาพพื้นหลังหน้าเว็บเพจ เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน ดังแสดงในภาพที่ 3-19 และ 3-20

**แผนผังแสดงสถานะการเรียนรู้ต่าง ๆ**

ภาพ  
ผู้เรียน  
ชื่อ-นามสกุลผู้เรียน  
ขนาดตัวอักษร | สีการแสดงผล | ภาพพื้นหลัง | ใช้คำเริ่มต้น

📖 สอบก่อนเรียน (26.67%) 📖

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 (10/10)	หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 (8/10)	หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 (7/9)
<input type="checkbox"/> จุดประสงค์	<input type="checkbox"/> จุดประสงค์	<input type="checkbox"/> จุดประสงค์
<input type="checkbox"/> หน้า 1	<input type="checkbox"/> หน้า 1	<input type="checkbox"/> หน้า 1
<input type="checkbox"/> หน้า 2	<input type="checkbox"/> หน้า 2	<input type="checkbox"/> หน้า 2
<input type="checkbox"/> หน้า 3	<input type="checkbox"/> หน้า 3	<input type="checkbox"/> หน้า 3
<input type="checkbox"/> หน้า 4	<input type="checkbox"/> หน้า 4	<input type="checkbox"/> หน้า 4
<input type="checkbox"/> หน้า 5	<input type="checkbox"/> หน้า 5	<input type="checkbox"/> หน้า 5
<input type="checkbox"/> หน้า 6	<input type="checkbox"/> หน้า 6	<input type="checkbox"/> หน้า 6
<input type="checkbox"/> หน้า 7	<input type="checkbox"/> หน้า 7	<input type="checkbox"/> หน้า 7
<input type="checkbox"/> หน้า 8	<input type="checkbox"/> หน้า 8	<input type="checkbox"/> หน้า 7
<input type="checkbox"/> ทดสอบท้ายหน่วย (100%) 📖	<input type="checkbox"/> ทดสอบท้ายหน่วย (100%) 📖	<input type="checkbox"/> ทดสอบท้ายหน่วย (100%) 📖

📖 สอบหลังเรียน (0%) 📖

🔄 สัญลักษณ์  
กลับหน้าหลัก

ภาพที่ 3-19 การออกแบบหน้าจอแผนผังสถานะการเรียนรู้ต่าง ๆ

**สรุปคะแนนการทำแบบทดสอบต่าง ๆ**

ภาพ  
ผู้เรียน  
ชื่อ-นามสกุลผู้เรียน  
ขนาดตัวอักษร | สีการแสดงผล | ภาพพื้นหลัง | ใช้คำเริ่มต้น

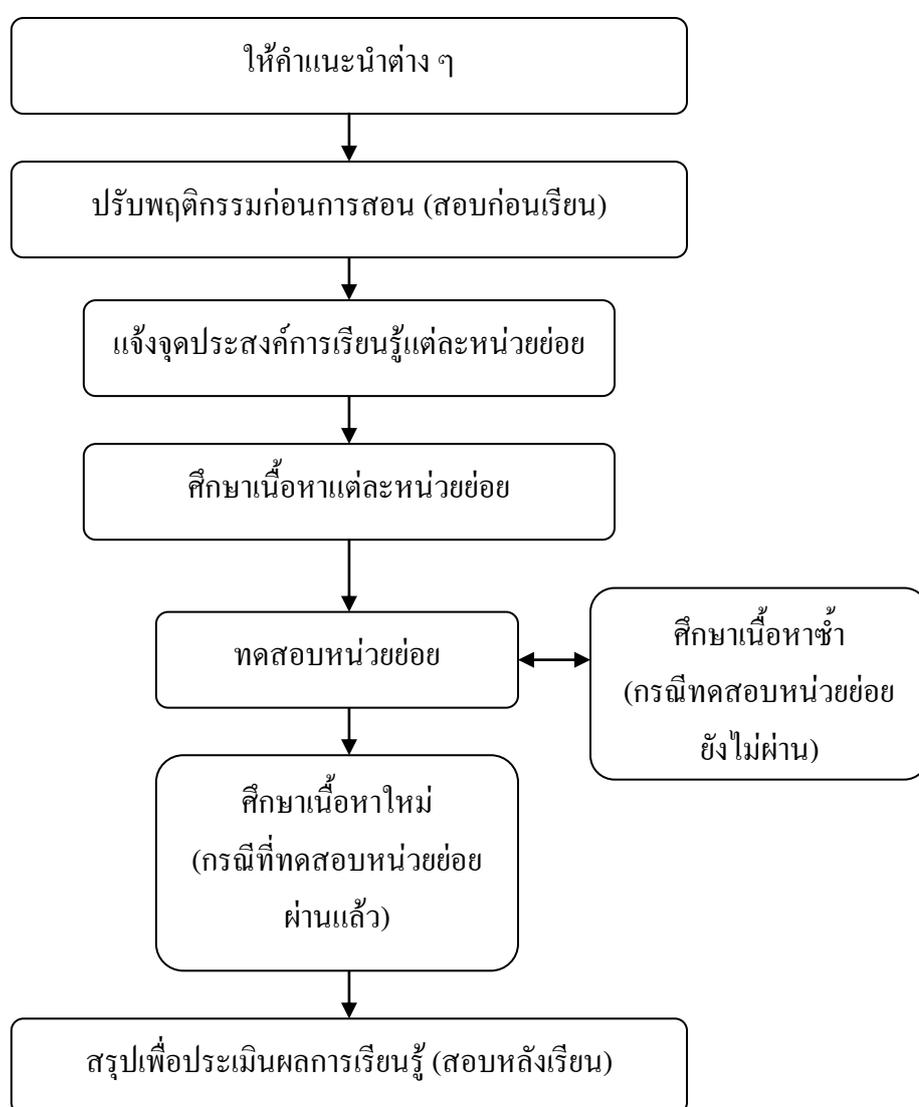
การทำแบบทดสอบต่าง ๆ	คะแนนที่ได้
📖 สอบก่อนเรียน 📖	3 / 30
📖 ท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 📖	10 / 10
📖 ท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 📖	0 / 10
📖 ท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 📖	0 / 10
📖 สอบหลังเรียน 📖	0 / 30

🔄 สัญลักษณ์  
กลับหน้าหลัก

ภาพที่ 3-20 การออกแบบหน้าจอผลคะแนนการทำแบบทดสอบต่าง ๆ

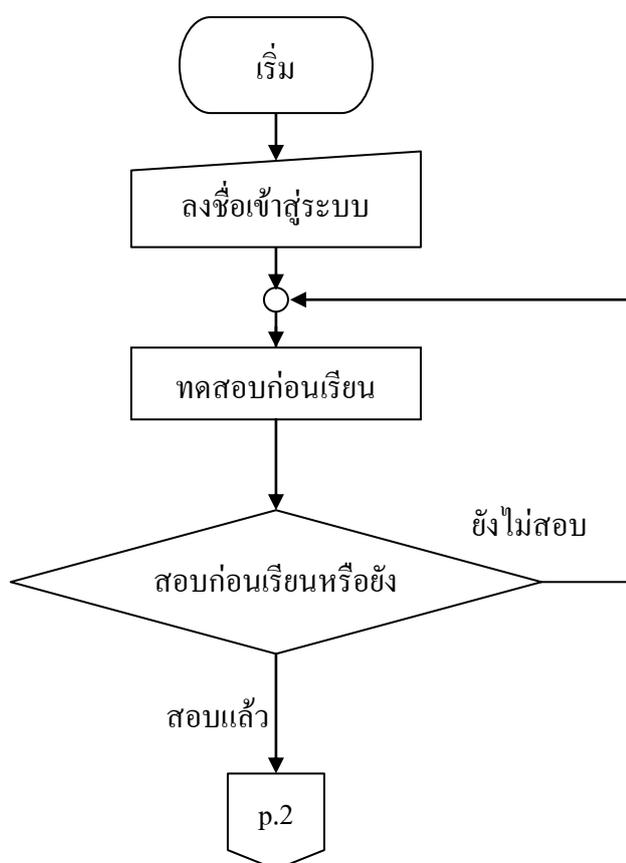
สำหรับรายละเอียดทั้งหมด ของการออกแบบหน้าจอและปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ ได้  
แสดงไว้ในแผ่นภาพลำดับเรื่อง (ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ก)

5) การออกแบบการนำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการออกแบบขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยอาศัยตัวแบบการสอนทั่วไป ผสมผสานกับตัวแบบการสอนเคลเลอร์แพลน เพื่อให้ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานสอดคล้องกับตัวแบบการสอนที่กำหนดไว้ โดยมีขั้นตอนการสอนเริ่มจากการให้คำแนะนำต่าง ๆ สอบก่อนเรียน แจงจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละหน่วยย่อย ศึกษาเนื้อหาแต่ละหน่วยย่อย ทดสอบหน่วยย่อย ศึกษาเนื้อหาซ้ำ (กรณีสอบไม่ผ่านหน่วยย่อย) ศึกษาเนื้อหาในหน่วยย่อยต่อไป (กรณีทดสอบผ่านหน่วยย่อยก่อนหน้า) และสอบหลังเรียนเป็นขั้นตอนสุดท้าย สามารถแสดงขั้นตอนการผสมผสานตัวแบบการสอนทั่วไปกับตัวแบบการสอนเคลเลอร์แพลน ได้ดังภาพที่ 3-21

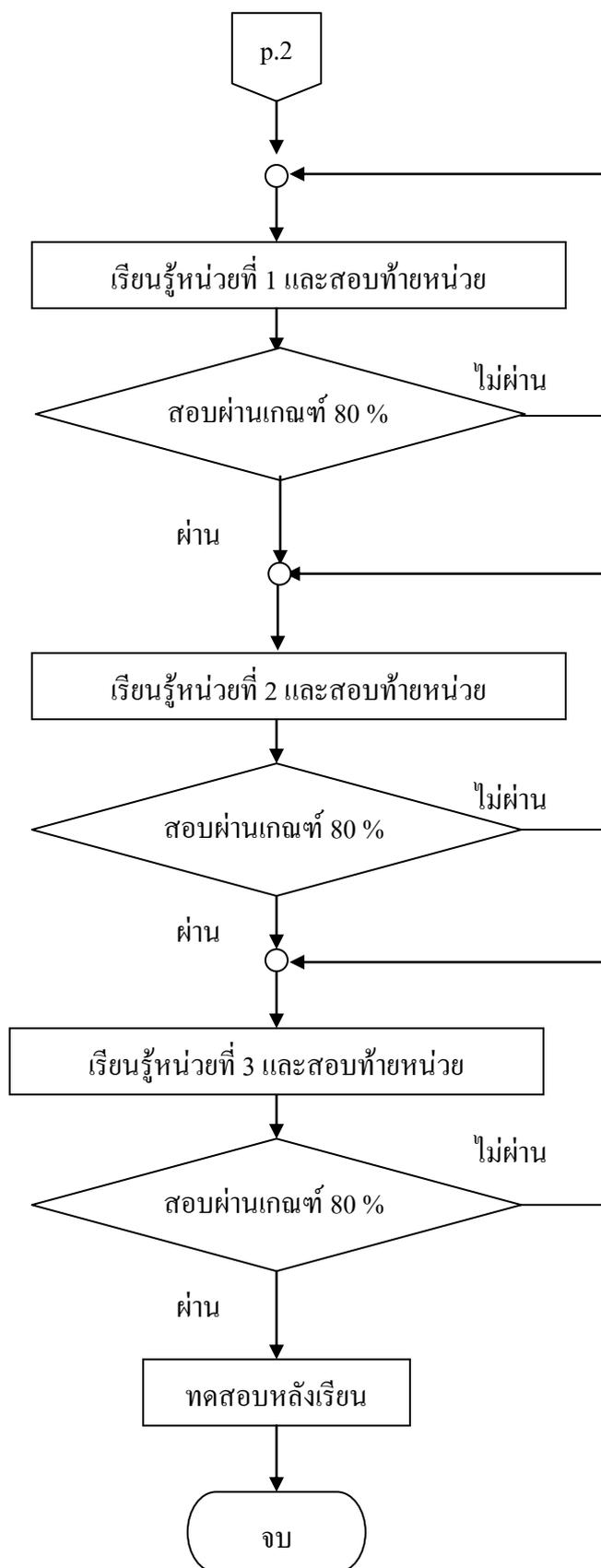


ภาพที่ 3-21 แผนภาพขั้นตอนการสอนด้วยการผสมผสานตัวแบบการสอนทั่วไปกับตัวแบบการสอนเคลเลอร์แพลน

การนำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้ของซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น มีระบบการเรียนรู้ 2 ทางเลือก คือ การเรียนรู้แบบไม่ปรับตัว เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนทุกคนสามารถเข้าเรียนรู้ได้ โดยไม่ต้องลงชื่อเข้าสู่ระบบ และอีกทางเลือกหนึ่ง คือ การเรียนรู้แบบปรับตัว ซึ่งผู้เรียนต้องลงชื่อเข้าสู่ระบบ เป็นการแสดงตัวตนให้ระบบได้รับทราบ เพื่อปรับเปลี่ยนการนำเสนอเนื้อหา ให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนตามที่ระบบได้วิเคราะห์ไว้ ตลอดจนนำเสนอสารสนเทศและรูปแบบการเรียนรู้ตามที่ผู้เรียนแต่ละคนกำหนด และเป็นไปตามตัวแบบการสอนที่ออกแบบไว้ เริ่มจากการลงชื่อเข้าสู่ระบบ การทดสอบก่อนเรียนเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ และแบ่งผู้เรียนออกเป็น 3 กลุ่มย่อยตามระดับความรู้ในแต่ละหน่วยการเรียน จากนั้นจึงเข้าไปศึกษาบทเรียนทีละหน่วย และสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย หากไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ในที่นี้จะกำหนดเกณฑ์การผ่านคือ 80 เปอร์เซ็นต์ จะต้องกลับไปทบทวนเนื้อหาใหม่อีกครั้ง และทดสอบให้ผ่านเกณฑ์ในแต่ละหน่วยย่อยทั้ง 3 หน่วยก่อนจึงสามารถทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ในภาพรวมทั้งหมด ในระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวนั้นสามารถแสดงขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 3-22 ผังงานการออกแบบการนำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้



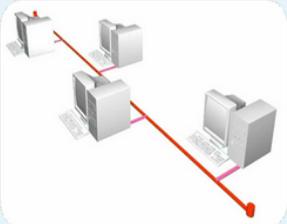
ภาพที่ 3-22 (ต่อ)

การนำเสนอสารสนเทศหรือเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน  
ทั้ง 3 กลุ่ม คือ เก่ง ปานกลาง และพื้นฐาน มีแนวทางดังนี้

กลุ่มเก่ง จะได้รับสารสนเทศเฉพาะที่เป็นบทสรุปขององค์ความรู้ในเรื่อง  
นั้น ๆ และมีกิจกรรมอื่น ๆ ให้ผู้เรียนได้เลือกปฏิบัติตามความสนใจ เช่น การคลิกที่จุดเชื่อมโยงต่าง ๆ  
เพื่อรายละเอียดเพิ่มเติม ซึ่งอาจจะไม่ปฏิบัติก็ได้ เนื่องจากผู้เรียนในกลุ่มนี้มีระดับความรู้ดีอยู่แล้ว  
ดังตัวอย่างในภาพที่ 3-23

**รูปร่างเครือข่าย (Network Topology)**

**2. การเชื่อมต่อแบบบัส (Bus Topology)** เป็นการใช้ช่องทางการสื่อสารร่วมกัน โดยเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ทั้งหมดในเครือข่าย จะเชื่อมต่อเข้ากับสายหลักเพียงเส้นเดียว เรียกว่า **บัส (Backbone)** ข้อดีข้อเสียของโทโปโลยีแบบบัสมีดังนี้



**ข้อดี**

1. ใช้สายส่งข้อมูลน้อยและมีรูปแบบที่ง่ายในการติดตั้ง ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและบำรุงรักษา
2. สามารถเพิ่มอุปกรณ์ชิ้นใหม่เข้าไปในเครือข่ายได้ง่าย

**ข้อเสีย**

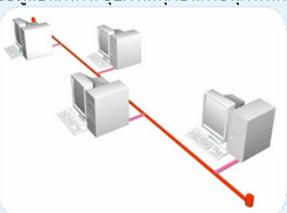
1. ในกรณีที่เกิดการเสียหายของสายส่งข้อมูลหลัก จะทำให้ทั้งระบบทำงานไม่ได้
2. การตรวจสอบข้อผิดพลาดทำได้ยาก ต้องทำจากหลาย ๆ จุด

ภาพที่ 3-23 การนำเสนอเนื้อหาเรื่องการเชื่อมต่อแบบบัส (กลุ่มเก่ง)

กลุ่มปานกลาง จะได้รับสารสนเทศที่เป็นบทสรุปขององค์ความรู้ในเรื่องนั้น ๆ  
และมีการนำเสนอสารสนเทศเพิ่มเติมบางส่วน พร้อมกิจกรรมต่าง ๆ ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติบ้าง ดังตัวอย่าง  
ในภาพที่ 3-24

**รูปร่างเครือข่าย (Network Topology)**

**2. การเชื่อมต่อแบบบัส (Bus Topology)** เป็นการใช้ช่องทางการสื่อสารร่วมกัน โดยเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ทั้งหมดในเครือข่าย จะเชื่อมต่อเข้ากับสายหลักเพียงเส้นเดียว เรียกว่า **บัส (Backbone)** การส่งข้อมูลต้องกำหนดวิธีที่จะไม่ให้ทุกสถานีส่งข้อมูลพร้อมกัน เพราะอาจทำให้ข้อมูลชนกันได้ อุปกรณ์ทุกชิ้นหรือทุกโหนดในเครือข่ายจะต้องเชื่อมโยงเข้ากับสายสื่อสารหลักที่เรียกว่า **บัส (Bus)** ข้อดีข้อเสียของโทโปโลยีแบบบัสมีดังนี้



**ข้อดี**

1. ใช้สายส่งข้อมูลน้อยและมีรูปแบบที่ง่ายในการติดตั้ง ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและบำรุงรักษา
2. สามารถเพิ่มอุปกรณ์ชิ้นใหม่เข้าไปในเครือข่ายได้ง่าย

**ข้อเสีย**

1. ในกรณีที่เกิดการเสียหายของสายส่งข้อมูลหลัก จะทำให้ทั้งระบบทำงานไม่ได้
2. การตรวจสอบข้อผิดพลาดทำได้ยาก ต้องทำจากหลาย ๆ จุด

ภาพที่ 3-24 การนำเสนอเนื้อหาเรื่องการเชื่อมต่อแบบบัส (กลุ่มปานกลาง)

กลุ่มพื้นฐาน จะได้รับสารสนเทศที่เป็นบทสรุปขององค์ความรู้ในเรื่องนั้น ๆ และมีการนำเสนอสารสนเทศเพิ่มเติม พร้อมตัวอย่างประกอบเนื้อหา และกิจกรรมต่าง ๆ ให้ผู้เรียน ได้ปฏิบัติ เพื่อเป็นการเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนในกลุ่มนี้ มีระดับ ความรู้น้อย ควรได้รับสารสนเทศที่หลากหลายรูปแบบ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนในกลุ่มนี้เกิดการพัฒนา การเรียนรู้มากที่สุดต่อไป ดังตัวอย่างในภาพที่ 3-25

**รูปร่างเครือข่าย (Network Topology)**

2. การเชื่อมต่อแบบบัส (Bus Topology) เป็นการใช้ช่องทางสื่อสารร่วมกัน โดยเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ทั้งหมดในเครือข่าย จะเชื่อมต่อเข้ากับสายหลักเพียงเส้นเดียว เรียกว่า **บัส (Backbone)** การส่งข้อมูลต้องกำหนดวิธีที่ไม่ให้ทุกสถานีส่งข้อมูลพร้อมกัน เพราะอาจทำให้ ข้อมูลชนกันได้ อุปกรณ์ทุกชิ้นหรือทุกโหนดในเครือข่ายจะต้อง เชื่อมโยงเข้ากับสายสื่อสารหลักที่เรียกว่า **บัส (Bus)** การตรวจสอบข้อมูลนั้น แต่ละโหนดจะ คอยตรวจสอบข้อมูลที่ผ่านมาว่าเป็นของตนเองหรือไม่ หากไม่ใช่ก็จะปล่อยให้ข้อมูลวิ่งผ่านไป ถ้าใช่ โหนดนั้นก็จะรับข้อมูลเข้าไป ข้อดีข้อเสียของโทโปโลยี แบบบัสมีดังนี้

**ข้อดี**

1. ใช้สายส่งข้อมูลน้อยและมีรูปแบบที่ง่ายในการติดตั้ง ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและบำรุงรักษา
2. สามารถ เพิ่มอุปกรณ์ชิ้นใหม่ เข้าไปในเครือข่ายได้ง่าย

**ข้อเสีย**

1. ในกรณีที่เกิดการเสียหายของสายส่งข้อมูลหลัก จะทำให้ทั้งระบบทำงานไม่ได้
2. การตรวจสอบข้อผิดพลาดทำได้ยาก ต้องทำจากหลาย ๆ จุด

ภาพที่ 3-25 การนำเสนอเนื้อหาเรื่องการเชื่อมต่อแบบบัส (กลุ่มพื้นฐาน)

6) การออกแบบเนื้อหา เป็นการนำเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 โรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ กลุ่มสาระ การเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระการเรียนรู้ที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ใช้เวลาในการเรียน 10 ชั่วโมง แบ่งเป็นสัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง รวม 5 สัปดาห์ ประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้ (ประสาทรัฐประชากิจ, 2553)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การสื่อสารข้อมูล

- ความหมายของการสื่อสารข้อมูล
- องค์ประกอบของการสื่อสารข้อมูล
- สื่อกลางในการสื่อสารข้อมูล
- วิธีการถ่ายโอนข้อมูล
- ประโยชน์ของการสื่อสารข้อมูล

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เครือข่ายคอมพิวเตอร์

- ความหมายของเครือข่ายคอมพิวเตอร์
- โพรโทคอล (Protocol)
- รูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่าย (Network Topology)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เครื่องข่ายประเภทต่าง ๆ และอุปกรณ์เครือข่าย

- เครือข่ายคอมพิวเตอร์ประเภทต่าง ๆ

- อุปกรณ์ที่สำคัญในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
- ประโยชน์ของเครือข่ายคอมพิวเตอร์

### 5.1.3 สร้างระบบแบบปรับตัวได้

เป็นการพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่อง การสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้ภาษาเอชทีเอ็มแอล ซึ่งเป็นภาษาในการกำหนดรูปแบบของเอกสารบนหน้าเว็บเพจ มีลักษณะหรือข้อกำหนดที่ต่างไปจากภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไป โดยโครงสร้างของภาษาเอชทีเอ็มแอลจะใช้คำสั่งที่เรียกว่าแท็ก (Tag) เป็นคำสั่งในการกำกับรูปแบบการแสดงผลบนหน้าเว็บเพจ (บัญชา ปะสิละเตสัง, 2551 : 17) เนื่องจากภาษาเอชทีเอ็มแอลเป็นเพียงการกำหนดรูปแบบการแสดงผลหน้าเว็บเพจ แต่ไม่อาจทำให้การนำเสนอเนื้อหาเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ หรือที่เรียกว่า หน้าเนื้อหาคงที่ (Static Page) ต้องใช้ภาษาที่จะช่วยปรับเปลี่ยนเนื้อหาในการนำเสนอให้มีการเปลี่ยนแปลงตามเงื่อนไขหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเรียกว่า หน้าเนื้อหาที่ปรับเปลี่ยนได้ (Dynamic Page) เช่น ภาษาพีเอชพี ซึ่งในปัจจุบันมีการนำภาษาพีเอชพีมาพัฒนาเว็บเพจร่วมกับภาษาเอชทีเอ็มแอลมากยิ่งขึ้น ที่สำคัญคือ ภาษาพีเอชพี เป็นภาษาที่ไม่มีลิขสิทธิ์ สามารถเปิดเผยต้นฉบับของโปรแกรมได้ ทำให้ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง (พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร, 2550 : 31-35) นอกจากนี้ภาษาพีเอชพีแล้วยังต้องอาศัยจาวาสคริปต์ และใช้ชุดคำสั่ง ซีเอสเอส (Cascading Style Sheets - CSS) สำหรับกำหนดการแสดงผลข้อมูลหน้าเว็บเพจ โดยจะเข้ามาช่วยเพิ่มความสามารถให้กับภาษาเอชทีเอ็มแอลในการแสดงผล นอกจากนั้น ยังต้องอาศัยโปรแกรมจัดการรูปภาพ โปรแกรมจัดการด้านเสียงและภาพเคลื่อนไหว ส่วนในด้านการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ได้อาศัยโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลที่มีชื่อว่า มายเอสคิวแอล เพื่อให้การทำงานของซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นเป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ต่อไป

### 5.1.4 นำไปทดลองใช้

หลังจากพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวได้เสร็จแล้ว ได้นำไปทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มหนึ่ง เพื่อหาข้อบกพร่องที่อาจพบได้ระหว่างการใช้งาน โดยใช้วิธีการสังเกตแบบมีส่วนร่วม และสัมภาษณ์ผู้ใช้งาน เพื่อนำข้อบกพร่องต่าง ๆ นำไปปรับแต่งระบบให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป

### 5.1.5 ปรับแต่งระบบ

จากผลของการนำระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวได้ไปทดลองใช้งาน พบข้อบกพร่องเล็กน้อย เช่น การพิมพ์ข้อความผิดบางจุด ได้ปรับแก้ระบบให้มีความสมบูรณ์ต่อไป

#### 5.1.6 ได้ระบบที่สมบูรณ์ (ซอฟต์แวร์)

หลังจากได้ระบบที่สมบูรณ์แล้ว คือ ระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นตามหลักของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ขั้นตอนต่อไปเป็นการนำซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นไปผ่านกระบวนการทดสอบตามหลักวิศวกรรมซอฟต์แวร์ เพื่อให้ได้ซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพ ก่อนนำไปใช้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างต่อไป

5.1.7 การทดสอบซอฟต์แวร์ เป็นการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นก่อนนำไปใช้งานจริง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ตามคุณลักษณะต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1) ทดสอบโดยผู้พัฒนาซอฟต์แวร์เอง เป็นการตรวจสอบในด้านความถูกต้อง ความเที่ยง สภาพความทนทาน การปฏิบัติการ ความสามารถในการบำรุงรักษา การนำมาใช้ใหม่ การเคลื่อนย้าย และความสามารถในเชิงทัศนวิสัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

1.1) การทดสอบหน่วยย่อย เป็นการทดสอบในส่วนย่อยที่สุดของ โปรแกรม โดยพิจารณาจากต้นฉบับ (Source Code) ในการเขียนโปรแกรมและทดสอบว่าโปรแกรมทำงานตามที่ต้องการหรือไม่ การกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ เมื่อสั่งให้โปรแกรมทำงานแล้วได้ผลลัพธ์ถูกต้องหรือไม่

1.2) การทดสอบการเชื่อมต่อหน่วยย่อย เป็นการนำโปรแกรมย่อยต่าง ๆ ที่ผ่านการทดสอบแล้ว มาเชื่อมต่อกันและทดสอบในภาพรวม โดยทดสอบควบคู่กันไป ทั้งแบบบนลงล่างและล่างขึ้นบน และได้แก้ไขข้อผิดพลาดที่พบในระหว่างการทดสอบ

1.3) การทดสอบระบบ เป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพในการทำงาน โดยภาพรวมของระบบ เพื่อหาข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องภายนอก โดยเน้นการทดสอบการใช้งานที่เสมือนการใช้งานจริง เพื่อให้ทราบว่าซอฟต์แวร์มีประสิทธิตามที่คาดหวังไว้หรือไม่ การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกประเด็นต่าง ๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 สำหรับทำการทดสอบระบบ ดังนี้

- ปฏิสัมพันธ์จากผู้ใช้กับซอฟต์แวร์ เป็นการประเมินในด้านการสื่อสารกับผู้ใช้ในประเด็นต่าง ๆ คือ ความยากง่าย ความสะดวกในการติดตั้ง ลำดับการนำเสนอเนื้อหา การแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ ความสะดวกในการควบคุมบทเรียน ระดับความพึงพอใจ ระดับความน่าสนใจของการเสริมแรงและการแสดงผลย้อนกลับ

- การนำเสนอ เป็นการทดสอบคุณภาพการนำเสนอทางจอภาพ คือ ความสวยงามในการออกแบบ ความเหมาะสมของรูปภาพ ความคมชัด ขนาด และสีตัวอักษร การใช้สี แสง และความสว่างของภาพ รวมไปถึงความเร็วในการแสดงผลเมื่อมีการเปลี่ยนหน้าจอ

- คำศัพท์และภาษา เป็นการทดสอบประสิทธิภาพด้านการสื่อสาร ด้วยข้อความ ตัวอักษร และเสียง ได้แก่ ความเหมาะสมของการใช้ภาษาบนปุ่มคำสั่งต่าง ๆ ความชัดเจนของตัวอักษร ความยากง่ายในการอ่าน เสียงประกอบชัดเจนถูกต้อง ระดับและรูปแบบของเสียงดนตรีประกอบในการนำเสนอ

2) ทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ เป็นการตรวจสอบระบบการเรียนรู้แบบปรับตัว ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ด้วยการนำระบบการเรียนรู้ดังกล่าวเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบในด้านการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีทางการศึกษาและด้านเนื้อหา จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูล ด้วยการใช้แบบประเมินประสิทธิภาพระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสาร ข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ค) เพื่อประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับ ความเหมาะสมของการพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบปรับตัว และความถูกต้องของเนื้อหา การตรวจสอบในขั้นนี้ อาศัยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน (ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ง) โดยใช้ค่าสถิติ พื้นฐานดังนี้ (บุศรี วงศ์รัตน์, 2553 : 34-70)

### 2.1) ค่าเฉลี่ย

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	หมายถึง ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ค่าระดับความเห็นแบ่งตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ดังนี้

4.50 – 5.00	หมายถึง เห็นด้วยในประเด็นที่ประเมินมากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง เห็นด้วยในประเด็นที่ประเมินมาก
2.50 – 3.49	หมายถึง เห็นด้วยในประเด็นที่ประเมินปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง เห็นด้วยในประเด็นที่ประเมินน้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง เห็นด้วยในประเด็นที่ประเมินน้อยที่สุด

### 2.2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

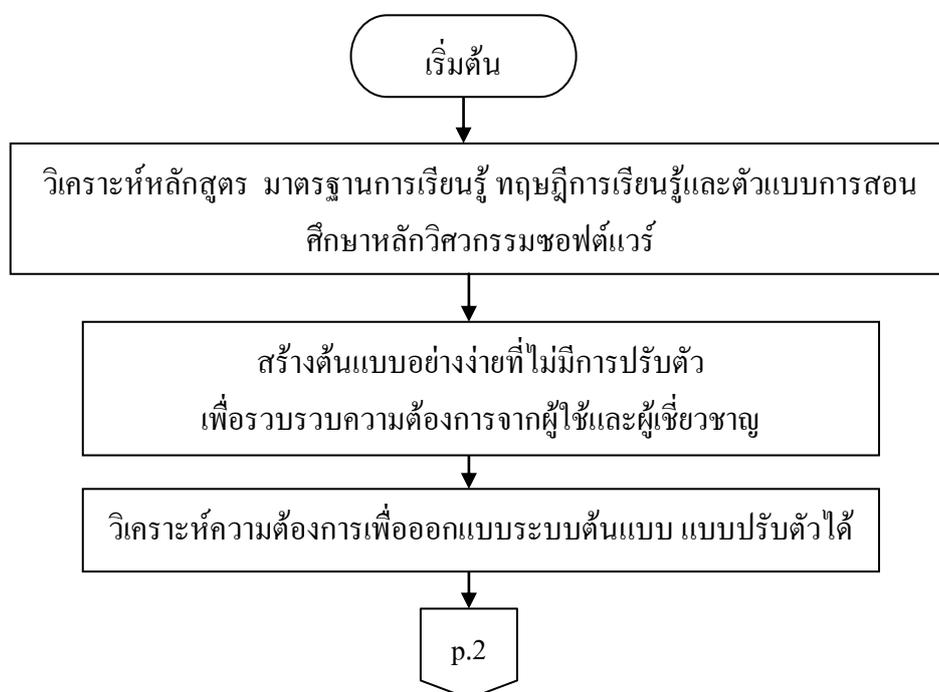
เมื่อ	SD	หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	หมายถึง คะแนนระดับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน
	$\bar{X}$	หมายถึง ค่าระดับความเห็นเฉลี่ย (คะแนนเฉลี่ย)
	n	หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ความหมายของเกณฑ์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีดังนี้

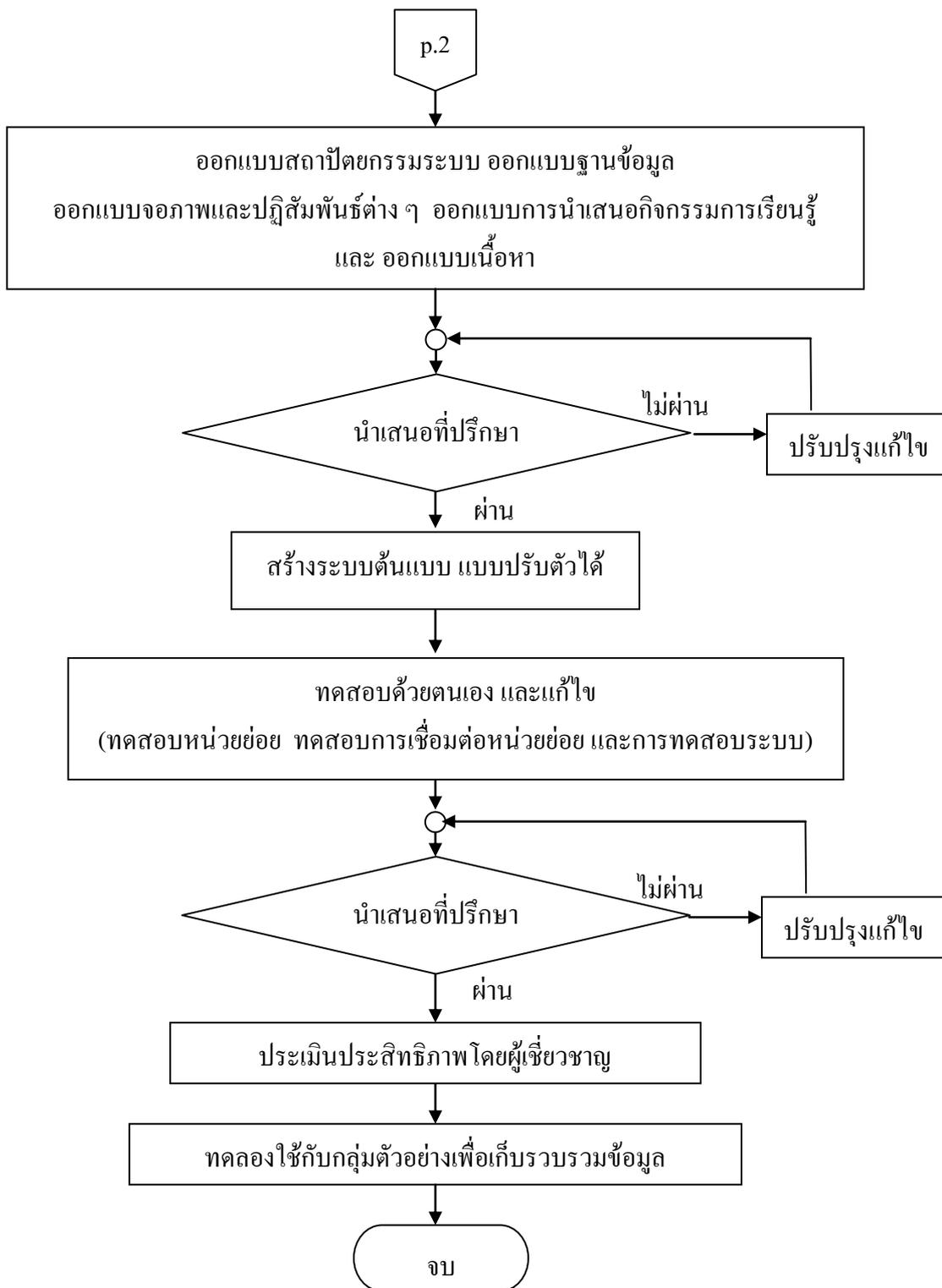
SD = 0	หมายถึง ผู้ประเมินมีความเห็นสอดคล้องกัน
0 < SD < 1	หมายถึง ผู้ประเมินมีความเห็นค่อนข้างเหมือนกัน
SD > 1	หมายถึง ผู้ประเมินมีความเห็นค่อนข้างต่างกัน

5.1.8 นำไปใช้ เป็นการนำระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวดังกล่าว ซึ่งผ่านการตรวจสอบประสิทธิภาพภายในแล้ว ไปใช้งานจริงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการยอมรับของผู้ใช้ เป็นการประเมินผลการพัฒนาซอฟต์แวร์ในขั้นสุดท้าย ซึ่งจะได้นำผลมารายงานให้ทราบในบทที่ 4 ต่อไป

สามารถแสดงขั้นตอนการพัฒนาการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ได้ดังนี้



ภาพที่ 3-26 ผังงานขั้นตอนการพัฒนาการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 3-26 (ต่อ)

5.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบดังนี้

5.2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ วิเคราะห์หลักสูตรการเรียนการสอน เพื่อทำความเข้าใจถึงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และวิธีการวัดผลประเมินผล

5.2.2 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

5.2.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตามแบบของแมเกอร์ ซึ่งวัดครอบคลุม 6 ระดับตามรูปแบบของบลูม คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ได้จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยการเรียนรู้ละ 10 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ ดังนี้

ตารางที่ 3-4 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
1	เมื่อกำหนดข้อความมาให้ 4 ข้อความ ผู้เรียนสามารถเลือกความหมายที่ตรงกับการสื่อสารข้อมูลได้อย่างถูกต้อง
2	เมื่อยกตัวอย่างการกระทำรูปแบบต่าง ๆ มาให้ 4 รูปแบบ ผู้เรียนสามารถระบุถึงสิ่งที่ตรงกับความหมายของการสื่อสารข้อมูลได้อย่างถูกต้อง
3	เมื่อกำหนดองค์ประกอบของระบบการสื่อสารข้อมูลมาให้ ผู้เรียนสามารถเลือกรายการที่มีองค์ประกอบของการสื่อสารข้อมูลที่ครบถ้วนได้
4	เมื่อกำหนดข้อความที่แสดงกิจกรรมการสื่อสารข้อมูลมาให้ ผู้เรียนสามารถแยกแยะถึงองค์ประกอบผู้ส่งสาร ของการสื่อสารข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง
5	เมื่อกำหนดสื่อกลางในการสื่อสารข้อมูลมาให้ 4 ชนิด ผู้เรียนสามารถเลือกใช้สื่อกลางที่เหมาะสมกับตัวอย่างการสื่อสารข้อมูลที่กำหนดมาให้ได้
6	เมื่อกำหนดสื่อกลางในการสื่อสารข้อมูลมาให้ 4 ชนิด ผู้เรียนสามารถระบุถึงสื่อกลางที่ควรนำไปใช้กับสถานการณ์การสื่อสารข้อมูล ที่กำหนดมาให้ได้อย่างถูกต้อง
7	เมื่อกำหนดรูปแบบการโอนถ่ายข้อมูลมาให้ ผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการโอนถ่ายข้อมูลที่ตรงกับการสื่อสารข้อมูลที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง
8	เมื่อกำหนดรูปแบบการสื่อสารมาให้ 4 รูปแบบ ผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบที่เหมาะสมกับตัวอย่างการใช้งานที่กำหนดมาให้ได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

ข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
9	เมื่อกำหนดประโยชน์ของการสื่อสารข้อมูลมาให้ 4 ข้อ ผู้เรียนสามารถเลือกประโยชน์ที่ตรงกับสถานการณ์ที่กำหนดมาให้ได้อย่างถูกต้อง
10	เมื่อกำหนดวิธีการติดต่อสื่อสารมาให้ ผู้เรียนสามารถเลือกวิธีการที่ดีที่สุด เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

ตารางที่ 3-5 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 2

ข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
1	เมื่อกำหนดข้อความมาให้ 4 ข้อความ ผู้เรียนสามารถเลือกข้อความที่ตรงกับความหมายของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
2	เมื่อกำหนดตัวอย่างการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ มาให้ 4 รูปแบบ ผู้เรียนสามารถระบุถึงสิ่งที่ไม่ใช่หลักการทำงานของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้
3	เมื่อกำหนดภาระงานมาให้ ผู้เรียนสามารถเลือกภาระงานที่ควรนำระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้งานได้
4	เมื่อกำหนดข้อความมาให้ 4 ข้อความ ผู้เรียนสามารถเลือกข้อความที่ตรงกับความหมายของโพรโทคอล (Protocol) ได้อย่างถูกต้อง
5	เมื่อกำหนดคุณลักษณะการทำงานของโพรโทคอลมาให้ 4 ข้อ ผู้เรียนสามารถเลือกคุณลักษณะการทำงานที่ถูกต้องของโพรโทคอลได้
6	เมื่อกำหนดโพรโทคอลมาให้ 4 ชั้น ผู้เรียนสามารถเลือกชั้นที่ทำหน้าที่ในการตรวจสอบสายสัญญาณการส่งข้อมูลได้
7	เมื่อกำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่ายมาให้ 4 รูปแบบ ผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อที่ตรงกับรูปภาพได้อย่างถูกต้อง
8	เมื่อกำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่ายมาให้ 4 รูปแบบ ผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อที่มีลักษณะปลอดภัยกว่าได้
9	เมื่อกำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่ายมาให้ 4 รูปแบบ ผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อที่นิยมใช้งานในปัจจุบันได้

## ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

ข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
10	เมื่อกำหนดรูปภาพการเชื่อมต่อเครือข่ายมาให้ ผู้เรียนสามารถจำแนกการเชื่อมต่อที่เป็นองค์ประกอบของระบบเครือข่ายจากภาพได้อย่างถูกต้อง

## ตารางที่ 3-6 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

ข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
1	เมื่อกำหนดชนิดเครือข่ายมาให้ 4 ชนิด ผู้เรียนสามารถเลือกเครือข่ายที่ตรงกับความหมายของเครือข่ายเฉพาะที่ได้
2	กำหนดชื่อเครือข่ายมาให้ 4 ชนิด ผู้เรียนสามารถเลือกเครือข่ายที่มีลักษณะการใช้งานคล้ายกับเครือข่ายการส่งสัญญาณเคเบิลทีวีได้
3	เมื่อกำหนดชนิดของเครือข่ายมาให้ 4 ชนิด ผู้เรียนสามารถเลือกชนิดเครือข่ายที่นิยมใช้งานในร้านอินเทอร์เน็ตทั่วไปได้อย่างถูกต้อง
4	เมื่อกำหนดชนิดของเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาให้ 4 ชนิด ผู้เรียนสามารถบอกถึงชนิดของเครือข่ายที่เหมาะสมกับการใช้งานอินเทอร์เน็ตภายในบ้านได้
5	เมื่อกำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อมาให้ ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้วิธีการเชื่อมต่อที่เหมาะสมกับความปลอดภัยของข้อมูลได้
6	เมื่อกำหนดอุปกรณ์เครือข่ายมาให้ 4 ชนิด ผู้เรียนสามารถเลือกอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบดาวได้อย่างถูกต้อง
7	เมื่อกำหนดอุปกรณ์มาให้ 4 ชนิด ผู้เรียนสามารถเลือกอุปกรณ์ที่ช่วยรักษาความปลอดภัยไว้ได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้จะต้องส่งสัญญาณเป็นระยะทางไกล
8	กำหนดหน้าที่การทำงานของฮับ (Hub) และสวิตช์ (Switch) มาให้ 4 รายการ ผู้เรียนสามารถระบุหน้าที่การทำงานที่แตกต่างกันระหว่างฮับกับสวิตช์ได้อย่างถูกต้อง
9	เมื่อกำหนดอุปกรณ์เครือข่ายมาให้ 4 ชนิด ผู้เรียนสามารถเลือกอุปกรณ์ที่สำคัญในการใช้แปลงสัญญาณคอมพิวเตอร์เป็นสัญญาณโทรศัพท์ เพื่อใช้งานอินเทอร์เน็ตได้อย่างถูกต้อง
10	เมื่อกำหนดอุปกรณ์เครือข่ายมาให้ 4 ชนิด ผู้เรียนสามารถเลือกอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในด้านความเร็วของการรับ-ส่งข้อมูล ในระบบแลน (LAN) ได้

5.2.4 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม  
เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบ ซึ่งข้อสอบที่จะนำไปใช้มีจำนวน 30 ข้อ ดังรายละเอียดในตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 การวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อสร้างแบบทดสอบ

หน่วย ที่	เนื้อหา	สัดส่วนและน้ำหนักพฤติกรรมรายหน่วย						รวม
		ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	
1	<b>การสื่อสารข้อมูล</b>							
	1.1 ความหมายของการสื่อสารข้อมูล	1	1	-	-	-	-	2
	1.2 องค์ประกอบของการสื่อสารข้อมูล	1	-	-	1	-	-	2
	1.3 สื่อกลางในการสื่อสารข้อมูล	-	1	-	1	-	-	2
	1.4 วิธีการถ่ายโอนข้อมูล	-	1	1	-	-	-	2
	1.5 ประโยชน์ของสื่อสารข้อมูล	-	1	1	-	-	-	2
	<b>รวม</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>10</b>
2	<b>เครือข่ายคอมพิวเตอร์</b>							
	2.1 ความหมายของเครือข่าย คอมพิวเตอร์	1	1	1	-	-	-	3
	2.2 โพรโทคอล	1	1	1	-	-	-	3
	2.3 รูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่าย	1	1	1	1	-	-	4
	<b>รวม</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>10</b>
3	<b>เครือข่ายประเภทต่าง ๆ และอุปกรณ์เครือข่าย</b>							
	3.1 เครือข่ายคอมพิวเตอร์ประเภทต่าง ๆ	1	1	2	-	1	-	5
	3.2 อุปกรณ์ที่สำคัญในระบบเครือข่าย คอมพิวเตอร์	1	2	1	-	-	-	4
	3.3 ประโยชน์ของเครือข่ายคอมพิวเตอร์	-	-	-	-	-	1	1
	<b>รวม</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>10</b>
<b>รวมทั้งสิ้น</b>		<b>7</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>30</b>

5.2.5 สร้างแบบทดสอบตามรูปแบบที่กำหนด ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดจำนวน 30 ข้อ (ดังแสดงไว้ในภาคผนวก จ)

5.2.6 นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ โดยการหาค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับการวัดพุทธิพิสัยทั้ง 6 ด้าน และหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยการหาค่า ไอโอซี (Index of item Objective Congruence : IOC) สามารถใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้ (กรมวิชาการ, 2545 : 64-72)

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

IOC	คือ ดัชนีความสอดคล้อง
R	คือ คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ
$\sum R$	คือ ผลรวมของคะแนนผู้เชี่ยวชาญ
N	คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

5.2.7 ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของที่ปรึกษา โดยการตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบครั้งที่ 1 นั้น อาจารย์ที่ปรึกษามีความเห็นให้ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบข้อที่ 4, 5, 6, 7, 16, 18, 19, 22, 23, 25, 27, 28, 29 และ 30 หลังจากแก้ไขตามคำแนะนำเสร็จแล้ว ได้นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบเพื่อประเมินแบบทดสอบที่ปรับปรุงใหม่อีกครั้ง ซึ่งในครั้งนี้ผลการประเมินแบบทดสอบนั้น สามารถนำไปใช้งานได้ทุกข้อ (รายละเอียดการตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แสดงไว้ในภาคผนวก ฉ)

5.2.8 นำไปทดลองใช้กับตัวแทนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ ใช้สูตรการคำนวณดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2546 : 195)

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

p	คือ ดัชนีความยากของข้อสอบ
R	คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้น ได้ถูกต้อง
N	คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบข้อสอบทั้งหมด

เกณฑ์ความยากง่ายที่ยอมรับได้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ถ้าค่า p มีค่า นอกเหนือจากเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องปรับปรุงข้อสอบข้อนั้นหรือตัดทิ้งไป เกณฑ์กำหนดค่าความยากง่ายหรือขอบเขตของค่า p มีดังนี้

0.81-1.00 หมายถึง ข้อสอบข้อนี้ยากเกินไป ใช้ไม่ได้

0.61-0.80 หมายถึง ข้อสอบข้อนี้ค่อนข้างง่าย แต่ใช้ได้

0.40-0.60 หมายถึง ข้อสอบข้อนี้ยากง่ายปานกลาง ใช้ได้ดี

0.20-0.39 หมายถึง ข้อสอบข้อนี้ค่อนข้างยาก แต่ใช้ได้

0.00-0.19 หมายถึง ข้อสอบข้อนี้ยากเกินไป ใช้ไม่ได้

การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก ใช้สูตรการคำนวณดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538 : 211)

$$r = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

r หมายถึง ค่าอำนาจจำแนก

$R_U$  หมายถึง จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก

$R_L$  หมายถึง จำนวนผู้เรียนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

N หมายถึง จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

เกณฑ์อำนาจจำแนกที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ถ้าค่าต่ำกว่า 0.20 จะต้องปรับปรุงแบบทดสอบข้อนั้นหรือตัดทิ้งไป เกณฑ์กำหนดค่าอำนาจจำแนก มีดังนี้

0.40 ขึ้นไป หมายถึง เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดีมาก ใช้ได้

0.30-0.39 หมายถึง เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดี ใช้ได้

0.20-0.29 หมายถึง เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกพอใช้ ใช้ได้

0.00-0.19 หมายถึง เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกน้อย ใช้ไม่ได้

5.2.9 หากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ใช้สูตร KR-20 ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 197-199)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

$r_{tt}$	หมายถึง ความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ
$n$	หมายถึง จำนวนข้อสอบ
$p$	หมายถึง ค่าความยากง่าย
$q$	หมายถึง สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ ( $q=1-p$ )
$S_t^2$	หมายถึง ความแปรปรวนของข้อสอบ คำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$S_t^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

$N$	หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมดที่ทำข้อสอบ
$x$	หมายถึง คะแนนที่ได้ของผู้เรียนแต่ละคน (จำนวนข้อที่ตอบถูกในแต่ละคน)
$\sum x$	หมายถึง ผลรวมของคะแนนที่ได้ของผู้เรียนทุกคน
$\sum x^2$	หมายถึง ผลรวมของคะแนนที่ได้ของผู้เรียนทุกคนยกกำลังสอง

เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่น อธิบายความหมายได้ดังนี้

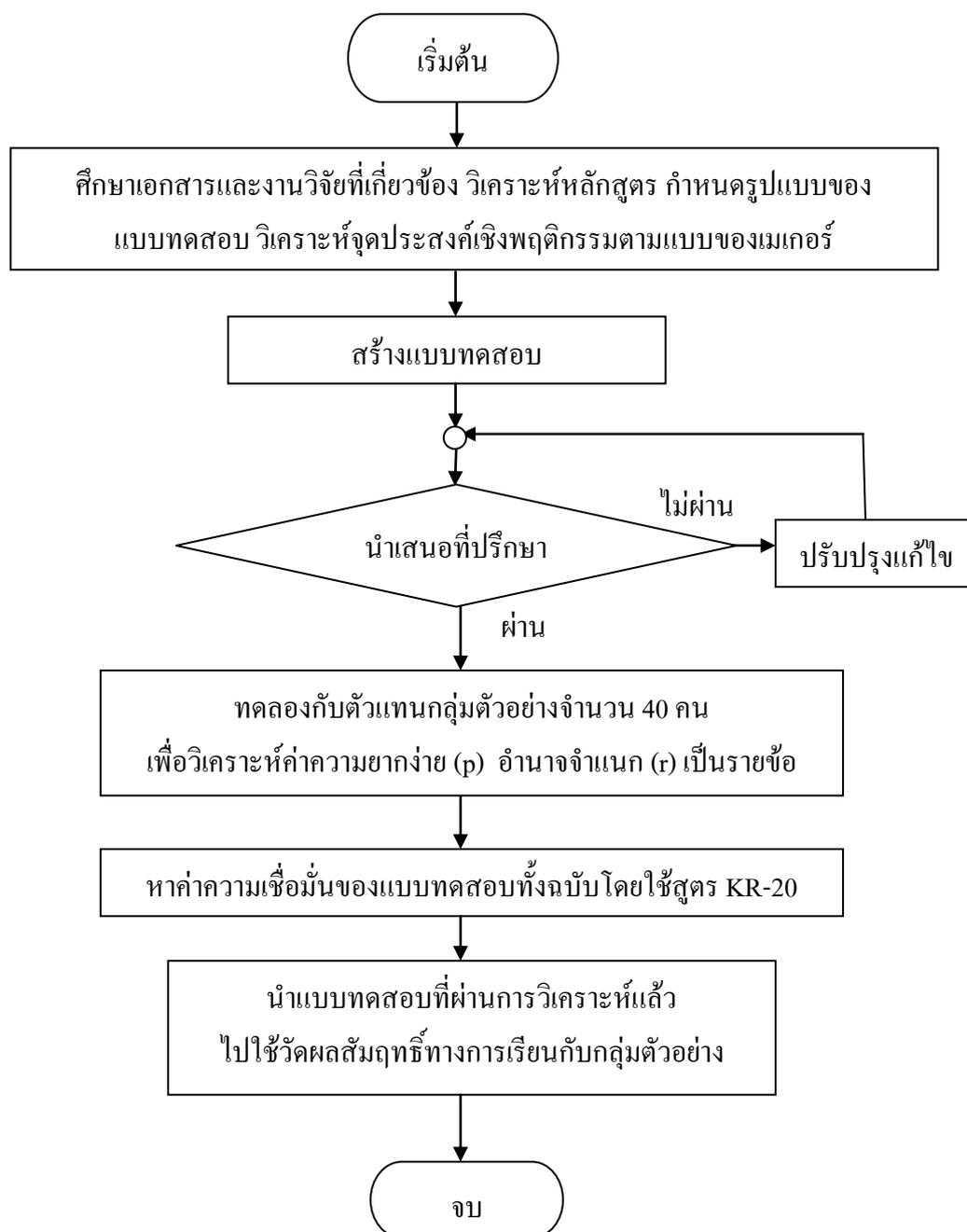
+1.00	หมายถึง มีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด
0.00	หมายถึง ไม่มีค่าความเชื่อมั่น
-1.00	หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นต่ำ ไม่ควรนำแบบทดสอบฉบับนี้มาใช้

จะเห็นว่า ค่าความเชื่อมั่นเข้าใกล้ +1.00 มากเท่าใด แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนั้น มีความเชื่อมั่นสูงมาก เกณฑ์ความเชื่อมั่นที่ยอมรับได้จะมีค่าตั้งแต่ 0.75 ขึ้นไป สรุปผลการหาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของข้อสอบ ได้ดังตารางที่ 3-8 (รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อสอบแสดงไว้ในภาคผนวก ข)

ตารางที่ 3-8 สรุปค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของการวิเคราะห์ข้อสอบ

ค่า	ค่าที่คำนวณได้	ค่าที่ใช้ได้
ความยากง่าย (p)	0.48-0.75	0.20-0.80
อำนาจจำแนก (r)	0.25-0.45	สูงกว่า 0.20 ขึ้นไป
ความเชื่อมั่น (KR-20)	0.81	สูงกว่า 0.75 ขึ้นไป

5.2.10 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป สามารถแสดงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบได้ ดังนี้



ภาพที่ 3-27 ผังงานขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

**5.3 วิธีการสร้างแบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้** แบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้ที่มีต่อระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สร้างขึ้นตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) มีขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถามดังนี้

5.3.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับการประเมินการยอมรับของผู้ใช้งานซอฟต์แวร์ เพื่อสร้างแบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้

5.3.2 กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบสอบถามในประเด็นที่จะประเมินตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 ใน 5 ประเด็นดังต่อไปนี้ (จารึก ชุกติติกุล, 2547 : 6-7)

- 1) ความง่ายที่จะเรียนรู้ หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ดี ควรใช้เวลาในการเรียนรู้ หรือทำความเข้าใจได้อย่างรวดเร็วไม่ต้องเสียเวลานาน
- 2) ความเร็วในการทำงาน หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ดี ไม่ควรต้องเสียเวลานานเกินไปเพื่อการรอกอยที่ไม่จำเป็น และสามารถทำงานตามมาตรฐานที่กำหนดได้
- 3) ความถี่ที่ผู้ใช้จะทำผิดพลาด หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ดี ต้องไม่ทำให้ผู้ใช้ปฏิบัติในสิ่งที่ผิดพลาดในขณะที่ใช้งานซอฟต์แวร์นั้น ๆ
- 4) ความทรงจำของความรู้ หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ดี ต้องไม่สร้างความสับสนให้กับผู้ใช้ ถึงแม้จะหยุดใช้งานไปเป็นเวลานานก็ตาม เมื่อกลับมาใช้งานอีกครั้งก็ยังสามารถใช้งานได้
- 5) ความพึงพอใจของผู้ใช้ หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมาเป็นอย่างดี จะสร้างเจตคติที่ดีต่อการใช้งาน และทำให้ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับสูง

5.3.3 กำหนดรูปแบบของคำถาม เป็นข้อความชนิดมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ โดยมีค่าระดับคะแนนดังนี้

- ระดับ 5 หมายถึง มีความรู้สึกเห็นด้วยระดับมากที่สุด
- ระดับ 4 หมายถึง มีความรู้สึกเห็นด้วยในระดับมาก
- ระดับ 3 หมายถึง มีความรู้สึกเห็นด้วยในระดับปานกลาง
- ระดับ 2 หมายถึง มีความรู้สึกเห็นด้วยในระดับน้อย
- ระดับ 1 หมายถึง มีความรู้สึกเห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด

5.3.4 สร้างแบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้ ต่อการเรียนรู้ด้วยระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยเขียนข้อความให้ครอบคลุม ใ้ภาษาที่เข้าใจง่าย จำนวน 20 ข้อ

5.3.5 นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเที่ยงตรงของข้อความคำถามกับประเด็นที่ต้องการประเมินโดยการหาค่าไอ โอซี ผลการประเมินในครั้งที่ 1 อาจารย์ที่ปรึกษาให้ปรับแก้ข้อความข้อที่ 7 และข้อ 9-20 โดยแนะนำให้เขียนข้อความ

ให้ตรงกับประเด็นที่จะประเมิน และให้เหลือข้อคำถามเพียง 15 ข้อ เมื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำแล้ว ได้นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้งเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ผลการประเมินความเที่ยงตรงของแบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้ในครั้งที่ 2 นี้ ข้อคำถามทั้ง 15 ข้อ สามารถนำไปใช้งานได้ (ดังแสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ซ)

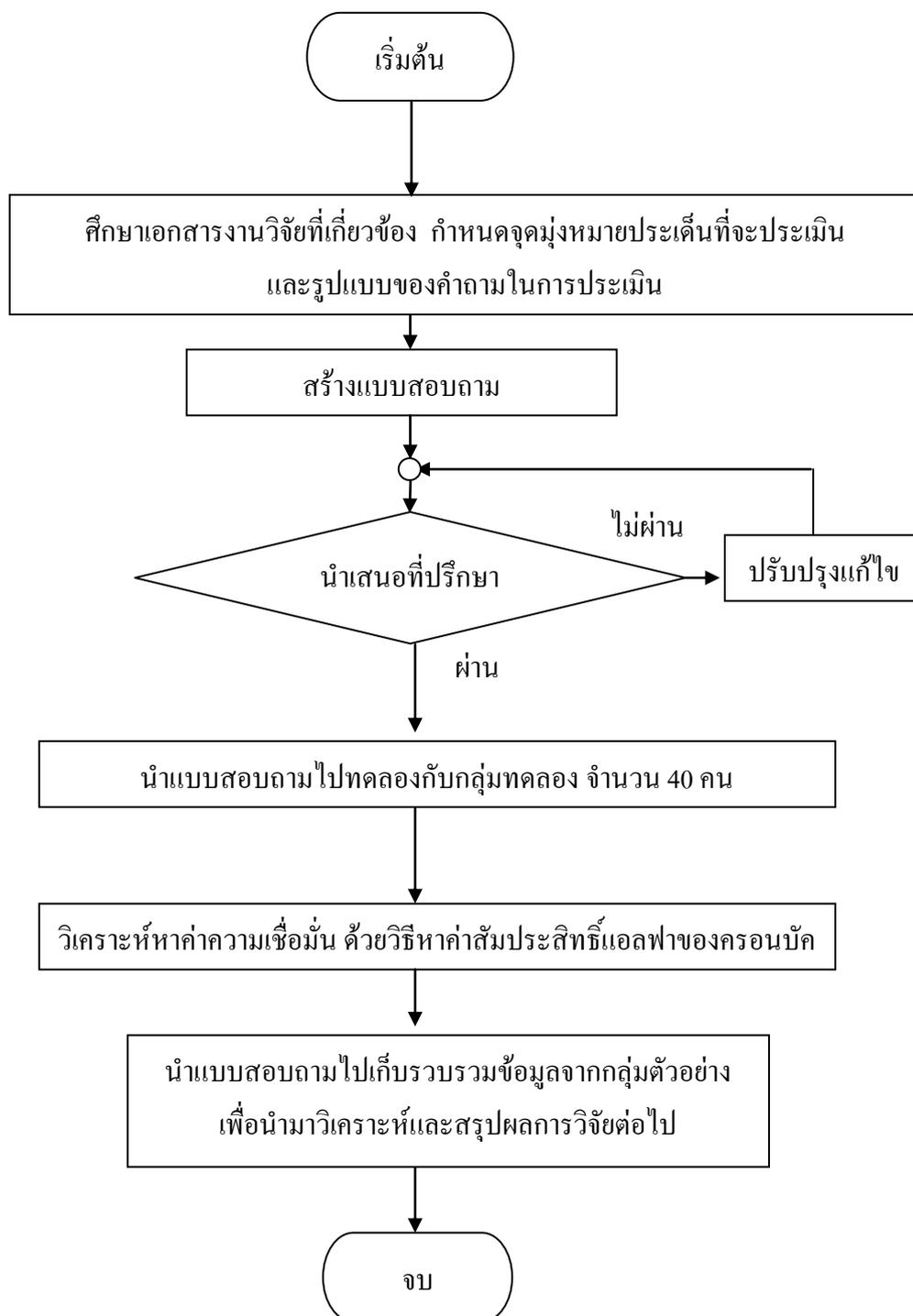
5.3.6 นำแบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้ ไปทดลองใช้กับตัวแทนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient หรือ  $\alpha$  - coefficient) ซึ่งเป็นวิธีการหาค่าความเชื่อมั่นของข้อคำถามแต่ละข้อ ที่มีคะแนนในการตอบได้มากกว่า 1 ดังนั้นวิธีการนี้ จึงถูกนำมาใช้กับแบบวัดที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่า ซึ่งค่าความเชื่อมั่นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป ควรมีค่าไม่น้อยกว่า 0.70 ใช้สูตรการคำนวณดังนี้ (ยูทธ ไกรวรรณ, 2550 : 279-284)

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left( \frac{1 - \sum S_i^2}{S^2} \right)$$

โดยที่  $\alpha$  แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น  
 $K$  แทน จำนวนข้อคำถาม  
 $\sum S_i^2$  แทน ผลรวมของความแปรปรวนแต่ละข้อ  
 $S^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

ความเชื่อมั่นของแบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้มีค่าเท่ากับ 0.86 (ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ซ)

5.3.7 พิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำแบบสอบถามดังกล่าว ไปเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง และนำมาวิเคราะห์ เพื่อประเมินการยอมรับของผู้ใช้ ที่มีต่อการเรียนด้วยระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ต่อไป สามารถแสดงขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามได้ดังนี้



ภาพที่ 3-28 ผังงานขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้

## 6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย มีขั้นตอนดังรายละเอียดต่อไปนี้

### 6.1 การเก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

6.1.1 ชี้แจงการใช้งาน ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ให้กลุ่มตัวอย่างทราบ

6.1.2 กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม สอบก่อนเรียน

6.1.3 เรียนรู้ด้วยระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสาร

ข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลาในการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 สัปดาห์ รวม 10 ชั่วโมง โดยผู้เรียนต้องศึกษาเนื้อหา และสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ย่อยให้ผ่านเกณฑ์ 80 เปอร์เซนต์ จึงไปเรียนรู้ในหน่วยถัดไปได้

6.1.4 เมื่อเรียนจบทุกหน่วย จึงทดสอบหลังเรียน

6.1.5 เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

### 6.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับของผู้ใช้

6.2.1 อธิบายให้กลุ่มตัวอย่างทราบ ถึงขั้นตอนในการตอบแบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้ โดยกระทำหลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาจากระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และทดสอบหลังเรียนแล้ว

6.2.2 ผู้เรียนลงมือตอบแบบสอบถาม โดยใช้เวลา 20 นาที หลังจากนั้นเก็บรวบรวมแบบสอบถาม

6.2.3 นำข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์เพื่อรายงานผลการวิจัยต่อไป

ตารางที่ 3-9 การกำหนดเวลาในการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

เรื่อง	เวลาเรียน
ปฐมนิเทศ ทดสอบก่อนเรียน และศึกษาการใช้งาน	2 ชั่วโมง
หน่วยที่ 1 การสื่อสารข้อมูล	2 ชั่วโมง
หน่วยที่ 2 เครือข่ายคอมพิวเตอร์	2 ชั่วโมง
หน่วยที่ 3 อุปกรณ์ที่สำคัญและเครือข่ายประเภทต่าง ๆ	2 ชั่วโมง
ทดสอบหลังเรียน และตอบแบบสอบถามการยอมรับ	2 ชั่วโมง

## 7. สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ตามหลักการทางสถิติ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

7.1 สถิติที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้และผู้เชี่ยวชาญ มีดังนี้

7.1.1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )

7.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบทดสอบ มีดังต่อไปนี้

7.2.1 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

7.2.2 ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (p) และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (r) เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อ

7.2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ KR-20 เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ

7.3 สถิติที่ใช้เปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และใช้การทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้การทดสอบของวิลค็อกซัน (Wilcoxon Matched Pairs Signed Ranks Test) ซึ่งเป็นทดสอบความแตกต่างภายในคู่ หรือทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น การทดลองแบบหนึ่งกลุ่มสอบก่อน-สอบหลัง โดยการทดสอบของวิลค็อกซันจัดเป็นการทดสอบโดยใช้สถิติแบบนอนพารามตริก (Nonparametric Statistics) ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีข้อตกลงเกี่ยวกับการกระจายของข้อมูลว่าต้องมีลักษณะเป็นอย่างไร และถ้าหากกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ คือ N มากกว่า 25 ใช้สูตรการคำนวณหาค่า Z ดังนี้ (วิเชียร เกตุสิงห์, 2522 : 108-111)

$$Z = \frac{T - \frac{N(N+1)}{4}}{\sqrt{\frac{N(N+1)(2N+1)}{24}}}$$

เมื่อ T คือ ผลรวมของอันดับที่ ที่มีเครื่องหมายน้อยกว่า

N คือ จำนวนลำดับที่ ที่มีเครื่องหมายทั้งหมด

(ไม่นับค่าแตกต่างที่เป็น 0)

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบไปด้วย

1) ตั้งสมมติฐาน

$H_0$  คือ คะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน ไม่แตกต่างกัน

$H_1$  คือ คะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนแตกต่างกัน

2) กำหนดระดับนัยสำคัญ ( $\alpha$ ) ที่ระดับ .05

3) หาค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียน โดยเอาคะแนนการทดสอบหลังเรียนตั้ง และลบด้วยคะแนนการทดสอบก่อนเรียน

4) จัดลำดับความแตกต่างของคะแนนการสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนตามหลักของการจัดลำดับที่ คือถ้าความแตกต่างเท่ากันให้เอาลำดับที่รวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย (การจัดลำดับที่ใช้เฉพาะค่าตัวเลขเท่านั้น ไม่คิดเครื่องหมาย แต่เมื่อจัดลำดับเสร็จแล้วให้ใส่เครื่องหมายนำหน้าลำดับที่ไว้ด้วยเพื่อความสะดวกในขั้นตอนต่อไป)

5) หาค่า T โดยรวมลำดับที่ของเครื่องหมายที่มีน้อยกว่า

6) นับจำนวน N ซึ่งเท่ากับจำนวนลำดับที่ ที่มีเครื่องหมายทั้งหมด (ไม่นับค่าแตกต่างที่เป็น 0)

7) คำนวณหาค่า Z จากสูตรที่กล่าวมาแล้ว

8) เปิดตารางเพื่อดูค่าพื้นที่ ณ จุดตรงค่า Z ที่คำนวณได้ (สุวิมล ติรภานันท์, 2553 : 283) ถ้าพื้นที่จากตารางมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ ( $\alpha/2$ ) ก็ปฏิเสธสมมติฐาน  $H_0$

9) สรุปผล โดยถ้าค่าพื้นที่ ณ จุดตรงค่า Z ที่คำนวณได้น้อยกว่าระดับนัยสำคัญหมายความว่า ผลการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน แต่ถ้าค่าพื้นที่ ณ จุดตรงค่า Z ที่คำนวณได้มากกว่าระดับนัยสำคัญหมายความว่า ผลการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน

7.4 สถิติที่ใช้เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้ใช้ที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้การทดสอบค่าไค-สแควร์ ( $\chi^2$ ) ซึ่งข้อมูลจะต้องอยู่ในรูปของความถี่ โดยศึกษาว่าความถี่ของสิ่งที่ศึกษามาได้จริงในแต่ละตัวแปร จะแตกต่างจากความถี่ที่หวังไว้โดยทฤษฎีหรือไม่ ถ้าแตกต่างกันก็แสดงว่า แต่ละกลุ่มแตกต่างกันด้วย ในการตัดสินใจปฏิเสธหรือยอมรับ  $H_0$  นั้น ถ้าค่าไค-สแควร์ ที่คำนวณได้มากกว่าค่าไค-สแควร์ จากตาราง ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนดตามขนาดค่า df ก็ให้ปฏิเสธ  $H_0$  แต่ถ้าต่ำกว่าจึงยอมรับ  $H_0$  ข้อควรสังเกตคือ ถ้าคำนวณค่าไค-สแควร์ ได้มากกว่าค่า ไค-สแควร์ จากตาราง ตอบได้ทันทีว่า ผลในตัวแปรต่าง ๆ แตกต่างกันและค่าความเชื่อมั่นขึ้นอยู่กับระดับความเชื่อมั่นที่เลือกไว้ ตัวอย่างเช่น มีตัวแปร 2 ตัว คือ ยอมรับกับไม่ยอมรับ ค่าไค-สแควร์ที่คำนวณได้ คือ 5.21 และค่าไค-สแควร์ จากตารางที่  $df=1$  ( $k-1, 2-1$ ) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าเท่ากับ 3.84 จะเห็นว่าค่าไค-สแควร์ที่คำนวณได้ 5.21 สูงกว่า ค่าที่เปิดจากตาราง 3.84 แสดงว่าการยอมรับและไม่ยอมรับ

มีความแตกต่างกันจริง โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้ (วรชัย เขียวปानी, 2550 : 261-262)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

- เมื่อ  $\chi^2$  = ค่าไค-สแควร์  
 O = ค่าความถี่จากการสังเกต (Observed Frequency)  
 E = ค่าความถี่คาดหวัง (Expected Frequency)  
 k = จำนวนกลุ่มหรือตัวแปรอิสระที่ศึกษา  
 (เช่น ขอมรับ กับ ไม่ขอมรับ ค่า k=2)  
 df = k-1

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบไปด้วย

- 1) ตั้งสมมติฐาน  
 $H_0$  คือ ไม่มีความแตกต่างระหว่างจำนวนผู้ขอมรับที่สังเกตได้กับที่คาดหวัง  
 $H_1$  คือ จำนวนผู้ขอมรับที่สังเกตได้แตกต่างกับที่คาดหวัง
- 2) กำหนดระดับนัยสำคัญ ( $\alpha$ ) ที่ระดับ .05
- 3) คำนวณค่าไค-สแควร์ ซึ่งเป็นไปตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3-10 ตารางสรุปค่าไค-สแควร์ ( $\chi^2$ ) แบบสอบถามการขอมรับของผู้ใช้

ลำดับที่	ชื่อที่	ขอมรับ	ไม่ขอมรับ	$E_1$	$E_2$	$\frac{(O_1 - E_1)^2}{E_1}$	$\frac{(O_2 - E_2)^2}{E_2}$	$\chi^2$

- 4) หาขอบเขตในการปฏิเสธ  $H_0$  คือ ถ้าค่าที่คำนวณได้สูงกว่าค่าที่เปิดจากตาราง แสดงว่าปฏิเสธ  $H_0$  ขอมรับ  $H_1$  (ในการวิจัยครั้งนี้ ค่าไค-สแควร์ ที่เปิดจากตาราง df=1 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าเท่ากับ 3.48)

5) สรุปผลการทดสอบ ถ้าค่าที่คำนวณได้ในแต่ละข้อคำถาม มากกว่าค่าที่เปิดจากตาราง แสดงว่าผู้ใช้ยอมรับในประเด็นการประเมินต่าง ๆ ของระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ดังกล่าว

หลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูลและนำมาวิเคราะห์ตามหลักการทางสถิติเพื่อการวิจัยแล้ว สามารถสรุปผลการวิจัยครั้งนี้ ดังรายละเอียดที่จะกล่าวถึงในบทที่ 4 ต่อไป