

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ดังนี้

1. ทฤษฎีการเรียนรู้และตัวแบบการสอน
2. การเรียนการสอนบนเว็บ
3. ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว
4. รูปแบบการปรับตัว
5. กระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์
6. การสร้างและการตรวจสอบประสิทธิภาพของแบบทดสอบ
7. การทดสอบการยอมรับของผู้ใช้
8. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
9. มโนทัศน์ของระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์

1. ทฤษฎีการเรียนรู้และตัวแบบการสอน

การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการสอนนั้น ผู้สอนต้องคำนึงถึงบริบทของการสอนหลายประการ เช่น พัฒนาการของผู้เรียน หลักการของการจัดการเรียนการสอน การตอบสนองที่เป็นความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยอาศัยตัวแบบการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้การจัดการเรียนการสอนดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังรายละเอียดที่จะกล่าวถึงในประเด็นต่อไปนี้

1.1 ทฤษฎีการเรียนรู้

กฤษศรี คำชาย (2540 : 106) กล่าวถึงการเรียนรู้ไว้ว่า หมายถึง การเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องของสติปัญญาซึ่งเป็นผลมาจากการได้รับความรู้ ประสบการณ์ หรือฝึกอบรม จนเป็นเหตุให้พฤติกรรมของบุคคลเปลี่ยนแปลงไปอย่างค่อนข้างถาวร ปัจจุบันมีนักวิชาการหลายท่าน นำทฤษฎีการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ เพื่อให้การจัดการศึกษาประสบความสำเร็จ ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ทิศนา ขัมมณี (2552 : 40-44) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีการเรียนรู้ไว้ว่า เป็นแนวความคิดที่ได้รับการยอมรับ

ว่าสามารถใช้อธิบายลักษณะของการเกิดการเรียนรู้ หรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนได้ ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายกลุ่ม เช่น

1.1.1 ทฤษฎีการเรียนรู้พฤติกรรมนิยม (Behavioral Theories)

กลุ่มพฤติกรรมนิยม มีความเห็นว่า พฤติกรรมมนุษย์เกิดจากการเรียนรู้โดยอาศัยกระบวนการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยให้ความสำคัญระหว่างสิ่งเร้า (Stimulus) กับการตอบสนอง (Response) และมีความเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากผลการตอบสนองของการให้สิ่งเร้าต่าง ๆ ทฤษฎีการเรียนรู้ซึ่งอาศัยแนวคิดของกลุ่มพฤติกรรมนิยม สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ทฤษฎีย่อย คือ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบต่อเนื่อง นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้ได้แก่ ธอร์น ไคค์ (Thorndike) ซึ่งมองว่าการเรียนรู้เป็นการลองผิดลองถูก ส่วนทฤษฎีการเรียนรู้แบบต่อเนื่องของกัททรี (Guthrie) มองว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นในครั้งแรกที่สิ่งเร้าและการตอบสนองถูกนำมาเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน และอีกทฤษฎีย่อยหนึ่ง คือ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบวางเงื่อนไข โดยการวางเงื่อนไขมี 2 ประเภท คือ การวางเงื่อนไขแบบคลาสสิก เช่น การทดลองของพาฟลอฟ (Pavlov) ซึ่งทดลองการวางเงื่อนไขให้สุนัขตอบสนองต่อเสียงกระดิ่งด้วยการหลั่งน้ำลาย วัตสันและเรเนอร์ (Watson and Ranor) ก็เป็นนักการศึกษาที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ด้วย นอกจากนี้ยังมีทฤษฎีการเรียนรู้การวางเงื่อนไขแบบปฏิบัติการ เช่น การศึกษาของสกินเนอร์ (Skinner) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการวางเงื่อนไขโดยมีตัวเสริมแรงช่วยสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ สกินเนอร์เป็นผู้นำเอาการวางเงื่อนไขแบบปฏิบัติการมาใช้ในการเรียนรู้ และมีการประยุกต์แนวคิดการวางเงื่อนไขไปใช้สร้างบทเรียน โปรแกรม (Programmed Instruction) และคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) อย่างแพร่หลาย (กฤษณี คำชาย, 2540 : 107-135)

1.1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยม (Cognitive Theories)

ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยมมีหลักการสำคัญ คือ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้กระทำและสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยทฤษฎีการเรียนรู้นี้แบ่งออกเป็น 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยมที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของเปียเจต์ (Piaget) หรือที่เรียกว่า กลุ่มแนวคิดการสร้างความรู้เชิงปัญญา (Cognitive Constructivism) โดยเชื่อว่าผู้เรียนเป็นผู้กระทำและเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นเอง ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นเหตุให้ผู้เรียนปรับความรู้เดิมเข้ากับข้อมูลข่าวสารใหม่ เกิดเป็นความรู้ใหม่ และอีกทฤษฎีหนึ่ง คือ ทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของวิกทอทสกี (Vygotsky) ที่เรียกว่า กลุ่มแนวคิดการสร้างความรู้เชิงสังคม (Social Constructivism) ซึ่งถือว่าผู้เรียนสร้างความรู้ได้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ถึงแม้ทั้งสองกลุ่มนี้จะมีความเห็นที่แตกต่างกันในเรื่องการอธิบายว่าผู้เรียนสร้างความรู้ได้อย่างไร แต่ก็มีความเห็นร่วมกันถึงคุณลักษณะของทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยมว่า มีองค์ประกอบดังนี้

- 1) ผู้เรียนสร้างความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง
- 2) การเรียนรู้สิ่งใหม่ขึ้นกับความรู้เดิมและความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน

3) การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม มีความสำคัญต่อการเรียนรู้

4) การจัดสิ่งแวดล้อมและกิจกรรมที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

ปัจจุบันนี้ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยม ได้รับความสนใจและความนิยมจากนักการศึกษา เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีสัมฤทธิ์ผลในการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบมีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Learner Centered) เช่น ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบของบรูเนอร์ (Bruner) หรือทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเชเบล (Ausubel) เป็นต้น (สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2550 : 185-233)

1.1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมเชิงพุทธิปัญญา (Social Cognitive Learning)

ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมเชิงพุทธิปัญญาเป็นทฤษฎีของศาสตราจารย์บันดูรา (Bandura) แห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเชื่อว่า การเรียนรู้ของมนุษย์ส่วนมากเป็นการเรียนรู้โดยการสังเกตหรือการเลียนแบบ บันดูรามีความเห็นว่า มนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวเสมอ การเรียนรู้เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม ทั้งผู้เรียนและสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อกัน ส่วนมากจะเป็นการเรียนรู้โดยการสังเกต (Observational Learning) หรือการเลียนแบบจากต้นแบบ (Modeling) หลักการโดยทั่วไปของการสอนโดยใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมเชิงพุทธิปัญญามีดังนี้ (สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2550 : 235-248)

- 1) กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 2) แสดงตัวอย่างการกระทำหลาย ๆ อย่างให้ผู้เรียนได้เรียนรู้
- 3) อธิบายควบคู่ไปกับการให้ตัวอย่าง
- 4) ชี้แนะขั้นตอนการเรียนรู้โดยการสังเกตแก่ผู้เรียน
- 5) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมเหมือนต้นแบบ
- 6) ให้การเสริมแรงกับผู้เรียนที่สามารถเลียนแบบได้ถูกต้อง

จะเห็นได้ว่าปัจจุบันได้มีการนำทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้เพื่อการออกแบบการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงคุณลักษณะของกลุ่มผู้เรียน สภาพแวดล้อม ธรรมชาติของเนื้อหาวิชาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยเฉพาะทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยม ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามศักยภาพของผู้เรียน มีการกล่าวถึงอย่างกว้างขวางในวงการศึกษานี้เนื่องจาก เป็นการจัดการศึกษาโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.2 ตัวแบบการสอน

จารึก ชุกติติกุล (2551 : 67-114) ได้กล่าวถึงลักษณะการสอนที่ดีไว้ว่า การสอนที่ดีควรนำผู้เรียนไปสู่การกระทำในขั้นสุดท้ายของกระบวนการเรียนการสอน คือการประเมินผล การเรียนรู้ที่ตรงตามวัตถุประสงค์ของการสอนและสอดคล้องกับพฤติกรรมเบื้องต้นก่อนการจัด การเรียนการสอน ซึ่งต้องอยู่บนรากฐานของทฤษฎีหรือรูปแบบการสอนที่เหมาะสม ในการจัด การเรียนการสอนสามารถเลือกรูปแบบการสอนได้ตามลักษณะธรรมชาติของเนื้อหาวิชา ซึ่งมี หลากหลายรูปแบบ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1.2.1 รูปแบบการสอน ไอดีโอเอส (Introduction Development Organization Summarization -IDOS) ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนที่แพร่หลาย มีความยืดหยุ่นสูง นิยมใช้ในการจัด การเรียนการสอนมาเป็นเวลายาวนาน มีขั้นตอนการสอนดังนี้

- 1) ขั้นแนะนำ เป็นขั้นตอนในการจูงใจผู้เรียนให้เกิดความสนใจในปัญหา ที่ครูนำมาเสนอ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมในการเรียนรู้ นอกจากนั้นยังเป็นการประเมิน ความพร้อมเบื้องต้นของผู้เรียนด้วย หรืออาจเรียกได้ว่าเป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
- 2) ขั้นพัฒนา คือขั้นที่ครูผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการสอน มีการวางแผน การสอนร่วมกับผู้เรียนโดยใช้วิธีการร่วมกันอภิปรายเพื่อหาวิธีในการค้นหาคำตอบ สามารถเลือกใช้ วิธีการที่หลากหลายขึ้นอยู่กับความสนใจของผู้เรียน
- 3) ขั้นจัดระบบ เป็นขั้นตอนในการรวบรวมผลการค้นคว้า หรือการกระทำ กิจกรรมต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติไปแล้ว นำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาเสนอในชั้นเรียน มีการแลกเปลี่ยน เรียนรู้เกิดขึ้นในห้องเรียน
- 4) ขั้นสรุปผล เป็นขั้นที่ผู้เรียนและครูผู้สอนร่วมกันทบทวนว่าได้เรียนรู้อะไร ไปบ้าง บางครั้งเป็นการสรุปผลการเรียนรู้ที่เสนอในชั้นเรียน

1.2.2 รูปแบบการสอนของคอร์แมนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ เป็น ขั้นตอนการสอนที่อาศัยการค้นคว้าเกี่ยวกับการวางเงื่อนไขแบบให้กระทำ ซึ่งมีขั้นตอนการสอนดังนี้

- 1) ขั้นนำเสนอ คือขั้นของการสร้างพื้นฐานความรู้หรือเนื้อหาที่จำเป็นให้กับ ผู้เรียน ภายหลังจากที่ครูกำหนดวัตถุประสงค์ของการสอน ไว้อย่างชัดเจน อาจเป็นการบรรยาย อ่านตำรา รูปภาพยนตร์ หรือวิธีอื่นใดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของรายวิชาต่าง ๆ
- 2) ขั้นกำหนดปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนกำหนดปัญหาให้ผู้เรียน แก้ปัญหา ซึ่งต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการสอน
- 3) ขั้นให้แก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา ด้วยตนเอง เช่น การตอบคำถาม หรือให้ลงมือกระทำ ในขั้นนี้ควรมีการเสริมแรง มีการแจ้งผล การแก้ปัญหาให้ผู้เรียนทราบว่าการกระทำได้ดีเพียงใด เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดโดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ

4) ขั้นการให้ฝึกทำซ้ำ เป็นขั้นตอนที่ครูยกตัวอย่างคล้ายปัญหาเดิม ให้ผู้เรียนแก้ปัญหาใหม่อีกครั้งและให้ผู้เรียนฝึกทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง จนเกิดความชำนาญโดยอาศัยการเสริมแรงเป็นเงื่อนไขสำคัญในการสอนและต้องมีผลตอบกลับให้ผู้เรียนทราบ

5) ขั้นวัดผลการกระทำ เป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ และอาจไม่จำเป็นถ้าผู้สอนพิจารณาแล้วเห็นว่า การฝึกซ้ำ ๆ ในขั้นที่ 4 เป็นที่น่าพอใจแล้ว

1.2.3 ตัวแบบการสอนทักษะ มี 2 ลักษณะ คือ แบบให้ลองฝึกทดลองถูกกับแบบอธิบายประกอบการสาธิต ในแบบการสอนแบบอธิบายประกอบการสาธิต มีขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นแสดงทักษะที่ถูกต้อง เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนต้องสาธิตวิธีการฝึกทักษะให้ผู้เรียนดู เพื่อให้ผู้เรียนเห็นว่าสิ่งที่ถูกต้องควรทำอย่างไรเพื่อเป็นการจูงใจ และเป็นแบบให้ผู้เรียนเลียนแบบ ถ้าการแสดงทักษะดี จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็ว อาจประสบความสำเร็จในการสอนตั้งแต่ขั้นนี้ก็เป็นได้

2) ขั้นอธิบายพร้อมกับแสดงทักษะให้ดู เป็นขั้นที่ครูผู้สอนแสดงทักษะให้ผู้เรียนดูพร้อมอธิบายประกอบเพื่อสร้างความเข้าใจให้มากขึ้น โดยอธิบายตามลำดับขั้นตอนในการปฏิบัติอย่างช้า ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้จดจำทักษะย่อย ๆ ได้

3) ขั้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะด้วยตนเอง เป็นขั้นตอนที่ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดทักษะที่ถูกต้อง

4) ขั้นบอกผลการฝึกทักษะ เป็นขั้นตอนที่ครูจะใช้วิธีตอบกลับให้ผู้เรียนรู้ว่าผู้เรียนเกิดทักษะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสอนหรือไม่ เพื่อให้มีการปรับปรุง

5) ขั้นวัดผลการกระทำ เป็นขั้นตอนที่ครูจะวัดผลทักษะของผู้เรียน ซึ่งมี 2 วิธี คือ ครูวัดผลผู้เรียนเองเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มโดยใช้วิธีการสังเกตการสาธิตทักษะ หรืออาจใช้วิธีที่สอง คือ แนะนำให้ผู้เรียนประเมินตนเองโดยบอกเกณฑ์ให้

1.2.4 การเรียนแบบรอบรู้ (Mastery Learning) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้เกิดความเท่าเทียมกันในผลการเรียนรู้ โดยการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และใช้เวลาพอ ผู้เรียนทุกคนจะสามารถเรียนรู้จนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดได้ ซึ่งการเรียนแบบรอบรู้ได้มาจากแนวคิดของ จอห์น คาร์รอล (Carroll, 1963) ผู้มองการเรียนรู้ว่ามีความสัมพันธ์กับเวลาที่ผู้เรียนได้รับในการเรียนรู้ โดยเชื่อว่าผู้เรียนทุกคนสามารถที่จะเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ หากผู้เรียนได้รับเวลาที่จะเรียนรู้ อย่างเพียงพอตามความต้องการของตน ต่อมา บลูม (Bloom, 1971) ได้เพิ่มแนวคิดว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถทางสติปัญญาหรือความถนัดแตกต่างกัน สามารถที่จะบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ได้ หากผู้เรียนได้รับโอกาสในการเรียนรู้และคุณภาพการสอนที่หลากหลายเหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน การเรียนแบบรอบรู้นี้ จึงถือได้ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนแบบเอกภาพหรือ

การจัดการเรียนการสอนเป็นรายบุคคลได้เช่นกัน (ทิสนา แจมมณี, 2552 : 126-128) ต่อมา ฮอทช์คิส (Hotchkis) อาจารย์แห่งมหาวิทยาลัยแมคไควรี ประเทศออสเตรเลีย ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการเรียนแบบรอบรู้ เพิ่มเติมจากแนวคิดของ คาร์รอลและบลูม ได้เสนอขั้นตอนการเรียนแบบรอบรู้ไว้ 5 ขั้นตอนดังนี้ (สมบูรณ์ ทายพัชร, 2545 : 18-19)

1) ขั้นการเรียนรู้ (Acquisition) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนจะเริ่มเสนอเนื้อหาใหม่ให้แก่ผู้เรียน และจะได้รับปัจจัยสำคัญด้านต่าง ๆ ได้แก่ เจตคติ ความคิดรวบยอด ความรู้ ความเข้าใจ ผู้เรียนจะเริ่มลองผิดลองถูกกับสิ่งที่เรียนรู้ ความถูกต้องแม่นยำในการเรียนรู้จะมีน้อย ครูผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้

- จัดเรียงเนื้อหาในหลักสูตรตามลำดับความยากง่ายให้มีความสัมพันธ์กัน
 - กำหนดเวลาที่เหมาะสมในแต่ละบทเรียน
 - เตรียมแบบทดสอบ ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย และแบบทดสอบรวม
 - กำหนดแผนการสอน โดยเน้นการสอนให้เกิดความคิดรวบยอดแก่ผู้เรียน
- เป็นสิ่งสำคัญ ในระหว่างการสอน ผู้สอนควรสังเกตในเรื่องความเหมาะสมของเวลา ความยากง่าย ความเหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน และปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้

2) ขั้นการเพิ่มความชำนาญ (Fluency) เป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้น หลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนรู้และเกิดความคิดรวบยอดแล้ว ครูผู้สอนควรเตรียมกิจกรรมให้ผู้เรียนได้กระทำมากขึ้น เพื่อฝึกให้เกิดความคล่องแคล่ว แม่นยำ และรวดเร็วในการเรียน

3) ขั้นให้จำ (Maintenance) เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนจำได้นานและจำได้ถาวร โดยผู้สอนต้องทดสอบและมอบหมายงานให้อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนจำในสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วและไม่ลืม

4) ขั้นนำไปใช้ (Application) เป็นขั้นตอนซึ่งผู้เรียนสามารถนำความรู้และความสามารถที่ชำนาญไปใช้ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสบการณ์ของผู้เรียน โดยเน้นที่การแก้ปัญหาจากเหตุการณ์สมมติในห้องเรียน ในขั้นนี้ผู้สอนต้องจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้และพยายามให้สถานการณ์ใหม่ ๆ กับผู้เรียน

5) ขั้นการประยุกต์ใช้ (Adaptation) เป็นขั้นตอนที่ต้องคำนึงถึงการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ การเรียนการสอนที่ประสบความสำเร็จนั้น คงไม่ปรารถนาให้ผู้เรียนสามารถตอบข้อสอบได้เพียงอย่างเดียว เพราะจุดประสงค์ที่สำคัญของการศึกษา คือ การที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ความเข้าใจ พร้อมทั้งมีเจตคติ ตลอดจนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นในขั้นนี้ครูผู้สอนอาจจัดเป็นเหตุการณ์สมมติ เพื่อให้ผู้เรียนเห็นแนวทางการแก้ปัญหาจริงในชีวิตประจำวันได้

1.2.5 ตัวแบบการสอนเคลเลอร์แพลน (Personalized System of Instruction Method - PSI) เป็นตัวแบบการสอนที่คำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ พัฒนาขึ้นโดย เคลเลอร์ (Keller) ซึ่งเป็นนักการศึกษา เชื่อว่าสภาพแวดล้อมที่สมบูรณ์ของการจัดการเรียนการสอนมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เป้าหมายของเคลเลอร์ คือ ต้องการให้ผู้เรียนได้มีอิสระในการเรียนรู้ และสามารถเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคน ตัวแบบการสอนแบบนี้ออกแบบโดยอาศัยลักษณะพื้นฐาน 4 ประการ คือ (Keller and Sherman, 1974)

- 1) การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-pacing) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาบทเรียนได้ตามความถนัดของตนเอง
- 2) การเรียนแบบรอบรู้ (Mastery learning) เป็นการให้ผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาอย่างเป็นขั้นตอนในแต่ละหน่วยย่อยจนเกิดความเข้าใจก่อนไปศึกษาในหน่วยต่อไป
- 3) การเสริมแรงโดยครูผู้สอน (Teacher acting as motivator) เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยเน้นการลงมือกระทำด้วยตนเอง เช่น การเขียน การตอบคำถามต่าง ๆ และมีการเสริมแรงเมื่อผู้เรียนตอบถูก เป็นต้น
- 4) การประเมินผลการเรียนด้วยตนเอง เป็นการตรวจสอบตนเองว่าเกิดการเรียนรู้น้อยเพียงใดหลังจากศึกษาเนื้อหาในบทเรียนผ่านมาแล้ว โดยการทำแบบทดสอบที่ครูผู้สอนได้จัดเตรียมไว้

นอกจากนั้น ปัญญา สิ่งกิริมย์ และสุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2550 : 178-185) ได้กล่าวถึง ตัวแบบการสอนเคลเลอร์แพลน ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ไว้ว่า เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีจุดมุ่งหมายและเนื้อหาวิชาที่เป็นหน่วยย่อย ๆ พร้อมทั้งมีคู่มือสำหรับการเรียนรู้ในหน่วยงานย่อยนั้น ๆ โดยมีผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำหรือเป็นผู้ช่วยเหลือ การเรียนรู้จะเน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลและการใช้แรงเสริม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จนมีความรอบรู้ในวิชาที่เรียน ผู้เรียนจะทำงานอย่างอิสระและก้าวไปด้วยตนเอง ใช้อุปกรณ์การสอนที่หลากหลายแตกต่างกัน เช่น ศึกษาจากบทเรียนสำเร็จรูป ตำรา หรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น โดย เคลเลอร์ ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

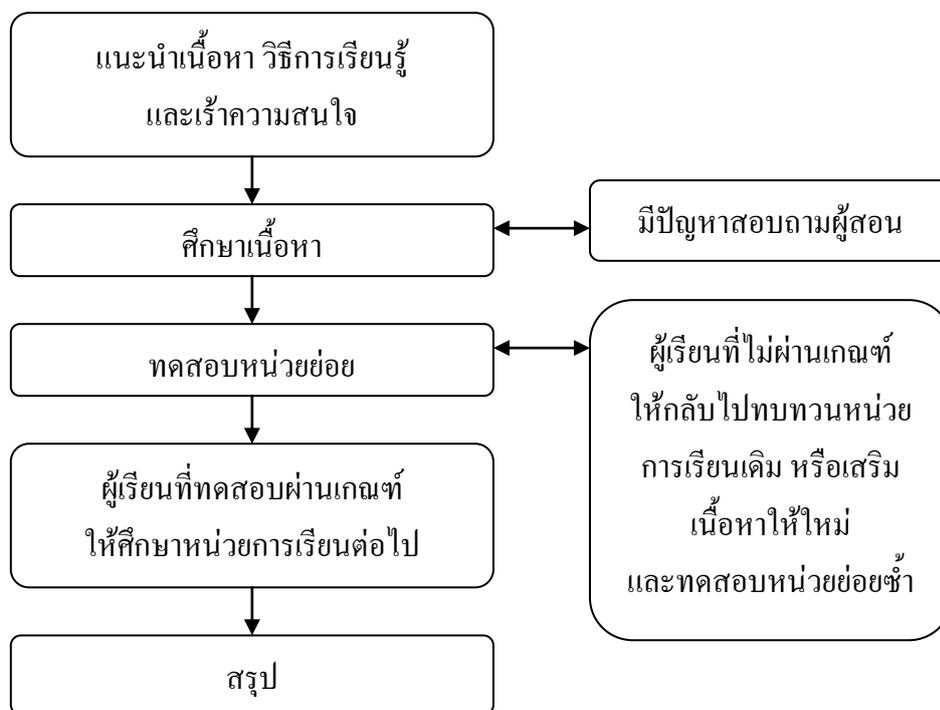
- 1) ขั้นแนะนำ เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนเร้าความสนใจ เสนอแนะแหล่งเรียนรู้ แหล่งสืบค้น จุดประสงค์ และหัวข้อที่ผู้เรียนไปศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองในแต่ละหน่วยการเรียน และกำหนดชุดคำถามให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือหัวข้อที่ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าและจุดประสงค์การเรียนรู้
- 2) ขั้นศึกษาเนื้อหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนศึกษาและค้นคว้าในหัวข้อที่ผู้สอนกำหนดให้ เมื่อเข้าใจดีแล้วจึงตอบคำถามตามใบกิจกรรมที่ผู้สอนกำหนดให้
- 3) ขั้นทดสอบหน่วยย่อย เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนศึกษาในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ

เสร็จสิ้นไปแล้ว ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบหลังการเรียนรู้ประจำหน่วย โดยแบบทดสอบควรมีความหลากหลาย เช่น เลือกตอบ เติมคำ จับคู่ เป็นต้น

4) ชั้นศึกษาเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นที่ผู้เรียนทดสอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนดแล้ว ให้ศึกษาเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ต่อไปและให้คำชมเชย ส่วนผู้เรียนที่ทดสอบไม่ผ่านควรรี้อีก

5) ชั้นศึกษาเนื้อหาซ้ำ เป็นขั้นที่ผู้เรียนซึ่งทำแบบทดสอบไม่ผ่านเกณฑ์ให้กลับไปทบทวนเนื้อหาเดิมอีกครั้งหรืออาจเป็นการเสริมเนื้อหาใหม่ จากนั้นกลับมาทดสอบอีกครั้ง โดยอาจใช้แบบทดสอบที่ต่างจากเดิมแต่มีเนื้อหาสาระเหมือนเดิม

6) ชั้นสรุป เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนและผู้สอน ร่วมกันสรุปผลการศึกษาด้วยตนเอง รวมไปถึงการทำแบบทดสอบในภาพรวมทั้งหมด



ภาพที่ 2-1 แผนภาพตัวแบบการสอนเคลเลอร์แพลน (PSI)

(ปัญญา ลิงจักริรมย์ และสุคนธ์ สินธพานนท์, 2550 : 181)

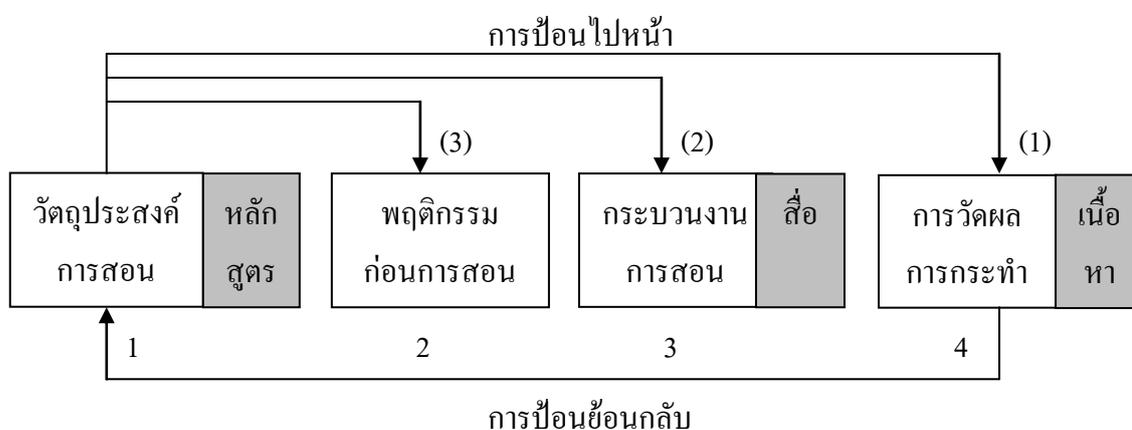
นอกจากตัวแบบการสอนแบบต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ในการจัดการเรียนการสอนแต่ละครั้งควรนำตัวแบบการสอนทั่วไป เข้าไปใช้ร่วมกับตัวแบบการสอนอื่น ๆ ด้วยทุกครั้ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน ซึ่งตัวแบบการสอนทั่วไปมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน ดังนี้ (จารึก ชุกิตติกุล, 2551 : 14-15)

1) แจ้างวัตถุประสงค์ของการสอน ซึ่งเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตามรูปแบบของเมเกอร์ (จารึก ชุกติติกุล, 2551 : 26-44) ซึ่งมีส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ ข้อความที่กำหนดสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่จำเป็นในการวัดผลการกระทำนั้น คำที่แสดงการกระทำและข้อความที่ระบุระดับหรือเกณฑ์ที่ยอมรับว่าการกระทำนั้นเป็นที่พอใจของผู้สอนและผู้เรียนทุกคนควรจะกระทำได้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนี้ กำหนดจากการวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อให้ได้มาซึ่งคำอธิบายรายวิชา จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ และมีการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้

2) ปรับพฤติกรรมก่อนการสอน เป็นการตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียน เพื่อให้ทราบระดับความรู้ของผู้เรียน หรือเพื่อตรวจสอบประสบการณ์เดิมของผู้เรียนและทำการแยกกลุ่มผู้เรียนตามระดับความรู้ เพื่อเป็นแนวทางจัดการเรียนรู้ตามสภาพผู้เรียน

3) การจัดกระบวนการเรียนการสอน เป็นขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมต่าง ๆ โดยอาศัยตัวแบบการสอนที่ผู้สอนเลือกใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

4) การวัดผลการกระทำ เป็นการวัดผลและประเมินผลว่าผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่



ภาพที่ 2-2 แผนภาพตัวแบบการสอนทั่วไป

(จารึก ชุกติติกุล, 2551 : 14)

จะเห็นได้ว่าในปัจจุบัน มีนักการศึกษาได้ออกแบบและคิดค้นตัวแบบการสอนไว้หลายตัวแบบ เพื่อให้ผู้สอนเลือกใช้ตามความเหมาะสม การผสมผสานตัวแบบการสอนโดยนำข้อดีของตัวแบบการสอนแต่ละตัวแบบมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน จะสามารถทำให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จได้มากยิ่งขึ้น

2. การเรียนการสอนบนเว็บ

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีเว็บมาใช้ในการเรียนการสอนมากขึ้น ผ่านทางระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นระบบเครือข่ายเฉพาะที่หรือเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งการจัดการเรียนการสอนบนเว็บมีชื่อเรียกหลายลักษณะ เช่น เว็บสำหรับฝึกอบรม (Web-based Training) เว็บการเรียนรู้ (Web-based Learning) หรือเว็ลด์ไวด์เว็บช่วยสอน (WWW-based Instruction) เป็นต้น แต่ในที่นี้จะขอกล่าวโดยภาพรวม เรียกว่าการเรียนการสอนบนเว็บ โดยมีผู้นิยามและให้ความหมายไว้ดังนี้

กรมวิชาการ (2544 : 79-86) ได้กล่าวถึง การเรียนรู้บนเว็บไว้ว่า เป็นการศึกษาตามความสะดวกของผู้เรียน ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนตามเวลา วาระ และสถานที่ที่ผู้เรียนมีความสะดวกหรือต้องการ การศึกษาอาจเป็นที่บ้าน โรงเรียน หรือที่อื่น ๆ เป็นการเรียนรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นผ่านเทคโนโลยีเว็บ มีการสื่อสาร 2 ทาง ระหว่างผู้เรียนกับสื่อการเรียนรู้ ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนหรือบุคคลที่เกี่ยวข้อง ปัจจุบันนอกจากใช้ภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML) สร้างแหล่งเรียนรู้และนำเสนอผ่านเว็บแล้ว ยังมีภาษาและโปรแกรมอื่น ๆ อีกหลายโปรแกรมที่อำนวยความสะดวกในเรื่องดังกล่าว เป็นการศึกษาที่ใช้เทคโนโลยีอะซิงโครนัส (Asynchronous) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปโดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ ประกอบด้วยเครื่องมือที่มีอยู่บนระบบอินเทอร์เน็ต เช่น กระดานข่าว ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ การประชุมทางไกล เครื่องมือเหล่านี้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ไม่พร้อมกันได้ ทั้งนี้การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีหากผู้เรียนได้มีโอกาสสอบถาม อธิบาย สังเกต รับฟัง สะท้อนความคิดเห็นของตนเอง และตรวจสอบความคิดกับผู้อื่นได้

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2544 : 87) ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนบนเว็บว่าเป็นการผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ และแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลา โดยประยุกต์ใช้คุณสมบัติและทรัพยากรของเว็ลด์ไวด์เว็บ ในการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน ซึ่งอาจเป็นเพียงบางส่วนหรือทั้งหมดของกระบวนการจัดการเรียนการสอนก็ได้

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2545 : 10) ให้คำจำกัดความว่า การเรียนการสอนบนเว็บ หมายถึง การใช้คุณสมบัติของสื่อหลายมิติ (Hypermedia) และเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งรวมถึงเครื่องมือสื่อสารในการสร้างสรรค์กิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้เกิดการเรียนรู้ โดยผู้เรียนและผู้สอนไม่จำเป็นต้อง

ต้องอยู่พร้อมกัน ณ สถานที่เดียวกัน โดยเน้นการจัดการเรียนการสอนที่หวังผลการเรียนรู้เชิงวิชาการ ในรูปแบบต่าง ๆ

สมชาย สุริยะไกร (2550 : 38) ให้ความหมายว่า การเรียนการสอนบนเว็บ เป็นการใช้สื่อหลายมิติที่อาศัยประโยชน์จากคุณลักษณะและทรัพยากรของเวปไซด์เว็บ บนระบบอินเทอร์เน็ต มาออกแบบเป็นเว็บเพื่อการเรียนการสอนที่หวังผลการเรียนรู้เชิงวิชาการ ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ มีการเชื่อมโยงเครือข่ายที่สามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้ผ่านทางระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ข่าน (Khan, 1997 : 49-52) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายเวปไซด์เว็บ ว่าเป็นการออกแบบการเรียนการสอนโดยการจัดห้องเรียนเสมือนจริง (Virtual classroom) ที่จำลองสภาพชั้นเรียนปกติเป็นช่องทางในการสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียน โดยผู้สอนจะออกแบบการเรียนรู้อให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูล ความรู้ จากเครือข่ายต่าง ๆ ในระบบคอมพิวเตอร์ ได้แก่ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผ่านระบบเวปไซด์เว็บ อาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยมีการนำเสนอในลักษณะของสื่อหลายมิติ การสอนจะอาศัยทรัพยากรของอินเทอร์เน็ต มาสร้างหรือออกแบบการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เช่น ระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ การสนทนาผ่านระบบเครือข่าย ระบบการประชุมทางไกล ทำให้เกิดรูปแบบการเรียนการสอนที่หลากหลาย ซึ่งขึ้นอยู่กับการจัดระบบระเบียบ การใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนทางไกลผ่านระบบเวปไซด์เว็บ ผู้เรียนสามารถกระทำได้ด้วยตนเอง หรืออาจออกแบบให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนหรือระหว่างผู้เรียนด้วยกันก็สามารถทำได้ และสามารถประเมินผลการเรียนรู้ผ่านระบบเครือข่ายได้

ทศนา แคมมณี (2552 : 153-155) ได้กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนผ่านระบบเวปไซด์เว็บ ไว้ดังนี้

1) ผู้สอนมีการออกแบบการเรียนการสอนโดยมีการวิเคราะห์และกำหนดเนื้อหาสาระแนวคิด วัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน รวมทั้งมีการจัดระบบการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ สร้างด้วยภาษาเอชทีเอ็มแอลเป็นลักษณะของเว็บไซต์ (Website) ไว้บนระบบอินเทอร์เน็ต โดยทั่วไปมีองค์ประกอบดังนี้

1.1) ส่วนของหน้าหลักที่เรียกว่าโฮมเพจ (Homepage) เป็นเว็บเพจแรกของเว็บไซต์ มีเนื้อหาเกี่ยวกับรายวิชา เช่น ชื่อรายวิชา ชื่อผู้สอน สถานที่ติดต่อ รวมถึงการแนะนำอื่น ๆ ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในรายวิชานั้นมากขึ้น

1.2) ส่วนของภาพรวมรายวิชา (Course Overview) แสดงวัตถุประสงค์ของรายวิชา สังเขปรายวิชา คำอธิบายเกี่ยวกับหัวข้อการเรียนหรือหน่วยการเรียนรู้

1.3) ส่วนของบทบาทและหน้าที่ของผู้ที่เกี่ยวข้อง

1.4) ส่วนของกิจกรรมที่มอบหมายให้ทำ การประเมินผล การกำหนดเวลาเรียน การส่งงาน

1.5) ส่วนการเสนอแหล่งทรัพยากรที่สนับสนุนการศึกษาค้นคว้า

1.6) ส่วนของตัวอย่าง เช่น ตัวอย่างรายงาน หรือตัวอย่างแบบทดสอบ เป็นต้น

1.7) ส่วนของข้อมูลทั่วไป เช่น การลงทะเบียน การติดต่อผู้สอน สถานศึกษา เป็นต้น

1.8) ส่วนแสดงประวัติของผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้อง

1.9) ส่วนของการประกาศข่าว

2) ผู้สอนมีการปฐมนิเทศผู้เรียน โดยแจ้งวัตถุประสงค์ เนื้อหาและวิธีการเรียนการสอน

3) ผู้สอนมีการสำรวจความพร้อมของผู้เรียน และเตรียมความพร้อมของผู้เรียน โดยอาจมีการทำสอบ และการสร้างเว็บเพจเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้ไม่เพียงพอได้เรียนเสริม หรือให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ไปศึกษาเพิ่มเติมด้วยตัวเอง

4) ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามระบบ ระเบียบที่ได้กำหนดไว้ โดยอาศัย เครื่องข่ายเว็ลด์ไวด์เว็บ เครื่องข่ายอินเทอร์เน็ต และเครือข่ายอื่น ๆ อาจมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบ ติดต่อกัน ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน หรือระหว่างผู้เรียนด้วยกันได้

5) ผู้เรียนสามารถทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายได้

อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า การเรียนการสอนบนเว็บ เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ที่มีการนำเสนอข้อมูล เนื้อหา หรือกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยสื่อหลายมิติ ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจเป็นเครือข่ายเฉพาะที่ หรือเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยอาศัยบริการเว็ลด์ไวด์เว็บ เป็นสื่อกลาง ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้สอน หรือระหว่างผู้เรียน ด้วยกันเองได้ โดยที่ผู้เรียนและผู้สอนไม่จำเป็นต้องอยู่ในสถานที่เดียวกัน

3. ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว

ปัจจุบันมีการกล่าวถึง สื่อประสม ข้อความหลายมิติ และสื่อหลายมิติ ivo อย่างกว้างขวาง มีการนำสิ่งดังกล่าวมาใช้ในการพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อประโยชน์ในการนำเสนอ ข้อมูลข่าวสารในวงการต่าง ๆ ดังจะกล่าวถึงรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 สื่อประสม (Multimedia)

กรมวิชาการ (2544 : 1-2) กล่าวว่า ปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มีการพัฒนา ไปอย่างมาก ทำให้นักออกแบบสื่อประสมสามารถประยุกต์ใช้สื่อประเภทต่าง ๆ ร่วมกันบนระบบ คอมพิวเตอร์ เพื่อการนำเสนอสารสนเทศที่น่าสนใจ ตัวอย่างของสื่อประสม เช่น ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์และเสียง เป็นต้น การใช้สื่อประเภทต่าง ๆ ร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพนี้

จึงเรียกว่า สื่อประสม นอกจากนั้นในทางการศึกษามีการนำสื่อประสมมาพัฒนา เป็นสื่อหรือนวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากสื่อประสมมีประสิทธิภาพต่อการรับรู้และการเรียนรู้ของมนุษย์อย่างยิ่ง

ฉัฐชา เศษคำรง (2551) ได้กล่าวถึงสื่อประสมว่า เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อนำเสนอและรวบรวมตัวหนังสือ รูปภาพ เสียง และวีดิทัศน์ ประกอบกับมีตัวเชื่อมโยงและเครื่องมือสำหรับให้ผู้ใช้งานได้เลือกที่จะเข้าถึงข้อมูล โต้ตอบ สร้างสรรค์ และติดต่อสื่อสารกันได้ นอกจากนั้นได้กล่าวถึง การรับรู้ของมนุษย์จากสื่อประเภทต่าง ๆ ไว้ว่า มนุษย์สามารถรับรู้ จากการอ่าน ได้เพียง 20 เปอร์เซ็นต์ จากการฟังเพียงอย่างเดียวได้เพียง 30 เปอร์เซ็นต์ แต่มนุษย์สามารถจดจำได้เพียง 50 เปอร์เซ็นต์ ของเนื้อหาทั้งหมด จากการที่ได้อ่านและฟังไปพร้อมกัน และมนุษย์สามารถจดจำได้มากถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ของเนื้อหาทั้งหมดหรือมากกว่านั้น จากการที่ได้อ่าน การฟัง และการได้ลงมือปฏิบัติไปพร้อม ๆ กัน นั่นคือ สื่อประสมมีประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง

อาจสรุปได้ว่า สื่อประสม คือการนำสื่อประเภทต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ และเสียง มาผสมผสานกันเพื่อให้เกิดสื่อที่มีประสิทธิภาพ ในการนำเสนอสารสนเทศต่าง ๆ

3.2 ข้อความหลายมิติ (Hypertext)

แนวคิดเกี่ยวกับข้อความหลายมิติ ได้เกิดขึ้นมานานหลายสิบปีแล้ว โดยปี พ.ศ. 2488 แวนนิวาร์ บุช (Vannevar Bush) เป็นผู้คิดค้นเครื่องมือสำหรับกระบวนการรับรู้และความทรงจำของมนุษย์ ซึ่งต้องอาศัยการบันทึก การติดต่อสื่อสารที่รวดเร็วและยืดหยุ่นต่อสภาวะแวดล้อมที่เกิดขึ้นรอบตัว โดยเรียกเครื่องมือนี้ว่า MEMEX (Memory Extender) ต่อมาในปี พ.ศ. 2508 ดัก เอนเจลลาร์ต (Doug Engellart) และเท็ด เนลสัน (Ted Nelson) ได้คิดค้นวิธีการนำเครื่องมือ MEMEX มาประยุกต์ใช้ร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อความหรือตัวอักษรต่าง ๆ มาสร้างเป็นการเชื่อมโยงถึงกัน และเป็นผู้ให้คำนิยามการเชื่อมต่อแบบนี้ว่า ไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) หลังจากนั้นในปี พ.ศ. 2534 ทิม เบอร์เนอส์-ลี (Tim Berners-Lee) นักพัฒนาระบบไฮเปอร์เท็กซ์ ได้คิดค้นวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการจัดเก็บเอกสารที่เป็นรายงานต่าง ๆ สำหรับใช้งานร่วมกันบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และเครื่องมือสำหรับอ่านเอกสารที่เป็นข้อความ เรียกว่า เท็กซ์ เบราวเซอร์ (Text Browser) และเขียนเอกสารด้วยภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML) เรียกว่า เท็กซ์ อีดิเตอร์ เอชทีเอ็มแอล (Text Editor HTML) โดยอาศัยหลักการติดต่อสื่อสารผ่านทางโพรโทคอลบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า เอชทีทีพี (HTTP) และกลายเป็นเวิลด์ไวด์เว็บ (World Wide Web - WWW) ซึ่งใช้งานกันอยู่ทุกวันนี้ (อัครเดชศิริพงศ์วัฒนา, 2547 : 15-16) นอกจากนั้นยังมีนักการศึกษาในประเทศไทย ได้ศึกษาวิจัยและกล่าวถึงข้อความหลายมิติไว้ดังนี้

กรมวิชาการ (2544 : 7) กล่าวว่า ข้อความหลายมิติ เป็นรูปแบบหนึ่งของวิธีการเข้าถึงข้อมูล เป็นการเชื่อมโยง (Link) ข้อมูลที่เป็นคำหรือข้อความจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ซึ่งสามารถเจาะลึกเพื่อหาความหมายของคำหรือข้อความ สามารถให้คำอธิบายเพิ่มเติม โดยไม่จำกัดชั้นความลึก การออกแบบอาจใช้การล้อมรอบคำ ชิดเส้นใต้ ทำตัวหนา ตัวเอียง หรืออาจใช้สีตัวอักษรหรือข้อความที่ต่างไปจากสีของตัวอักษรหรือข้อความปกติ

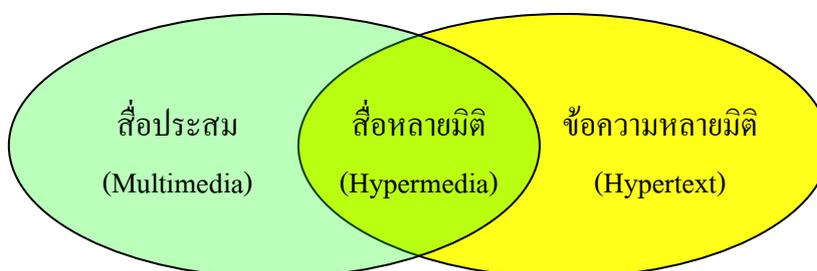
มนต์ชัย เทียนทอง (2545 : 117) ได้ให้นิยามไว้ว่า ข้อความหลายมิติ หมายถึง รูปแบบการนำเสนอข้อมูลที่ใช้ข้อความเป็นหลัก โดยมีการเชื่อมโยงกันทั้งภายในและภายนอก จุดที่มีการเชื่อมโยงจะแสดงข้อความที่แตกต่างไปจากข้อความปกติ ลักษณะการเชื่อมโยงข้อมูล เรียกว่า ไฮเปอร์ลิงก์ (Hyperlink)

ทวีศักดิ์ กาญจนสุวรรณ (2546 : 58-59) กล่าวว่า ข้อความหลายมิติ หมายถึง ข้อความหรือกลุ่มของข้อความที่ถูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน โดยมีการนำเสนอแบบปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ด้วยการนำข้อความที่เข้ามาเป็นจุดเชื่อมโยง ซึ่งจะปรากฏในลักษณะที่เด่นกว่าข้อความอื่น เช่น การขีดเส้นใต้ ตัวหนา หรือตัวเอียง เป็นต้น

ดังนั้น อาจสรุปได้ว่า ข้อความหลายมิติ คือ ข้อความหรือตัวอักษรพิเศษที่เป็นจุดเชื่อมโยงไปยังสารสนเทศหรือเนื้อหาหน้าต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันได้

3.3 สื่อหลายมิติ (Hypermedia)

เท็ด เนลสัน ได้กล่าวว่า สื่อหลายมิติเป็นการนำหลักการของข้อความหลายมิติ มาผสมผสานกับสื่อประสม โดยที่จากเดิมข้อความหลายมิติสามารถเชื่อมโยงเฉพาะข้อความหรือตัวอักษรเท่านั้น มาเป็นการเชื่อมโยงโดยใช้ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวหรือวีดิทัศน์ ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ของแบบจำลองระบบสื่อหลายมิติได้ดังนี้ (นาจรี ถือศิลป์, 2551 : 21)



ภาพที่ 2-3 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างสื่อประสม ข้อความหลายมิติและสื่อหลายมิติ
ปรับปรุงจาก (นาจรี ถือศิลป์, 2551 : 21)

กรมวิชาการ (2544 : 6-7) ได้กล่าวว่า การนำสื่อหลายมิติมาใช้ในการออกแบบหน้าจอของโปรแกรมต่าง ๆ เป็นสิ่งจำเป็นและกลายเป็นมาตรฐานสำคัญ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานได้สำรวจ ศึกษา สืบค้นข้อมูล หรือเลือกใช้ข้อมูลต่าง ๆ จากข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ ได้ ผู้ออกแบบจะออกแบบปุ่มหรือจุดเชื่อมโยงไปยังข้อมูลต่าง ๆ ได้หลากหลายรูปแบบ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเลือกใช้ข้อมูล เส้นทางการเดินเพื่อการศึกษาและสืบค้นของมูลในบทเรียนได้ตามความต้องการ การออกแบบสื่อลักษณะนี้ เรียกว่า สื่อหลายมิติ นอกจากนั้นยังได้กล่าวอีกว่า จากการศึกษาผลของสื่อหลายมิติ ช่วยให้ผู้เรียนมีการปรับโครงสร้างความคิด ความจำและช่วยกระตุ้นให้เกิดความตระหนักในสาระต่าง ๆ มากขึ้น

มนต์ชัย เทียนทอง (2545 : 118) กล่าวว่า สื่อหลายมิติ หมายถึง รูปแบบการนำเสนอองค์ความรู้โดยใช้หลักการของข้อความหลายมิติผ่านระบบสื่อประสม ซึ่งสามารถนำเสนอข้อมูล พร้อมทั้งการเชื่อมโยงทั้งข้อความ ภาพ ภาพเคลื่อนไหวและเสียง ไปยังข้อมูลที่เกี่ยวข้อง สื่อหลายมิติส่วนใหญ่มักจะเป็นการนำเสนอข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ยาง และมอร์ (Yang and More, 1995) ได้กล่าวถึง ลักษณะโครงสร้างของสื่อหลายมิติโดยทั่วไป แบ่งออกเป็น 3 แบบ เพื่อการจัดเก็บและเรียกใช้งานข้อมูลที่ต้องการได้อย่างสะดวก รวดเร็ว ดังนี้

1) แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured) เป็นรูปแบบที่ไม่มีโครงสร้างความรู้ ผู้เรียนต้องเปิดเข้าไปโดยมีการเชื่อมโยงระหว่างหน้าจอแต่ละเรื่อง มีความยืดหยุ่นสูงสุดของการจัดรวบรวม เป็นการให้ผู้เรียนได้กำหนดความก้าวหน้าและตอบสนองความสำเร็จด้วยตนเอง

2) แบบลำดับชั้น (Hierarchical) เป็นการกำหนดการจัดเก็บความรู้เป็นลำดับชั้น มีโครงสร้างเป็นลำดับชั้นแบบต้นไม้ โดยให้ผู้เรียนได้ค้นหาไปที่ละชั้นได้ทั้งจากบนลงล่างและจากล่างขึ้นบน โดยมีระบบข้อมูลและรายการคอยแนะนำ

3) แบบเครือข่าย (Network) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างจุดร่วมของฐานความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ความซับซ้อนของเครือข่ายขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างจุดเชื่อมโยงต่าง ๆ

การออกแบบโครงสร้างของข้อมูลสารสนเทศที่ดีจะช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากข้อมูลหรือเนื้อหาที่มีอยู่จำนวนมาก ต้องอาศัยการเชื่อมโยงเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กัน หรือจัดระเบียบของเนื้อหาเพื่อสะดวกในการสืบค้น การจัดระเบียบโครงสร้างเนื้อหาที่ดีจะช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จกับการเรียน และเกิดประสบการณ์ที่ดีต่อการเรียนรู้

อาจสรุปได้ว่า สื่อหลายมิติ หมายถึง รูปแบบการนำเสนอข้อมูลที่มีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้ โดยอาศัยหลักการของข้อความหลายมิติ มีการเชื่อมโยงถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันโดยใช้สื่อประสม ประกอบด้วย ข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์และเสียง ซึ่งส่วนมากเป็นการนำเสนอข้อมูลผ่านบริการเว็ลด์ไวด์เว็บบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นหลัก

3.4 ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว (Adaptive Hypermedia System)

ปัจจุบันสื่อหลายมิติมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว โดยการผสมผสานเทคโนโลยีที่ทันสมัยหลากหลายรูปแบบ เพื่อการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ที่น่าสนใจ แต่อย่างไรก็ตาม สื่อหลายมิติดังกล่าวยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการที่แตกต่างเป็นรายบุคคล ก่อปรกับปัญหาที่เกิดจากสื่อหลายมิติ คือ ปัญหาการนำเสนอเนื้อหาที่มากเกินไป (Information overload) และปัญหาด้านไม่มีการให้คำแนะนำ (Disorientation) ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานหลงทางเนื่องจากไม่มีระบบการนำทางที่ดี จึงมีการคิดค้นหาวิธีการและพัฒนาไปสู่แนวทางใหม่ในการใช้งานสื่อหลายมิติ ที่เรียกว่า สื่อหลายมิติแบบปรับตัว (Adaptive Hypermedia) ซึ่งมีผู้ที่กล่าวถึง ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว ไว้ดังนี้

บลูสลิออฟสกี (Brusilovsky, 1996) เป็นผู้ริเริ่มนำระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว มาทดลองใช้ในวงการศึกษาก่อนเป็นคนแรก และเป็นผู้ให้คำนิยามไว้ว่า ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว เป็นแนวทางใหม่ของการทำวิจัยเกี่ยวกับการปรับตัวและรูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้ ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว เป็นการสร้างรูปแบบการใช้งานให้เหมาะสมกับผู้ใช้แต่ละคน เช่น การปรับเนื้อหาหรือความรู้ในเอกสารแต่ละหน้า หรือมีการแนะนำการเชื่อมโยงข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ให้มากที่สุด โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านต่าง ๆ เช่น เป้าหมายการใช้งาน ความรู้ หรือพื้นฐานความรู้เดิม เป็นต้น

เดอ บลา และ คาลวี (De Bra and Calvi, 1998) เป็นนักวิจัยอีกกลุ่มหนึ่งจากประเทศเนเธอร์แลนด์ ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว และได้กล่าวว่า ไม่มีสิ่งใดที่สร้างหรือพัฒนาขึ้นมาแล้ว จะเหมาะสมสำหรับการใช้งานกับบุคคลทุกคน (No one-size-fits-all) ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว เป็นแนวทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับการแก้ไขปัญหา โดยระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว มีเป้าหมายในการนำเสนอความรู้ให้เหมาะสมกับความแตกต่างของบุคคลตลอดทั้ง การมีปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้ เช่น การศึกษาแบบปรับตัว โดยการนำเสนอความรู้ในรายวิชาให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน เป็นต้น

เซอร์โจโน และ มัลทบี (Surjono and Maltby, 2003 : 443-444) ได้กล่าวว่า ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว เป็นการนำแนวคิดของสื่อหลายมิติและระบบช่วยสอนแบบปัญญาประดิษฐ์ มาผสมผสานกัน โดยระบบจะคำนึงถึงคุณลักษณะของผู้เรียนแต่ละคน เช่น ระดับความรู้ รูปแบบการเรียนรู้ ประสบการณ์และสิ่งที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน แล้วนำเสนอสื่อหลายมิติให้ตรงกับความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาและนักวิจัยในประเทศไทย ได้ให้ความสนใจและได้กล่าวถึง สื่อหลายมิติแบบปรับตัว ไว้ดังนี้

วัฒน นัทธี (2547 : 15) กล่าวถึง สื่อหลายมิติแบบปรับตัวไว้ว่า เป็นสื่อที่สามารถปรับตัวให้เหมาะสมกับผู้อ่านหรือผู้เรียน โดยปรับวิธีการแสดงผลของระบบทางด้านกรนำเสนอเนื้อหาและการนำทางหรือการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาแต่ละหน้า

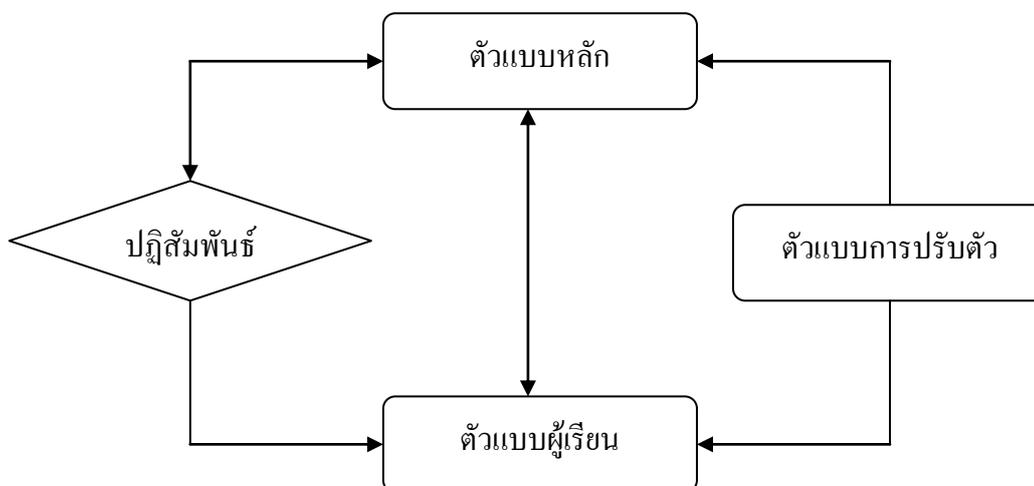
วรัท พุกษากุลนันท์ (2550 : 17) ได้กล่าวว่า สื่อหลายมิติแบบปรับตัว คือ การผสมผสานวิธีการและเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ากับสื่อหลายประเภท โดยมีความสัมพันธ์กันระหว่างสื่อหลายมิติกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นการผสมผสานระหว่างสื่อหลายมิติ และระบบการสอนที่ชาญฉลาดในการตอบสนองผู้เรียนแต่ละคน โดยสื่อหลายมิติแบบปรับตัว เป็นการพยายามที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ให้สามารถปรับตัวและตอบสนองต่อผู้เรียน เป็นรายบุคคล ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อมูลสารสนเทศได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

จากข้อมูลข้างต้นอาจสรุปได้ว่าระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว หมายถึง สื่อหลายมิติ ที่สามารถปรับตัวตามความต้องการของผู้ใช้ หรือปรับตัวให้เหมาะสมกับผู้ใช้แต่ละคน ได้ โดยอาศัย หลักการปรับตัว 2 รูปแบบ คือ การนำเสนอเนื้อหาแบบปรับตัว และการนำทางแบบปรับตัว เพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับคุณลักษณะหรือความต้องการของผู้ใช้แต่ละคน เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบ ดังกล่าวหรือผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของตนเองได้

3.5 องค์ประกอบของระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว

ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวที่ได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องและเป็นระบบ จะช่วยตอบสนองให้เกิดการเรียนรู้ได้ตามความสามารถ และความต้องการของผู้เรียน เป็นการดึงดูด ความสนใจของผู้เรียนและสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแบบรายบุคคล นอกจากนี้ยังส่งเสริม ให้ผู้เรียนแต่ละคนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของตน ปัจจุบันในต่างประเทศมีการนำ แนวคิดของระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว ไปใช้พัฒนาเว็บไซต์เพื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ มากขึ้น เช่น เว็บไซต์จอนท์โซน (www.jointzone.org.uk) ซึ่งเป็นเว็บไซต์ที่ให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องโรคกระดูก และข้อ โดยผู้ใช้งานต้องลงชื่อเข้าสู่ระบบเพื่อการเรียนรู้ จากนั้นระบบจะนำเสนอสารสนเทศต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับผู้ใช้งานแต่ละคน และมีการปรับเปลี่ยนการนำเสนอสารสนเทศต่าง ๆ ไปตามสภาพ ของผู้ใช้งานแต่ละคนด้วย

บลูซิลอฟสกี (Brusilovsky, 1996) ได้กล่าวว่า ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว มีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ ตัวแบบหลัก ตัวแบบผู้เรียน และตัวแบบการปรับตัว โดยผ่านการติดต่อ หรือการมีปฏิสัมพันธ์ (Interface) ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ซึ่ง วรัท พุกษากุลนันท์ (2550 : 17-24) ได้แสดงองค์ประกอบของระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวไว้ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 2-4 องค์ประกอบหลักของระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว
(วรัท พุกษากุลนันท์, 2550 : 18)

3.5.1 ตัวแบบหลัก (Domain Model – DM) เป็นรูปแบบโครงสร้างหลักของข้อมูลสารสนเทศทั้งหมดที่นำเสนอให้แก่ผู้เรียน โดยตัวแบบหลักเปรียบเสมือนคลังของข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหา ประวัติหรือเพิ่มข้อมูลของผู้เรียน และรูปแบบการนำเสนอข้อมูล เป็นต้น โดยตัวแบบหลักจะเป็นการออกแบบโครงสร้างของข้อมูลที่นำเสนอ ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างการออกแบบ หัวข้อเนื้อหาและหน้าต่าง กับการเชื่อมโยงในการนำทาง โดยในส่วนของระบบจะประกอบด้วยกลุ่มของ โหนด (Node) หรือหน้า (Page) ซึ่งเชื่อมต่อกันในแต่ละหน้าจะบรรจุเนื้อหาต่าง ๆ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว หรือเสียง ทั้งนี้ตัวแบบหลักจะให้ความสำคัญกับการออกแบบโครงสร้างของสื่อหลายมิติที่เหมาะสมกับความต้องการและลักษณะของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อให้ผู้เรียนมีความสะดวกในการค้นหาข้อมูลหรือหัวข้อที่ต้องการ โดยการออกแบบที่ดีควรจะต้องวางโครงสร้างให้มีความสมดุล มีการเชื่อมโยงสัมพันธ์กันระหว่างรายการ (Menu) กับหน้าเนื้อหาต่าง ๆ รวมถึงการเชื่อมโยงไปยังสื่อประสมที่นำเสนอ ไม่ว่าจะเป็น ข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ หรือ เสียง เป็นต้น

3.5.2 ตัวแบบผู้เรียน (Student Model – SM) เป็นการออกแบบระบบที่ทำให้ความสำคัญกับรูปแบบการเรียนรู้ และคุณลักษณะของผู้เรียนแต่ละคน ที่เหมาะสมกับสารสนเทศหรือเนื้อหาที่นำเสนอเพื่อการตอบสนองเป็นรายบุคคล โดยตัวแบบของผู้เรียนอาจแบ่งแยกคุณลักษณะของผู้เรียนออกเป็น ระดับความรู้ความสามารถ รูปแบบการเรียนรู้ ประสบการณ์ และข้อมูลอ้างอิงของผู้เรียนต่าง ๆ รวมทั้งการวิเคราะห์วัตถุประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละรายวิชา

ทั้งนี้ ลักษณะของผู้เรียนแต่ละคนที่แตกต่างกันไปจะส่งผลต่อบุคลิกภาพ พฤติกรรม การรับรู้ การจดจำ การแก้ปัญหา ความสนใจ ดังนั้นการออกแบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว จะให้ความสำคัญกับรูปแบบและคุณลักษณะของผู้เรียนที่สอดคล้องกับโครงสร้างหลักที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งจะทำให้ระบบมีความยืดหยุ่นและตรงตามความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนได้เป็นอย่างดี ดังนั้นผู้ออกแบบจึงควรศึกษารูปแบบการเรียนรู้ รวมทั้งพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบสื่อการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งจะเห็นได้ว่าผู้เรียนแต่ละคนจะมีเอกลักษณ์เป็นของตนเองและมีความสนใจที่แตกต่างกัน ซึ่ง พรพิไล เลิศวิชา และอัครภูมิ จารุภากร (2550 : 56) ได้กล่าวว่า พัฒนาการและการเรียนรู้ นั้น เป็นปรากฏการณ์ตามธรรมชาติของสมอง ซึ่งคุณสมบัติข้อหนึ่งของสมอง ก็คือ ความยืดหยุ่น (Plasticity) หมายถึงความสามารถในการปรับเปลี่ยน เพื่อทำงานในรูปแบบต่าง ๆ ตามที่ได้รับสารสนเทศ หรือการกระตุ้นจากสภาพแวดล้อม หรือจากสถานการณ์การเรียนรู้แบบต่าง ๆ ยิ่งมีการใช้สมองมาก สมองยิ่งพัฒนา ความยืดหยุ่นของสมองจะลดลงตามอายุ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเด็ก ๆ จะเรียนรู้ได้เร็วกว่าผู้ใหญ่ นักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ หรือวิธีการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เช่น ริตา ดันน์ และเคน ดันน์ (Dunn and Dunn, 1987) ได้แบ่งรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนี้

1) รูปแบบการเรียนรู้ด้วยการฟัง ผู้เรียนกลุ่มนี้จะรับรู้ข้อมูลได้ดี ด้วยการฟังและมักใช้การพูดโต้ตอบมากกว่าการอ่าน ชอบฟังการบรรยาย การเล่าเรื่อง ชอบฟังเพลง และฟังเสียงที่มีระดับเสียงและท่วงทำนองที่แตกต่างกันได้ดี ชอบการอภิปราย พูดคุยกับเพื่อน ชอบดูภาพ แผนภูมิ ผู้เรียนกลุ่มนี้ยังเรียนรู้ได้ดีด้วยการใช้สี เพราะสีจะสื่อความหมายต่าง ๆ ได้

2) รูปแบบการเรียนรู้ด้วยการสัมผัส ผู้เรียนกลุ่มนี้จะรับรู้ข้อมูลได้ดีด้วยการสัมผัส เช่น การเขียน การวาดภาพ การมีส่วนร่วมในประสบการณ์ตรง เป็นต้น

3) รูปแบบการเรียนรู้ด้วยการเคลื่อนไหว กลุ่มนี้จะรับรู้ข้อมูลได้ดีด้วยการลงมือกระทำ และด้วยการเคลื่อนที่ไปมา จึงชอบทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีความหมายสัมพันธ์กับชีวิตจริง

4) รูปแบบการเรียนรู้ด้วยการสัมผัสและเคลื่อนไหว กลุ่มนี้ต้องการมีส่วนร่วมในกิจกรรม ชอบกิจกรรมบทบาทสมมติ และสถานการณ์จำลอง ชอบเดินไปมาในห้องอย่างอิสระ ฮันท์ (Hunt) นักปรัชญาทางการเรียนรู้ ได้วิเคราะห์ว่า การคิดเป็นขบวนการที่ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ (บุญเจริญ ศิริเนาวกุล, 2551 : 1-3)

1) การสร้างสัญลักษณ์แทนปัญหาที่อยู่ในใจ เช่น เมื่อมนุษย์ พบปัญหาจะมีวิธีการสร้างสัญลักษณ์แทนปัญหาเหล่านั้นขึ้น และเก็บไว้ในใจ

2) การดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาพิจารณาถึงปัญหาที่เกิดขึ้น โดยข้อมูลที่เกี่ยวข้องอาจเป็นสิ่งที่เคยมีประสบการณ์มาแล้วในอดีต

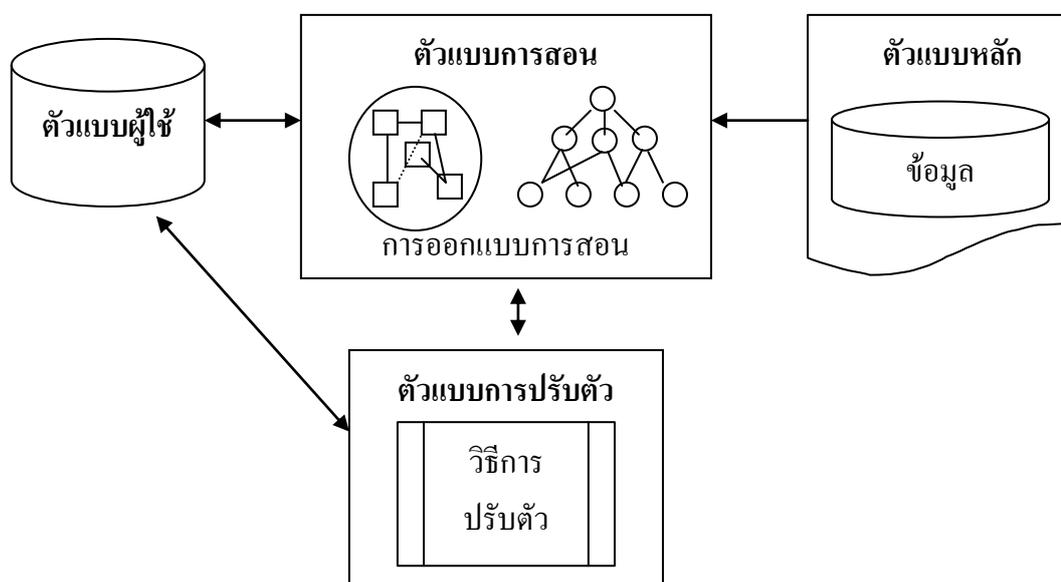
3) การจัดการกับการแทนค่าทางปัญญานั้นในรูปแบบสัญลักษณ์ ออกมาเป็นคำตอบ เมื่อดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาพิจารณาปัญหาแล้วพบว่าปัญหานั้นเคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา มาก่อน ซึ่งถูกเก็บอยู่ในรูปของสัญลักษณ์ ความรู้เดิมนั้นก็จะถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ถ้าไม่มี ประสบการณ์ มนุษย์ก็จะหาวิธีการจัดการกับปัญหานั้น ๆ ในรูปแบบของสัญลักษณ์ออกมาเป็น คำตอบ และจะเก็บวิธีการแก้ปัญหาไว้ในสมองโดยการแทนด้วยสัญลักษณ์ เพื่อนำกลับมาใช้ในการ แก้ปัญหาในครั้งต่อไป

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นว่าตัวแบบของผู้เรียน เป็นการออกแบบระบบ ที่สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ การคิด ที่สนองต่อความแตกต่างระหว่างผู้เรียนแต่ละคน ทำให้ สื่อหลายมิติแบบปรับตัวมีความยืดหยุ่นและสามารถตอบสนองผู้เรียนตามความต้องการและระดับ ความรู้ได้ การพัฒนาระบบจำเป็นต้องมีการลงทะเบียนเข้าใช้งาน (Login) เป็นการบันทึกและจดจำ ข้อมูลผู้เรียน เพื่อให้ระบบสามารถปรับตัวสอดคล้องกับผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้ต่อไป

3.5.3 ตัวแบบการปรับตัว (Adaptive Model – AM) เป็นรูปแบบของความสามารถ ในการปรับตัวของระบบที่สอดคล้องกับตัวแบบหลัก และตัวแบบของผู้เรียน โดยตัวแบบการปรับตัว เป็นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือระบบที่สามารถนำมาปรับใช้ในสื่อหลายมิติแบบปรับตัว เช่น ภาษาพีเอชพี (PHP) เอ็กเอ็มแอล (XML) จาวา (JAVA) หรือ จาวาสคริปต์ (JAVA Script) เป็นต้น โดยส่วนมากนิยมพัฒนาโดยใช้เทคโนโลยีเว็บเป็นฐาน หรือระบบบริหารการเรียนการสอนภายใต้ สภาพแวดล้อมเสมือน (Learning Management System – LMS)

นอกจากนั้น ปานจิตร์ หลงประดิษฐ์ (2551 : 23-33) ได้กล่าวถึงระบบการเรียนรู้ แบบเฉพาะรายบุคคล หรือการเรียนรู้แบบแบบปรับตัว (Personalised e-learning system or Adaptive system) ไว้ว่ามีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ

- 1) ตัวแบบหลัก (Domain Model) เป็นส่วนที่เก็บเนื้อหาหรือข้อมูลสารสนเทศ เกี่ยวกับการสอน
- 2) ตัวแบบการสอน (Pedagogical Model) เป็นส่วนที่จัดเก็บเกี่ยวกับกระบวนการ การสอน
- 3) ตัวแบบการปรับตัว (Adaptation Model) เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบปฏิสัมพันธ์ ต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการปรับตัวของการนำเสนอเนื้อหาและการเชื่อมโยงต่าง ๆ
- 4) ตัวแบบผู้ใช้ (User Model) เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลของผู้ใช้แต่ละคน เช่น ชื่อ-สกุล หรือรูปแบบการใช้งาน เพื่อนำเสนอสารสนเทศให้เหมาะสมกับผู้ใช้แต่ละคน



ภาพที่ 2-5 องค์ประกอบของระบบการเรียนรู้เฉพาะบุคคล
ปรับปรุงจาก (ปานจิตร หลงประดิษฐ์, 2551 : 30)

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น อาจสรุปได้ว่าองค์ประกอบของการสร้างระบบการเรียนรู้แบบเฉพาะรายบุคคลหรือแบบปรับตัวตามผู้เรียน มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ตัวแบบหลัก (DM) ซึ่งในตัวแบบหลักนี้รวมไปถึงตัวแบบการสอน (Pedagogical Model) ด้วย ตัวแบบผู้เรียน (SM) หรือตัวแบบผู้ใช้ (User Model) และตัวแบบการปรับตัว (AM) โดยผ่านการติดต่อสื่อสารหรือการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์

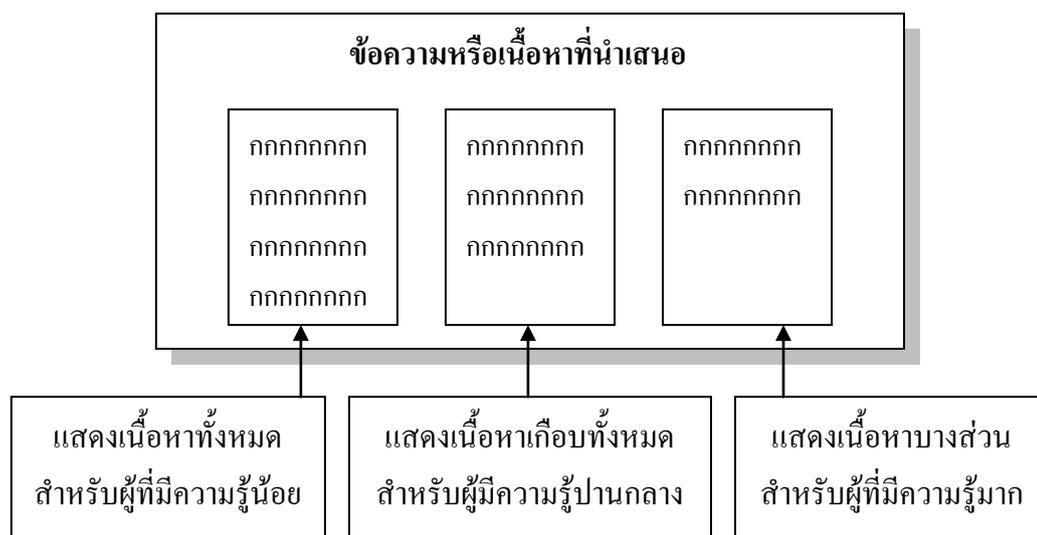
4. รูปแบบการปรับตัว

บลูสโลฟสกี (Brusilovsky, 1996) ได้กล่าวถึงวิธีการปรับตัว (Adaptation technique) ไว้ว่า สิ่งสำคัญในระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว คือ วิธีการปรับตัว ซึ่งประกอบไปด้วย 2 วิธีการสำคัญ คือ การนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation) และการสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัว (Adaptive Navigation Support) นอกจากนี้ วัฒนา นัทธี (2547 : 15-16) ได้กล่าวถึง รูปแบบการปรับตัวของสื่อหลายมิติไว้ว่า ระบบสื่อหลายมิติประกอบด้วยกลุ่มของโหนด คือ หน้าแต่ละหน้า ซึ่งเก็บข้อมูลเนื้อหา อาจมีเฉพาะข้อความ หรือมีภาพ และเสียงประกอบด้วย การเชื่อมโยงอาจแสดงไว้ในส่วนของรายการเลือก (Menu) หรือแทรกไว้ในระหว่างข้อความหรือรูปภาพ นอกจากนี้ระบบสื่อหลายมิติอาจประกอบด้วยสารบัญและดัชนี เพื่อให้ผู้อ่านสามารถเห็นภาพรวมของเนื้อหาทั้งระบบสามารถสร้างระบบสื่อ หลายมิติแบบปรับตัวได้ 2 ลักษณะ คือ ระดับเนื้อหา (Content-level

adaptation) เป็นการเปลี่ยนแปลงการแสดงผลในแต่ละหน้า เพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนที่แตกต่างกัน และระดับเชื่อมโยง (Link-level adaptation) เป็นการเชื่อมต่อระหว่างเนื้อหาแต่ละหน้า ทำให้สามารถแสดงเนื้อหาต่อเนื่องหลายแบบและช่วยให้ผู้เรียนไม่หลงทาง เนื่องจากผู้เรียนไม่ทราบว่าตนเองกำลังศึกษาเรื่องอะไร อาจทำให้เกิดความเบื่อหน่ายได้ การปรับเปลี่ยน 2 ลักษณะนี้ เมื่อนำไปใช้ในระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว มีชื่อเรียกที่ต่างกันออกไปคือ การนำเสนอแบบปรับตัว และการสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัว มีรายละเอียดดังนี้

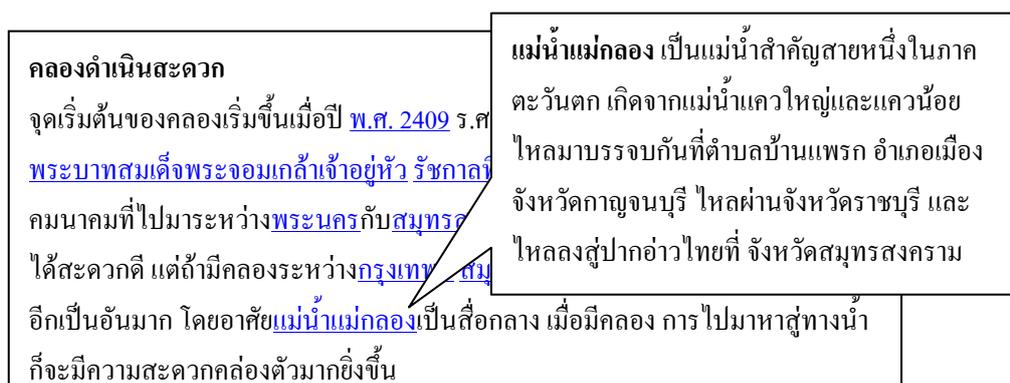
4.1 การนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation) เป็นแนวคิดในการปรับเปลี่ยนระดับเนื้อหา กล่าวคือ ระบบจะวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของผู้เรียน เพื่อนำเสนอข้อมูลที่แตกต่างกันออกไป เช่น ผู้เรียนที่มีพื้นฐานมาก่อน ระบบจะแสดงเนื้อหาในระดับลึกเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ รายละเอียดมากขึ้น แต่กรณี que ผู้เรียนไม่มีพื้นฐานมาก่อน ระบบอาจจะเริ่มจากการนำเสนอพื้นฐานความรู้มาก่อน แล้วจึงให้รายละเอียดในภายหลัง ทวีศักดิ์ กาญจนสุวรรณ (2546 : 69-74) ได้กล่าวถึงรูปแบบการนำเสนอแบบปรับตัวไว้ 5 วิธี ดังนี้

4.1.1 คอนดิชันแนลเท็กซ์ (Conditional Text) เป็นวิธีการแสดงกลุ่มข้อความหรือตัวอักษรที่กำหนดเงื่อนไขตามประเภทของผู้ใช้ เช่น การนำเสนอเนื้อหาที่มีรายละเอียดทั้งหมดให้กับผู้ที่มีพื้นฐานความรู้น้อย และนำเสนอเนื้อหาเพียงบางส่วน ให้กับผู้ที่มีพื้นฐานความรู้ดีอยู่แล้ว เป็นต้น ดังตัวอย่างในภาพที่ 2-6



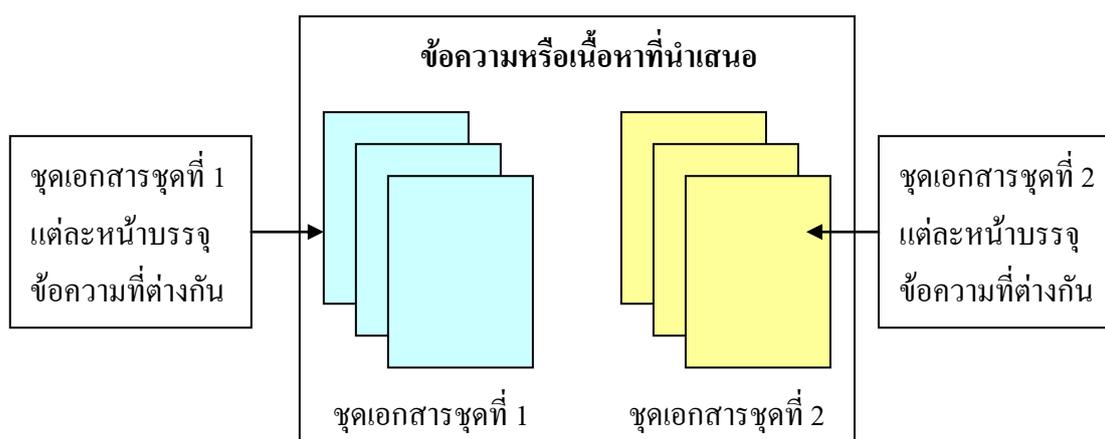
ภาพที่ 2-6 การนำเสนอแบบคอนดิชันแนลเท็กซ์
ปรับปรุงจาก (ทวีศักดิ์ กาญจนสุวรรณ, 2546 : 70)

4.1.2 สเตรทเท็กซ์ (Stretchtext) เป็นวิธีการแสดงกรอบคำอธิบายความหมายของ คำสำคัญ ที่ต้องการขยายความ แทนที่จะต้องแสดงคำอธิบายไปไว้อีกหนึ่งหน้าโดยไม่จำเป็น เพียงคลิกที่ ข้อความที่ได้ทำการเชื่อมโยงไว้ ก็จะปรากฏคำอธิบายภายในกรอบสี่เหลี่ยมขึ้นมา เรียกกัน โดยทั่วไป ว่า เมนูป๊อปอัพ (Menu Popup) ดังตัวอย่างในภาพที่ 2-7



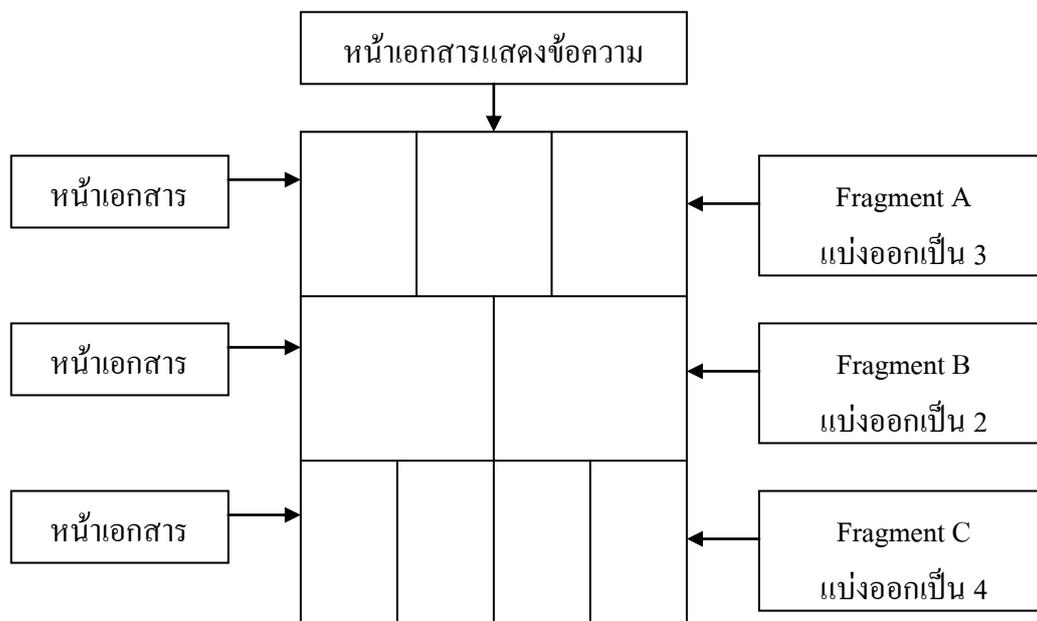
ภาพที่ 2-7 การนำเสนอแบบสเตรทเท็กซ์
ปรับปรุงจาก (ทวิศักดิ์ กาญจนสุวรรณ, 2546 : 71)

4.1.3 เพจวาเรียนท์ (Page Variants) เป็นวิธีการแสดงหน้าเอกสารที่มีจำนวนมากกว่า 2 หน้าขึ้นไป โดยแต่ละหน้าเอกสารจะแสดงข้อมูลที่ไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับระดับของความแตกต่าง หรือรูปแบบของผู้ใช้งาน โดยระบบจะแสดงหน้าเอกสารที่เหมาะสมกับผู้ใช้งานแต่ละกลุ่ม ดังแสดง ตัวอย่างในภาพที่ 2-8



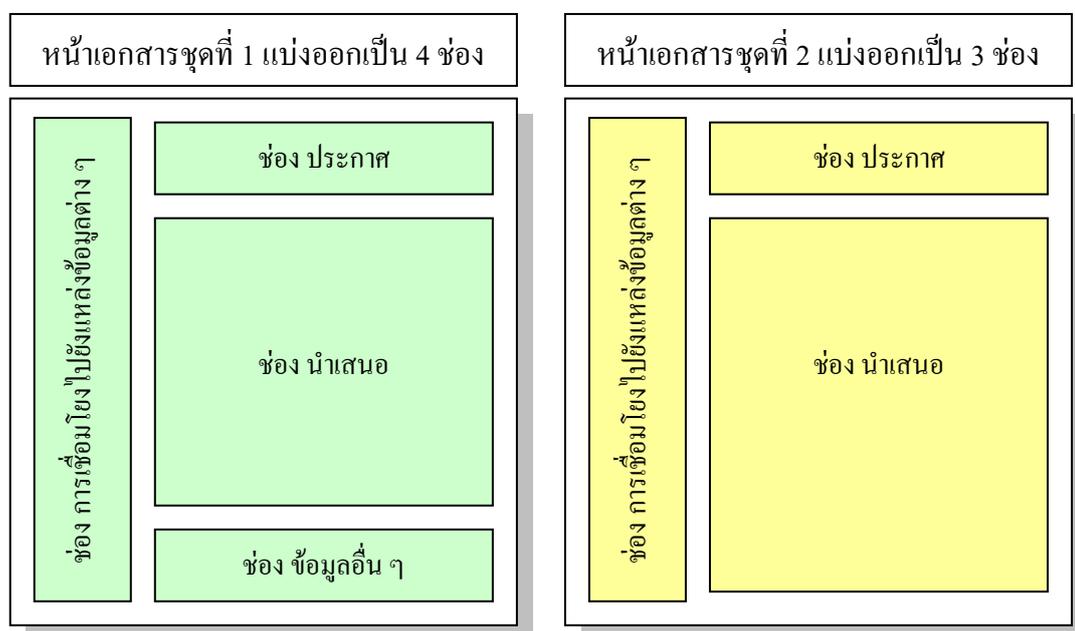
ภาพที่ 2-8 การนำเสนอแบบเพจวาเรียนท์
ปรับปรุงจาก (ทวิศักดิ์ กาญจนสุวรรณ, 2546 : 72)

4.1.4 แฟรกเมนต์ที่วาเรียนท์ (Fragment Variants) เป็นวิธีการแยกส่วนของหน้าเอกสาร ซึ่งทุกหน้าจะถูกแยกออกเป็นส่วน ๆ ตามจำนวนที่ต้องการ พร้อมกับบรรจุข้อมูลลงในแต่ละชิ้นส่วน โดยที่ระบบจะแสดงข้อมูลภายในของชิ้นส่วนนั้น ๆ ให้กับผู้ใช้งาน ดังตัวอย่างในภาพที่ 2-9



ภาพที่ 2-9 การนำเสนอแบบแฟรกเมนต์ที่วาเรียนท์
ปรับปรุงจาก (ทวิศักดิ์ กาญจนสุวรรณ, 2546 : 73)

4.1.5 เฟรมเบส (Frame-Based) เป็นวิธีการแบ่งช่อง (เฟรม) ของหน้าเอกสาร โดยกำหนดพื้นที่ที่หน้าเอกสารออกเป็นเฟรม ๆ เพื่อใช้แสดงข้อมูลของเอกสารปลายทางตามที่ได้เชื่อมโยงไว้ ให้มาปรากฏอยู่ภายในช่องตามที่ต้องการ ดังตัวอย่างในภาพที่ 2-10



ภาพที่ 2-10 การนำเสนอแบบเฟรมเบส
ปรับปรุงจาก (ทวิศักดิ์ กาญจนสุวรรณ, 2546 : 74)

4.2 การสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัว (Adaptive Navigation Support) เป็นแนวคิดเพื่อช่วยสนับสนุนการเชื่อมโยงเนื้อหาแต่ละหน้า เพื่อให้ผู้เรียนสามารถติดตามเนื้อหาได้โดยไม่หลงทาง ทวิศักดิ์ กาญจนสุวรรณ (2546 : 74-77) ได้เสนอแนวทางไว้ 5 วิธี ดังนี้

4.2.1 แอนโนเตชัน (Annotations) เป็นวิธีการเชื่อมโยงโดยใช้คำอธิบาย ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปแบบของข้อความหรือสัญลักษณ์ (Icon) ที่แสดงให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ใช้ได้รับทราบข้อมูลก่อนที่จะตัดสินใจเลือกใช้เส้นทางนี้

4.2.2 ออเดอร์ริงหรือลิงก์ซอร์ติง (Ordering or Link Sorting) เป็นวิธีการเชื่อมโยงโดยการเรียงลำดับตัวเชื่อมโยงใหม่ โดยส่วนใหญ่มักจะนำมาใช้งานร่วมกับระบบฐานข้อมูล (Database System) หรือระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent System) เพื่อช่วยในการค้นหาและเชื่อมโยงข้อมูลได้อย่างเหมาะสมและรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นระบบช่วยเหลือ (Help System) หรือเครื่องมือประเภทค้นหา (Search Engine) เป็นต้น

4.2.3 ไดรเร็กไกด์แดนซ์ (Direct Guidance) เป็นวิธีการเชื่อมโยงโดยใช้เครื่องช่วยนำทาง โดยที่ระบบสามารถนำพาผู้ใช้ไปยังปลายทางตามเส้นทางที่ได้สร้างไว้อย่างเป็นขั้นตอน เป็นระบบที่ง่ายที่สุด คือ เมื่อผู้อ่านไปยังหน้าถัดไป ระบบจะเสนอสารสนเทศที่เหมาะสมที่สุดให้กับผู้อ่านและเมื่ออ่านตามลำดับแล้วจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีที่สุด

4.2.4 ไฮดิง (Hiding) เป็นวิธีการเชื่อมโยงโดยการซ่อนข้อมูล เพื่อไม่ให้แสดงข้อมูลทั้งหมด โดยจะแสดงข้อมูลเพียงบางส่วนเท่านั้น หากผู้ใช้ต้องการดูรายละเอียด ก็สามารถคลิกที่ข้อความหรือสัญลักษณ์เพื่อขยายส่วนของข้อมูลที่ซ่อนไว้ให้ปรากฏเห็นได้ เป็นแนวคิดที่จะซ่อนหน้าที่ไม่เกี่ยวข้อง เพื่อป้องกันผู้เรียนจากการเข้าไปอ่านเนื้อหาในส่วนที่ไม่จำเป็นหรือไม่เกี่ยวข้อง

4.2.5 แมพพิง (Mapping) เป็นวิธีการเชื่อมโยงตามรอยแผนที่ โดยระบบจะช่วยนำพาผู้ใช้ไปในส่วนต่าง ๆ ภายในโครงสร้างได้ทั้งหมด ตลอดจนผู้ใช้ได้รับรู้ว่าตนเองอยู่จุดใดระหว่างการใช้งาน

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่าระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว มีข้อดีและมีความสามารถสูง เหมาะสำหรับนำมาพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างผู้เรียนแต่ละคน โดยอาศัยเทคโนโลยีเว็บผสมผสานกับการเขียน โปรแกรมและระบบการจัดการฐานข้อมูล เพื่อพัฒนาเป็นระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บได้ต่อไป

5. กระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์

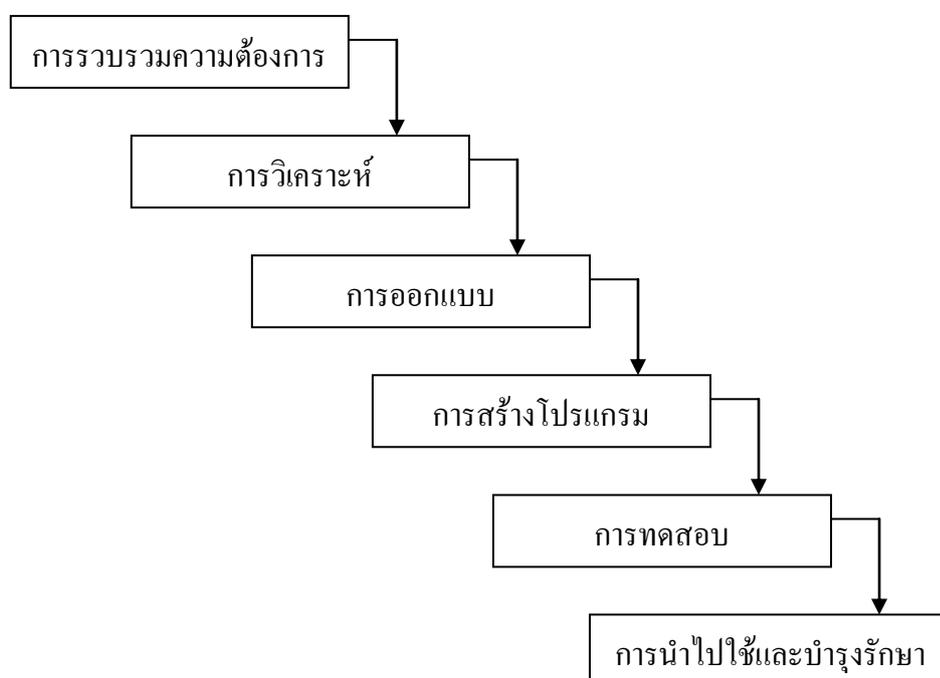
การพัฒนาซอฟต์แวร์ให้มีประสิทธิภาพ ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ควรพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยอาศัยหลักวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

5.1 ตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Process Models)

การพัฒนาซอฟต์แวร์โดยทั่วไปจะอาศัยวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) มาเป็นแบบแผนพื้นฐานในการพัฒนา คือ มีการวางแผน การวิเคราะห์ การออกแบบ การนำไปใช้ และการบำรุงรักษา โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2549 : 73) ได้กล่าวถึงตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์ไว้ว่า ปัจจุบันได้มีการคิดค้นตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ไว้หลายตัวแบบ โดยตัวแบบสมัยใหม่มักผนวกขั้นตอนที่สามารถทำงานในลักษณะ การทวนซ้ำเป็นรอบ (Iteration) การพัฒนาแบบก้าวหน้า (Incremental) และการจัดทำต้นแบบ (Prototyping) ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงลงได้มาก ดังรายละเอียดต่อไปนี้

5.1.1 ตัวแบบการสร้างและปรับแก้ (Built-and-Fix Model) เป็นตัวแบบหนึ่งที่มีใช้มาแต่ดั้งเดิม เป็นตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ว่าด้วยการเขียน โปรแกรมและแก้ไขปรับปรุงโปรแกรมไปเรื่อย ๆ ลองผิดลองถูกไปจนกระทั่งคิดว่าตรงกับความต้องการ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวอาจทำให้เสียเวลาในการพัฒนา และแก้ไขโปรแกรม แต่อย่างไรก็ตามตัวแบบนี้เหมาะสำหรับโปรแกรมขนาดเล็ก ที่ไม่มีความซับซ้อนหรือเมื่อเกิดข้อผิดพลาดแล้ว ไม่ส่งผลกระทบต่อระบบมากนัก หากเป็น โปรแกรมที่มีความซับซ้อนสูงควรหลีกเลี่ยง เนื่องจากซอฟต์แวร์ขนาดใหญ่จำเป็นต้องได้รับการวางแผนและออกแบบอย่างเป็นระบบ (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2549 : 74)

5.1.2 ตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตก (Waterfall Model) หรือบางครั้งถูกเรียกว่า วงจรชีวิตแบบฉบับ (Classic Life Cycle) เป็นระเบียบวิธีการทำงานอย่างเป็นระบบในการพัฒนาซอฟต์แวร์ เริ่มด้วยการกำหนดความต้องการของผู้ใช้ การวางแผน การสร้างแบบจำลอง การสร้างซอฟต์แวร์ และการใช้งาน ตามด้วยการให้การช่วยเหลือในการใช้งาน นอกจากนี้ ตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตก ยังเป็นตัวแบบจำลองกระบวนการสำหรับใช้อ้างอิงได้ดี (โรเจอร์ เอส. เพรสแมน, 2549 : 41-44) ตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตก เป็นตัวแบบที่มีการเผยแพร่และใช้งานเมื่อประมาณปี ค.ศ.1970 ปัจจุบันยังคงเป็นที่นิยมเนื่องจากง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้ ซึ่งมีขั้นตอนดังภาพต่อไปนี้ (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2549 : 74-75)

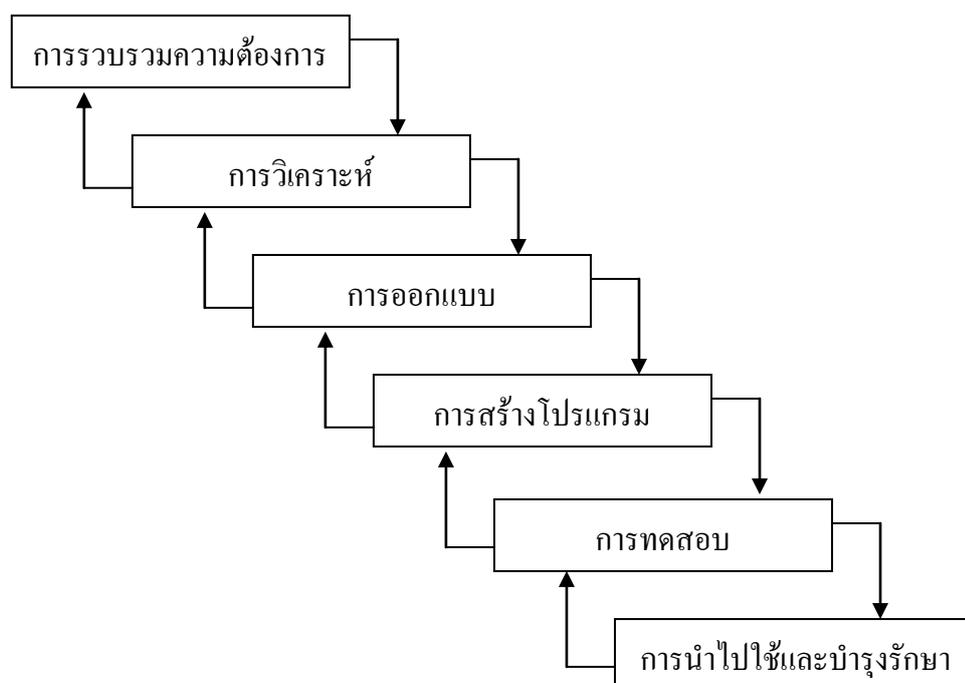


ภาพที่ 2-11 ตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตก (แบบดั้งเดิม)

ปรับปรุงจาก (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2549 : 74)

ตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตกนี้ จะมีความคล้ายคลึงกับวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) โดยจะเห็นได้ว่า การทำงานตามขั้นตอนต่าง ๆ เมื่อมีการเข้าสู่ขั้นตอนใด ๆ แล้ว จะไม่มีการย้อนกลับไปทำขั้นตอนก่อนหน้านั้นได้อีก แต่ในความเป็นจริง ในขั้นตอนก่อนหน้านั้น ควรย้อนกลับไปแก้ไขใหม่ได้ตลอดเวลา จึงได้มีการปรับปรุงตัวแบบนี้ใหม่ โดยผนวกคุณสมบัติแบบทวนซ้ำเป็นรอบ (Iteration) เพื่อกลับไปตรวจสอบและแก้ไขขั้นตอนก่อนหน้าได้ตลอดเวลา

ซึ่งจะทำให้เกิดความแน่ใจว่าระบบในแต่ละส่วนนั้นสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างไม่มีปัญหาใด ๆ ตัวแบบนี้อาจเรียกว่า Adapted Waterfall Model (ณัฐพันธุ์ เขจรนันท์, 2551 : 68) มีขั้นตอนการทำงานดังภาพต่อไปนี้ (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2549 : 75)



ภาพที่ 2-12 ตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตก (แบบเพิ่มคุณสมบัติการทวนซ้ำเป็นรอบ) ปรับปรุงจาก (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2549 : 75)

5.1.3 ตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบการปรับเพิ่ม (Incremental Model) เป็นตัวแบบที่นำหลักการของตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตกมาปรับปรุง เนื่องจากตัวแบบน้ำตกมีข้อด้อยที่กระบวนการทดสอบตอนท้าย ๆ มีโอกาสที่จะย้อนกลับไปเริ่มใหม่อีก ทำให้เสียเวลามาก จึงได้ปรับเป็นตัวแบบการปรับเพิ่มด้วยการเสริมส่วนย่อยในขั้นออกแบบและการเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมเข้าไปในตัวแบบ และปฏิบัติตามซ้ำส่วนย่อยนั้นเพื่อตรวจสอบสร้างความก้าวหน้าในการออกแบบขึ้นไปเรื่อย ๆ (วรชัย เขียวปาดิ, 2550 : 160-161)

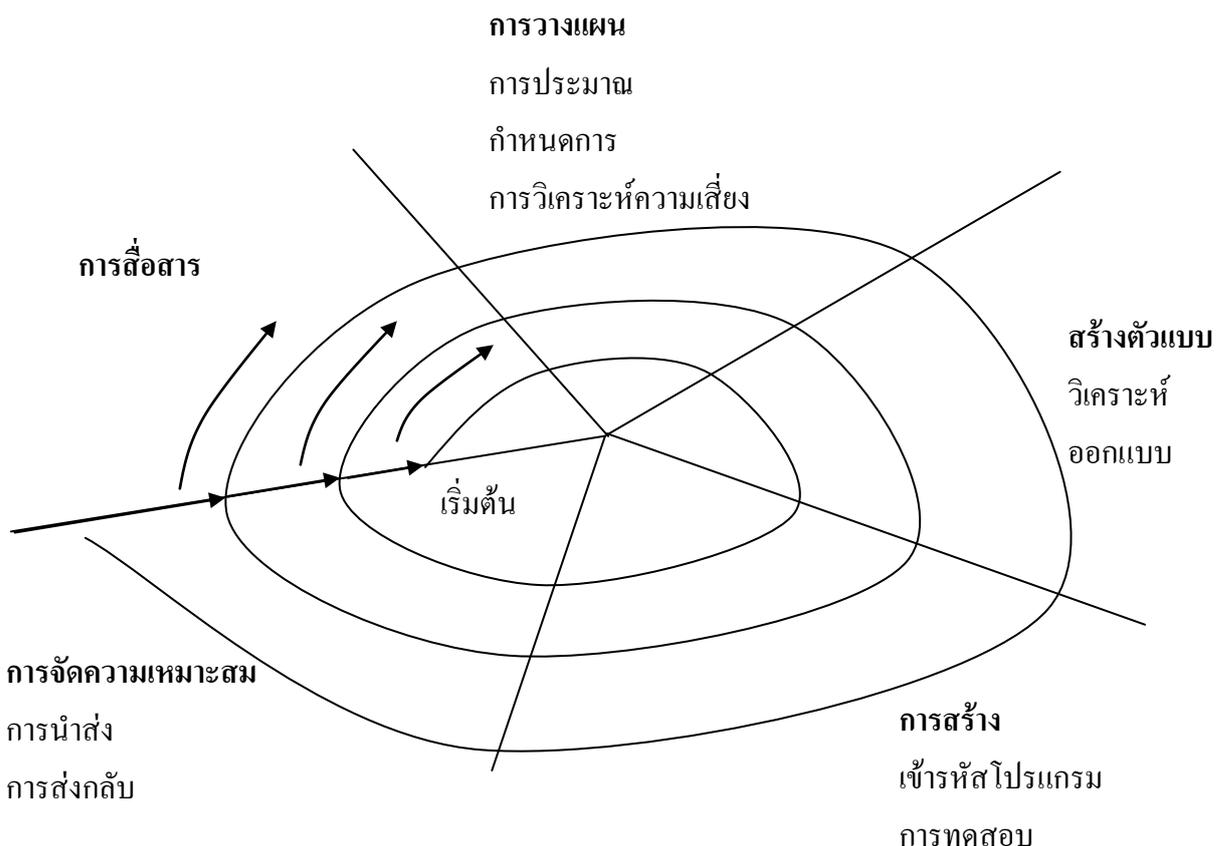
5.1.4 ตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบก้นหอย (Spiral Model) เป็นตัวแบบที่มีลักษณะการทำงานวนรอบแบบก้นหอย โดยวนตามเข็มนาฬิกาจากวงในสู่วงนอก แต่ละวงประกอบด้วยขั้นตอนย่อยดังนี้ (วรชัย เขียวปาดิ, 2550 : 160)

- 1) การวิเคราะห์ความต้องการ (Requirement Analysis)
- 2) การวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis)

3) การออกแบบต้นแบบ (Design Prototype)

4) การพัฒนาและบูรณาการต้นแบบ (Develop and Integrate Prototype)

เมื่อปฏิบัติการรอบวงกลมตามขั้นตอนจนได้ต้นแบบที่สมบูรณ์แล้ว จะปฏิบัติการเช่นเดียวกัน ในรอบวงกลมถัดออกมาและต่อ ๆ ไปจนถึงวงสุดท้าย ดังภาพต่อไปนี้

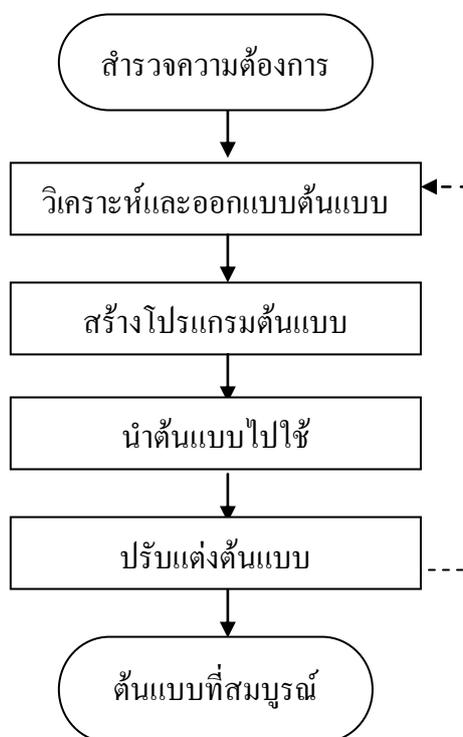


ภาพที่ 2-13 ต้นแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบก้นหอย

ปรับปรุงจาก (Pressman, 2005 : 80)

5.1.5 ต้นแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบการสร้างต้นแบบ (Prototyping Model) เป็นการสร้างต้นแบบอย่างง่าย ๆ เป็นแบบจำลอง เริ่มจากการออกแบบต้นแบบ นำต้นแบบไปใช้ ปรับแต่งต้นแบบ จนได้ต้นแบบที่สมบูรณ์ โดยต้นแบบจะช่วยทดสอบแนวคิดของระบบงาน และเป็นการตรวจสอบการนำเข้า (Input) การแสดงผล (Output) และส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interfaces) การนำต้นแบบไปทดสอบกับผู้ใช้ เพื่อศึกษาความต้องการที่แท้จริง ในขั้นตอนของการนิยามความต้องการ จากนั้นนำผลตอบกลับของผู้ใช้มาปรับปรุงแก้ไขจนได้ต้นแบบที่สมบูรณ์ ก่อนนำไปพัฒนาเป็นระบบ

ที่สมบูรณ์ต่อไป (ณัฐพันธ์ เขจรนันท์, 2551 : 58) สามารถแสดงขั้นตอนการสร้างต้นแบบได้ดังภาพที่ 2-14



ภาพที่ 2-14 ตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบการสร้างต้นแบบ
ปรับปรุงจาก (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2549 : 306)

นอกจากตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่นำเสนอข้างต้นแล้ว ยังมีตัวแบบอื่น ๆ อีกหลายตัวแบบที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อความเหมาะสมกับงานแต่ละงาน เช่น ตัวแบบการประเมินกระบวนการ (Assessment of Process Models) ตัวแบบการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์แบบรวดเร็ว (RAD) ตัวแบบการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์แบบร่วมกัน (JAD) หรือตัวแบบกระบวนการอไจล (Agile Process Models) เป็นต้น

5.2 ขั้นตอนการพัฒนาซอฟต์แวร์โดยอาศัยตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบนำตก

ขั้นตอนหรือกระบวนการในการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบนำตก (แบบเพิ่มคุณสมบัติ การทวนซ้ำเป็นรอบ) ประกอบไปด้วยรายละเอียดในขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

5.2.1 การรวบรวมความต้องการ (Requirements) เป็นการศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้ใช้ เทคนิคที่สามารถนำมาใช้ในการรวบรวมความต้องการสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การรวบรวมเอกสาร การสัมภาษณ์และสนทนากับผู้ใช้ การสังเกตการณ์จากกระบวนการทำงาน การใช้แบบสอบถาม หรืออาจเป็นการตกลงร่วมกันระหว่างผู้ใช้กับผู้พัฒนาซอฟต์แวร์

โดยมีหลักในการรวบรวมความต้องการที่ดีดังนี้ (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2549 : 140-141)

- 1) ค้นหาข้อมูลความต้องการกับบุคคลที่เกี่ยวข้องโดยตรง และให้ตรงวัตถุประสงค์มากที่สุด
- 2) ควรระบุความต้องการต่าง ๆ ลงในรูปแบบของเอกสาร และใช้คำอธิบายที่มีความชัดเจน ไม่กำกวม เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงในอนาคต
- 3) ความต้องการที่ดีต้องเป็นข้อตกลงทั้งสองฝ่ายระหว่าง ผู้ใช้งานกับผู้พัฒนาซอฟต์แวร์

5.2.2 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นขั้นตอนของการนำความต้องการมาวิเคราะห์ในประเด็นต่าง ๆ เพื่อนำไปออกแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์ หลักการที่สามารถวิเคราะห์ความต้องการให้มีความชัดเจนขึ้น จำเป็นต้องมีแนวทางเพื่อจัดการกับบุคคลที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ ดังนี้ (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2549 : 131-132)

- 1) Who หมายถึง มีใครเกี่ยวข้องกับระบบหรือซอฟต์แวร์ที่จะพัฒนาขึ้นบ้าง บทบาทของแต่ละคนคืออะไร และใครเป็นบุคคลแท้จริงที่ร้องขอเพื่อให้มีการพัฒนาซอฟต์แวร์
- 2) What หมายถึง อะไรคือสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหา ซอฟต์แวร์ที่ต้องการคืออะไร มีหน้าที่อย่างไรบ้าง
- 3) When หมายถึง ซอฟต์แวร์นี้ จะทดสอบระบบ และติดตั้งเพื่อใช้งานเมื่อไร
- 4) Where หมายถึง สถานที่ใช้งานของซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมคือที่ใด
- 5) Why หมายถึง ทำไมต้องพัฒนาซอฟต์แวร์ เพื่อแก้ปัญหาเรื่องใด
- 6) How หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นทำงานอย่างไร มีข้อจำกัดอย่างไรบ้าง

5.2.3 การออกแบบ (Design) เป็นขั้นตอนการนำข้อมูลจากผลการวิเคราะห์มาออกแบบ เพื่อการพัฒนาซอฟต์แวร์ ในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1) ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ (Architecture Design) เป็นการอธิบายเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทางเทคนิคของซอฟต์แวร์ หรือระบบงานใหม่ โดยสภาพแวดล้อมทางเทคนิคนี้จะประกอบไปด้วยการวางแผนเกี่ยวกับ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ การสื่อสาร และระบบความปลอดภัย เพื่อสนับสนุนงานใหม่ โดยผู้ออกแบบต้องตัดสินใจเกี่ยวกับการเลือกใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ และการประมวลผลของระบบด้วย

2) การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design) โดยการอาศัยแบบจำลองข้อมูล (Data Model) ด้วยการใส่แผนภาพอีอาร์ดี (Entity Relationship Diagram - ERD) และใช้กระบวนการนอร์มัลไลเซชัน (The Normalization Process) เพื่อแบ่งแยกข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน ออกเป็นตารางย่อยต่าง ๆ ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลให้น้อยที่สุด การออกแบบฐานข้อมูลจะเป็นการแปลงแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะ มาเป็นรายละเอียดทางวิธีการปฏิบัติ เพื่อใช้สำหรับ

การจัดเก็บข้อมูลจริง การออกแบบในที่นี้จะประกอบด้วย การกำหนดรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลแต่ละเขตข้อมูล (Attribute) ในรูปแบบของตาราง (Table) นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงเทคโนโลยีการจัดการฐานข้อมูล เช่น เลือกใช้โปรแกรมระบบปฏิบัติการ (Operating System) และ โปรแกรมระบบการจัดการฐานข้อมูล (DBMS) ซึ่งแต่ละเทคโนโลยีจะเป็นไปตามแต่ละสถาปัตยกรรมของระบบ อย่างไรก็ตาม นักวิเคราะห์ระบบจะต้องเลือกแนวทางที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุดในการจัดการเกี่ยวกับการประมวลผลข้อมูลตามแต่ละสถาปัตยกรรมของระบบที่ออกแบบไว้ การออกแบบฐานข้อมูลประกอบไปด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้ (วจิ ชุกติติกุล, 2551)

2.1) เก็บรวบรวมข้อมูลจากสภาพการใช้งานจริง เช่น จากระบบงาน หรือแบบฟอร์มการป้อนข้อมูล เพื่อรวบรวมจำนวนเขตข้อมูล (Field) ที่จำเป็นทั้งหมด

2.2) แยกข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล มาสร้างตารางอย่างน้อย 2 ตาราง ซึ่งในแต่ละตารางต้องมีเขตข้อมูลอย่างน้อย 1 เขตข้อมูล ในตารางแต่ละตารางจะประกอบไปด้วยข้อมูลซึ่งมีความสัมพันธ์กัน จากนั้นกำหนดชื่อตารางให้สื่อความหมายถึงข้อมูลหรือคุณสมบัติของข้อมูลในตาราง

2.3) สร้างความสัมพันธ์ของตารางแต่ละตาราง โดยความสัมพันธ์มี 2 รูปแบบคือ หนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Relationship) และ หนึ่งต่อกลุ่ม (One to Many Relationship)

2.4) กำหนดคีย์หลัก (Primary Key - PK) ของแต่ละตาราง โดยเลือกเขตข้อมูลที่มีความเป็นเอกลักษณ์ มาสร้างเป็นคีย์หลัก

2.5) สร้างคีย์นอก (Foreign Key - FK) เพื่อใช้ในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตารางต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

2.6) ใช้กระบวนการนอร์มัลไลเซชัน เพื่อปรับข้อมูลในตารางให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่น ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลในตารางต่าง ๆ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

3) การออกแบบจอภาพ (Screen Design) โดยใช้แผ่นภาพลำดับเรื่อง (Storyboard) ประกอบไปด้วย การออกแบบการแสดงผลหรือรายงานผล (Output Design) และการออกแบบการนำเข้าข้อมูล (Input Design) โดยการออกแบบการแสดงผล ควรคำนึงถึง ข้อมูลหรือสารสนเทศที่นำเสนอว่าตรงตามความต้องการของผู้ใช้หรือไม่ และจะแสดงผลผ่านอุปกรณ์ใด เช่น อาจเป็นจอภาพ ลำโพง หรือเครื่องพิมพ์ เป็นต้น โดยปกติการออกแบบการแสดงผล ควรดำเนินการก่อนการออกแบบการนำเข้าข้อมูล เนื่องจากรูปแบบของการแสดงผล หรือรายงานต่าง ๆ จะทำให้ทราบถึงข้อมูลที่จำเป็นต้องนำเข้า ส่วนการออกแบบการนำเข้าข้อมูล ต้องคำนึงถึง ข้อมูลที่ถูกต้องเพียงพอต่อความต้องการของระบบ ใช้งานง่าย และต้องคำนึงถึงอุปกรณ์ในการป้อนข้อมูล ซึ่งปัจจุบันมีอุปกรณ์รับข้อมูลมากมายให้เลือกใช้งาน เช่น แป้นพิมพ์ เมาส์ สแกนเนอร์ เครื่องอ่านบาร์โค้ด ไมโครโฟน หรือจอสัมผัส เป็นต้น (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2549 : 260-290)

4) การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface Design) โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2549 : 294) ได้อธิบายถึง การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ไว้ว่า เป็นการออกแบบ ส่วนต่อประสานการใช้งานระหว่างผู้ใช้กับระบบ ซึ่งมุ่งเน้นการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับ คอมพิวเตอร์เป็นสำคัญ โดยคำนึงถึงผู้ใช้ ให้สามารถเรียนรู้ การโต้ตอบเพื่อใช้งานระบบได้โดยง่าย สามารถกระตุ้นความสนใจ หรือสร้างแรงดึงดูดจากผู้ใช้งานได้ และเลือกใช้อุปกรณ์ในการมี ปฏิสัมพันธ์ได้อย่างเหมาะสม ชนิดของการต่อประสานกับผู้ใช้ สามารถจำแนกได้ดังนี้ การต่อ ประสานด้วยภาษาธรรมชาติ การต่อประสานด้วยคำถามและคำตอบ การต่อประสานด้วยรายการ (Menu) การต่อประสานด้วยชุดคำสั่ง (Command-Language Interface) และการต่อประสานกับผู้ใช้ แบบกราฟิก (Graphics User Interface-GUI) โรเจอร์ เอส. เพรสแมน (2549 : 238) ได้กล่าวถึงประเด็น หลักของการออกแบบส่วนต่อประสานว่าประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 3 ประการ คือ ให้ผู้ใช้เป็นผู้ควบคุม การทำงาน ลดภาระการจดจำของผู้ใช้ และสร้างส่วนต่อประสานอย่างคงเส้นคงวา นอกจากนี้ สมชัย ชินะตระกูล (2548 : 1-15) ได้กล่าวถึงหลักการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบกราฟิก โดยอาศัยหลักการออกแบบส่วนต่อประสานกับคอมพิวเตอร์ ดังนี้

- หลักการเกี่ยวกับข้อมูลผู้ใช้ หมายถึง จะต้องทราบว่าผู้ใช้คือใคร มีเป้าหมาย ประสิทธิภาพ หรือความต้องการอย่างไร
- หลักการเกี่ยวกับการอุปมา หมายถึง ต้องคำนึงถึงพฤติกรรมของผู้ใช้ที่มีต่อ ระบบการใช้งานที่คุ้นเคย นำมาออกแบบส่วนต่อประสานให้เป็นสากล
- หลักการเกี่ยวกับความแจ่มชัด หมายถึงการออกแบบให้ผู้ใช้งานเห็น ได้ ชัดเจนว่ามีเครื่องมือ หรือปุ่มคำสั่งต่าง ๆ อย่างไรบ้าง
- หลักเกี่ยวกับความกลมกลืน หมายถึง การออกแบบให้การทำงานของ โปรแกรมมีความคงเส้นคงวา สามารถใช้งานได้ง่าย
- หลักการเกี่ยวกับการเห็นความแตกต่าง หมายถึง การออกแบบโปรแกรมให้ เห็นความแตกต่าง เมื่อ โปรแกรมมีการตอบสนองหรือมีการเปลี่ยนแปลงการทำงาน
- หลักการเกี่ยวกับเส้นทางลัด หมายถึง การสร้างเส้นทางลัดเพื่อความรวดเร็ว ในการใช้งาน โปรแกรมที่ดีควรออกแบบให้มีเส้นทางลัดสำหรับผู้ที่มีความชำนาญ เพื่อลดเวลาใน การใช้งาน
- หลักการเกี่ยวกับจุดเน้น หมายถึง การออกแบบโปรแกรมเพื่อให้เห็น การเคลื่อนไหวหรือการเปลี่ยนแปลงการทำงานของโปรแกรม
- หลักการเกี่ยวกับไวยากรณ์ หมายถึง การแสดงข้อมูลหรือพฤติกรรมของ โปรแกรมควรมีองค์ประกอบตามหลักไวยากรณ์ให้ครบ เช่น ใครทำผิดอะไร และใครต้องแก้ไข อย่างไร เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบ

- หลักการเกี่ยวกับข้อความความช่วยเหลือ หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นควรมีระบบการช่วยเหลือในกรณีที่ผู้ใช้เกิดความสับสนจากการใช้งาน
- หลักการเกี่ยวกับความปลอดภัย หมายถึง การออกแบบระบบการทำงานให้มีความปลอดภัย เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้งาน
- หลักการเกี่ยวกับบริบท หมายถึง การออกแบบการทำงานในครั้งหนึ่ง ให้อยู่ในบริบทเดียวกัน ควรหลีกเลี่ยงการทำงานในคราวเดียวกันโดยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีหลายบริบท อาจสร้างความสับสนให้กับผู้ใช้
- หลักการเกี่ยวกับความสวยงาม หมายถึง การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ให้มีความสวยงาม ดึงดูดความสนใจของผู้ใช้งาน เรียนรู้ได้ง่าย
- หลักการเกี่ยวกับให้ผู้ใช้ได้ทดสอบ หมายถึง การให้ผู้ใช้งาน เป็นผู้ช่วยในการทดสอบการออกแบบ เพื่อปรับปรุงแก้ไข
- หลักการเกี่ยวกับการการถ่อมตนหรือการฟังผู้อื่น หมายถึง การออกแบบส่วนต่อประสานที่ดีต้องนำคำติชมของผู้ใช้งาน มาพัฒนาส่วนต่อประสานให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

5.2.4 การสร้างโปรแกรม (Coding) เป็นขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยความรู้ในด้านการเขียนโปรแกรม เช่น ภาษาซี ภาษาเอชทีเอ็มแอล ภาษาพีเอชพี หรือจาวาสคริปต์ นอกจากนี้ อาจอาศัยเทคโนโลยีระบบการจัดการฐานข้อมูล สำหรับจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน ตามที่ได้ออกแบบไว้

5.2.5 การทดสอบ (Testing) เป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ หรือการทำงานของระบบ ตามหลักวิศวกรรมซอฟต์แวร์และการต่อประสานกับผู้ใช้ ว่าสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามความต้องการหรือไม่ ก่อนที่จะนำไปติดตั้งและใช้งานจริง โดยตรวจสอบคุณลักษณะในด้านความถูกต้อง (Correctness) ความเที่ยง (Reliability) ความสามารถในการใช้งาน (Usability) ความทนทาน (Robustness) ความสามารถในการแก้ไขและบำรุงรักษาได้ (Maintainability) หรือความสามารถในเชิงทัศนวิสัย (Visibility) เป็นต้น วรชัย เยาวปภาณี (2550 : 170-176) ได้กล่าวถึงการตรวจสอบคุณภาพซอฟต์แวร์ ไว้ว่า สามารถแบ่งการตรวจสอบคุณภาพของซอฟต์แวร์ออกเป็น 2 ระยะ คือ การตรวจสอบคุณภาพภายในขั้นพัฒนาซอฟต์แวร์ และการตรวจสอบคุณภาพภายนอก หรือขั้นแจกจ่ายให้ผู้ใช้ได้ใช้งานจริง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การตรวจสอบคุณภาพภายใน เป็นการตรวจสอบในขั้นการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยต้องดำเนินการตรวจสอบคุณภาพตามประเด็นของวิศวกรรมซอฟต์แวร์และระบบต่อประสานกับผู้ใช้ ผู้มีบทบาทในการตรวจสอบคุณภาพในขั้นนี้ ได้แก่

- 1) ตรวจสอบโดยผู้พัฒนาซอฟต์แวร์เอง ซึ่งประเด็นที่ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์

ควรนำไปใช้ในการตรวจสอบคุณภาพด้วยตนเอง ได้แก่ ความถูกต้อง ความเที่ยง สภาพความทนทาน การปฏิบัติการ ความสามารถในการบำรุงรักษา การนำมาใช้ใหม่ การเคลื่อนย้าย และความสามารถในเชิงทัศนวิสัย เป็นต้น

2) ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งอาจใช้วิธีการสัมภาษณ์ หรือใช้แบบสอบถาม ในบางประเด็นของคุณลักษณะต่าง ๆ ตามหลักวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ตรวจสอบ หรือให้ความเห็นจะเป็นใคร ขึ้นอยู่กับประเด็นการตรวจสอบ เช่น อาจเป็นผู้เชี่ยวชาญ ด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์ ด้านเนื้อหาสาระ หรือด้านวิธีการนำเสนอของซอฟต์แวร์ เป็นต้น

3) ตรวจสอบด้วยกลุ่มผู้ใช้ ซึ่งเป็นการตรวจสอบว่าซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งานอย่างแท้จริง โดยการเลือกส่วนหนึ่งของประชากรมาเป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อทดลองใช้งาน และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์ สังเกตการณ์ใช้งาน แบบมีส่วนร่วม หรือตอบแบบสอบถามในประเด็นต่าง ๆ เช่น ความถูกต้อง ความเที่ยง สภาพความทนทาน การปฏิบัติการ การนำไปใช้ ความสามารถในการตรวจสอบ การบำรุงรักษา ความสามารถในการทำความเข้าใจ รวมทั้งความสามารถในการต่อประสานกับผู้ใช้ โดยเฉพาะการยอมรับและความพึงพอใจของผู้ใช้

กระบวนการทดสอบในขั้นการพัฒนาซอฟต์แวร์ จะประกอบด้วย 4 ขั้นตอนพื้นฐาน ดังนี้ (วรชัย เยาวภาณี, 2550 : 175-176)

1) การทดสอบหน่วยย่อย (Unit Testing) เป็นการทดสอบหน่วยย่อยทีละหน่วย โดยมุ่งเน้นการตรวจสอบความถูกต้องและข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นภายในหน่วยย่อย ซึ่งผู้เขียนโปรแกรมจะเป็นผู้ทดสอบเอง อาจเป็นการสร้างกรณีทดสอบ (Test case) เช่น ทดสอบการป้อนข้อมูลซ้ำ ๆ ในโปรแกรมหน่วยย่อยต่าง ๆ เพื่อให้แน่ใจว่าการทำงานนั้น ๆ ไม่มีข้อผิดพลาด หากพบข้อผิดพลาดให้แก้ไขปรับปรุง

2) การทดสอบการเชื่อมต่อหน่วยย่อย (Integration Testing) เป็นการทดสอบโดยนำโปรแกรมย่อยต่าง ๆ มาประกอบรวมกันเป็นระบบ และระบบนั้นจะต้องทำงานอย่างถูกต้อง ไม่มีข้อผิดพลาด การเชื่อมโยงหรือการส่งผ่านข้อมูลไปยังโปรแกรมย่อยต่าง ๆ จะต้องทำงานได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน การทดสอบในระดับนี้ มักกระทำโดยทีมงานนักเขียนโปรแกรม หรือนักวิเคราะห์ระบบ สำหรับการทดสอบสามารถดำเนินการได้ด้วยวิธีแบบล่างขึ้นบน (Bottom-up Integration) และวิธีแบบบนลงล่าง (Top-down Integration) แต่ในทางปฏิบัตินิยมใช้ทั้งสองวิธีควบคู่กันไป

3) การทดสอบระบบ (System Testing) เป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบทั้งหมดก่อนนำไปใช้งานจริง ฟลีเกอร์ และแอตลี (Pfleeger and Atlee, 2010 : 482) กล่าวว่า การทดสอบระบบ เป็นการทดสอบฟังก์ชันการทำงาน (Function testing) รวมไปถึง

ทดสอบประสิทธิภาพของระบบ (Performance testing) การทดสอบการยอมรับ (Acceptance testing) และการทดสอบการติดตั้ง (Installation testing) เพื่อหาข้อบกพร่องในการออกแบบภายนอก ซึ่งเน้นการทดสอบเสมือนการใช้งานจริง เช่น อาจมีการทดสอบโดยให้ผู้ใช้งานพร้อมกันหลาย ๆ คน หรือทดลองใช้งานกับข้อมูลขนาดใหญ่ เป็นต้น เพื่อให้ทราบว่าซอฟต์แวร์มีประสิทธิภาพตามที่คาดหวังไว้หรือไม่ ตัวอย่างประเด็นที่ใช้ในการทดสอบ มีดังนี้

- การทำงานของระบบ เป็นการทดสอบเพื่อประเมินด้านการทำงานของระบบ โดยพิจารณาจากเวลาเฉลี่ยในการปฏิบัติงานของระบบ
- การทำงานของระบบงานเดิม เป็นการทดสอบเพื่อประเมินในด้านประสิทธิภาพการทำงานในระบบงานเดิมที่เคยใช้งาน รวมไปถึงด้านอุปกรณ์ และการทำงานของโปรแกรม
- ปฏิสัมพันธ์จากผู้ใช้กับซอฟต์แวร์ เป็นการประเมินในด้านการสื่อสารกับผู้ใช้ในประเด็นต่าง ๆ เช่น ความยากง่าย ความสะดวกในการติดตั้ง ระดับความพึงพอใจ ระดับความน่าสนใจ ความรู้สึกต่อประสิทธิภาพ และความยืดหยุ่นของระบบ
- การนำเสนอ เป็นการทดสอบประสิทธิภาพการนำเสนอทางจอภาพ ได้แก่ ความสวยงามในการออกแบบ ความเหมาะสมของรูปภาพ ความคมชัด ขนาดและสีตัวอักษร การใช้สีแสงและความสว่างของภาพ รวมไปถึงความเร็วในการแสดงผลเมื่อมีการเปลี่ยนหน้าจอ
- คำศัพท์และภาษา เป็นการทดสอบประสิทธิภาพในด้านการสื่อสารด้วยข้อความ ตัวอักษรและเสียง ได้แก่ ความเหมาะสมของการใช้ภาษาบนปุ่มคำสั่งต่าง ๆ ความชัดเจนของตัวอักษร ความยากง่ายในการอ่าน เสียงประกอบชัดเจนถูกต้อง ระดับและรูปแบบของเสียงดนตรีประกอบในการนำเสนอ
- สมรรถนะของระบบ เป็นการทดสอบเพื่อประเมินในด้านความเหมาะสมเกี่ยวกับความเร็วของระบบ การรบกวนของเสียง ความยากง่ายในการแก้ไขข้อผิดพลาดหรือการข้ามขั้นตอนการปฏิบัติ ในกรณีที่ใช้เคยมีประสบการณ์มาก่อนแล้ว
- การแนะนำการใช้งานแบบออนไลน์ เป็นการทดสอบเกี่ยวกับการให้คำแนะนำหรือการช่วยเหลือแบบออนไลน์ ความยากง่าย ความชัดเจน จำนวนคำแนะนำ และความยากง่ายในการเรียนรู้

4) การทดลองใช้งาน ซึ่งเป็นขั้นตอนการนำซอฟต์แวร์ที่ผ่านการทดสอบทั้ง 3 ขั้นตอนมาแล้วข้างต้น ไปให้ผู้ใช้ปลายทางจำนวนหนึ่ง ทดลองใช้งานในสถานการณ์จริง โดยให้ความสนใจไปในประเด็นของผลลัพธ์เป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่ ผู้ใช้งานจะเป็นผู้ยืนยันถึงความสมบูรณ์ของระบบ ว่าระบบสามารถรองรับการทำงานได้ตรงตามความต้องการ ถูกต้องครบถ้วน เป็นที่น่าพึงพอใจหรือไม่ เพื่อหาข้อบกพร่องและแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ต่อไป

การตรวจสอบคุณภาพภายนอก เป็นการตรวจสอบคุณภาพในขั้นแจกจ่ายให้ผู้ใช้งานได้ใช้งานจริง โดยทั่วไปมักมีประเด็นในการตรวจสอบ 2 ประเด็นหลัก คือ ประสิทธิภาพด้านการสนับสนุนสัมฤทธิ์ผลตามเป้าหมายของการพัฒนาซอฟต์แวร์ และความพึงพอใจหรือการยอมรับของผู้ใช้ในขั้นสุดท้าย โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2549 : 323) ได้กล่าวว่า การทดสอบการยอมรับ (Acceptance Testing) ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ การทดสอบแบบอัลฟา (Alpha Testing) จะเป็นการจำลองสถานการณ์คล้ายกับสถานการณ์จริง และใช้ข้อมูลที่จำลองขึ้น เพื่อทดสอบการประมวลผลของซอฟต์แวร์ โดยมีการทดสอบซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อหาข้อผิดพลาด และการทดสอบแบบเบต้า (Beta Testing) เป็นการทดสอบโดยการให้ผู้ใช้งานจริงเป็นผู้ทดสอบ และใช้ข้อมูลจริงในการทดสอบ เพื่อตรวจสอบความพึงพอใจ หรือการยอมรับของผู้ใช้งานจริง โดยการนำซอฟต์แวร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพภายในแล้ว และมีความสมบูรณ์ แจกจ่ายไปยังผู้ใช้งานที่เลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง ได้ทดลองใช้งานจริง แล้วติดตามเก็บรวบรวมข้อมูลโดยอาจใช้เครื่องมือเป็น แบบทดสอบแบบสัมภาษณ์ การสังเกตแบบมีส่วนร่วมในการใช้งานจริง หรือแบบสอบถาม เป็นต้น การเลือกใช้เครื่องมือ อาจเลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือผสมผสานเครื่องมือหลายรูปแบบเข้าด้วยกันก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง สมบูรณ์ แล้วนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของซอฟต์แวร์ต่อไป

5.2.6 การนำไปใช้และบำรุงรักษา (Deployment and Maintenance) เป็นขั้นตอนการนำซอฟต์แวร์ ซึ่งผ่านการทดสอบตามหลักวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ไปติดตั้งเพื่อใช้งานจริงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพด้านต่าง ๆ เช่น การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น และหาความพึงพอใจหรือการยอมรับของผู้ใช้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ประสิทธิภาพด้านการบรรลุผลสัมฤทธิ์ หมายถึง ซอฟต์แวร์นั้นจะต้องช่วยให้ผู้ใช้สามารถบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามความต้องการ ในระดับที่พึงพอใจได้ เช่น ซอฟต์แวร์เพื่อการเรียนรู้ต้องช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องนั้นอยู่ในระดับสูงเป็นที่น่าพึงพอใจ (วรชัย เยาวปानी, 2550 : 173-174) การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถทำได้โดยใช้หลักการทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2) ประสิทธิภาพด้านการยอมรับของผู้ใช้ หมายถึง ซอฟต์แวร์นั้นสามารถอำนวยความสะดวกในการใช้งาน ใช้เวลาเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว สามารถติดตั้งและปฏิบัติการได้โดยง่าย มีปฏิริยาโต้ตอบต่อระบบได้อย่างรวดเร็ว ไม่ติดขัด มีคุณภาพในเชิงทัศนวิสัย และมีความพึงพอใจหรือมีเจตคติที่ดีต่อการใช้งานซอฟต์แวร์นั้น โดย ชไนเดอร์แมน (Shneiderman) ได้เสนอแนะว่า การกำหนดเกณฑ์การยอมรับของผู้ใช้ จะต้องอาศัยหลักการต่อประสานกับผู้ใช้ในประเด็นต่าง ๆ เช่น เวลาในการเรียนรู้ ความเร็วในการปฏิบัติการ อัตราความผิดพลาดของผู้ใช้

การจดจำ และความพึงพอใจของผู้ใช้ (วรชัย เยาวภาณี, 2550 : 174) นอกจากนั้น จารึก ชุกติติกุล (2547 : 6-7) ได้กล่าวถึง การทดสอบการยอมรับของผู้ใช้ไว้ว่า มี 2 รูปแบบ คือ การทดสอบแบบแอลฟา (Alpha Testing) เป็นการทดสอบที่อาศัยการจำลองข้อมูลขึ้น และการทดสอบแบบเบต้า (Beta Testing) เป็นการทดสอบโดยใช้ข้อมูลและสถานการณ์จริง

จากแนวทางการพัฒนาซอฟต์แวร์ ตามหลักวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยเลือกใช้ตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตกผสมผสานกับตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบการสร้างต้นแบบ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบปรับตัว บนเทคโนโลยีเว็บ ให้มีประสิทธิภาพ ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ต่อไป

6. การสร้างและการตรวจสอบประสิทธิภาพของแบบทดสอบ

กระบวนการวัดผลและประเมินผล เป็นสิ่งที่สำคัญในการตรวจสอบความก้าวหน้าทางการเรียน ซึ่ง สมนึก ภัททิยธนี (2546 : 1) ได้ให้ความหมายของการวัดผล (Measurement) ไว้ว่า หมายถึง กระบวนการหาปริมาณหรือจำนวนของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่งมาวัดผล เช่น แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรมหรือแบบทดสอบการปฏิบัติงาน นอกจากนั้น สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (2542) ได้กล่าวว่า กิจกรรมที่เกิดควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน คือ การประเมินผล ซึ่งประกอบไปด้วยการประเมินย่อย (Formative Evaluation) และการประเมินผลรวม (Summative Evaluation) หรืออาจมีเฉพาะการประเมินผลรวมเพียงอย่างเดียวก็ได้ ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบโดยทั่วไปประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (วรชัย เยาวภาณี, 2550 : 176-183)

6.1 การวิเคราะห์เนื้อหาสาระแห่งการเรียนรู้

เป็นการแยกแยะองค์ประกอบที่เป็นโครงสร้างหลักของเนื้อหาสาระให้เป็นอย่างดีประกอบย่อยที่แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาสาระแห่งการเรียนรู้กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ด้วยการจัดตารางวิเคราะห์หลักสูตร ซึ่งบลูม (Bloom) และคณะ ได้แบ่งพฤติกรรมที่จะวัดออกเป็น 3 ลักษณะ คือ วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย วัดพฤติกรรมด้านจิตพิสัย และการวัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

6.1.1 ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ได้แก่ การวัดเกี่ยวกับความรู้ ความคิด เป็นการวัดด้านสมอง เยาวดี วิบูลย์ศรี (2548 : 205-213) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบตามลำดับขั้นของการเรียนรู้ไว้ว่า สิ่งแรกที่ต้องพิจารณา คือ วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนซึ่งมีความสำคัญต่อการวัดผลประเมินผลเป็นอย่างยิ่ง การกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบนั้น ควรพิจารณาถึงปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ เนื้อหาวิชาที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียน

การสอนและระดับสติปัญญาของผู้เรียน โดยพิจารณาตามแนวคิดของบลูมและคณะ ที่ได้กล่าวไว้ว่า สมรรถภาพทางสมองของมนุษย์นั้น สามารถที่จะจัดลำดับขั้นของการเรียนรู้จากสิ่งที่ย้ายไปหายาก ได้ 6 ระดับ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ความรู้ความจำ เป็นการวัดความสามารถของผู้เรียนในการระลึกถึงเรื่องราวหรือสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว เช่น คำศัพท์ นิยาม ข้อเท็จจริง หรือกลวิธีในการแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 2 ความเข้าใจ เป็นการวัดระดับความเข้าใจของผู้เรียน โดยคำถามสำหรับแบบทดสอบที่ใช้วัด ควรเป็นคำถามที่ได้นำเรื่องราวซึ่งเคยเรียนรู้มาแล้ว มาใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ตามเงื่อนไขที่กำหนดขึ้น ระดับความเข้าใจแบ่งย่อยออกได้ 3 ระดับ คือ การแปลความ การตีความ และการขยายความ

ขั้นที่ 3 การนำไปใช้ เป็นการวัดระดับการนำไปใช้ มีลักษณะคล้ายกับการวัดในระดับความเข้าใจตรงที่ต้องการให้ผู้เรียนนำเรื่องราวซึ่งเคยเรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ ๆ ต่างกันตรงที่ ไม่ว่าจะเป็นคำถามหรือเนื้อหาที่ใช้ถามนั้น ควรจะช่วยตัดสินใจได้ว่า ความรู้หรือเรื่องราวที่เรียนมาแล้วนั้น จะใช้อะไรมาแก้ปัญหาได้ คำถามในระดับนี้มีจุดหมายที่จะตรวจสอบว่า ผู้เรียนสามารถเลือกเอาความรู้ที่เหมาะสมที่สุดมาแก้ปัญหาใหม่ ๆ ได้อย่างถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ เป็นการให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถในการวิเคราะห์โดยวิธีต่อไปนี้ ซึ่งให้เห็นความคลาดเคลื่อนเชิงเหตุผลในเรื่องราวต่าง ๆ เช่น ความขัดแย้ง ความคลาดเคลื่อนในการอนุมานหรือความคลาดเคลื่อนจากการตีความ ซึ่งให้เห็นความสัมพันธ์หรือจำแนกประเภทของเรื่องราวต่าง ๆ อาจเป็นข้อเท็จจริง ข้อสันนิษฐาน ข้อสมมติฐาน หรือแนวคิดในเรื่องราวนั้น ๆ โดยปกติแล้ว มักจะเป็นการฝึกการใช้กระบวนการทางตรรกวิทยา

ขั้นที่ 5 การสังเคราะห์ เป็นการวัดที่ต้องการให้ผู้เรียนสามารถนำเอาหน่วยความรู้ย่อย ๆ มาผสมผสานหรือมาจัดระเบียบใหม่ เพื่อให้เกิดเป็นโครงสร้างขึ้นใหม่ที่แปลกกว่าเดิม มีความชัดเจนและมีคุณภาพดีกว่าเดิม ผู้เรียนที่จะมีความรู้ในระดับนี้ จะต้องมีความสามารถในการมองเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวางหลายแง่มุม รู้จักพลิกเพลงปรับปรุงของเดิม ให้แปลกใหม่ ทั้งนี้จะต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ที่แสดงว่ามีความสามารถในการสังเคราะห์ เช่น ความสามารถในการเสนอแผนงานใหม่ ๆ เป็นต้น

ขั้นที่ 6 การประเมินผล เป็นการวัดที่ต้องการให้ผู้เรียนตัดสินใจคุณค่าของแนวความคิด ผลผลิตหรือวิธีการต่าง ๆ ได้ตรงตามจุดมุ่งหมายใดจุดมุ่งหมายหนึ่ง โดยเฉพาะ พร้อมทั้งสามารถแสดงเหตุผลที่ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับการตัดสินใจนั้น ๆ เกณฑ์หรือมาตรฐานที่ใช้ในการตัดสินใจ คือ อาจจะตัดสินใจตามหลักฐานภายใน ซึ่งหมายถึงการตัดสินใจตามหลักฐานที่สอดคล้องกันในเชิงเหตุและผล หรืออาจตัดสินใจตามหลักฐานภายนอก ซึ่งหมายถึงการตัดสินใจตามถูกต้องของสิ่งของวัตถุและนโยบายต่าง ๆ

6.1.2 ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) ได้แก่ การวัดเกี่ยวกับอารมณ์ ความรู้สึก นึกคิด ค่านิยม เจตคติ เป็นการวัดด้านจิตใจ แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ การรับรู้ การตอบสนอง การเกิด ค่านิยม การจัดระบบคุณค่า และการสร้างลักษณะนิสัย (วรชัย เขาวาณี, 2550 : 180)

6.1.3 ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) ได้แก่ การวัดเกี่ยวกับการใช้กล้ามเนื้อ และประสาทสัมผัสส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ซึ่งเป็นการวัดด้านการปฏิบัติ มี 5 ระดับ คือ การเลียนแบบ การลงมือทำตามแบบ การกระทำที่มีความถูกต้องเที่ยงตรง การกระทำที่มีความต่อเนื่องและ ประสานกัน และการกระทำจนเคยชินซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของตนและเป็นไปตามธรรมชาติ (วรชัย เขาวาณี, 2550 : 179-180)

6.2 การวิเคราะห์หลักสูตร

เป็นการวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เพื่อให้ การสร้างแบบทดสอบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

6.2.1 วิเคราะห์เนื้อหาวิชา เป็นการแยกแยะเนื้อหาทั้งหมดเป็นหัวข้อย่อย ๆ แล้ว จัดลำดับเนื้อหาก่อนหลัง ตามความยากง่าย หรือตามหลักการนำเสนอที่ได้ออกแบบไว้

6.2.2 กำหนดพฤติกรรมที่เป็นจุดหมายปลายทางที่ต้องการให้บังเกิดขึ้นในแต่ละ หัวข้อย่อยของเนื้อหา หรือที่เรียกว่าการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นการกำหนดเป้าหมาย ของการเรียนรู้ การสร้างแบบทดสอบที่ดีต้องยึดตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้ และ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ดีควรบ่งบอกถึงพฤติกรรมของผู้เรียนหลังจากเกิดการเรียนรู้ได้ จารีก ชูจิตติกุล (2551 : 26-44) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนและการวัดผลประเมินผล ตามหลักการของแมเจอร์ (Mager) ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนดังนี้

1) ข้อความที่กำหนดสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่จำเป็นในการวัดผลการกระทำ หมายถึง ปัญหา เครื่องมือ วิธีการหรือเงื่อนไขต่าง ๆ ที่กำหนดให้ผู้เรียนใช้เพื่อการทดสอบ

2) ข้อความที่แสดงพฤติกรรมของผู้เรียนหลังจากเกิดการเรียนรู้

3) ข้อความที่ระบุระดับหรือเกณฑ์ที่จะยอมรับว่าการกระทำนั้นเป็นที่พอใจ และผู้เรียนทุกคนควรจะกระทำได้

ตารางที่ 2-1 ตัวอย่างการเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตามรูปแบบของแมเกอร์

สถานการณ์	การกระทำ	เกณฑ์
1. กำหนดองค์ประกอบของการสื่อสารข้อมูลให้ 4 ข้อ	ผู้เรียนสามารถบอกถึงองค์ประกอบของการสื่อสาร	ได้อย่างถูกต้อง
2. กำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ให้ 4 รูปแบบ	ผู้เรียนสามารถระบุถึงรูปแบบการเชื่อมต่อที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	ได้อย่างถูกต้อง
3. เมื่อกำหนดอุปกรณ์และรูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่ายมาให้ 4 คู่	ผู้เรียนสามารถจับคู่อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบเครือข่าย	ได้อย่างถูกต้อง

6.2.3 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยแนวตั้งเป็นพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ส่วนแนวนอนเป็นเนื้อหาที่รวมกลุ่มไว้เป็นหน่วยการเรียนรู้หรือหัวข้อ

6.2.4 กำหนดน้ำหนักของเนื้อหาและพฤติกรรมแต่ละช่อง โดยปกติจะกำหนดให้คะแนนเต็มช่องละ 10 คะแนน การกำหนดน้ำหนักคะแนนอาจมีเกณฑ์พิจารณา ดังนี้

9-10 คะแนน	หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นสำคัญมาก
7-8 คะแนน	หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นสำคัญค่อนข้างมาก
4-6 คะแนน	หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นสำคัญปานกลาง
2-3 คะแนน	หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นสำคัญน้อย
0-1 คะแนน	หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นสำคัญน้อยมาก

6.2.5 กำหนดจำนวนข้อสอบทั้งหมดของแบบทดสอบ โดยเทียบสัดส่วนกับน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมต่าง ๆ

6.3 การกำหนดรูปแบบและการสร้างข้อคำถาม

เป็นการนำข้อมูลจากการวิเคราะห์หลักสูตร มากำหนดรูปแบบและสร้างข้อคำถามต่าง ๆ ปัจจุบันการสร้างแบบทดสอบมีหลากหลายรูปแบบให้พบเห็น เช่น แบบเติมคำ แบบเขียนตอบ เป็นประโยค แบบแสดงวิธีทำ แบบจับคู่ แบบถูกผิด หรือแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก รูปแบบที่นิยมใช้โดยทั่วไปมักเป็นแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก ซึ่ง เขาวดี วิบูลย์ศรี (2548 : 217) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบแบบเลือกตอบไว้ว่า แบบทดสอบประเภทนี้ ผู้ตอบไม่ต้องเขียนคำตอบเอง เพียงแต่ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องจากตัวเลือกที่เสนอไว้ คำตอบควรมีให้เลือกตั้งแต่ 2 ตัวเลือกขึ้นไป และคำตอบที่ถูกต้องที่สุดหรือดีที่สุดควรมีเพียงข้อเดียว ส่วนคำตอบอื่น ๆ ควรเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้องหรือไม่

สมบูรณ์ ซึ่งถือว่าเป็นตัววาง แบบทดสอบประเภทนี้ แบ่งออกได้ 3 ลักษณะ คือ แบบทดสอบประเภท ถูก-ผิด แบบทดสอบประเภทจับคู่ และแบบทดสอบประเภทเลือกตอบหลายตัวเลือก

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2539 : 93-109) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบแบบเลือกตอบไว้ว่า ความต้องการของนักวัดผลทางการศึกษา ก็คือทำอย่างไรจึงสร้างเครื่องมือที่มีคุณภาพ และมีความเป็นปรนัย ใช้วัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้แบบทดสอบ ความเรียง แบบเติมคำ แบบจับคู่และแบบถูกผิด วัดได้ดีตามจุดประสงค์เพียงบางประการ มีข้อดี ข้อเสียของมันเองแต่ละชนิด ยากที่จะวัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์ที่เราต้องการทั้งหมด นักวัดผล จึงคิดเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้วิธีหนึ่ง เรียกว่า ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) ลักษณะของข้อสอบเลือกตอบประกอบด้วยส่วนที่สำคัญที่สุด 2 ส่วน คือ ส่วนข้อคำถาม (Stem) และส่วนตัวเลือก (Alternative หรือ Choice) ตัวเลือกยังแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ตัวเลือกที่เป็นตัวถูก (Key) กับตัวเลือกที่เป็นตัวลวง (Foils หรือ Distracters) วิธีเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบเป็นการเขียนที่ยากกว่าข้อสอบแบบใด ๆ ทั้งหมด ผู้เขียนข้อสอบต้องมีความรู้ ความชำนาญในวิชานั้นอย่างลึกซึ้ง และต้องมีความรู้ในด้านการเขียนข้อสอบดังนี้

1) ด้านตัวคำถาม ซึ่งเป็นตัวเร้าแรกที่ทำให้เกิดการตอบสนอง ถ้าตัวคำถามขาดคุณภาพแล้ว ผลการตอบสนองจะไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ที่ต้องการ การเขียนข้อคำถามจึงควรระมัดระวังในเรื่องต่าง ๆ เช่น ควรบอกให้แน่ชัดว่าเป็นคำถามหรือเติมคำ ข้อคำถามไม่ควรเขียนเป็นคำหรือประโยคลอย ๆ ควรใช้คำถามให้สมบูรณ์แบบทุกครั้ง ถามให้ตรงจุดและชัดเจน คำถามควรกะทัดรัดไม่ใช่คำฟุ่มเฟือยและเร้าให้ผู้ตอบได้ใช้ความคิด นอกจากนั้น คำถามควรใช้ให้เหมาะสมกับระดับผู้สอบ ไม่ควรใช้คำปฏิเสธหรือปฏิเสธซ้อนกัน ข้อคำถามหนึ่งควรถามเรื่องเดียว และข้อคำถามไม่ควรถามสิ่งที่ผู้เรียนท่องจำจนคล่องปาก

2) ด้านตัวเลือก ซึ่งเป็นสิ่งที่จะจำแนกผู้ทดสอบว่ามีความรู้ความสามารถเพียงใด การเขียนตัวเลือกที่ดียอมทำให้แบบทดสอบมีประสิทธิภาพ การเขียนตัวเลือกที่ดีควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ เช่น ตัวเลือกควรมีคำตอบถูกเพียงตัวเดียว ไม่ควรแนะนำคำตอบ มีความกะทัดรัดไม่ควรเพิ่มคำที่ไม่จำเป็น ตัวเลือกควรเป็นอิสระจากกันและมีลักษณะเป็นเอกพันธ์ หมายถึง ความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน เช่น ตัวเลือกที่เป็นต้นไม้ก็ควรเป็นต้นไม้วัยกัน ตัวเลือกที่ถูกไม่ควรยาวเกินไป ความยาวของตัวเลือกควรเป็นระบบ หมายถึง ควรจัดระเบียบความยาวของตัวเลือกให้เป็นระเบียบไม่ปะปนกัน เพื่อความสะดวกของผู้สอบในการเลือกคำตอบ ควรเรียงตัวเลือกตามปริมาณหรือลำดับของตัวเลข นอกจากนั้นตัวลวงต้องมีทางเป็นไปได้ ตัวเลือกที่ดีไม่ควรมีประเภท “ถูกหมดทุกข้อ” “ไม่มีข้อใดถูก” หรือ “ถูกทั้ง ก และ ข” ถ้าไม่มีความจำเป็นจริง ๆ และการกำหนดจำนวนตัวเลือกที่มากจะทำให้โอกาสการเดาน้อยลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับวัยของกลุ่มผู้ทำแบบทดสอบ

3) ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ เช่น สามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหา ครอบคลุมพฤติกรรม มีความเป็นปรนัยสูง ประหยัดเวลาทำงาน สามารถวิเคราะห์ได้ ควบคุมความยากของแต่ละข้อได้ ตัวเลือกในข้อสอบใช้ประโยชน์ในการสอบเพื่อวินิจฉัยได้ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่ดี มีโอกาสเดาได้น้อย ข้อสอบแบบเลือกตอบมีโอกาสให้ความยุติธรรมสูง และเป็นการส่งเสริมปรัชญาของการตัดสินใจ

4) ข้อเสียของข้อสอบแบบเลือกตอบ ได้แก่ เขียนหรือออกข้อสอบยาก วัดความคิดลึกซึ้งไม่ได้ ไม่ส่งเสริมการเขียน สิ้นเปลืองเรื่องการลงทุน กระดาษ หมึก อุปกรณ์ในการสร้างและเป็นการส่งเสริมการเดา

6.4 การตรวจทานและปรับปรุงแก้ไข

เป็นการตรวจสอบโดยผู้ออกแบบทดสอบเอง เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ เช่น การใช้ภาษาที่กำกวม การพิมพ์คำผิด หรือการเว้นวรรคไม่ถูกต้อง เป็นต้น ก่อนตรวจสอบประสิทธิภาพ ของแบบทดสอบต่อไป

6.5 การตรวจสอบประสิทธิภาพของแบบทดสอบ

เป็นการตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจว่า แบบทดสอบนั้น มีประสิทธิภาพในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนนำไปใช้งานจริง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ (กรมวิชาการ, 2545 : 64-72)

6.5.1 การหาความตรงตามเนื้อหา (Validity) เป็นการหาว่า แบบทดสอบวัดได้ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการหรือไม่ สิ่งแรกที่ต้องทำคือ การวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อออกแบบทดสอบให้ตรงกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้ จากนั้นเขียนข้อสอบเป็นรายข้อเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญหลาย ๆ ท่านพิจารณาความตรงตามเนื้อหาอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งอาจใช้หลักการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6.5.2 การตรวจสอบประสิทธิภาพเป็นรายข้อ โดยทั่วไปนิยมตรวจสอบ โดยพิจารณาจากธรรมชาติความยากง่าย และอำนาจจำแนก ดังนี้

1) การหาค่าความยากง่าย (Difficulty) หมายถึง อัตราส่วนของจำนวนคนตอบ ถูกกับจำนวนคนทั้งหมด การวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายเป็นการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (สมนึก ภัททิยธนี, 2546 : 195)

2) การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นการดูความเหมาะสมของข้อคำถามรายข้อ ว่าสามารถจำแนกกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนได้จริง หรือจำแนกผู้ที่มีคุณลักษณะสูงจากผู้ที่มีคุณลักษณะต่ำได้ สมนึก ภัททิยธนี (2546 : 195-198) ได้ให้ความหมายของอำนาจจำแนกไว้ดังนี้ อำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง ความสามารถของข้อสอบที่สามารถจำแนกคนเก่งและคนไม่เก่งออกจากกัน หรือกล่าวได้ว่าคนเก่งตอบข้อนั้นถูก ส่วนคนอ่อนตอบข้อนั้นไม่ถูก โดยทั่วไปมักแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเก่งหรือกลุ่มสูงและกลุ่มอ่อนหรือกลุ่มต่ำไม่น้อยกว่า 25 เปอร์เซนต์ของผู้เรียน

ทั้งหมด ถ้าแบ่งผู้เรียนในแต่ละกลุ่มโดยใช้จำนวน 25 เปอร์เซนต์ของผู้เรียนทั้งหมด เรียกว่าใช้เทคนิค 25 เปอร์เซนต์ แต่ในความเป็นจริง อาจใช้มากกว่านั้นก็ได้ แต่ต้องอยู่ในช่วง 25-50 เปอร์เซนต์ โดยยึดหลักการดังนี้ ถ้าจำนวนผู้เรียนมีมาก ให้ตัดแต่ละกลุ่มในจำนวนน้อย แต่ไม่ให้น้อยกว่า 25 เปอร์เซนต์ ถ้ามีจำนวนผู้เรียนน้อย ให้ตัดแต่ละกลุ่มในจำนวนมาก แต่ไม่เกิน 50 เปอร์เซนต์ของผู้เรียนทั้งหมด การวิเคราะห์ข้อสอบโดยทั่วไปมักจะนิยมใช้กลุ่มละ 25, 27, 40 หรือ 50 เปอร์เซนต์ การตรวจสอบประสิทธิภาพเป็นรายข้อนั้น หากข้อใดไม่ได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานให้ปรับปรุงแก้ไข หรือตัดทิ้ง ดังนั้นหากต้องการตัดทิ้งควรออกข้อสอบให้มีจำนวนข้อเป็นสองเท่าของข้อสอบที่ต้องการใช้งานจริง หากต้องตัดข้อสอบที่ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานออกไป จะทำให้มีจำนวนข้อสอบเพียงพอกับการใช้งานจริง

6.5.3 การตรวจสอบประสิทธิภาพแบบทดสอบทั้งฉบับ เป็นการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) โดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ซึ่งเครื่องมือจะต้องมีลักษณะที่วัดองค์ประกอบร่วมกัน และคะแนนแต่ละข้อต้องอยู่ในลักษณะที่ทำถูกต้อง 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนนเท่านั้น วิธีนี้มีสูตรที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น 2 สูตร คือ สูตร KR-20 กับ KR-21 ค่าความเชื่อมั่นเข้าใกล้ +1.00 มากเท่าใด แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนั้นมีความเชื่อมั่นสูง เกณฑ์ความเชื่อมั่นที่ยอมรับได้จะมีค่าตั้งแต่ 0.75 ขึ้นไป

6.6 การจัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์

หลังจากที่ได้มีการตรวจสอบประสิทธิภาพแบบทดสอบเสร็จสิ้นเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงนำแบบทดสอบดังกล่าวมาจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ การจัดพิมพ์มีข้อควรคำนึงอยู่หลายประการ เช่น ความชัดเจนของตัวอักษร การจัดเรียงตัวเลือกเพื่อความสะดวกต่อการทำแบบทดสอบ โดยพิจารณาจากการเรียงตัวเลือกตามความยาวของประโยค หรือตัวเลือกที่เป็นตัวเลข ควรเรียงจากมากไปหาน้อย หรือเรียงจากตัวเลขน้อยไปหามาก เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำแบบทดสอบให้กับผู้สอบ การเน้นคำปฏิเสธ เช่น คำว่า “ข้อใดไม่ใช่” ควรเน้นคำว่า “ไม่ใช่” ด้วยการขีดเส้นใต้ หรือทำตัวหนา เป็นต้น

ดังนั้นอาจสรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบที่ดี ควรปฏิบัติตาม 6 ขั้นตอนดังกล่าว เพื่อให้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือในการวิจัยที่มีประสิทธิภาพต่อไป

7. การทดสอบการยอมรับของผู้ใช้

การทดสอบการยอมรับของผู้ใช้ คือ การตรวจสอบความคิดเห็นในขั้นตอนสุดท้ายของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ ซึ่งผู้ใช้จะเป็นผู้ยืนยันถึงความสมบูรณ์ของระบบ ว่าระบบสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน เป็นไปตามวัตถุประสงค์ และเป็นที่น่าพึงพอใจหรือไม่ การทดสอบการยอมรับของผู้ใช้ ประกอบไปด้วยวิธีการที่สำคัญ 2 ขั้นตอน คือ การทดสอบแบบอัลฟา (Alpha Testing) เป็นการสร้างสถานการณ์จำลอง โดยมีสภาพแวดล้อมเสมือนจริง มีการจำลองผู้ใช้งาน จำลองข้อมูลเพื่อป้อนเข้าสู่ระบบเพื่อประมวลผล โดยจะมีการทดสอบซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อค้นหาข้อผิดพลาด ส่วนการทดสอบการยอมรับของผู้ใช้ในขั้นตอนที่ 2 คือ การทดสอบแบบเบต้า (Beta Testing) เป็นการทดสอบการใช้งานจริง โดยใช้ข้อมูลจริง และให้ผู้ใช้งานจริงเป็นผู้ทดสอบ เพื่อเป็นการยืนยันความพึงพอใจของผู้ใช้งานในขั้นตอนสุดท้าย (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2549 : 323)

นอกจากนั้น จาริก ชุกติติกุล (2547 : 6-7) ได้กล่าวถึง การทดสอบการยอมรับของผู้ใช้ไว้ว่า มี 2 รูปแบบ คือ การทดสอบแบบแอลฟา เป็นการทดสอบที่อาศัยการจำลองข้อมูลขึ้น และการทดสอบแบบเบต้า เป็นการทดสอบโดยใช้ข้อมูลและสถานการณ์จริง ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นการทดสอบคุณภาพส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ มีประเด็นการทดสอบเชิงคุณภาพที่นิยมปฏิบัติกัน 5 ประการ คือ

- 1) ความง่ายที่จะเรียนรู้ หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ดี ควรใช้เวลาในการเรียนรู้ หรือทำความเข้าใจน้อยที่สุดได้อย่างรวดเร็วไม่ต้องเสียเวลานาน
- 2) ความเร็วในการทำงาน หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ดี ไม่ควรต้องเสียเวลานานเกินไปเพื่อการรอกคอยที่ไม่จำเป็น และสามารถทำงานตามมาตรฐานที่กำหนดได้
- 3) ความถี่ที่ผู้ใช้จะทำผิดพลาด หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ดี ต้องไม่ทำให้ผู้ใช้งาน ปฏิบัติในสิ่งที่ผิดพลาดในขณะที่ใช้งานซอฟต์แวร์นั้น ๆ
- 4) ความทรงจำของความรู้ หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ดี ต้องไม่สร้างความสับสนให้กับผู้ใช้ ถึงแม้จะหยุดใช้งานไปเป็นเวลานานก็ตาม เมื่อกลับมาใช้งานอีกครั้งก็ยังสามารถใช้งานได้
- 5) ความพึงพอใจของผู้ใช้ หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมาเป็นอย่างดี จะสร้างเจตคติที่ดีต่อการใช้งาน และทำให้ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับสูง

การสร้างแบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้ อาศัยแนวคิดของการสร้างแบบทดสอบความพึงพอใจของผู้ใช้ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความรู้สึกนึกคิดของบุคคลโดยทั่วไป มี 3 วิธี คือ วิธีของเทอร์สโตน (Thurstone) วิธีของลิเคิร์ต (Likert) และ วิธีของออสกู๊ด (Osgood) แต่ที่นิยมใช้ส่วนใหญ่จะเป็นวิธีของลิเคิร์ต ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามดังนี้ (กรมวิชาการ, 2545 : 59-62)

- 1) รวบรวมข้อความที่ต้องการให้แสดงความคิดเห็น
 - 2) กำหนดประเด็นและสร้างคำถามโดยใช้ภาษาที่ชัดเจนไม่กำกวม
 - 3) กำหนดน้ำหนักคะแนนตัวเลือกในแต่ละข้อ เช่น 5-1 , 4-0 หรือ 3-1 เป็นต้น
 - 4) ตรวจสอบข้อความในคำถามให้สอดคล้องกับแนวทางการตอบ เช่น เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย หรือ ชอบ ไม่ชอบ เป็นต้น
 - 5) นำแบบสอบถามที่สร้างไปตรวจสอบความชัดเจน ความเที่ยงตรงของข้อความ โดยอาจอาศัยผู้เชี่ยวชาญช่วยตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไข
 - 6) นำแบบสอบถามไปทดลองใช้เพื่อหาความเชื่อมั่นทั้งฉบับ
 - 7) จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้งานจริง
- การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีของลิเคิร์ต เป็นแบบมาตราประเมินค่า (Rating Scale) ซึ่งกำหนดค่าระดับความเห็นต่าง ๆ เป็น 5 ระดับ ดังนี้ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด โดยกำหนดค่าระดับเชิงบวก (Positive) เป็นตัวเลข 5, 4, 3, 2, 1 ตามลำดับ ในกรณีที่เป็นการวัดเชิงลบ (Negative) อาจกำหนดค่าระดับเป็น 1, 2, 3, 4, 5 ตามลำดับ

8. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรม เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

เบลทาสา และ ไพรา (Baltasar and Pilar, 2002) ได้พัฒนาสื่อการเรียนการสอนโดยอาศัยหลักการของสื่อหลายมิติ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมห้องเรียนเสมือนที่สะดวกต่อการใช้งาน และการนำเสนอเนื้อหาที่สอดคล้องกับผู้เรียนรายบุคคล โดยได้ทดลองใช้รูปแบบนี้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ภาควิชาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยแมดริก โดยระบบมีการออกแบบการนำเสนอเนื้อหาโดยใช้ระบบบริหารการเรียนการสอน (LMS) ประสิทธิภาพของระบบ ประเมินผลจากความง่ายต่อการพัฒนาระบบ ความง่ายต่อการใช้งาน ความง่ายต่อการบำรุงรักษาหรือปรับปรุงระบบ และสามารถใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการทุกประเภท ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจ เนื่องจากเปิดโอกาสให้สามารถเข้าระบบได้โดยไม่จำกัดสถานที่และเวลา รวมทั้งสามารถเลือกรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนเอง โดยระบบจะแบ่งนักศึกษาออกตามระดับความรู้ เช่น ระดับพื้นฐาน กลาง สูง และจะแสดงเส้นทางการเรียนรู้ตามระดับความรู้และจะปรับระดับความรู้หลังจากที่ผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบและผ่านการทดสอบ เมื่อผู้เรียนเข้าในระบบอีกครั้ง ระบบจะมีความสามารถในการจดจำผู้เรียนและพฤติกรรมการเรียนรู้ได้

ระเบียบ นัวะวงส์ (2547) ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอัจฉริยะผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องกำหนดการเชิงเส้นในสถาบันราชภัฏ (WICAI) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ

สร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอัจฉริยะผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ในสถาบันราชภัฏและเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่ม ที่เรียนด้วยการผสมผสานและกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนดังกล่าว และกลุ่มที่เรียนตามปกติ กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มนักศึกษาศาสนาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการคิดและการตัดสินใจ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 โดยการสุ่มแบบเจาะจง จำนวน 3 กลุ่ม และสุ่มอย่างง่าย จากกลุ่มที่ลงทะเบียนเรียนให้ได้กลุ่มย่อยที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ สูง ปานกลาง ต่ำ กลุ่มละ 10 คน จะได้กลุ่มละ 30 คน แล้วสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มทดลอง กลุ่มที่ 1 เรียนด้วยวิธีผสมผสาน กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2 เรียนด้วยบทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและกลุ่ม ควบคุมเรียนตามปกติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม โดยใช้ คะแนนความรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพเท่ากับ 83.64/81.89 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยรวม ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการผสมผสานกับกลุ่มที่เรียนตามปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่เรียนด้วยการผสมผสานสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามปกติ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใน กลุ่มความสามารถระดับต่ำ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการผสมผสาน กลุ่ม ที่เรียนด้วยบทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และกลุ่มที่เรียนตามปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยการผสมผสาน สูงกว่ากลุ่มที่เรียน ตามปกติ กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามปกติ แต่กลุ่มที่เรียน ด้วยการผสมผสานกับกลุ่มที่เรียนด้วย บทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไม่แตกต่างกัน และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ในกลุ่มความสามารถระดับปานกลางและสูง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง กลุ่มที่เรียนด้วยการผสมผสาน กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และกลุ่มที่เรียนตามปกติ ไม่แตกต่างกัน ผลการวิจัยสรุปว่าคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ดังกล่าวได้มาตรฐานที่กำหนดไว้

อัครเดช ศิริพงษ์วัฒนา (2547) วิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายแบบ ปรับเปลี่ยนเนื้อหา โดยใช้เทคนิคเพจวาเรียนท์ โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ มหาสารคาม ได้จากการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนบน เครือข่ายแบบปรับเปลี่ยนเนื้อหา โดยใช้เทคนิคเพจวาเรียนท์ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบทดสอบรวม แบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายแบบปรับเปลี่ยนเนื้อหาโดยใช้เทคนิคเพจวาเรียนท์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.81/86.56 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 85/85 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปว่าบทเรียนดังกล่าวสามารถนำไป ประยุกต์ใช้กับกลุ่มเป้าหมายได้

ธานินทร์ คงศिला (2548 : 69-79) ได้ทำการวิจัย การสอนบนเว็บเรื่อง การสร้างโฮมเพจ ด้วยเอชทีเอ็มแอล ของนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า ประสิทธิภาพของ บทเรียนเรื่องการสร้างโฮมเพจด้วยเอชทีเอ็มแอล เท่ากับ 86.56/86.56 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปรากฏว่าจะแนจจากการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตที่ได้เรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วย บทเรียนดังกล่าวสูงกว่านิสิตที่สอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐาน

พรทิพย์ พรหมโชติ (2548 : 103) ได้ศึกษาวิจัยบทเรียนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา เท่ากับ 90.33 / 84.58 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80 / 80 นอกจากนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ โดยให้ข้อเสนอแนะไว้ดังนี้ ควรใช้ระบบอินเทอร์เน็ตที่มีความเร็วสูง เพื่อให้การเข้าถึงบทเรียนต่าง ๆ เป็นไปอย่างรวดเร็ว ควรใช้รูปภาพและภาพเคลื่อนไหวเพื่อการสื่อความหมายต่าง ๆ และเพิ่มความสนใจให้กับผู้เรียน บทเรียนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ควรให้อิสระในการเรียนกับผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนสามารถเรียนรู้ที่ใดก็ได้ เช่น อาจเรียนที่โรงเรียน ที่บ้าน หรือนอกเวลาเรียนก็สามารถทำได้

เยาวลักษณ์ เวชศิริ (2548 : 59) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อ การทบทวน เรื่องหลักการแก้ปัญหาและการเขียน โปรแกรมพื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3 ปีที่ 1 ของโรงเรียน นวมินทราชูทิศ กรุงเทพมหานคร พบว่า คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.51$) และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ใน ระดับดีมาก ($\bar{X}=4.60$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ประสิทธิภาพของบทเรียนเท่ากับ 81.90/82.53 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 เป็นไปตามสมมติฐาน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ตรงตามสมมติฐาน นอกจากนั้นยังได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า การใช้บทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ควรจัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะอุปกรณ์ สำหรับระบบเครือข่ายควรมีประสิทธิภาพ มิเช่นนั้นอาจเกิดความล่าช้าในการเข้าสู่บทเรียน ส่งผลให้ ความตั้งใจของผู้เรียนลดลงและควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีอิสระในการเรียน ไม่จำกัดเวลาและ ขอบเขตของความรู้ โดยผู้เรียนอาจฝึกปฏิบัติไปพร้อมกับการศึกษาบทเรียน เพื่อตอบสนอง ความแตกต่างระหว่างบุคคล แต่ผู้สอนอาจมีการควบคุมเรื่องการส่งงานที่ได้รับมอบหมาย เพื่อให้ ผู้เรียนได้ศึกษาตามแนวทางที่วางไว้

กาฟลิก (Kavcic, 2006) ได้ศึกษารูปแบบเทคโนโลยีการแทรกการเชื่อมโยง (Link) ในสื่อหลายมิติที่สอดคล้องกับรูปแบบของผู้เรียน โดยใช้เทคนิคการแทรกการเชื่อมโยงลิงค์และมีคำอธิบายประกอบเพื่อประโยชน์ในการนำทาง (Navigator) ให้กับผู้เรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบของการเชื่อมโยงที่ใช้ในบทเรียนผ่านเว็บที่ต่างกัน จะส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนหรือไม่ โดยได้แบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนที่ใช้การแทรกการเชื่อมโยงแบบปรับตัวที่มีคำอธิบายประกอบแบบมีสี และกลุ่มที่เรียนบทเรียนที่ใช้การแทรกการเชื่อมโยงแบบไม่สามารถปรับตัวได้โดยไม่มีสี ผลการทดสอบพบว่า กลุ่มที่ใช้การแทรกการเชื่อมโยงแบบปรับตัวที่มีคำอธิบายประกอบแบบมีสี มีความพึงพอใจและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนที่ใช้การแทรกการเชื่อมโยงแบบไม่สามารถปรับตัวได้โดยไม่มีสี

คริสที และ กาซอโท (Cristea and Garzotto, 2006) ได้ศึกษารูปแบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวที่สอดคล้องกับการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น รูปแบบผู้เรียน รูปแบบการควบคุมผู้เรียน โดยการศึกษาครั้งนี้ เบื้องต้นมุ่งสู่การหาคำจำกัดความและรูปแบบของสื่อหลายมิติแบบปรับตัวเพื่อการศึกษา ผลของการศึกษาทำให้พบโครงสร้างของสื่อหลายมิติที่สอดคล้องกับกระบวนการเรียนการสอนที่ประกอบด้วย การออกแบบข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษา (Educational Information Design) รูปแบบของผู้เรียน (Learner Model -LM) ยุทธศาสตร์การเรียนการสอน (Instructional Strategy – IS) ความมุ่งหมายของการเรียนการสอน (Instructional View - IV) การหาระบบที่เหมาะสม (Detection Mechanism – DM) และการปรับตัวของระบบ (Adaptation Mechanism – AM) ซึ่งจะได้นำโครงสร้างดังกล่าวไปเป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนและสามารถปรับเปลี่ยนตามความต้องการของผู้เรียนได้ต่อไป

เซอร์โจโน (Surjono, 2006) ได้ศึกษาระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวเพื่อการศึกษาที่สอดคล้องกับคุณลักษณะของผู้เรียน (Student Characteristics) แต่ละคน ได้แก่ ระดับความรู้ รูปแบบการเรียนรู้ ประสบการณ์และสิ่งที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน ผลการทดลองพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยสื่อหลายมิติแบบปรับตัวสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยสื่อหลายมิติแบบไม่ปรับตัว และความคงทนทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยสื่อหลายมิติแบบปรับตัวสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยสื่อหลายมิติแบบไม่ปรับตัว

นาจรี ถือศิลป์ (2551) ได้ทำการวิจัยเชิงทดลอง โดยพัฒนาระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวตามรูปแบบการเรียนรู้ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนกับหลังเรียน และศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเพชรพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 40 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ประกอบด้วย บทเรียนออนไลน์วิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี แบบประเมินด้านเนื้อหาและเทคนิควิธีการ ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวตามรูปแบบการเรียนรู้ แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบ แบบสำรวจรูปแบบการเรียนรู้ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน สรุปผลการวิจัยได้ว่า ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวตามรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีความคิดเห็นต่อระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวตามรูปแบบการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่าระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวตามรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้กับการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลการวิจัยดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่า การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนแบบปรับตัวตามสภาพผู้เรียน โดยอาศัยเทคโนโลยีเว็บเป็นฐาน เป็นสิ่งที่ดึงดูดความสนใจ เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างผู้เรียนเป็นรายบุคคล ดังงานวิจัยของเบลทาสาและไพรา (Baltasar and Pilar, 2002) และนาจรี ถือศิลป์ (2551) ได้ทำการวิจัยเชิงทดลอง และพัฒนาสื่อการเรียนการสอนโดยอาศัยหลักการสื่อหลายมิติแบบปรับตัว สามารถเอื้ออำนวยต่อความแตกต่างระหว่างผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ทั้งกลุ่มเก่ง ปานกลาง และกลุ่มความรู้พื้นฐาน ส่งผลให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อรูปแบบดังกล่าว และผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งโครงสร้างของสื่อหลายมิติแบบปรับตัวดังกล่าวนี้ อาจมีโครงสร้างสำคัญตามที่คริสตี และ กาชอทโท (Cristea and Garzotto, 2006) ได้ศึกษารูปแบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวที่สอดคล้องกับการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน และพบว่าโครงสร้างของสื่อหลายมิติที่สอดคล้องกับกระบวนการเรียนการสอนจะประกอบด้วย การออกแบบข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษา รูปแบบของผู้เรียน ยุทธศาสตร์การเรียนการสอน ความมุ่งหมายของการเรียนการสอน การหาระบบที่เหมาะสม และการปรับตัวของระบบ ซึ่งจะได้้นำโครงสร้างดังกล่าวไปเป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนและสามารถปรับเปลี่ยนตามความต้องการของผู้เรียนได้ต่อไป ส่วนรูปแบบการปรับตัวอาจทำได้หลายรูปแบบ เช่น การปรับเปลี่ยนด้านเนื้อหา ดังงานวิจัยของ อัครเดช ศิริพงษ์วัฒนา (2547) ซึ่งวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายแบบปรับเปลี่ยนเนื้อหา โดยใช้เทคนิคเพจเวเรียนท์ ซึ่งเป็นบทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และสามารถปรับเปลี่ยนเนื้อหาตามความต้องการของผู้เรียนส่งผลให้ ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น นอกจากการปรับเปลี่ยนด้านเนื้อหาแล้วยังมีการปรับเปลี่ยนในด้านการนำทาง ที่เรียกว่า การสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัว ดังงานวิจัยของ คาฟลิก (Kavcic, 2006) ได้ศึกษารูปแบบเทคโนโลยีการแทรกการเชื่อมโยง (Link) ในสื่อหลายมิติที่สอดคล้องกับรูปแบบของผู้เรียน ซึ่งการแทรกการเชื่อมโยงที่ดี นั้นควรมีสีที่สวยงาม และมีคำอธิบายเพิ่มเติมจะส่งผลต่อความสนใจในการเรียนรู้มากขึ้น ทั้งการปรับตัวทางด้านเนื้อหาและการนำทาง อาจขึ้นอยู่กับความต้องการ

ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล ดังงานวิจัยของเซอร์โจโน (Surjono, 2006) ได้ศึกษาระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวเพื่อการศึกษาที่สอดคล้องกับคุณลักษณะของผู้เรียนแต่ละคน ได้แก่ ระดับความรู้ รูปแบบการเรียนรู้ ประสบการณ์และสิ่งที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน หากมีการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้หรือคุณลักษณะเฉพาะบุคคล จะส่งผลให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

สื่อการเรียนการสอนดังกล่าว ส่วนใหญ่จะเป็นสื่อการเรียนการสอนที่อาศัยหลักการของสื่อหลายมิติมีการใช้งานผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยเทคโนโลยีเว็บเป็นฐาน เช่นงานวิจัยของ ระเบียบ นีวะวงส์ (2547) ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอัจฉริยะผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องกำหนดการเชิงเส้นในสถาบันราชภัฏ และงานวิจัยของธานีทร คงศิลา (2548 : 69-79) ได้ทำการวิจัย การสอนบนเว็บเรื่อง การสร้างโฮมเพจด้วยเอชทีเอ็มแอล ของนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรทิพย์ พรหมโชติ (2548 : 103) และงานวิจัยของ เขียวลักษณ์ เวชศิริ (2548 : 59) ซึ่งได้ศึกษาวิจัยบทเรียนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น และมีข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งต่อไป คือ อุปกรณ์ที่ใช้งานด้านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตต้องมีประสิทธิภาพสูง เพื่อให้การเข้าถึงบทเรียนเป็นไปอย่างรวดเร็ว อาจส่งผลให้ความสนใจใฝ่รู้ของผู้เรียนลดลงได้ นอกจากนั้นควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีอิสระในการเรียน เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน เพียงแต่กำหนดเป้าหมายไว้ให้ผู้เรียนทุกคนต้องปฏิบัติในขั้นสุดท้าย ซึ่งก็คือการประเมินผลการเรียนรู้ในขั้นสุดท้าย เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู่มากน้อยเพียงใดต่อไป

9. มโนทัศน์ของระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์

จากทฤษฎี วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยได้นำองค์ความรู้ดังกล่าวมาประยุกต์เพื่อการพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยนำเนื้อหาสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 ในเรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มาพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยอาศัยเทคโนโลยีเว็บเป็นฐาน ซึ่งสามารถปรับตัวตามระดับความรู้ และรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง และพัฒนาการเรียนรู้ไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

รูปแบบของระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีลักษณะดังนี้ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ 2 รูปแบบ คือ เรียนแบบไม่ปรับตัว

และเรียนแบบปรับตัว ซึ่งการเรียนแบบไม่ปรับตัวนั้น ผู้เรียนไม่ต้องลงชื่อเข้าสู่ระบบก็สามารถเรียนรู้เนื้อหาของบทเรียนได้ ส่วนรูปแบบการเรียนรู้แบบปรับตัว ผู้เรียนต้องลงชื่อเข้าสู่ระบบ เพื่อแสดงตัวตนให้ระบบทราบ และนำข้อมูลมาเสนอแนะบทเรียนให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนได้ด้วยตนเอง โดยนำตัวแบบการสอนทั่วไปผสมผสานกับตัวแบบการสอนเคลเลอร์แพลน ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล มาเป็นแนวทางในการนำเสนอกิจกรรมการเรียนการสอน โดยก่อนเข้าเรียน ผู้เรียนทุกคนต้องทดสอบก่อนเรียน หลังจากนั้นระบบจะทำการวิเคราะห์คะแนนการทดสอบก่อนเรียน และแยกกลุ่มผู้เรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เก่ง ปานกลาง และพื้นฐาน การนำเสนอเนื้อหาในแต่ละเรื่องจะแตกต่างกันระหว่างผู้เรียนแต่ละกลุ่ม โดยมีการแบ่งเนื้อหาออกเป็น ส่วน ๆ เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคน สามารถพัฒนาการเรียนรู้ตามศักยภาพของตนเอง ในบทเรียนแต่ละหน่วยจะมีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติตามความเหมาะสมของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการเรียนรู้ และกำหนดรูปแบบการนำเสนอสารสนเทศต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถควบคุมการนำเสนอเนื้อหา และเลือกรูปแบบการนำเสนอได้ตามความพึงพอใจ เพื่อให้ผู้เรียนมีความสุขกับกิจกรรมการเรียนการสอน จนทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงสุดในแต่ละหน่วยการเรียน หากผู้เรียนยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ต้องกลับไปทบทวนและทดสอบใหม่จนกว่าจะผ่านเกณฑ์ หลังจากการเรียนรู้จบสิ้นทุกหน่วยการเรียน จะมีการประเมินผลในภาพรวมทั้งหมด เป็นการทดสอบหลังเรียน เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นของผู้เรียนแต่ละคน

การออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ได้ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ โดยใช้เทคโนโลยีเว็บเป็นฐานทำงานผ่านระบบเครือข่ายเฉพาะที่ โดยวิธีการจำลองเครื่องแม่ข่ายขึ้น และนักเรียนสามารถลงชื่อเข้าใช้งานผ่านเครื่องลูกข่าย (Client) การพัฒนาซอฟต์แวร์นั้น อาศัยกระบวนการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยนำตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตก (แบบเพิ่มคุณสมบัติการทวนซ้ำเป็นรอบ) ผสมผสานกับตัวแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบการสร้างต้นแบบ มาเป็นตัวแบบในการพัฒนา เริ่มจากการรวบรวมความต้องการขั้นต้น การวิเคราะห์และการออกแบบเพื่อสร้างต้นแบบ จนถึงการพัฒนาโปรแกรมที่สมบูรณ์จากต้นแบบ การทดสอบ และการนำไปใช้ นอกจากนั้นได้นำเทคโนโลยีการจัดการฐานข้อมูลมาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ สำหรับนำไปใช้ในการปรับตัวอย่างการนำเสนอบทเรียนและการนำทาง มีระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล และมีการออกแบบส่วนต่อประสานให้เหมาะสม เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้และตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำหลักการที่ดี ข้อเสนอแนะของงานวิจัยต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้น เพื่อนำมาออกแบบเป็นระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ โดยอาศัยหลักการของสื่อหลายมิติแบบปรับตัว ซึ่งมีการปรับตัวทั้งเนื้อหาและการนำทาง นอกจากนั้นยังมีการนำเสนอสารสนเทศต่าง ๆ โดยคำนึงถึงความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน ไม่ว่าจะเป็น ระดับความรู้ หรือรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน ออกแบบให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างอิสระโดยมีการกำหนดเป้าหมายในขั้นตอนสุดท้ายไว้เหมือนกัน คือ การประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีความสุขต่อการเรียน โดยผู้วิจัยหวังว่าผู้เรียนจะมีความพึงพอใจยอมรับระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวดังกล่าว และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นต่อไป ซึ่งรายละเอียดของการสร้างเครื่องมือ ตลอดจนกระบวนการวิจัยต่าง ๆ จะได้กล่าวถึงในบทที่ 3 ต่อไป