**บทที่ 2**

**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวงจรมัลติไวเบรเตอร์ วิชาวงจรพัลส์และดิจิตอล หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัย สามารถสรุป ได้ดังนี้

2.1 หลักสูตรวิชาวงจรพัลส์และดิจิตอล รหัสวิชา 2104-2207

2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.3 ระบบบริหารจัดการเรียนการสอน (Learning Management System )

2.4 การออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ

2.5 แบบทดสอบ

2.6 การประเมินผลการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.7 การหาประสิทธิภาพบทเรียน

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**2.1 หลักสูตรวิชาวงจรพัลส์และดิจิตอล รหัสวิชา 2104-2207**

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 วิชาวงจรพัลส์และดิจิตอล (2104–2207) จำนวน 3 หน่วยกิต เรียนสัปดาห์ละ 6 คาบ คาบละ 60 นาทีใช้เวลาในการเรียนทั้งหมด 18 สัปดาห์ รวม 108 คาบ มีรายละเอียดดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา,2545)

2.1.1 จุดประสงค์รายวิชา

เมื่อผู้เรียนเรียนวิชานี้แล้วสามารถ

ก) เพื่อให้มีความเข้าใจพื้นฐานของรูปสัญญาณแบบต่างๆและการแปลงรูปสัญญาณไฟฟ้า

ข) เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับวงจรพัลส์ และการทำงานของระบบวงจรดิจิตอลเบื้องต้น

ค) เพื่อให้มีทักษะในการประกอบวงจรพัลส์สวิตชิ่ง และวงจรดิจิตอลแบบต่างๆ

ง) เพื่อให้มีทักษะในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในวงจรพัลส์และดิจิตอล

ค) เพื่อให้มีกิจนิสัยในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมและปฏิบัติงานด้วยความละเอียด รอบคอบและปลอดภัย

2.1.2 มาตรฐานรายวิชา

ก) เข้าใจหลักการวิเคราะห์วงจรพัลส์และดิจิตอล

ข) วัดและทดสอบวงจรแปลงรูปสัญญาณไฟฟ้า

ค) วัดและทดสอบวงจรทรานซิสเตอร์สวิตซ์ และวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์

ง) วัดและทดสอบวงจรดิจิตอลคอมบิเนชัน

จ) วัดและทดสอบวงจรดิจิตอลซีเควนเชียล

2.1.3 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับ รูปร่างสัญญาณไฟฟ้า ค่าพารามิเตอร์ วงจรแปลงรูปสัญญาณ ดิฟเฟอร์เรนชิเอเตอร์ อินติเกรเตอร์ คลิปเปอร์ แคลมเปอร์ ทรานซิสเตอร์สวิตช์ สมิตต์ทริกเกอร์ มัลติไวเบรเตอร์ ฟลิบฟลอบแบบต่างๆ การกำเนิดสัญญาณ เกตแบบต่างๆ หน่วยความจำ ระบบตัวเลขการลดรูป คณิตศาสตร์ทางลอจิก การเข้ารหัส การถอดรหัส การนับ การแสดงผล ไดอะแกรมต่างๆ ประกอบและทดสอบวงจรต่างๆ ในงานพัลส์และดิจิตอลเช่น MATRIX 3 CHANNEL วงจรแปลงรูปสัญญาณ SQUARE/ RAMP วงจรแคลมเปอร์ ไทม์เมอร์ วงจรนับ วงจรกำเนิดสัญญาณ

2.1.4 หน่วยการสอนวิชาวงจรพัลส์และดิจิตอลจากคำอธิบายรายวิชา ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งหน่วยการสอนดังแสดงในตารางที่ 2-1

**ตารางที่ 2-1** หน่วยการสอน ชื่อวิชา วงจรพัลส์และดิจิตอล (Pulse and Digital Circuits) รหัส 2104-

2207 จำนวน 108 คาบ (ทฤษฎี-ปฏิบัติ)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| หน่วยที่ | ชื่อหน่วยการสอน | จำนวนชั่วโมง |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12 | สัญญาณไฟฟ้าชนิดต่างๆ  วงจรอินติเกรเตอร์และวงจรดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์  วงจรคลิปเปอร์  วงจรแคลมเปอร์  วงจรทรานซิสเตอร์สวิตซ์  วงจรชมิตต์ทริกเกอร์และวงจรกลับสัญญาณ  วงจรมัลติไวเบรเตอร์  อิเล็กทรอนิกส์ลอจิกเกต  ฟลิปฟลอบ  วงจรนับและวงจรเลื่อนข้อมูล  หน่วยความจำ  ระบบตัวเลข | 6  6  6  6  6  6  12  6  6  6  6  6 |

**ตารางที่ 2-1** หน่วยการสอน ชื่อวิชา วงจรพัลส์และดิจิตอล (Pulse and Digital Circuits) รหัส 2104-

2207 จำนวน 108 คาบ (ทฤษฎี-ปฏิบัติ) (ต่อ)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| หน่วยที่ | ชื่อหน่วยการสอน | จำนวนชั่วโมง |
| 13  14 | รหัส  คณิตศาสตร์ลอจิกและวงจรคำนวณ | 6  6 |
| 15 | การเข้ารหัสและการถอดรหัสและการแสดงผล  สอบ | 6  6 |
|  | รวม | 108 |

**2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต**

ในปัจจุบัน การจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ (Web-Based Instruction) ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายอีกทั้งยังได้รับการพัฒนา เพื่อใช้เป็นเครื่องมือที่สนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องทุกที่ ทุกเวลา เราอาจกล่าวได้ว่าเป็นการเรียนการสอนแบบ E-Learning ซึ่งมาจากการรวมกัน ของ Electronic กับ Learning เป็นการนำอุปกรณ์, เทคนิคที่เกี่ยวกับการจัดการข้อมูลบนเว็บ เข้ามาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ๆ เป็นรูปแบบการเรียนที่ตอบสนองการเรียน ในผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม คือ

- กลุ่มผู้เรียนปกติ (Resident Students) คือผู้เรียนที่ต้องเดินทาง มาเรียนจากสถานที่ต่าง ๆ เพื่อมาเรียนร่วมกัน ในเวลาและสถานที่เดียวกัน ซึ่งการออกแบบบทเรียนที่ดีก็จะช่วยเสริมเนื้อหาการสอนให้มีความน่าสนใจ ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เพราะผู้เรียนกลุ่มนี้มีทางเลือกอื่น ๆ ในการใช้สื่อการสอนที่หลากหลาย หากรูปแบบเนื้อหา การนำเสนอไม่น่าสนใจ ผู้เรียนอาจเลือกศึกษาเนื้อหาเดียวกัน โดยการใช้สื่ออื่นๆ ได้

- กลุ่มผู้เรียนทางไกล (Distant Learners) คือผู้เรียนที่สามารถ เรียนจากสถานที่ต่างกันในเวลาที่ต่างกัน (Anywhere, Anytime) ดังนั้นผู้เรียนจะมีอิสระหรือ ความยืดหยุ่นในด้าน สถานที่และเวลา การเข้าถึงเนื้อหาที่ต้องการศึกษามากกว่าผู้เรียนปกติ แต่ในขณะเดียวกัน ผู้เรียนทางไกลมีข้อจำกัดในด้านของทางเลือกที่จำกัดของวิธีการเรียนการสอนหรือโอกาสในการติดต่อสื่อสารกับกลุ่มผู้เรียนด้วยกันหรือกลุ่มผู้สอน ดังนั้นการนำ E-Learning มาใช้จึงมีความสำคัญมากแต่ต้องเน้นรูปแบบสื่อการสอนให้มีความสมบูรณ์มากที่สุด

E-learning เป็นคำที่มีความหมายกว้าง แตกต่างกันตาม ประสบการณ์ของแต่ละบุคคลแต่มีส่วนที่เหมือนกัน คือ การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีการสื่อสารเป็นเครื่องมือสำคัญ

ในการเรียนรู้ มีนักวิชาการหลายกลุ่มได้นิยาม คำจำกัด ความของ E-learning ไว้ต่างๆกัน ดังนี้

Peter J. Stokes: executive vice president of eduventures.com ได้ให้ความหมายไว้ว่า “E-learning is a means of becoming literate involving new mechanisms for communication: computer networks, multimedia, content portals, search engines, electronic libraries, distance learning and Web-enabled classrooms. E-learning is characterized by speed, technological transformation and mediated human interaction.” (<http://www.learnsquare.com>)

Horton (2000: 2) ให้ความหมายไว้ว่า “การนำเอาเทคโนโลยีเว็บมาประยุกต์ใช้เพื่อการเรียนการสอนและการฝึกอบรม”

Khan (1997: 6) ให้ความหมายไว้ว่า “โปรแกรมการเรียนการสอนที่เป็น Hypermedia-Base ที่นำเอาคุณสมบัติและวิธีการของเวิลด์ไวด์เว็บ มาสร้างเป็นระบบการเรียนรู้ ที่มีคุณค่า ทั้งทางด้าน อบรม ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้”

ถนอมพร (2541: 87) ให้ความหมายไว้ว่า “E-learning คือการเรียนเนื้อหา หรือสารสนเทศสำหรับ การสอนหรือการอบรมซึ่ง ใช้การนำเสนอด้วยตัว อักษร ภาพนิ่ง ผสมผสานกับการใช้ภาพเคลื่อนไหว วีดีทัศน์ และเสียง โดยอาศัย เทคโนโลยีของเว็บ ในการถ่ายทอดเนื้อหา รวมทั้งใช้เทคโนโลยีในการบริหารจัดการงานสอนต่างๆ”

สรรรัชต์ (2544: 93) ให้ความหมายไว้ว่า “การใช้โปรแกรมสื่อหลายมิติ ที่อาศัยประโยชน์จากคุณลักษณะและทรัพยากรของอินเตอร์เน็ตและของ เวิลด์ไวด์เว็บ มาออกแบบเป็นเว็บเพื่อการเรียนการสอนสนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เชื่อมโยงเป็นเครือข่ายที่สามารถเรียนได้ทุกทีทุกเวลา โดยมีลักษณะที่ผู้สอน ผู้เรียน มีปฏิสัมพันธ์กันโดยผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงซึ่งกันและกัน”

กล่าวโดยสรุป E-Learning มีความหมายอยู่หลายประการ คือ

1. เป็นการเรียนในลักษณะใดก็ได้ ซึ่งใช้ถ่ายทอดเนื้อหาผ่านทางอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์

2. การเรียนผ่านทางอินเตอร์เน็ต ที่ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง ในเวลาและสถานที่ ใดก็ได้ ซึ่งอาจมี ครู หรือผู้แนะนำ มาช่วยเหลือในบางกรณี

3. เป็นรูปแบบที่เกิดขึ้นเพื่อตอบสนองการเรียนในลักษณะทางไกล คือ เป็น รูปแบบการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเดินทางมาเรียนในสถานที่เดียวกันหรือในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้ผู้ใช้อาจไม่จำเป็นต้องเข้าถึงเนื้อหาตามลำดับที่ตายตัว โดยมีการออกแบบกิจกรรมซึ่ง ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับเนื้อหา รวมทั้งมีแบบฝึกหัดและแบบทดสอบให้ผู้เรียนสามารถ ตรวจสอบทำความเข้าใจได้

จากคำจำกัดความดังกล่าว จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนการสอน ระบบคอมพิวเตอร์เครือข่าย

หรือ E-Learning เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เป็นการศึกษาทางคอมพิวเตอร์ หรือเป็นการเรียนรู้ทางใหม่ต้องอาศัยสื่อที่เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์ ที่สามารถใช้ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งหลาย รวมถึงบรรดาเทคโนโลยีต่าง ๆ เป็นหลัก ซึ่งถ้าปราศจากอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้แล้ว การจัดการเรียนรู้ E-Learning ก็ไม่อาจเกิดขึ้นได้ ดังนั้น E-Learning จึงมีข้อจำกัด อยู่บ้างในการดำเนินการ แต่ในปัจจุบันสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ก็ได้พยายามเตรียมระบบการจัดการ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ไว้ค่อนข้างจะพร้อมเพรียง สำหรับการจัดการเรียนการสอนของครู ช่วยเพิ่ม ความสะดวกสบายในการเรียน การวัดผล และ เพื่อให้สามารถจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเอง ในเวลาและสถานที่ใดก็ได้ ซึ่งอาจมี ครู หรือผู้แนะนำ มาช่วยเหลือในบางกรณี

2.2.1 ความแตกต่างระหว่างบทเรียน Web-Based Instruction และ CD-ROM Based

บทเรียนทั้งสองชนิดนี้มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน คือ เป้าหมายในการพัฒนาการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic media) ในการถ่ายทอดองค์ความรู้และประสบการณ์การเรียนรู้แก่ผู้เรียน ทั้งในและนอกสถานศึกษาเช่นเดียวกันก็ตามแต่ก็ยังมีความแตกต่างของบทเรียนอยู่บ้างในส่วนการใช้งานได้แก่ (มนต์ชัย, 2544: 73) ระบบการติดต่อกับผู้ใช้ (User Interfacing System) ระบบการนำเสนอบทเรียน (Delivery System) ระบบการสืบท่องข้อมูล (Navigation System) ระบบการจัดการบทเรียน (Computer-Managed System)

2.2.2 ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต จะสมบูรณ์ตามรูปแบบได้นั้น ต้องอาศัยส่วนสำคัญต่างๆ 4 ประการ คือ

ก) สื่อสำหรับนำเสนอ (Presentation Media) ได้แก่ ข้อความ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว วีดีทัศน์ และเสียง

ข) การปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ไดแก่ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง และระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน

ค) การจัดการฐานข้อมูล (Database Management)

ง) ส่วนสนับสนุนการเรียนการสอน (Course Support) ได้แก่ อิเล็กทรอนิกส์บอร์ด (Electronic Board) เช่น web board จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E mail) การสนทนาผ่านเครือข่าย (Internet Relay Chat) เช่น ห้องสนทนา (chat room)

ส่วนประกอบสามส่วนแรกเป็นสื่อต่างๆ ที่ใช้ในการนำเสนอ โดยผ่านระบบการจัดการฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการควบคุมและจัดการบทเรียน อันได้แก่ ระบบการลงทะเบียน การตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นของผู้เรียน และการตรวจสอบความก้าวหน้าทางการเรียน เป็นต้น ในขณะที่ส่วนสนับสนุนการเรียนการสอนเป็นส่วนที่ใช้ในการอำนวยความสะดวกต่อกระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถติดต่อกับผู้ดูแลบทเรียน และสนับสนุนการทำกิจกรรมของบทเรียน เช่น การอภิปรายปัญหาร่วมกันผ่านห้องสนทนาอิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งการซักถามปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างผู้เรียนและผู้ดูแลระบบ โดยใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในส่วนนี้ไม่มีในบทเรียนประเภท CAI ทั่วๆ ไป

2.2.3 ประเภทของการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

พาร์สัน (Parson .1997 ) ได้แบ่งประเภทของการเรียนการสอนผ่านเว็บออกเป็น 3 ลักษณะคือ

ก) เว็บรายวิชา (Stand-alone Courses) เว็บรายวิชาเป็นเว็บที่มีการบรรจุเนื้อหา (Content) หรือเอกสารในรายวิชาเพื่อการสอนเพียงอย่างเดียว เป็นเว็บรายวิชาที่มีเครื่องมือและแหล่งที่ที่เข้าไปถึงและเข้าหาได้โดยบนระบบอินเทอร์เน็ต ลักษณะของการเรียนการสอนบนเว็บนี้ มีลักษณะเป็นแบบวิทยาเขต มีนักศึกษาจำนวนมาก ที่เข้ามาใช้งานจริงแต่จะมีลักษณะการสื่อสารส่งข้อมูลระยะไกล และมักจะเป็นการสื่อสารทางเดียว

ข) เว็บสนับสนุนรายวิชา (Web Supported Courses) เป็นเว็บรายวิชาที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมที่มีลักษณะเป็นการสื่อสารสองทางที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน และมีแหล่งทรัพยากรทางการศึกษาให้มาก มีการกำหนดงานให้ทำบนเว็บ การกำหนดให้อ่าน มีการร่วมกันอภิปราย การตอบคำถาม มีการสื่อสารอื่น ๆบนคอมพิวเตอร์ มีกิจกรรมต่าง ๆที่ให้ทำในรายวิชามีการเชื่อมโยงไปยังแหล่งทรัพยากรอื่น ๆ เป็นต้น

ค) เว็บทรัพยากรการศึกษา (Web Pedagogical Resources) เป็นเว็บที่มีรายละเอียดทางการศึกษา เครื่องมือ วัตถุดิบ และรวมรายวิชาต่าง ๆที่มีอยู่ในสถาบันการศึกษาไว้ด้วยกัน และรวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับสถาบันการศึกษาไว้บริการทั้งหมด และเป็นแหล่งสนับสนุนกิจกรรมต่างๆ ทางการศึกษา ทั้งทางด้านวิชาการและไม่ใช่วิชาการ โดยการใช้สื่อที่หลากหลาย รวมถึงการสื่อสารระหว่างบุคคลด้วย

ดังนั้น เว็บรายวิชา (Stand-alone Courses) และเว็บสนับสนุนรายวิชา (Web Supported Courses) เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนบนเว็บหรือเว็บที่สนับสนุนหรือช่วยในการเรียนการสอนในรายวิชา แต่ในขณะที่เว็บทรัพยากรการศึกษา (Web Pedagogical Resources) จะเป็นในรูปของการให้บริการ การจัดการในการบริหาร และช่วยสนับสนุนในกิจกรรมการเรียนในภาพรวมของสถาบันการศึกษา ซึ่งบทเรียนบนเว็บ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนานั้นเป็นรูปแบบบนเว็บสนับสนุนรายวิชา เพราะเนื้อหาและกิจกรรมในบทเรียนจะสนับสนุนรายวิชา วงจรพัลส์และดิจิตอล รหัสวิชา 2104-2207

2.2.4 ข้อดีและข้อเสียของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

2.2.4.1 ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ได้แก่ อัตราการขยายตัวของจำนวนผู้ใช้อินเตอร์เน็ตที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วนับเป็นจุดเด่นที่ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตแพร่ขยายได้อย่างไร้ขอบเขต ผู้ที่เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับระบบอินเตอร์เน็ตไม่ว่าจะอยู่ในสถานที่ใดก็สามารถเข้าถึงบทเรียนประเภทนี้ได้โดยไม่มีขีดจำกัดไม่ว่าจะเป็นวินโดวส์ แมคอินทอช หรือยูนิกส์ ก็สามารถใช้บทเรียนเหล่านี้ได้ ข้อดีที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ เนื้อหาบทเรียนสามารถทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เพียงแค่ปรับปรุงข้อมูลบนเว็บเซิร์ฟเวอร์ให้ทันสมัยเท่านั้น นอกจากนี้ยังสะดวกสบายไม่จำเป็นต้องพกพาแผ่นซีดีรอมบทเรียนติดตัวไป เพียงแต่ผู้เรียนจดจำชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเท่านั้นก็สามารถเรียนรู้ได้จากทุกที่ทั่วโลกที่มีการติดตั้งระบบอินเตอร์เน็ต ทำให้ลดปัญหาที่เกิดขึ้นในการเรียนระบบปกติได้ โดยลักษณะที่เป็นข้อได้เปรียบของระบบมีอยู่ 2 ประเด็นสำคัญ คือ

- การเรียนทาง E-Learning ไม่ต้องมีสถานที่ให้ผู้เรียนและผู้สอนมาพบปะกัน ทำให้เกิดผลดีคือ

ก) ประหยัด เวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เนื่องจากผู้เรียนและผู้สอนไม่ต้องเดินทางเพื่อมาอยู่ในที่เดียวกัน

ข) ผู้เรียนและผู้สอนสามารถเลือกสถานที่เรียนและทำงานได้ด้วยตัวเอง

ค) มีความเป็นตัวเองสูง ความเขินอายลดน้อยลง ส่งผลทำให้ผู้เรียนกล้าออกความคิดเห็น และซักถามเพิ่มมากขึ้นด้วย

ง) สามารถรองรับจำนวนผู้เรียนในระบบได้ ไม่จำกัด เนื่องจากเป็นการเรียนผ่านทางระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จึงไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับสถานที่

- สื่อการสอนและเนื้อหาบทเรียนถูกเก็บไว้ในระบบ ทำให้มีข้อดี คือ

จ) มีความสะดวกสบาย ผู้เรียนสามารถเข้ามาเรียนไหร่ก็ได้ จึงไม่จำเป็นต้องงดเว้นภารกิจอื่น

ฉ) เนื้อหาการเรียนเป็นมาตรฐานเดียวกัน

2.2.4.2 ข้อเสียของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต คือ ความเร็วในการนำเสนอและการปฏิสัมพันธ์ซึ่งเป็นเหตุมาจากข้อจำกัดของการสื่อสารโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการนำเสนอภาพเคลื่อนไหว ภาพวีดีทัศน์และเสียง อาจทำให้เกิดการกระตุกและขาดความต่อเนื่องได้บ้าง แต่อย่างไรก็ดีเทคโนโลยีระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตในปัจจุบันได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็วจึงทำให้ความสามารถในการสื่อสารเป็นไปอย่างมีคุณภาพมากขึ้น ปัญหาดังกล่าวจึงอาจไม่ส่งผลกระทบกับบทเรียนมากนัก

2.2.5 หลักเกณฑ์การพิจารณาเลือกใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่กำหนดไว้ในคู่มือ Multimedia and Internet Training Awards ประกอบด้วยข้อกำหนด 10 ข้อดังนี้

2.2.5.1 เนื้อหาเป็นการพิจารณาทั้งปริมาณและคุณภาพของเนื้อหาบทเรียนว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ เนื่องจากเนื้อหาที่เหมาะสมจะต้องเป็นองค์ความรู้ไม่ใช่ข้อมูล

2.2.5.2 การออกแบบบทเรียนที่ดีจะต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์และออกแบบเนื้อหาเพื่อพัฒนาเป็นระบบการเรียนการสอนไม่ใช่หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่นำเสนอผ่านจอคอมพิวเตอร์

2.2.5.3 การปฏิสัมพันธ์ บทเรียน WBI จะต้องนำเสนอโดยยึดหลักการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน องค์ความรู้ที่เกิดขึ้นควรจะเกิดจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับบทเรียน เช่น การถามคำถาม การร่วมกิจกรรมเป็นต้น ไม่ได้เป็นการนำเสนอในลักษณะของการสื่อสารแบบทางเดียว (One-way Communication)

2.2.5.4 การสืบท่องข้อมูล ควรจะประกอบด้วย เนื้อหาทั้งส่วนหลักและส่วนย่อยและเชื่อมต่อไปยังส่วนที่สัมพันธ์กัน

2.2.5.5 ส่วนของการนำเข้าสู่บทเรียนควรเป็นการพิจารณาด้านการใช้คำถาม เกมส์ แบบทดสอบ หรือกิจกรรมต่างๆ เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียนก่อนที่จะเริ่มศึกษาเนื้อหา

2.2.5.6 การใช้สื่อเป็นการพิจารณาความหลากหลายและความสมบูรณ์ของสื่อที่ใช้ในการนำเสนอบทเรียนว่าเหมาะสมหรือไม่เพียงใด เช่น การใช้ภาพเคลื่อนไหว การใช้เสียง หรือการใช้ภาพกราฟิก เป็นต้น

2.2.5.7 การประเมินผล บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่ดี ควรจะต้องมีส่วนของคำถาม แบบฝึกหัด แบบทดสอบ เพื่อประเมินผลทางการเรียนของผู้เรียน อีกทั้งยังต้องพิจารณาระบบสนับสนุนการประเมิน เช่น การตรวจวัด การรวบรวมคะแนน และการรายงานผลการเรียน เป็นต้น

2.2.5.8 ความสวยงาม เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาด้านความสวยงามขั้นต้น ทั่วๆ ไป เกี่ยวกับตัวอักษร การใช้สี กราฟิก รวมทั้งรูปแบบการนำเสนอและการติดต่อกับผู้ใช้

2.2.5.9 การเก็บบันทึก ได้แก่ การเก็บบันทึกประวัติผู้เรียน การบันทึกผลการเรียนและระบบฐานข้อมูลต่างๆ ที่สนับสนุนกระบวนการเรียนรู้

2.2.5.10 เสียง ถ้าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตสนับสนุนมัลติมิเดียด้วยก็ควรจะพิจารณาด้านเสียงเกี่ยวกับลักษณะของเสียงที่ใช้ ปริมาณการใช้และความเหมาะสม

2.2.6 องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการออกแบบพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ (ถนอมพร, 2541 : 30-40)

ก) เนื้อหา (Content)

เนื้อหา เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญที่สุด สำหรับบทเรียน E-Learning คุณภาพของการเรียนการสอน ของบทเรียน E-Learning และการที่ผู้เรียนจะบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนในลักษณะนี้หรือไม่ อย่างไร สิ่งสำคัญที่สุดก็คือเนื้อหาการเรียนซึ่งผู้สอนได้จัดหาให้แก่ผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนมี หน้าที่ในการใช้เวลาส่วนใหญ่ศึกษาเนื้อหาด้วยตนเอง เพื่อทำการปรับเปลี่ยน (Convert) เนื้อหา สารสนเทศที่ผู้สอนเตรียมไว้ให้เกิดเป็นความรู้โดยผ่านการคิดค้น วิเคราะห์อย่างมีหลักการและ เหตุผลด้วยตัวของผู้เรียนเอง

ข) ระบบบริหารจัดการรายวิชา (Course Management System)

องค์ประกอบที่สำคัญมากเช่นกันสำหรับ E-Learning ระบบจัดบริหารการรายวิชา ซึ่งเป็นเสมือนระบบที่รวบรวมเครื่องมือซึ่งออกแบบไว้เพื่อให้ ความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการจัดการกับการเรียนการสอนออนไลน์นั่นเอง ซึ่งผู้ใช้ในที่นี้อาจแบ่งได้ เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้สอน (instructors) ผู้เรียน (students) และผู้บริหารระบบเครือข่าย (Network administrator) เครื่องมือที่ระบบบริหารจัดการรายวิชาต้องจัดหาไว้ให้กับผู้ใช้ ได้แก่ พื้นที่และเครื่องมือสำหรับการช่วยผู้เรียนในการเตรียมเนื้อหาบทเรียน พื้นที่และเครื่องมือสำหรับ การทำแบบทดสอบ การจัดการกับแฟ้มข้อมูลต่าง ๆ นอกจากนี้ระบบบริหาร จัดการรายวิชาที่สมบูรณ์จะจัดหาเครื่องมือในการติดต่อสื่อสารไว้สำหรับผู้ใช้ระบบไม่ว่าจะเป็น ในลักษณะของไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) เว็บบอร์ด (Web Board) หรือ แช็ท (chat)

ค) โหมดการติดต่อสื่อสาร (Modes of Communication)

การจัดให้ผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้สอน วิทยากร ผู้เชี่ยวชาญอื่น ๆ รวมทั้งผู้เรียนด้วยกันในลักษณะที่หลากหลาย และสะดวกต่อผู้ใช้ คือ มีเครื่องมือที่จัดหาให้ไว้ผู้เรียนใช้ได้มากกว่า 1 รูปแบบรวมทั้งเครื่องมือนั้นจะต้องมีสะดวกใช้ (user-friendly) ด้วย ซึ่งเครื่องมือที่ E-Learning ควรจัดหาให้ผู้เรียน ได้แก่ การประชุม ทางคอมพิวเตอร์ ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

ง) แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

การจัดให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการโต้ตอบกับเนื้อหาในรูปแบบของ การทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบความรู้

ทั้ง 4 องค์ประกอบถือว่าเป็นองค์ประกอบที่มีความจำเป็นและขาดไม่ได้ในการออกแบบและพัฒนา E-Learning ดังนั้น ผู้สนใจในการนำ E-Learning ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ก็สามารถที่จะใช้เกณฑ์องค์ประกอบต่างๆ เหล่านี้เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบและพัฒนา E-Learning ให้สมบูรณ์ หรืออาจนำไปใช้ ประเมินระบบ E-Learning ที่มีการใช้งานอยู่และปรับปรุงให้มีความครบถ้วนสมบูรณ์

2.2.7 การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน E-Learning

สำหรับ E-Learning สามารถถ่ายทอดเนื้อหาได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

ก) ระดับเน้นข้อความออนไลน์ (Text Online) หมายถึง เนื้อหาของ E-Learning ในระดับนี้จะอยู่ในรูปของข้อความเป็นหลัก E-Learning ในลักษณะนี้จะเหมือนกับการสอนบนเว็บที่เน้นเนื้อหาข้อความ ตัวอักษรเป็นหลัก ซึ่งมีข้อดีก็คือ การประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการผลิตเนื้อหาและการบริหารจัดการรายวิชา โดยผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาสามารถผลิตได้ด้วยตนเอง

ข) ระดับรายวิชาออนไลน์เชิงโต้ตอบและประหยัด (Low Cost Interactive Online Course) หมายถึง เนื้อหาของ E-Learning ในระดับนี้จะอยู่ในรูปของตัวอักษร ภาพ เสียง และวีดีทัศน์ ที่ผลิตขึ้นมาอย่างง่าย ๆ ประกอบการเรียนการสอน E-Learning ในระดับหนึ่งและสองนี้ ควรจะต้องมีการพัฒนาที่ดี เพื่อช่วยผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาในการสร้างและปรับเนื้อหาให้ทันสมัยได้อย่างสะดวกด้วยตนเอง

ค) ระดับรายวิชาออนไลน์คุณภาพสูง (High Quality Online Course)หมายถึง เนื้อหาของ E-Learning ในระดับนี้จะอยู่ในรูปของมัลติมีเดียที่มีลักษณะมืออาชีพ กล่าวคือ การผลิตต้องใช้ทีมงานในการผลิตที่ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญเนื้อหา (content experts) ผู้เชี่ยวชาญการออกแบบการสอน (Instructional designers) และผู้เชี่ยวชาญการผลิตมัลติมีเดีย (Multimedia experts) ซึ่งหมายรวมถึง โปรแกรมเมอร์ (Programmer) นักออกแบบคอมพิวเตอร์กราฟิก (Computer Graphic designers) และ/หรือ ผู้เชี่ยวชาญในการผลิตแอนิชั่น (Animation experts) E-Learning ในลักษณะนี้จะต้องมีการใช้เครื่องมือหรือโปรแกรมเฉพาะเพิ่มเติมสำหรับทั้งในการผลิตและเรียกดูเนื้อหาด้วย ตัวอย่างโปรแกรมในการผลิต เช่น Macromedia Flash โปรแกรม Flash Player เป็นต้น

2.2.8 ลักษณะสำคัญของ E-Learning

E-Learning นับเป็นคำใหม่พอสมควร ที่มีความหมายถึงการอบรมด้วยระบบเครือข่าย หรือผ่านระบบเครือข่าย ไม่ว่าจะเป็นเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือเครือข่ายอินทราเน็ตในองค์กร ดังนั้น E-Learning จึงได้ผนวกเข้ากับโลกแห่งการศึกษา และวงจรธุรกิจอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ปัจจุบันนี้บริษัทหลายบริษัทพัฒนาระบบ E-Learning เพื่ออบรมพนักงานขายของบริษัท ให้ทราบและรู้จักผลิตภัณฑ์ใหม่ พร้อมเทคนิคการขาย มหาวิทยาลัยชั้นนำต่างๆ เช่น Stanford หรือ Harvard ก็นำระบบ E-Learning มาให้บริการนิสิต นักศึกษาจากทั่วโลก เพื่อสมัครเรียนในหลักสูตรต่างๆ ที่เปิดให้บริการ ดังนั้น E-Learning ที่ดีควรจะประกอบไปด้วยลักษณะสำคัญดังนี้

Anywhere, Anytime and Anybody: คือ ผู้เรียนจะเป็นใครก็ได้ มาจากที่ใดก็ได้ และเรียนเวลาใดก็ได้ตามความต้องการของผู้เรียน เพราะหน่วยงานได้เปิดเว็บไซต์ให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง รวมทั้งบริการจัดทำเป็นชุด CD เพื่อใช้ในลักษณะ Offline ให้กับโรงเรียนหรือสถานศึกษาที่สนใจ แต่ยังไม่พร้อมในระบบอินเทอร์เน็ต

Multimedia: สื่อที่นำเสนอในเว็บ ประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง ตลอดจนวีดีทัศน์ อันจะช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

Non-Linear: ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาที่นำเสนอได้ตามความต้องการ

Interactive: ด้วยความสามารถของเอกสารเว็บที่มีจุดเชื่อม (Links) ย่อมทำให้เนื้อหามีลักษณะโต้ตอบกับผู้ใช้โดยอัตโนมัติอยู่แล้ว และผู้เรียนยังเพิ่มส่วนติดต่อกับวิทยากรผ่านระบบเมล์ ICQ, MSN, SKYPE และกระดานสนทนา ทำให้ผู้เรียนกับวิทยากรสามารถติดต่อกันได้อย่างรวดเร็ว

2.2.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง E-Learning กับการเรียนการสอน

การเรียนการสอนโดยผ่านคอมพิวเตอร์ระบบเครือข่าย เป็นการผสมผสานกัน ระหว่างเทคโนโลยีปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อเพิ่ม ประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ ลักษณะการเรียนผู้เรียนจะเรียนผ่านจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งต่อกับ เครือข่ายอินเตอร์เน็ต ซึ่งระบบการเรียนการสอนลักษณะนี้ผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ คือ

ก) ความสามารถในการจัดสรรเวลา จากลักษณะของบทเรียน ผู้สอนจะแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอน ๆ เริ่มจากเนื้อหาอย่างง่ายๆ และเริ่มให้เนื้อหาที่ยากขึ้นตามลำดับเหมาะสมตามวุฒิภาวะทางการรับรู้ของผู้เรียน (Graduate approximation)

ข) ความสามารถในการศึกษาด้วยตนเอง (Self-Learning) ผู้เรียน สามารถฝึกฝนตนเองในการเข้าเรียนเนื้อหาในบทเรียนโดยทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบ ตามความต้องการ และสามารถทบทวนบทเรียนที่ยังไม่เข้าใจได้ด้วยตนเอง รวมทั้งสามารถมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ได้ และจากการที่ผู้เรียนทำแบบทดสอบต่างๆ ยังทำให้ตนเองสามารถประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้ และยังเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความตั้งใจในการเรียนมากขึ้นอีกด้วย

ค) ความสามารถในการประเมินตนเอง ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบ ก่อนและหลังเรียน เพื่อประเมินความสามารถและทักษะของตนเองและเลือกระดับของเนื้อหาและ กิจกรรมที่ต้องศึกษาเพิ่มเติมให้เหมาะสมกับตนเองได้

2.2.10 การได้รับแรงเสริมที่ดี (Positive reinforcement) การเรียนแบบ E-Learning สามารถให้แรงเสริมแก่ผู้เรียนด้วยการแสดงข้อความ หรือการให้รางวัลในรูปแบบต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่ดีกับครูผู้สอนและทำให้เกิดความอยากเรียนและตอบสนองในการเรียนด้วยตนเองมากขึ้น

2.2.11 เครื่องมือสำหรับผนวกห้องเรียนเข้ากับ E-Learning ในการจัดการเรียนการสอนโดยผ่านคอมพิวเตอร์ระบบเครือข่ายนั้นต้องมี คุณสมบัติหลายประการ เพื่อให้รูปแบบการเรียน การสอนมีประสิทธิภาพและตอบสนองแก่ผู้เรียนและผู้สอนได้สูงสุด ดังนั้น E-Learning ควรมี คุณสมบัติ ดังนี้

ก) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันและกัน โดยมีลักษณะการโต้ตอบ ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน ผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้เรียน

ข) การใช้สื่อผสม ผู้สอนควรมีการนำเสนอเนื้อหาให้ผู้เรียนมีความสนใจ มีความต้องการที่จะเรียนโดยใช้เทคนิคการนำเสนอที่เร้าใจ น่าสนใจ ชัดเจนเข้าใจง่าย และไม่น่าเบื่อ สามารถที่จะเข้ามาเรียนรู้ได้ตามสะดวก

ค) มีความอิสระ โดยที่ผู้เรียนมีความอิสระทั้งเวลาในการเรียนและ สถานที่ในการเรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถเข้าถึงบทเรียนจากที่ไกลๆ ได้ และสามารถเข้าเรียนได้ ทุกเวลาตามความสามารถของผู้เรียน

ง) เป็นระบบออนไลน์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถถึงบทเรียนได้ตลอดเวลา และผู้สอนสามารถปรับปรุงบทเรียนได้ตลอดเวลาและทันต่อเหตุการณ์ต่างๆ จะทำให้บทเรียนนั้นน่าเรียน น่าสนใจ และน่าติดตามอย่างต่อเนื่อง

จ) สะดวกและมีประสิทธิภาพ เน้นการให้ผู้เรียนเรียนรู้จากระบบได้ ง่าย โดยไม่จำเป็นต้องเรียนในชั้นเรียนมีความยืดหยุ่นในการจัดการเรียนการสอน รวมทั้งเน้นการเรียนการสอนที่ได้ความรู้ตรงกับความต้องการของผู้เรียนสามารถทำให้เรียนรู้ได้รวดเร็วและบรรลุวัตถุประสงค์ ของการเรียนการสอนได้อีกด้วย

ฉ) ใช้งานง่ายและต้นทุนต่ำ เน้นการติดต่อสื่อสาร โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้ที่ง่ายตามขั้นตอนไม่สลับซับซ้อน สามารถเรียนได้ทุกเวลารวมทั้ง ค่าใช้จ่ายต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการเรียนการสอนแบบอื่น ๆ

**2.3 ระบบบริหารจัดการเรียนการสอน (Learning Management System: LMS)** (<http://www.learnsquare.com>)

เป็นระบบจัดการการเรียนการสอนที่มีหน้าที่ในการบริหารจัดการข้อมูลของผู้เรียน ผู้สอน โครงสร้างเนื้อหา หลักสูตร และข้อสอบ รวมทั้ง การติดตามความก้าวหน้าและประเมินผลผู้เรียน ตลอดจนจัดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ผู้สอนสามารถสร้างรายวิชาโดยบรรจุเนื้อหา สร้างแบบทดสอบ สื่อการสอน จัดการสภาพแวดล้อมทางการเรียน และจัดเก็บบันทึกข้อมูลการเรียนของผู้เรียนด้วยตนเอง เพื่อที่ผู้สอนจะสามารถนำไปวิเคราะห์เพื่อติดตามและประเมินผลการเรียนการสอนในรายวิชานั้น ได้ ผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหา และทำกิจกรรมต่างๆ ตามที่ผู้สอนสร้างไว้ นอกจากนั้น ผู้สอนและผู้เรียนยังสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ผ่านทางเครื่องมือสื่อสารที่ระบบจัดไว้ให้ เช่น News ,E-mail ,Chat และ Web board เป็นต้น

2.3.1 LearnSquare System

เว็บไซด์ LearnSquare ดังแสดงในภาพที่ 2-1 เป็นโปรแกรมที่เปิดเผยรหัสการทำงาน (Open Source Software) ที่พัฒนาโดยโปรแกรมเมอร์คนไทย ทำงานเพื่อ การจัดการการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กล่าวคือLearnSquare เป็นระบบการจัดการ e-Learning นั่นเอง เนื่องจาก LearnSquare เป็นโปรแกรมที่เปิดเผย Source Code แบบ GNU General Public License (GNU GPL) ผู้ที่สนใจสามารถนำไปใช้งานได้โดยไม่ต้องซื้อ และยังสามารถดัดแปลง แก้ไขรหัสการทำงานของระบบให้เป็นไปตามที่ต้องการเองด้วย



**ภาพที่** **2-1**  เว็บไซต์ LearnSquare.com

2.3.2 ส่วนประกอบของระบบ LearnSquare

ระบบ LearnSquare สามารถแบ่งการทำงานออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ นั่นคือ การจัดการผู้ใช้ การจัดการเกี่ยวกับหลักสูตร และระบบสนับสนุนผู้เรียน

2.3.2.1 การจัดการผู้ใช้ ระบบ LearnSquare ได้แบ่งกลุ่มผู้ใช้หลักเป็น 4 กลุ่ม คือ ผู้เรียน ผู้สอน ผู้ดูแลระบบ และผู้ช่วยสอน ดังแสดงในภาพที่ 2-2



**ภาพที่** **2-2** การจัดการผู้ใช้ระบบ LearnSquare

ก) ผู้เรียน (Student) ทำหน้าที่เข้าเรียน ซึ่งต้องลงทะเบียนเรียน เข้าเรียน และสอบตามวันที่กำหนด

ข) ผู้สอน (Instructor) ทำหน้าที่สร้างหลักสูตรการสอน กำหนดช่วงเวลาเรียนของวิชาที่สร้างขึ้น เป็นผู้สอนวิชาต่างๆ และในวิชาที่สอนจะเป็นผู้ประเมินผลว่าผู้เรียนคนใดสอบผ่าน

ค) ผู้ดูแลระบบ (Administrator) ทำหน้าที่เพิ่มบัญชีผู้ใช้ จัดการตั้งค่าและรูปแบบต่างๆ ของระบบ และมีความสามารถสร้างหลักสูตรการสอนและกำหนดช่วงเวลาเปิดเรียนของวิชาได้เหมือนกับผู้สอน แต่ไม่สามารถเป็นผู้สอนได้

ง) ผู้ช่วยสอน ทำหน้าที่เข้ามาในระบบเพื่อ ให้ความช่วยเหลือผู้สอน เช่น อาจตอบคำถามที่ผู้เรียนสงสัยได้ หรือเป็นที่ปรึกษาของผู้เรียน เป็นต้น ในการใช้งานระบบอาจไม่จำเป็นต้องมีผู้ใช้กลุ่มนี้ก็ได้

2.3.2.2 การจัดการหลักสูตร ระบบจะแบ่งวิชาที่เปิดสอนออกเป็นกลุ่มของวิชา โดยมีผู้สอนและผู้ดูแลระบบเป็นผู้สร้างหลักสูตร โดยเนื้อหาการสอนและข้อสอบของแต่ละวิชาจะถูกเก็บไว้ในระบบสร้างหลักสูตรและกำหนดช่วงเวลาเรียนของวิชานั้น ผู้เรียนจะเข้ามาลงทะเบียนและเข้าเรียนได้

2.3.2.3 ระบบสนับสนุนการเรียน ได้แก่ ห้องสนทนา กระดานข่าว การรับ-ส่งข้อความ สมุดบันทึก และ ตารางนัดหมาย

ก) ห้องสนทนา มีลักษณะเป็นการคุยกันระหว่างผู้เรียนหนึ่งที่กำลัง online ขณะนั้น

ข) กระดานข่าว ทำให้ผู้เรียนสามารถทิ้งข้อความหรือประกาศไว้ ซึ่งทุกคนสามารถเข้าไปดูข้อความของวิชาที่เรียนได้

ค) รับ-ส่งข้อความ เป็นการส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) ระหว่างผู้ใช้ระบบ

ง) สมุดบันทึก ผู้ใช้สามารถทำการจดบันทึกข้อความเก็บในแฟ้มและสามารถจัดข้อความให้เป็นหมวดหมู่ได้ตามที่ต้องการ

จ) ตารางนัดหมาย เป็นส่วนที่ระบบให้ผู้ใช้ได้จัดการนัดหมายต่างๆ ได้ด้วยตัวเอง

2.3.3 ขั้นตอนการเรียนด้วยระบบ LearnSquare

ด้วยคุณสมบัติและความสามารถของ LearnSquare ทำให้การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตดำเนินไปได้คล้ายกับระบบการเรียนการสอนปกติ ในรายละเอียดของแต่ละลำดับขั้นจะมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง การเรียนการสอนปกติในวิชาหนึ่งเริ่มต้นด้วยการเปิดสอนวิชานั้น ก่อนการสอนผู้สอนต้องเตรียมการสอนและสื่อการสอนสำหรับการสอนแต่ละครั้ง เมื่อถึงวันเข้าเรียน ผู้สอนจะต้องเข้าสอนหน้าห้องเรียน เมื่อมีการทดสอบ ก็ต้องตรวจให้คะแนนสลับกับการเข้าสอนไปจนจบหลักสูตร ถ้าต้องการเปิดสอนวิชานี้อีกครั้ง การทำงานจะเป็นขบวนการเดิม และผู้สอนยังคงต้องเข้าสอนอยู่ทุกครั้ง

ส่วนการสอนในระบบ LearnSquare ดังแสดงขั้นตอนการสอนในภาพที่ 2-3 ผู้สอนต้องเตรียมสื่อการสอนและข้อสอบไว้ก่อนการเปิดเรียน เสร็จแล้วจึงเปิดการสอนวิชานั้น เมื่อถึงกำหนดเปิดเรียนผู้สอนไม่ต้องเข้าสอนเหมือนในการเรียนปกติ เพียงแต่เปิดให้ผู้เรียนลงทะเบียนเข้ามาในระบบ ผู้สอนพบปะและเปิดให้ผู้เรียนซักถาม ให้คำแนะนำ และให้การบ้านแก่ผู้เรียนได้ โดยใช้อุปกรณ์ที่ระบบเตรียมไว้ให้ การเข้าเรียนของผู้เรียนในระบบการเรียนปกติกับการเรียนใน LearnSquare อาจมีข้อแตกต่างของลำดับขั้นไม่มากนัก แต่จะแตกต่างกันในลักษณะของการเข้าเรียนในระบบ LearnSquare ผู้เรียนและผู้สอนจะเข้ามาเจอกันในระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เมื่อเรียนจบวิชาจะได้รับการประเมินผลการเรียนจากผู้สอนโดยผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตทั้งสิ้น

ในภาพที่ 2-4 แสดงขั้นตอนของผู้เรียนในการเรียนด้วยระบบ LearnSquare โดยผู้เรียนจะต้องเข้ามาลงทะเบียนเรียน และเข้าเรียนในเนื้อหาแต่ละบทเรียนตามวันและเวลาที่ผู้สอนกำหนดไว้ โดยที่ในระหว่างการเรียนผู้สอนอาจจะให้งานพิเศษนอกเหนือบทเรียนหรือการบ้านเพิ่มเติมได้ และเมื่อผู้เรียนเข้าเรียนเนื้อหาต่างๆ จนครบตามที่ผู้สอนกำหนดเสร็จสิ้นแล้วก็จะเข้ารับการประเมินผลโดยการทำแบบทดสอบที่ผู้สอนได้เตรียมไว้ ซึ่งหากไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดก็สามารถเข้าไปเรียนรู้ทบทวนจากเนื้อหาได้อีก แล้วกลับมาทำแบบทดสอบใหม่อีกครั้งหนึ่ง



**ภาพที่ 2-3** ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนบนระบบ LearnSquare



**ภาพที่** **2-4** ขั้นตอนกระบวนการเรียนของนักเรียนบนระบบ LearnSquare

**2.4 การออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ**

ในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต มีขั้นตอนการออกแบบและพัฒนา ดังนี้ (มนต์ชัย, 2544:46)

2.4.1 ขั้นการออกแบบ

2.4.1.1 วิเคราะห์เนื้อหา ครูผู้สอนจะต้องประชุมปรึกษา ตกลงทำการเลือกสรร เนื้อหาวิชาที่นำมา โดยมีข้อพิจารณา ดังนี้

ก) เนื้อหาที่มีการฝึกทักษะบ่อย ๆ ต้องมีภาพประกอบ

ข) เนื้อหาที่คิดว่าจะช่วยประหยัดเวลาในการสอนได้มากกว่าวิธีเดิม

ค) เนื้อหาบางอย่างที่สามารถจำลองในรูปการสาธิตได้ โดยหากทดลองจริงอาจจะอันตรายหรือราคาแพง

2.4.1.2 ศึกษาความเป็นไปได้ ควรพิจารณาดังนี้

ก) มีบุคลากรที่มีความรู้เพียงพอที่จะพัฒนาโปรแกรมบทเรียนได้ตามความต้องการหรือไม่

ข) ใช้ระยะเวลายาวนานในการพัฒนามากกว่าการสอนแบบธรรมดาหรือด้วยการสอนด้วยสื่อแบบอื่นหรือไม่

ค) ต้องอุปกรณ์พิเศษต่อเพิ่มเติมจากเครื่องคอมพิวเตอร์หรือไม่

ง) มีงบประมาณเพียงพอหรือไม่

2.4.1.3 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดคุณสมบัติและสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนก่อนและหลังการใช้โปรแกรม โดยระบุสิ่งต่อไปนี้

ก) ก่อนที่จะใช้โปรแกรม ผู้เรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานอะไรบ้าง

ข) สิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนว่าควรจะได้รับความรู้อะไรบ้างหลังจากการใช้โปรแกรม

2.4.1.4 เรียงลำดับวางแนวการเสนอในรูปของ Storyboard และ Flowchart โดยเน้นเรื่องต่อไปนี้

ก) ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่

ข) ขนาดของข้อความในหนึ่งจอภาพ

ค) ขนาดของตัวอักษรที่เหมาะกับวัยของผู้เรียน

ง) การเสริมแรงต่าง ๆ ในบทเรียน

จ) จิตวิทยาการเรียนรู้ การชี้แนะ

ฉ) แบบฝึกหัดการประเมินผลความสนใจ

หลังจาก Storyboard เสร็จแล้วจึงนำมาวิเคราะห์วิจารณ์เพื่อเพิ่มเติมแก้ไขหรือตัดทอนจนเกิดความพอใจจากกลุ่มครูผู้สอน

2.4.2 ขั้นการสร้างเป็นหน้าที่ของนักคอมพิวเตอร์หรือครูที่มีความสามารถในการเขียนโปรแกรม มีขั้นตอนดังนี้ สร้างโปรแกรม นำเนื้อหามาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย เสร็จแล้วตรวจแก้ไขข้อผิดพลาดที่อาจเกิดจากสาเหตุต่อไปนี้

ก) รูปแบบคำสั่งผิดพลาด

ข) แนวคิดผิดพลาด

ค) ทดสอบการทำงาน ให้ครูผู้สอนตรวจเนื้อหาความถูกต้องบนจอภาพ

ง) ปรับปรุงแก้ไข

2.4.3 ขั้นการใช้งานจริงการใช้จริงในการเรียนการสอนและการประเมินผลการใช้งานจริงในห้องเรียน

ก) โปรแกรมที่ออกแบบสำหรับการสาธิตการทดลอง ควรให้ผู้เรียนได้ใช้โปรแกรมก่อนทดลองจริง

ข) โปรแกรมที่ออกแบบสำหรับการเสริมการเรียนรู้ ควรจะมีชั่วโมงกิจกรรมสำหรับการใช้โปรแกรม

ค) โปรแกรมที่ใช้เป็นสื่อเสรมให้ผู้เรียนได้เห็นทั้งชั้น อาจต้องต่ออุปกรณ์ ขนาดภาพ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นทั่วกันทุกคน

2.4.4 ประเมินผลเป็นขั้นตอนสุดท้ายที่สรุปว่าควรนำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่ แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

ก) การประเมินโดยใช้แบบทดสอบเพื่อประเมินว่าหลังจากการใช้โปรแกรมแล้วบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่

ข) การประเมินโดยใช้แบบสอบถาม เพื่อประเมินในส่วนของโปรแกรมและการทำงานว่าการใช้โปรแกรมกับเนื้อหาวิชานี้เหมาะสมหรือไม่การจัดการเรียนการสอนบนเว็บนั้น ผู้สอนและผู้เรียนจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กันโดยบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนเข้าไว้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการเครือข่าย (File Server) และเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการเว็บ (Web Server) นอกจากนี้การเรียนการสอนผ่านเว็บจะต้องอาศัยคุณลักษณะของอินเทอร์เน็ต 3 ประการ ในการนำไปใช้และประโยชน์ที่จะได้รับดังที่กล่าวมาแล้วนอกจากคุณลักษณะของอินเทอร์เน็ตที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนบนเว็บดังกล่าวผู้ออกแบบบทเรียนอาจเลือก ใช้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมดในการจัดการเรียนการสอนก็ได้ (กิดานันท์, 2543 : 346-347) เช่น

ก) ข้อความหลายมิติ เป็นการเสนอเนื้อหาตัวอักษร ภาพกราฟิกอย่างง่าย ๆ และเสียงในลักษณะไม่เรียงลำดับกันเป็นเส้นตรง ในสภาพแวดล้อมของเว็บหรือเว็บนี้ การใช้ข้อความหลายมิติจะให้ผู้ใช้คลิกส่วนที่เป็น “จุดพร้อมโยง” (Hot spot) ซึ่งก็คือ “จุดเชื่อมโยงหลายมิติ” (Hyperlink) โดยอาจเป็นภาพหรือข้อความสีขีดเส้นใต้เพื่อเข้าถึงแฟ้มที่เชื่อมโยงกับจุดพร้อมโยงนั้นแฟ้มนี้อาจจะอยู่ในเอกสารเดียวกันหรือเชื่อมโยงกับเอกสารอื่นที่อยู่ในที่ห่างไกลได้ การใช้เว็บเพ็จที่บรรจุข้อความหลายมิติจะช่วยให้ผู้เรียนที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะปานกลางสามารถบรรจุลงเนื้อหาได้โดยง่าย เนื่องจากไม่ต้องใช้โปรแกรมช่วยอื่น ๆ ร่วมด้วย

ข) สื่อหลายมิติ (Hypermedia) ซึ่งเป็นการพัฒนาการของข้อความหลายมิติ (Hypertext) เป็นวิธีการในการรวบรวมและเสนอข้อความ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียงการใช้สื่อหลายมิติในเว็บเพ็จบางครั้งอาจทำให้ผู้เรียนที่มาเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะปานกลางไม่สามารถใช้งานได้สะดวกเนื่องจากอาจมีภาพกราฟิกที่มีขนาดใหญ่ มีภาพเคลื่อนไหว และเสียงที่ต้องใช้โปรแกรมช่วย ซึ่งใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยความจำสูงและการประมวลผลเร็วเท่านั้น

ค) การสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วย (Computer – assisted Instruction : CAI) และการอบรมใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน (Computer-Based Training : CBT) หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า“คอมพิวเตอร์ช่วยสอน” นับเป็นรูปแบบพื้นฐานสำคัญอย่างหนึ่งบนเว็บ ทั้งนี้เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจะมีกิจกรรมที่เสนอในเวลาจริงเพื่อให้ผู้เรียนสามารถมีการโต้ตอบกับโปรแกรมบทเรียนได้ กิจกรรมนี้อาจอยู่ในลักษณะของคำถาม การทดสอบ เกมส์ การทบทวน เป็นต้น

ง) การสื่อสารบนคอมพิวเตอร์ (Computer-Mediated Communication : CMC) เป็นวิธีการที่ข้อมูลหรือข้อความถูกส่งหรือได้รับทางคอมพิวเตอร์ การใช้อินเทอร์เน็ตจะทำให้สามารถใช้สมรรถนะทางด้านนี้ได้อย่างหลากหลายเพื่อจุดประสงค์ด้านการเรียนการสอน เช่น การใช้ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์และการประชุมทางไกลที่ผู้เรียนและผู้สอนสามารถสื่อสารกันได้ในทันที

ดังนั้นบทเรียนบนเว็บโดยทั่วไป ควรมีองค์ประกอบที่เป็นเว็บเพ็จ (สรรรัชต์, 2544:5-6) ดังนี้

ก) โฮมเพ็จ (Home Page) เป็นเว็บเพ็จแรกของเว็บไซด์ โฮมเพ็จควรมีเนื้อหาสั้นๆเฉพาะที่จำเป็นเกี่ยวกับรายวิชา ซึ่งประกอบด้วยชื่อรายวิชา ชื่อหน่วยงานผู้รับผิดชอบรายวิชาสถานที่ โฮมเพ็จควรจะจบในหน้าจอเดียว ควรหลีกเลี่ยงที่จะใส่ภาพกราฟิกขนาดใหญ่ เพราะภาพกราฟิกขนาดใหญ่จะทำให้ผู้เรียนใช้เวลาในการเรียนกับหน้าโฮมเพ็จมากเกินความจำเป็น

ข) เว็บเพ็จแนะนำ (Introduction) แสดงขอบเขตของรายวิชา มีการเชื่อมโยงไปยังรายละเอียดของหน้าที่เกี่ยวข้อง ควรจะใส่ข้อความทักทาย ต้อนรับ รายชื่อผู้ที่เกี่ยวกับการสอนวิชานี้พร้อมทั้งการเชื่อมโยงไปยังเว็บเพ็จที่อยู่ของผู้เกี่ยวข้องแต่ละคนและเชื่อมโยงไปยังรายละเอียดของวิชา

ค) เว็บเพ็จแสดงภาพรวมของรายวิชา (Course Overview) แสดงภาพรวม โครงสร้างของรายวิชา มีคำอธิบายสั้น ๆ เกี่ยวกับหน่วยการเรียน วิธีการเรียน วัตถุประสงค์ และเป้าหมายของวิชา

ง) เว็บเพ็จแสดงสิ่งจำเป็นในการเรียนรายวิชา (Course Requirements) เช่น หนังสืออ่านประกอบ ทรัพยากรการศึกษาในระบบเครือข่าย (On-Line Resources) เครื่องมือต่างๆทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ โปรแกรมอ่านเว็บที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียนทางอินเทอร์เน็ตโดยใช้เว็บเพ็จ

จ) เว็บเพ็จแสดงข้อมูลสำคัญ (Vital Information) ได้แก่ การติดต่อผู้สอนหรือผู้ช่วยสอน ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ เวลาที่จะติดต่อแบบออนไลน์ได้ การเชื่อมโยงไปยังเว็บเพ็จการลงทะเบียน ใบรับรองการเรียน การเชื่อมโยงไปยังเว็บเพ็จ คำแนะนำ การเชื่อมโยงไปใช้ห้องสมุดเสมือน และการเชื่อมโยงไปยังนโยบายของสถาบันการศึกษา

ฉ) เว็บเพ็จแสดงบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้ที่เกี่ยวข้อง (Responsibilities) ได้แก่ สิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนในการเรียนตามรายวิชา กำหนดการสั่งงานที่ได้รับมอบหมาย วิธีการประเมินผลรายวิชา บทบาทหน้าที่ของผู้สอน ผู้ช่วยสอน และผู้สนับสนุนเป็นต้น

ช) เว็บเพ็จกิจกรรมที่มอบหมายให้ทำการบ้าน (Assignment) ประกอบด้วยงานที่จะมอบหมาย หรืองานที่ผู้เรียนจะต้องการกระทำในรายวิชาทั้งหมด กำหนดส่งงาน การเชื่อมโยงไปยังกิจกรรมสำหรับเสริมการเรียน

ซ) เว็บเพ็จแสดงกำหนดการเรียน (Course Schedule) กำหนดวันส่งงานวันทดสอบย่อย วันสอบ เป็นการกำหนดเวลาที่ชัดเจนจะช่วยให้ผู้เรียนควบคุมตัวเองได้ดีขึ้น

ฌ) เว็บเพ็จทรัพยากรสนับสนุนการเรียน (Resources) แสดงรายชื่อแหล่งทรัพยากรและสื่อพร้อมการเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ที่มีข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับรายวิชา

ญ) เว็บเพ็จแสดงตัวอย่างแบบทดสอบ (Sample Tests) แสดงคำถามและแบบทดสอบในการสอบย่อย หรือตัวอย่างของงานสำหรับทดสอบ

ฎ) เว็บเพ็จแสดงประวัติ (Biography) แสดงข้อมูลส่วนตัวของผู้สอน ผู้ช่วยสอน และทุกคนที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน พร้อมภาพถ่าย ข้อมูลการศึกษา ผลงาน และสิ่งที่สนใจ

ฏ) เว็บเพ็จแบบประเมิน (Evaluation) แสดงแบบการประเมินเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ในการประเมินผลรายวิชา

ฐ) เว็บเพ็จแสดงคำศัพท์ (Glossary) แสดงคำศัพท์และดัชนีคำศัพท์ และความหมายที่ใช้ในการเรียนรายวิชา

ฑ) เว็บเพ็จการอภิปราย (Discussion) ใช้สำหรับการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สอบถามปัญหาการเรียนระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ซึ่งเป็นได้ทั้งแบบสื่อสารในเวลาเดียวกัน (Synchronous Communication) คือ ติดต่อสื่อสารพร้อมกันตามเวลาจริง และ การสื่อสารต่างเวลา (Asynchronous Communication) ซึ่งเป็นแบบที่ผู้เรียนต้องส่งคำถามไปในเว็บเพ็จ และผู้ที่จะตอบคำถาม หรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจะมาพิมพ์ข้อความเมื่อมีเวลาว่าง

ฒ) เว็บเพ็จประกาศข่าว (Bulletin Board) สำหรับให้ผู้เรียนและผู้สอนใช้ในการ ประกวดข้อความต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้อง หรือไม่เกี่ยวข้องการการเรียนก็ได้

ณ) เว็บเพ็จคำถามคำตอบที่พบบ่อย (FAQ Pages) แสดงคำถามและคำตอบเกี่ยวกับรายวิชา โปรแกรมการเรียน สถาบันการศึกษา และเรื่องที่เกี่ยวข้อง

ด) เว็บเพ็จแสดงคำแนะนำในการเรียนรายวิชา คำแนะนำในการออกแบบเว็บไซต์ของรายวิชาผู้ออกแบบบทเรียนบนเว็บอาจจะเลือกองค์ประกอบที่เป็นเว็บเพ็จบางเว็บเพ็จ หรือทั้งหมดและดัดแปลงให้เหมาะสมกับขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนบนเว็บดังนี้

ก) กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน

ข) การวิเคราะห์ผู้เรียน

ค) การออกแบบเนื้อหารายวิชา เนื้อหาตามหลักสูตรและสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน จัดลำดับเนื้อหา จำแนกหัวข้อตามหลักการเรียนรู้และลักษณะเฉพาะในแต่ละหัวข้อกำหนดระยะเวลาและตารางการศึกษาในแต่ละหัวข้อ กำหนดวิธีการศึกษา กำหนดสื่อที่ใช้ประกอบการศึกษาในแต่ละหัวข้อ กำหนดวิธีการประเมินผล กำหนดความรู้และทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียน

ง) กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้คุณสมบัติของอินเทอร์เน็ตและเครือข่ายใยแมงมุมที่เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน

จ) การเตรียมความพร้อมสิ่งแวดล้อมการเรียนการสอน ได้แก่ สำรวจแหล่งทรัพยากรสนับสนุนการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงได้ กำหนดสถานที่และอุปกรณ์ที่ให้บริการและที่ต้องใช้ในการติดต่อทางอินเทอร์เน็ต หลังจากนั้นก็สร้างเว็บเพ็จเนื้อหาความรู้ตามหัวข้อของการเรียนการสอนรายสัปดาห์ การปฐมนิเทศผู้เรียน ได้แก่ แจ้งวัตถุประสงค์ เนื้อหา และวิธีการเรียนการสอนสำรวจ

ฉ) ความพร้อมของผู้เรียน และเตรียมความพร้อมของผู้เรียน ในขั้นตอนนี้ผู้สอนอาจจะต้องมีการทดสอบหรือสร้างเว็บเพ็จเพิ่มขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนที่มีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอได้ศึกษาเพิ่มเติม หรือให้ผู้เรียนถ่ายโอนข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ไปศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเอง

ช) จัดการเรียนการสอนตามแบบที่กำหนดไว้โดยในเว็บเพ็จจะมีเทคนิคและกิจกรรมต่างๆที่สามารถสร้างขึ้นได้แก่ การใช้ข้อความเร้าความสนใจที่อาจเป็นภาพกราฟิก ภาพการเคลื่อนไหว แจ้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของรายวิชา สรุปทบทวนความรู้เดิมหรือโยงไปหัวข้อที่ศึกษาแล้ว เสนอสาระของหัวข้อต่อไป เสนอแนะแนวทางการเรียนรู้ เช่น กิจกรรมสนทนาระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน หรือระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน กิจกรรมการค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม กิจกรรมการตอบคำถาม กิจกรรมการประเมินตนเองกิจกรรมการถ่ายโอนข้อมูล แบบฝึกหัด การบ้าน การทำรายงานเดี่ยว รายงานกลุ่ม และแนวทางในการประเมินผลในรายวิชานี้ โดยผู้เรียนทำกิจกรรม ศึกษา ทำแบบฝึกหัด และการบ้านส่งข้อมูลทางเว็บเพ็จ เพื่อให้ผู้เรียนคนอื่น ๆได้รับทราบด้วย ซึ่งผู้เรียนอาจจะส่งบนทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ เมื่อผู้สอนตรวจผลงานของผู้เรียนแล้วผู้สอนจะส่งคะแนนและข้อมูลย้อนกลับเข้าสู่เว็บเพ็จประวัติของผู้เรียน รวมทั้งการให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ไปสู่เว็บเพ็จผลงานของผู้เรียนด้วย

ซ) การประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้สอนสามารถใช้การประเมินผลระหว่างการเรียนและการประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการเรียนรวมทั้งการที่ผู้เรียนประเมินผลผู้สอน และการประเมินผลการจัดการเรียนการสอนทั้งรายวิชาเพื่อให้ผู้สอนนำไปปรับปรุงแก้ไขการเรียนการสอนบนเครือข่ายต่อไป

ฌ) ต้องมีการปรับปรุงเว็บเพ็จอยู่เสมอ การสร้างเว็บการเรียนการสอนเป็นสิ่งที่ไม่ยากนักแต่จากที่กล่าวมาจะพบว่ามีรายละเอียดเล็กน้อยมากมายในการสร้างเว็บการเรียนการสอนผ่านเว็บจึงเป็นการจัดการอย่างจงใจและนำเสนอข้อมูลที่มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาการเรียนรู้โดยเฉพาะดังนั้น การออกแบบ เว็บช่วยสอน จึงต้องพิจารณาให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ นอกจากนี้สิ่งที่ต้องคำนึงถึง ในการสร้างเว็บ การเรียน การสอน คือ การจัดระเบียบของเนื้อหาในบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นไปอย่างมีระบบ

**2.5 แบบทดสอบ**

ในการสอบวัดสิ่งใดจะให้ได้ผลดีมีคุณภาพ จะต้องมีเครื่องมือการวัดที่เหมาะสม เครื่องมือในการวัดผลมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดใช้ได้เหมาะสมกับสภาพของสิ่งที่ต้องการวัดบางอย่าง สำหรับเครื่องมือที่เหมาะสมในการวัดความสามารถในการเรียนรู้ คือ แบบทดสอบ

แบบทดสอบ หมายถึง ชุดของข้อคำถามหรือข้อปัญหาที่ออกแบบสร้างขึ้นอย่างมีระบบ และมีกระบวนการ เพื่อค้นหาตัวอย่างพฤติกรรมของผู้สอบ ภายใต้เงื่อนไขเฉพาะอย่าง (ล้วนและอังคณา, 2539:85)

2.5.1 ลักษณะการสอบแบบอิงกลุ่มและแบบอิงเกณฑ์

การสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm-referenced Testing) เป็นการสอบเพื่อบรรยายหรือพรรณาผลการสอบ ในรูปของความสัมพันธ์ของตำแหน่งที่ผู้สอบนั้นได้รับไปเปรียบเทียบกับกลุ่ม เช่น สอบได้อันดับที่ 5 ในจำนวนผู้สอบ 50 คน สอบได้อันดับที่ 85 ในจำนวนผู้สอบ 100 คน เป็นต้น ไม่ว่าสอบช่วงไหน เมื่อแปลผลในลักษณะนี้ เรียกว่า เป็นการวัดผลแบบอิงกลุ่ม ดังนั้นชื่อของการสอบจึงเป็นแบบสอบไล่ (Final Examination) หรือสอบหลังจากการเรียนรายวิชานั้นๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว บางทีเรียกว่า การสอบรวมหรือสอบปลายภาคเรียน (Summative Testing) การออกข้อสอบในการสอบแบบอิงกลุ่ม ดำเนินการออกข้อสอบตามตารางวิเคราะห์รายละเอียดหรือตารางกำหนดรายละเอียดในวิชานั้นๆ เนื้อหาใดควรออกสัดส่วนเท่าใด จำนวนข้อจะมากน้อยเท่าไรขึ้นอยู่กับเวลาที่กำหนดและแบบข้อสอบด้วย การพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อหรือทั้งฉบับดีหรือไม่ต้องหาคุณภาพซึ่งแบบทดสอบอิงกลุ่มจะมีวิธีการหาความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงไว้โดยเฉพาะ

การสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-referenced Testing) เป็นการสอบเพื่อพรรณนาผลการสอบเฉพาะอย่างว่าผลเป็นอย่างไร ตีความหมายแบบสัมบูรณ์ (Absolute) มากกว่าแบบสัมพัทธ์ (Relative) เพื่ออ้างอิงสู่พฤติกรรมผู้เรียน ซึ่งนิยามกรอบเฉพาะอย่างเอาไว้อย่างดี การสอบแบบอิงเกณฑ์จึงเกี่ยวพันกับการสอนเพื่อการเรียนรู้ (Mastery Learning) การที่กำหนดมาตรฐานหรือเกณฑ์บางอย่างจึงเกี่ยวกับการสอนเพื่อการเรียนรู้หรือไม่รู้เป็นสำคัญ เช่น พิมพ์หนังสือได้ 40 ตัวในเวลา 1 นาที ไม่มีผิด หรือทำเลขถูกทำเลขถูก 8 ข้อใน 10 ข้อ เป็นต้น เกณฑ์ที่จะกำหนดว่าเรียนรู้หรือไม่เรียนรู้ ผ่านหรือไม่ผ่านนั้น มีวิธีการหาหลายวิธี การสอบแบบนี้ใช้เพื่อตรวจสอบดูว่า การบวนการเรียนการสอนในจุดประสงค์ย่อยหนึ่งๆ เป็นอย่างไร ควรผ่านหรือควรหาทางช่วยเสริมอะไรเพิ่มขึ้นให้ผู้เรียนเพื่อจะได้ผ่านจุดประสงค์นี้ เป็นการสอบระหว่างการเรียนการสอน บางทีเรียกว่า การสอบย่อย (Formative Testing) การเขียนข้อสอบอาจแตกต่างจากการวัดผลแบบอิงกลุ่มบ้างเล็กน้อย ในกระบวนการทำข้อสอบเพื่อวัตถุประสงค์หรือกรอบ (Domain) ความรู้นั้นแจ่มชัดยิ่งขึ้น

2.5.2 ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี ต้องมีลักษณะที่สำคัญดังนี้

2.5.2.1 ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นคุณลักษณะของแบบทดสอบที่สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ตรงตามความมุ่งหมาย

2.5.2.2 ความเชื่อมั่น (Reliability) คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบจะต้องมีความคงที่แน่นอน ไม่ว่าจะสอบกี่ครั้ง ผลที่ได้จะต้องคงเส้นคงวา

2.5.2.3 ความยากของข้อสอบ (Difficulty) มีค่าพอเหมาะไม่ยากหรือง่ายเกินไป

2.5.2.4 อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นลักษณะของแบบทดสอบที่สามารถจำแนกนักเรียนออกตามความสามารถได้

2.5.2.5 ความเป็นปรนัย (Objectivity) ข้อสอบที่มีความเป็นปรนัย มีคุณสมบัติดังนี้ คือ

ก) ความแจ่มชัดในคำถาม ผู้สอบอ่านคำถามแล้วเข้าใจตรงกัน

ข) การตรวจให้คะแนนตรงกัน ไม่ว่าใครจะเป็นผู้ตรวจหรือตรวจเมื่อใด

ค) แปลความหมายตรงกัน

2.5.2.6 ถามลึก (Searching) ถามให้นักเรียนได้รู้จักหาเหตุผลในการค้นหาคำตอบ

2.5.2.7 คำถามมีลักษณะยั่วยุ (Exemplary) ข้อสอบต้องมีลักษณะท้าทายให้นักเรียนอยากทำ ไม่ง่ายหรือยากเกินไป ไม่ซ้ำซากจนน่าเบื่อหน่าย ควรเรียงข้อสอบจากง่ายไปหายาก

2.5.2.8 ความยุติธรรม (Fairness) แบบทดสอบที่ดีต้องให้ความเสมอภาคกันไม่เปิดโอกาสให้ผู้สอบได้เปรียบเสียเปรียบกัน ไม่ลำเอียงเข้ากับกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

2.5.2.9 มีลักษณะเฉพาะ (Specificity) ผู้สอบสามารถตอบข้อสอบได้ถูกต้องนั้นต้องเป็นผู้มีความรู้เรื่องนั้นๆ มิใช่สามัญสำนึกก็ตอบข้อสอบได้

2.5.2.10 มีประสิทธิภาพ (Efficiency) แบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพจะให้ประโยชน์คุ้มค่าที่สุด โดยใช้เวลา แรงงาน และเงินน้อยที่สุด (กานดา, 2528:51-52)

2.5.3 ชนิดของแบบทดสอบ

แบบทดสอบแบ่งเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการตอบ คือ

2.5.3.1 แบบอัตนัย (Subjective or Essay test) เป็นแบบทดสอบที่ผู้สอบจะต้องรวบรวมจัดระเบียบความคิดในการตอบ เหมาะสำหรับการวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การตรวจให้คะแนนขึ้นอยู่กับอารมณ์ของผู้ตรวจและใช้เวลามาก ข้อสอบอัตนัยแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

ก) แบบไม่จำกัดคำตอบเป็นข้อสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้สอบตอบได้อย่างอิสระแสดงความคิดได้อย่างเต็มที่

ข) แบบจำกัดคำตอบ เป็นข้อสอบที่ถามเฉพาะเจาะจงต้องการคำตอบเฉพาะเรื่อง

2.5.3.2 แบบปรนัย (Objective test) มีคุณสมบัติที่สำคัญคือความเป็นปรนัยกล่าวคือมีคำถามชัดเจน ทุกคนอ่านแล้วตีความได้ตรงกัน การตรวจให้คะแนนมีเกณฑ์ที่แน่นอนไม่ว่าจะตรวจเมื่อใดหรือใครตรวจจะให้คะแนนคงที่เสมอ ถ้าพิจารณาข้อสอบแบบปรนัยตามลักษณะโครงสร้างของคำถามและคำตอบแล้วอาจแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ แบบเขียนตอบ (Supply type) และแบบเลือกตอบ (Selection type)

ก) ข้อสอบแบบเขียนตอบ ประกอบด้วย ข้อสอบเติมคำ ข้อสอบตอบสั้น

ข) ข้อสอบแบบเลือกตอบ ประกอบด้วย ข้อสอบถูกผิด ข้อสอบจำคู่ ข้อสอบเลือกตอบ (สุราษฎร์, 2530: 48 – 57)

2.5.4 ประเภทของแบบทดสอบ

หลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดแล้ว ไม่ว่าจะเป็นในแต่ละบทเรียนหรือทั้งหมดของรายวิชาจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการวัดและประเมินผลดูว่าผู้เรียนแต่ละคนมีผลการเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่เพียงใด การวัดและประเมินผลแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

2.5.4.1 การวัดและประเมินความก้าวหน้าในการเรียน

2.5.4.2 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (สุราษฎร์, 2530: 115)

การวัดและประเมินความก้าวหน้าในการเรียนมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญคือต้องการทราบว่านักเรียนแต่ละคนมีการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ครบถ้วนสมบูรณ์แค่ไหนเพียงใด เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงการเรียนการสอนมาจัดกิจกรรมการเรียนซ่อมเสริมให้นักเรียนอีกครั้ง ส่วนการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียนนั้นมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญคือต้องการทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถตามวัตถุประสงค์การสอนที่สำคัญของรายวิชามากน้อยแค่ไหน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปจัดแบ่งระดับผู้เรียน พิจารณาว่าใครควรผ่านหรือไม่ผ่านรายวิชานั้นๆ ต่อไป เราจึงเรียกแบบทดสอบที่ใช้วัดความก้าวหน้าในการเรียนโดยเฉพาะว่า “แบบทดสอบวัดความก้าวหน้า” (Progressive test) และ “แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์” (Achievement test) (สุราษฎร์, 2530: 117-118)

**2.6 การประเมินผลการเรียนการสอน ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต**

มีผู้กล่าวถึงการประเมินผลการเรียนการสอน ทั้งประเมินผู้เรียน และประเมินเว็บไซต์ ดังนี้

2.6.1 การประเมิน ผู้เรียน

การประเมินผลการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการประเมินระหว่างเรียน (Formative  Evaluation ) กับการประเมินรวมหลังเรียน (Summative  Evaluation) โดยการประเมินระหว่างเรียน สามารถทำได้ตลอดเวลาระหว่างมีการเรียนการสอน เพื่อดูผลสะท้อนของผู้เรียนและดูผลที่คาดหวังไว้  อันจะนำไปปรับปรุงการสอนอย่างต่อเนื่อง ขณะที่การประเมินหลังเรียนมักจะใช้การตัดสินในตอนท้ายของการเรียน โดยการใช้แบบทดสอบเพื่อวัดผลตามจุดประสงค์ของรายวิชา (ปรัชญนันท์ ,2546) พอตเตอร์ (Potter,1998) ได้เสนอวิธีการประเมินการ เรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ประเมินสำหรับการเรียนการสอนทางไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ของมหาวิทยาลัยจอร์จ  เมสัน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น  4   แบบ คือ

ก) การประเมินด้วยเกรดในรายวิชา (Course  Grades)  เป็นการประเมินที่ผู้สอนให้ คะแนนกับผู้เรียน วิธีการนี้กำหนดองค์ประกอบของวิชาชัดเจน เช่น คะแนนเต็ม  100% แบ่งเป็น การสอบ 30%  จากการมี ส่วนร่วม 10%  จากโครงงานกลุ่ม 30% และงานที่ได้รับมอบหมายใน แต่ละสัปดาห์อีก  30% เป็นต้น

ข) การประเมินรายคู่  (Peer  Evaluation) เป็นการประเมินกันเองระหว่างคู่ของผู้เรียน ที่เลือกจับคู่กันในการเรียนทางไกลด้วยกันไม่เคยพบกันหรือทำงานด้วยกัน  โดยให้ทำโครงงานร่วมกันให้ ติดต่อกันผ่านเว็บและสร้างโครงงานเป็นเว็บที่เป็นแฟ้มสะสมงาน  แสดงเว็บให้ผู้เรียนคนอื่น เห็น และจะประเมินผลรายคู่จากโครงงาน

ค) การประเมินต่อเนื่อง (Continuous  Evaluation)  เป็นการประเมินที่ผู้เรียน ต้องส่งงานทุกๆสัปดาห์ให้กับผู้สอน โดยผู้สอนจะให้ข้อเสนอแนะและตอบกลับในทันที  ถ้ามีสิ่งที่ผิดพลาดกับผู้เรียนก็จะแก้ไขและประเมินตลอดเวลาในช่วง เวลาของวิชา

ง) การประเมินรายภาคเรียน (Final  Course  Evaluation)  เป็นการประเมินผลปกติของการสอนที่ผู้เรียนนำส่งสอน โดยการทำแบบสอบถามผ่านไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์หรือเครื่องมืออื่นใด บนเครือข่ายตามแต่จะกำหนดเป็นการประเมินตามแบบการสอนปกติที่จะต้องตรวจสอบความก้าว หน้าและผลสัมฤทธิ์ การเรียนของผู้เรียน

**2.7 การหาประสิทธิภาพบทเรียน**

2.7.1 วัตถุประสงค์ในการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีวัตถุประสงค์สำคัญ 5 ประการ คือ (ชาตรี, 2540: 75)

ก) เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียน

ข) เพื่อตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม

ค) เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียน

ง) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของบรรจุภัณฑ์และคู่มือการใช้บทเรียน

จ) เพื่อหาประสิทธิภาพความคุ้มค่าในการใช้

2.7.2 แนวคิดในการประเมินผลการเรียนมีผู้เสนอแนวคิดไว้หลายแนวคิด เช่น (ชาตรี, 2540: 76-77)

ก) แนวคิดของ Schwarz and Lawis ให้ความสำคัญกับการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้แบบประเมินผลบทเรียน (Courseware Evaluation Form) เป็นแบบสอบถามประเภทตรวจสอบรายการ ถามเกี่ยวกับศักยภาพของบทเรียน ศักยภาพของโปรแกรม ความเหมาะสมระหว่างบทเรียนกับอุปกรณ์ที่ใช้ ความสามารถในการสอน ความสะดวกในการเรียน การเข้าออกโปรแกรม การควบคุมบทเรียน การบันทึกข้อมูล การแสดงผลข้อมูล ความคิดเห็นของครู-นักเรียน โปรแกรมที่มีต่อบทเรียน ส่วนผู้ประเมินจะมีทั้งนักเรียน ครู นักเทคโนโลยีการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญและโปรแกรมเมอร์

ข) แนวคิดของ Criswellให้ความสำคัญกับผลลัพธ์ที่เกิดจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งในระดับส่วนรวมทั้งชั้นเรียนและในระดับรายบุคคล วิธีการที่ใช้มี 4 วิธี คือ

- การคำนวณหาร้อยละของผู้ที่เรียนจบบทเรียนภายในระยะเวลาที่กำหนด

- การคำนวณหาร้อยละของคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูก จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- การคำนวณหาเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเรียนจากบทเรียน

- การคำนวณหาอัตราการทำข้อสอบถูกเพิ่มหรือที่เรียกว่า อัตราเร่ง (Celebration) ซึ่งคำนวณจากคำตอบถูกและคำตอบผิดต่อนาที

ค) แนวคิดของ Chauhunให้ความสำคัญกับการประเมินผลสื่อที่มีลักษณะตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยอาศัยข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้ทั้งการทดสอบ การสังเกต การสอบถาม การสัมภาษณ์และการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน ข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จะมาจากการทำคะแนนแบบฝึกหัดในบทเรียนคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและอัตราการตอบผิดในบทเรียน

ง) แนวคิดของ Hovland ได้เสนอแนวความคิดในการหาประสิทธิภาพสื่อ เมื่อจะนำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปใช้อย่างแพร่หลาย ต้องคำนวณหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I) ซึ่งมีค่าที่คำนวณได้จะเป็นจุดทศนิยมถ้ามีค่าใกล้ 1 มากเท่าใด ยิ่งแสดงว่าสื่อชนิดนั้นมีประสิทธิภาพมาก ข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณมาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน

จ) แนวคิดการหาประสิทธิภาพกระบวนการต่อประสิทธิภาพผลลัพธ์ตามแนวคิดนี้มีการพัฒนาการมาจาก การหาเกณฑ์มาตรฐานของบทเรียนมาตรฐาน การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนที่จะนำไปใช้ในการสอน ควรนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้ (Try Out) ตามขั้นตอนที่กำหนด หลังจากนั้นปรับปรุงแก้ไขให้ได้มาตรฐานเสียก่อนเพื่อจะได้ทราบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณภาพเพียงใด มีสิ่งใดที่ยังบกพร่องอยู่ โดยการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่จะใช้จริง

2.7.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้สร้างบทเรียนจะพึงพอใจว่าหาก บทเรียนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนําไปใช้ในการเรียนการสอน (ชัยยงค์, 2523)

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจ โดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้ จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของผู้เรียนทั้งหมดนั้นคือ E1/E2 หรือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ E2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) การที่จะกำหนดเกณฑ์ E1/E2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 เป็นวิธีการหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับความนิยมแพร่หลายที่สุด เนื่องจากเป็นเกณฑ์ที่ผ่านการ วิจัยมาแล้ว หลายครั้งและได้รับการยอมรับว่าสามารถใช้เกณฑ์ดังกล่าววัดประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ตรงที่สุด โดยที่ E1 และ E2 ได้จากค่าระดับคะแนนดังต่อไปนี้

E1 ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการทำแบบฝึกหัด (Exercise) หรือแบบทดสอบ (Test) ของบทเรียนแต่ละชุด หรือคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการตอบคำถาม ระหว่างบทเรียนของบทเรียนแต่ละชุด

E2 ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบหลังบทเรียน (Posttest)

การคำนวณสามารถคำนวณได้จากสูตร

 (2-1)

เมื่อ

E1 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้

ΣX หมายถึง ผลรวมคะแนนระหว่างเรียนของผู้เรียนทุกคน (N คน)

N หมายถึง จำนวนผู้เรียนในการประเมินประสิทธิภาพบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้

A หมายถึง คะแนนเต็มของกิจกรรมระหว่างเรียน

 (2-2)

เมื่อ

E2 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์การเรียนรู้

ΣF หมายถึง ผลรวมคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทุกคน

(N คน)

N หมายถึง จำนวนผู้เรียนในการประเมินประสิทธิภาพบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้

B หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ในการยอมรับ 80/80 ซึ่งการยอมรับประสิทธิภาพ ให้ถือค่าแปรปรวน 2.5–5 % โดยแบ่งการยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็น 3 ระดับคือ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเกิน 2.5 % ขึ้นไป

2. เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากันหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่เกิน 2.5%

3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอน ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5% ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

เกณฑ์ประสิทธิภาพคิดจาก

80 ตัวแรก คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนทุกหัวเรื่องรวมกันโดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนครบทุกหัวเรื่อง โดยคิดเป็นร้อยละ

จากที่กล่าวมาประสิทธิภาพของบทเรียนจึงมีค่าเท่ากับ E1/E2 เช่น 88/86 ซึ่งสามารถแปลความหมายได้ว่า บทเรียนมีความสามารถที่ทำให้ผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนได้ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 88 และสามารถทำแบบทดสอบหลังบทเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 86 แสดงว่าเป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพของบทเรียนในขั้นดีพอใช้ (Fairly Good) สามารถนำไปใช้ได้

จากวิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนการพัฒนาแนวคิดการประเมินด้วยวิธีนี้เกิดขึ้นโดย ศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ซึ่งเป็นแนวคิดที่กำหนดขึ้นเพื่อการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนและสื่อการสอนประเภทต่าง ๆ ยกเว้นบทเรียนแบบโปรแกรมเนื่องจากมีวิธีทดสอบประสิทธิภาพการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้ โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง(กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) E2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

ก) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรมเรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม (รายงานของกลุ่ม) และรายงานบุคคล ได้แก่งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

ข) ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Products) ของผู้เรียนโดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นร้อยละของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E1/E2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

หลักการพื้นฐานที่มาของแนวคิดการหาประสิทธิภาพ ชุดการสอน E1/E2 มีแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญประกอบด้วย

ก) การสร้างการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างแข็งขันกระฉับกระเฉง (Active Participation) โดยมีความเชื่อว่า การที่ผู้เรียนได้เป็นผู้ลงมือปฏิบัติเข้ามามีส่วนร่วมทั้งกายและใจจะทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงด้วยตนเองในระหว่างการเรียน ซึ่งหากกระบวนการเรียนจากชุดการสอนสามารถทำให้ผู้เรียน นำทั้งการและใจมาร่วมในการเรียนรู้ได้ตลอด ก็น่าจะเชื่อได้ว่าผลการเรียนรู้ขั้นสุดท้ายก็น่าจะดีตามไปด้วย ซึ่งแนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับหลักการของทฤษฎี

ข) การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ แบบค่อยเป็นค่อยไป ทีละเล็กทีละน้อย (Gradual - Approximation) โดยการจัดเรียงลำดับเนื้อหาสาระจากง่ายไปหายาก จากสิ่งที่ซับซ้อนน้อยค่อย ๆ เพิ่มความซับซ้อนสะสมมากขึ้นตามลำดับ

ค) การจัดประสบการณ์แห่งความสำเร็จ (Success Experience) เพื่อสร้างความรู้สึกที่ดีความรู้สึกภาคภูมิใจในตนเอง ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน สร้างให้ผู้เรียนรู้สึกตระหนักในศักยภาพของตนเอง เพื่อให้เกิดความมั่นใจมีพลังใจในการที่จะพยายามเรียนรู้ต่อไปอย่างมีพลังและกระตือรือร้นมีชีวิตชีวา

ง) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีทันใด (Immediate Feedback) เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้รับทราบผลของการกระทำที่ตนเองได้กระทำลงไประหว่างการเรียนว่าผลของการกระทำดังกล่าวกระทำได้ถูกต้องมีคุณภาพเพียงใด มีจุดเด่น จุดอ่อน ตรงไหนบ้างซึ่งข้อมูลย้อนกลับจะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการปรับตัว เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปสู่ทิศทางที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ จากหลักการข้างต้น เป็นการนำหลักการของทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบเชื่อมโยงกับผลของการกระทำ (Operant- conditioning) มาประยุกต์ใช้นั่นเอง

จุดเด่นของการสะท้อนค่าประสิทธิภาพสื่อแบบ E1/E2 คือ จะสามารถพิจารณาและตรวจสอบผู้เรียนได้ว่า กระบวนการเรียนรู้ระหว่างทางก่อนที่จะไปถึงจุดหมายปลายทางของการเรียนรู้นั้น ผู้เรียนมีพัฒนาการของการเรียนรู้เป็นอย่างไร หากมีปัญหาเกิดขึ้นสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้ว่า ผู้เรียนมีปัญหาตั้งแต่จุดใดและเป็นปัญหาอย่างไรได้ นอกจากนั้นการหาระสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ยังสามารถพิจารณาและตรวจสอบได้ว่าผลการเรียนรู้รวบยอดสุดท้ายเป็นอย่างไร

จุดอ่อนของการสะท้อนค่าประสิทธิภาพสื่อแบบ E1/E2 คือ การแสดงค่าประสิทธิภาพของกระบวนการระหว่างเรียน และค่าประสิทธิภาพรวบยอดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นยังเป็นการแสดงค่าแบบรวม โดยมองเฉพาะภาพรวมของกลุ่ม ยังขาดกระบวนการที่จะพิจารณาผลการเรียนรู้เป็นรายบุคคล

นอกจากนั้นค่าประสิทธิภาพที่แสดงออกมาเท่ากันของสองกลุ่มแต่คุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนสองกลุ่มนั้นอาจจะมีการกระจายของระดับความสามารถของผู้เรียนที่แตกต่างกัน (Learner ability deviation)

**2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องโดยสรุปดังนี้

สุริยา (2551) ได้ศึกษาวิจัยในเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรไฟฟ้า 1 เรื่องกฎของโอห์ม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวงจรไฟฟ้า 1 เรื่องกฎของโอห์ม สาขางานไฟฟ้ากำลังให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยการอาชีพหลวงประธานราษฎร์นิกร อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ที่เรียนวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Sampling) และสุ่มอย่างง่ายเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่ใช้ ค่าร้อยละและค่าเฉลี่ย พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพ 89.42/91.30 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้

ธีรชัย (2551) ได้ศึกษาวิจัยในเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบช่วยสอน วิชางานเครื่องมือกล 1 เรื่องเครื่องกลึง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชางานเครื่องมือกล 1 ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ เรื่องเครื่องกลึงให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยการอาชีพหลวงประธานราษฎร์นิกร อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาด้วยการสุ่มแบบแบ่งชั้นหรือตามระดับชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชางานเครื่องมือกล 1 เรื่องเครื่องกลึง การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชางานเครื่องมือกล 1 เรื่องเครื่องกลึง มีประสิทธิภาพ 81/82 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้

อำนวย (2551) ได้ศึกษาวิจัยในเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบช่วยสอน วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคารและในโรงงาน เรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.25/92.40 ซึ่งมีมาตรฐานสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ กำหนดไว้ร้อยละ 80 (ตัวแรก) และคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 92.40 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80 (ตัวหลัง)โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคารและในโรงงาน เรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาความสอดคล้องของจุดประสงค์

สัมฤทธิ์ (2552) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสารกึ่งตัวนำ ไดโอด และวงจรเรียงกระแส หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงเป็นการวิจัยกึ่งทดลองทดลอง (Quasi Experimental Research) มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อสร้าง และหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สารกึ่งตัวนำ ไดโอด และวงจรเรียงกระแส กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน นักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)สาขาวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น โดยดำเนินการให้กลุ่มตัวอย่าง ทั้งหมดนี้ทำแบบทดสอบ ก่อนเรียนหลังจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น เมื่อกลุ่มตัวอย่างเรียนจบบทเรียน ครบทุกหน่วยแล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน เพื่อนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 84/80.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 และ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสารกึ่งตัวนำ ไดโอด และวงจรเรียงกระแส ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อเรียนจบบทเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชาตรี (2540) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นเรื่องการใช้มัลติ-มิเตอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80 กลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ปีการศึกษา 2539 จํานวน 20 คน ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบก่อนเรียน และให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นให้ผู้เรียน ทำแบบทดสอบหลังเรียน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และสรุปผลการวิจัยพบว่า บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เรื่องการใช้มัลติมิเตอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.25/84.32 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ และเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัยส่วนคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

กัณฑสิทธิ์ (2553) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคารและในโรงงาน เรื่อง ชนิดและการใช้งานสายไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยการอาชีพหลวงประธานราษฎร์นิกร อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนใช้ ค่าร้อยละและค่าเฉลี่ยผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคารและในโรงงาน เรื่อง เรื่องชนิดและการใช้งานสายไฟฟ้า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.33/81.83 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80