

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION VIA INTERNET  
ON COMPUTER HARDWARE FOR UNDERGRADUATE STUDENT  
OF KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

นนท์ชัย ปัญจانونท์  
NONCHAI PANJANON

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการศึกษาวិทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

KMITL-2016-ED-M-214-094

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION VIA INTERNET  
ON COMPUTER HARDWARE FOR UNDERGRADUATE STUDENT  
OF KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG



นนท์ชัย ปัญจานนท์  
NONCHAI PANJANON

เลขที่.....  
เลขทะเบียน 146395  
รับเดือนปี 19 11.ค. 2560



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

KMITL-2016-ED-M-214-094

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION VIA INTERNET  
ON COMPUTER HARDWARE FOR UNDERGRADUATE STUDENT  
OF KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

NONCHAI PANJANON

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION (COMPUTER)  
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2016

KMITL-2016-ED-M-214-094

COPYRIGHT 2016

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
Computer Assisted Instruction via Internet on Computer  
Hardware for Undergraduate Student at King Mongkut's  
Institute of Technology Ladkrabang

นักศึกษา

นายณนัทชัย ปัญจานนท์

รหัสประจำตัว

56603181

ปริญญา

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา


การศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ดร.สมเกียรติ ตันดิวังศ์วานิช

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ผศ.ดร.อัคพงษ์ สุขมาตย์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ไพฑูริย์	พิมพ์ดี	
ดร.สมเกียรติ	ตันดิวังศ์วานิช	
ผศ.ดร.อัคพงษ์	สุขมาตย์	
ผศ.ดร.ทองศักดิ์	โสวจัสสตากุล	
ผศ.ดร.เลิศลักษณ์	กลิ่นหอม	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ

19 มิถุนายน 2559 เวลา 11.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ

ห้องเรียนปริญญาเอก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

วันที่ 29 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2559

## หัวข้อวิทยานิพนธ์

นักศึกษา

รหัสประจำตัว

ปริญญา

สาขา

พ.ศ.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นายนนท์ชัย ปัญจานนท์

56603181

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

การศึกษาวិทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)

2559

ดร.สมเกียรติ ตันติวงศ์วณิช

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัศพงษ์ สุขมาตย์

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ และ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2558 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา จำนวน 2 ห้อง รวมนักศึกษาทั้งสิ้น 60 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่ 1 เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียน จำนวน 30 คน และกลุ่มที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนกับหลังเรียน จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ แบบประเมินคุณภาพบทเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.47-0.73 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.33-0.67 และค่าความเชื่อถือได้เท่ากับ 0.92 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ การทดสอบค่าทีชนิดสองกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test Dependent)

ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ มีคุณภาพทั้งภาพรวมและรายด้านอยู่ในระดับดีมาก 2) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์เท่ากับ 93.50 : 92.00 และ 3) นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

<b>Thesis Title</b>	Computer Assisted Instruction via Internet on Computer Hardware for Undergraduate Student of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
<b>Student</b>	Mr. Nonchai Panjanon
<b>Student ID</b>	56603181
<b>Degree</b>	Master of Science
<b>Program</b>	Science Education (Computer)
<b>Year</b>	2016
<b>Thesis Advisor</b>	Dr.Somkiat Tuntiwongwanich
<b>Thesis Co-Advisor</b>	Assistant Professor Dr.Aukkapong Sukkamart

## Abstract

The purposes of this research were: 1) to develop and find the quality of Web-Based Instruction on computer hardware 2) to find the efficiency of Web-Based Instruction on computer hardware and 3) to compare achievement between pretest and posttest of students learning with Web-Based Instruction on computer hardware. The samples were bachelor degree of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang year 2015 which register Educational Computer Technology subject. They were divided into two groups were 60 students. The samples were randomly selected by Cluster Sampling. First group was to find the efficiency of Web-Based Instruction on computer hardware amount 30 students. The second group was to compare the pretest and posttest achievement scores amount 30 students. The instruments used in this study were Web-Based Instruction on computer hardware, evaluation form, and achievement tests. The IOC value was 1.00. The difficulty between 0.47-0.73. The discrimination between 0.33-0.67 and reliability was 0.92. The data was analyzed by mean, standard deviation and t-test for dependent samples.

The results of this study were 1) quality of Web-Based Instruction on computer hardware was very good for lesson contents and media production 2) efficiency of Web-Based Instruction on computer hardware were 93.50 : 92.00 and 3) result of learning achievement from Web-Based Instruction on computer hardware was concluded that posttest scores were higher than pretest scores of Web-Based Instruction on computer hardware was significantly at 0.05 level.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ดร.สมเกียรติ ตันติวงศ์วานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัคพงษ์ สุขมาตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางในการทำการวิจัย ตรวจสอบเนื้อหา ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ ให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้โดยสมบูรณ์ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้ ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ชี้แนะให้เห็นถึงข้อบกพร่อง พร้อมให้คำแนะนำเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา บุญภักดี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ พิมติ และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำในการทำวิจัย การปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย รวมถึงวิธีการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการติดต่อสอบถาม การขอหนังสือต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัยนี้ ขอขอบคุณทุกคนในครอบครัว ที่ให้การสนับสนุน ให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ จนการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ท้ายนี้ขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ ทุกคน ที่ให้กำลังใจ คอยกระตุ้น และเป็นแรงผลักดันให้มีกำลังใจให้ทำงานวิจัยนี้สำเร็จได้

สำหรับคุณความดีที่ข้าพเจ้าได้สร้างและสั่งสมมา ข้าพเจ้าขอมอบให้กับทุกท่านที่ได้กล่าวมานี้ รวมถึงท่านที่ไม่ได้เอ่ยนาม ให้มีความสุขความเจริญสืบต่อกันไป

นนท์ชัย ปัญจานนท์

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	2
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	2
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 หลักสตรวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.....	6
2.2 ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์.....	7
2.3 การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	44
2.4 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	54
2.5 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	56
2.6 การตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	59
2.7 การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน.....	63
2.8 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	68
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	77
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	80
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	80
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	80
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	89
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	90

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	92
4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	92
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	92
4.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	94
4.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา.....	95
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	96
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	96
5.2 อภิปรายผล.....	97
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	99
บรรณานุกรม.....	100
ภาคผนวก.....	103
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ.....	104
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	111
ภาคผนวก ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	115
ภาคผนวก ง ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	127
ประวัติผู้เขียน.....	131

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงเทคโนโลยีและคุณสมบัติของซีพียูระหว่าง Intel กับ AMD.....	11
2.2 แสดงคุณสมบัติของซีพียูตระกูล Celeron และ Pentium.....	16
2.3 แสดงคุณสมบัติของซีพียูตระกูล Core i3.....	17
2.4 แสดงคุณสมบัติของซีพียูตระกูล Core i5.....	18
2.5 แสดงคุณสมบัติของซีพียูตระกูล Core i7.....	19
2.6 แสดงคุณสมบัติของซีพียูตระกูล AMD APU (E-Series).....	20
2.7 แสดงคุณสมบัติของซีพียูตระกูล AMD APU (A-Series).....	21
2.8 แสดงคุณสมบัติของซีพียูตระกูล AMD FX-Series.....	22
2.9 เปรียบเทียบข้อมูลรุ่น การคำนวณ และแบนด์วิดท์ของ DRAM ชนิดต่างๆ.....	33
4.1 แสดงผลการประเมินคุณภาพบทเรียนมัลติมีเดียด้านเนื้อหา.....	93
4.2 แสดงผลการประเมินคุณภาพบทเรียนมัลติมีเดียด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	93
4.3 แสดงผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และ แบบทดสอบหลังเรียนเพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพ.....	94
4.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา.....	95

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์.....	7
2.2 องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์อุปกรณ์ทางด้านอินพุท.....	8
2.3 โครงสร้างภายในซีพียู.....	9
2.4 การทำงานของหน่วยความจำแคช.....	9
2.5 องค์ประกอบภายในซีพียู.....	10
2.6 ระบบบัส FSB (Front Side Bus).....	12
2.7 ระบบบัส Quick Path.....	12
2.8 ระบบบัส Hyper Transport.....	13
2.9 ซ็อกเก็ต Intel LGA1150.....	14
2.10 ซ็อกเก็ต Intel LGA1155.....	14
2.11 ซ็อกเก็ต Intel LGA2011.....	15
2.12 ซ็อกเก็ต AMD AM3/AM3+.....	15
2.13 ซ็อกเก็ต AMD FM2.....	15
2.14 รูปแบบการบอกความเร็วของซีพียู.....	16
2.15 ซีพียูตระกูล Celeron และ Pentium.....	16
2.16 ซีพียูตระกูล Core i3.....	17
2.17 ซีพียูตระกูล Core i5.....	18
2.18 ซีพียูตระกูล Core i7.....	19
2.19 ซีพียูตระกูล APU (E-Series).....	20
2.20 ซีพียูตระกูล APU (A-Series).....	21
2.21 ซีพียูตระกูล FX-Series.....	22
2.22 จอภาพแบบ CRT (Cathode Ray Tube).....	23
2.23 จอภาพแบบ LCD (Liquid Crystal Display) และ LED (Light Emitting Diode).....	24
2.24 ชุดลำโพงมัลติมีเดียสำหรับคอมพิวเตอร์ทั่วไป.....	24
2.25 ชุดลำโพงพร้อมซับวูฟเฟอร์.....	25
2.26 ชุดลำโพงมัลติมีเดียแบบดิจิตอล.....	25
2.27 ชุดลำโพงระบบเสียงรอบทิศทาง.....	26
2.28 เครื่องพิมพ์แบบหัวเข็ม (Dot Matrix).....	27
2.29 เครื่องพิมพ์แบบหัวพ่นหมึก (Ink Jet).....	27
2.30 เครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ (Laser).....	28
2.31 หน่วยความจำหลัก (Read Only Memory - ROM).....	29
2.32 SDRAM (Synchronous DRAM).....	31
2.33 DDR SDRAM (Double Data Rate SDRAM).....	31
2.34 DDR2 SDRAM.....	32

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.35 DDR3 SDRAM.....	32
2.36 ฮาร์ดดิสก์แบบ Serial ATA.....	34
2.37 ช่องเสียบสาย SATA ขนาด 7-pin และ 15-pin.....	35
2.38 การเข้าถึงชุดข้อมูลระหว่างไม่มี NCQ และมี NCQ.....	35
2.39 ฮาร์ดดิสก์แบบ IDE/ATA/PATA.....	36
2.40 สายสัญญาณที่ใช้เชื่อมต่อฮาร์ดดิสก์ IDE.....	36
2.41 การต่อฮาร์ดดิสก์แบบ IDE และ SCSI.....	37
2.42 ฮาร์ดดิสก์แบบเชื่อมต่อภายนอก (External Harddisk).....	39
2.43 USB Flash Drive.....	40
2.44 SD/SDHC/SDXC.....	40
2.45 MS (Memory Stick).....	41
2.46 CF (Compact Flash).....	41
2.47 XD-Picture Card.....	41
2.48 ตัวอย่าง SD Memory Card ใน Class ต่างๆ.....	42
2.49 ตัวอย่างการ์ด Speed Class 10 และ UHS-I Speed Class 1.....	43
2.50 ตัวอย่างการ์ด Speed Class 10 และ UHS-I Speed Class 3.....	43
3.1 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องฮาร์ดแวร์ ทางด้านคอมพิวเตอร์.....	82
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรง คุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย.....	84
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	88
3.4 รูปแสดงการทดลองแบบมีกลุ่มทดลองที่ได้จากการสุ่ม มีการวัดก่อนและหลังให้สิ่งทดลอง.....	89

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคปัจจุบัน โลกได้มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก เทคโนโลยีมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว มีการคิดค้นนวัตกรรมใหม่ๆ ขึ้นมากมาย เพื่อให้การใช้ชีวิตประจำวันมีความสะดวกสบายยิ่งขึ้น ในส่วนของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาได้มีการนำเอานวัตกรรมและเทคโนโลยีมาช่วยในรูปแบบการเรียนการสอนในสาขาวิชาต่างๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

ผู้เรียนในยุคใหม่ควรมีทักษะที่สำคัญ 3 ประการ คือ 1. ทักษะการเรียนรู้ (Learning Skill) หมายถึง เด็กต้อง ใฝ่เรียนรู้และสามารถเรียนรู้ได้จากทุกสถานที่และเวลา 2. ทักษะการใช้ชีวิต (Life Skill) หมายถึง เด็กต้องรู้จักใช้ชีวิตที่มีจุดมุ่งหมาย ไม่มีพฤติกรรมเสี่ยง และ 3. ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (IT Skill) หมายถึง เด็กต้องรู้จักเสพและใช้ข้อมูลข่าวสารอย่างรู้เท่าทัน โดยเฉพาะทักษะด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (IT Skill) ซึ่งมีนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถติดตามและเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตลอดเวลาไม่ว่าจะที่ไหนก็ตาม นวัตกรรมเป็นระบบการเรียนการสอนในยุคใหม่ ทำให้เกิดการเรียนรู้จากสิ่งที่ทันสมัยเป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือสร้างเนื้อหาในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้เรียนนำไปเรียนด้วยรู้ตนเองและเกิดการเรียนรู้ ในโปรแกรมประกอบไปด้วย เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ลักษณะของการนำเสนอ อาจมีทั้งตัวหนังสือ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว สี หรือเสียง เพื่อดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดความสนใจมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการแสดงผลการเรียนรู้ให้ทราบทันที ด้วยข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) แก่ผู้เรียน และยังมีการจัดลำดับวิธีการสอนหรือกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละคน ทั้งนี้จะต้องมีการวางแผนการในการผลิตอย่างเป็นระบบในการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบที่แตกต่างกัน

จากสภาพการเรียนการสอนในวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาเป็นวิชาเลือกเสรี ทำให้มีนักศึกษาจากหลายหลักสูตรเข้ามาลงทะเบียนในรายวิชานี้ ซึ่งพื้นฐานความรู้ทางด้านฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์แตกต่างกันทำให้สภาพการเรียนรู้มีความแตกต่างกัน ซึ่งนักศึกษาบางคนอาจเรียนรู้ได้ช้ากว่านักศึกษาที่เคยเรียนวิชาทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาก่อน ดังนั้นถ้ามีระบบการเรียนการสอนแบบออนไลน์ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยสามารถเรียนที่ใด เมื่อใด หรือเวลาใดก็ได้ น่าจะทำให้ผู้เรียนได้มีการทบทวนการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามความสามารถและความต้องการของผู้เรียน

จากความสำคัญดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดดังนี้

1.4.1 กรอบแนวคิดในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พัฒนาขึ้นโดยศึกษากรอบแนวคิดในการสร้างบทเรียน The ADDIE Model (อ้างใน ปณิตา วรรณพิรุณ 2553 : 196) แล้วทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีขั้นตอนในการออกแบบ 5 ขั้นตอน คือ

1. การวิเคราะห์
  - 1.1 วิเคราะห์เนื้อหาของบทเรียน
  - 1.2 วิเคราะห์ผู้เรียน
  - 1.3 วิเคราะห์สภาพแวดล้อม
2. การออกแบบ
  - 2.1 การออกแบบวัตถุประสงค์การเรียนรู้
  - 2.2 การออกแบบบทเรียน

- 2.3 การออกแบบโครงสร้างเนื้อหา
- 2.4 การออกแบบโครงสร้างบทเรียน
- 2.5 การออกแบบโครงสร้างเว็บช่วยสอน
- 2.6 การออกแบบผังงาน
3. การพัฒนา
  - 3.1 การออกแบบและการผลิตคอร์สแวร์
  - 3.2 การจัดระบบและการจัดระบบสนับสนุน
4. การนำไปใช้
  - 4.1 การนำไปใช้เพื่อหาคุณภาพของเว็บช่วยสอน
  - 4.2 การนำเว็บช่วยสอนไปใช้จริง
5. การประเมินผล

#### 1.4.2 กรอบแนวคิดการหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาคุณภาพภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้กรอบแนวคิดในการหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ ไพโรจน์ ตรีธนากุลและคณะ (2546 : 197–204) คือ หาคุณภาพด้านเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และหาคุณภาพด้านเทคโนโลยีมีลต์มีเดีย โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีมีลต์มีเดีย

#### 1.4.3 กรอบแนวคิดการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้กรอบแนวคิดในการทดสอบประสิทธิภาพของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 9) คือ การทดสอบประสิทธิภาพของ กระบวนการ ( $E_1$ ) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ )

#### 1.4.4 กรอบแนวคิดการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์นั้น ได้ดำเนินการสร้างตามทฤษฎีของ Bloom (Bloom's Taxonomy) ที่ปรับปรุงโดย David Krathwohl และคณะ (อ้างใน ชวลิต ชูกำแหง, 2551: 90–91) ซึ่งแบ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 6 ชั้น คือ จำ (Remembering) เข้าใจ (Understanding) ประยุกต์ใช้ (Applying) วิเคราะห์ (Analyzing) ประเมินค่า (Evaluating) และคิดสร้างสรรค์ (Creating)

จากการวิเคราะห์หลักสูตรร่วมกับผู้สอนในรายวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา พบว่าตามเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอนนั้น จะต้องวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 3 ระดับ คือ จำ เข้าใจ และประยุกต์ใช้

### 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตในการวิจัยดังนี้

### 1.5.1 ประชากร

ประชากรที่ผู้วิจัยได้ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2558 ภาคเรียนที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา จำนวน 4 ห้อง รวม 120 คน

### 1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยได้ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2558 ภาคเรียนที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา จำนวน 2 ห้อง รวม 60 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่ 1 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน จำนวน 30 คน และกลุ่มที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน จำนวน 30 คน

### 1.5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1.5.3.1 ตัวแปรที่ศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

(1) คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์

(2) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์

### 1.5.3.2 ตัวแปรที่ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

(1) ตัวแปรต้น คือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำแนกเป็นก่อนเรียนกับหลังเรียน

(2) ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่อาศัยเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นสื่อกลาง ให้นักศึกษาเรียนรู้บทเรียน ทำแบบฝึกหัด ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควบคู่ไปกับการเรียนการสอนในชั้นเรียน

1.6.2 คุณภาพของบทเรียน หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีมีผลดีมีเสีย ซึ่งระดับคะแนนเฉลี่ยตามเกณฑ์มาตรฐานในระดับดีขึ้นไป

1. คุณภาพด้านเนื้อหา หมายถึง เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์ แบ่งเนื้อหาบทเรียนอย่างเหมาะสม เนื้อหามีความถูกต้อง มีขั้นตอนการนำเสนอเหมาะสม แบบทดสอบสอดคล้องกับเนื้อหา การอธิบายเนื้อหาชัดเจน การใช้ภาพถูกต้อง และภาพกับคำบรรยายบรรยายถูกต้อง

2. คุณภาพด้านเทคโนโลยีมีผลดีมีเดียหมายถึง คุณภาพของบทเรียนด้านการนำเสนออย่างเหมาะสมของตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และปฏิสัมพันธ์

1.6.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีค่าระดับคะแนนเฉลี่ยตามเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้หาประสิทธิภาพของบทเรียน ( $E_1 : E_2$ ) ที่ 80 : 80 โดย

ประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนได้ถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักศึกษาหลังเรียน ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม ในแบบทดสอบหลังเรียน

1.6.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากการทำแบบทดสอบเรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ วิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งมีระดับพฤติกรรม 3 ระดับ คือ จำ (Remembering) เข้าใจ (Understanding) และประยุกต์ใช้ (Applying)

1.6.5 นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2558 ภาคเรียนที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา

1.6.6 มูเดิล (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment: MOODLE) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ โดยนำมาใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา

## บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องสำหรับเป็นแนวทางในการทาวิจัย ได้ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา
2. ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์
3. การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
4. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
6. การหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
7. การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน
8. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 หลักสูตรวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา

จากหลักสูตรระดับปริญญาตรี วิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา รหัส 03206089 จำนวน 3 (3-0-6) หน่วยกิต

#### 2.1.1 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ ส่วนประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์ การประกอบคอมพิวเตอร์เพื่อใช้งาน ระบบปฏิบัติการ ระบบไฟล์ ไบออส เทคนิคการปรับแต่งพาร์ติชัน วิธีการสำรองข้อมูล การวางแผนก่อนการติดตั้ง ระบบปฏิบัติการ การติดตั้งระบบปฏิบัติการ การติดตั้งหลายระบบปฏิบัติการภายในเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องเดียว เทคนิคการติดตั้งโปรแกรมการประยุกต์ ใช้งานคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา

#### 2.1.2 การแบ่งหน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่ 1	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบคอมพิวเตอร์	1 ครั้ง	3 ชั่วโมง
หน่วยที่ 2	องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์	1 ครั้ง	3 ชั่วโมง
หน่วยที่ 3	ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์	3 ครั้ง	9 ชั่วโมง
หน่วยที่ 4	ซอฟต์แวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์	2 ครั้ง	6 ชั่วโมง
หน่วยที่ 5	ระบบปฏิบัติการ	2 ครั้ง	6 ชั่วโมง
หน่วยที่ 6	การประกอบคอมพิวเตอร์ และติดตั้งระบบปฏิบัติการ	2 ครั้ง	6 ชั่วโมง
หน่วยที่ 7	การติดตั้งโปรแกรมประยุกต์	1 ครั้ง	3 ชั่วโมง
หน่วยที่ 8	การวิเคราะห์และตรวจสอบปัญหาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์	1 ครั้ง	3 ชั่วโมง

หน่วยที่ 9	การแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์	1 ครั้ง	3 ชั่วโมง
หน่วยที่ 10	การประยุกต์ใช้งานคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา	1 ครั้ง	3 ชั่วโมง
	<b>รวม</b>	<b>15 ครั้ง</b>	<b>45 ชั่วโมง</b>

ซึ่งผู้วิจัยได้นำเนื้อหาในหน่วยที่ 3 เรื่องฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์มาจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

## 2.2 ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์

เครื่องคอมพิวเตอร์จะทำงานได้ต้องประกอบไปด้วยส่วนการทำงานอะไรบ้าง การทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์จะประกอบไปด้วยส่วนรับข้อมูลและคำสั่ง, ส่วนประมวลผล, ส่วนที่ใช้แสดงผล และส่วนในการบันทึกข้อมูล ซึ่งเรียกรวมกันว่า “องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์”



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์

### 2.2.1 หน่วยรับข้อมูล

หน่วยรับข้อมูลคือส่วนที่ทำหน้าที่รับข้อมูลคำสั่งจากภายนอกหรือจากผู้ใช้เข้ามาเพื่อส่งต่อไปยังหน่วยประมวลผลกลางให้ทำการประมวลผลต่อไป ข้อมูลที่นำเข้าคอมพิวเตอร์อาจเป็นได้ทั้งข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของ ตัวอักษร ตัวเลข ภาพ สัญลักษณ์ รูปทรง สี อุณหภูมิ เสียง ตลอดจนสิ่งอื่นๆ ที่สามารถส่งเข้าคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลต่อไปหน่วยรับข้อมูลจัดได้ว่าเป็นส่วนที่ทำให้ผู้ใช้ (User) สามารถติดต่อป้อนข้อมูลเข้าไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ได้

อุปกรณ์ที่จัดได้ว่าเป็นหน่วยรับข้อมูล หรือเราเรียกอีกอย่างว่าอุปกรณ์ทางด้านอินพุตนั้นมีด้วยกันมากมายหลายประเภท เช่น คีย์บอร์ด (Keyboard) เมาส์ (Mouse) เครื่องสแกน (Scanner) กล้องดิจิตอล (Digital Camera) จอยสติค (Joystick) ปากกาแสง (Light pen) ไมโครโฟน (Microphone) และอื่น ๆ อีกมากมายซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วที่เราคุ้นเคยและใช้งานกันบ่อย ๆ ก็จะมีเมาส์กับคีย์บอร์ดเสียส่วนใหญ่ เพื่อให้เข้าใจได้ง่าย ๆ เกี่ยวกับอุปกรณ์ทางด้านอินพุตเราอาจกล่าวได้

ว่า อุปกรณ์ตัวใดก็ตาม ที่ทำให้ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลเข้าไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ เราจะถือว่า อุปกรณ์เหล่านั้น เป็นอุปกรณ์รับข้อมูลหรืออุปกรณ์ทางด้านอินพุต



รูปที่ 2.2 องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์อุปกรณ์ทางด้านอินพุต (Input Device)

## 2.2.2 หน่วยประมวลผลกลาง

เมื่อผู้ใช้ป้อนคำสั่งหรือข้อมูลเข้าไปยังคอมพิวเตอร์ โดยผ่านทางหน่วยรับข้อมูล หรือ อุปกรณ์ทางด้านอินพุตเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลคำสั่งที่รับเข้ามาจากอุปกรณ์ทางด้านอินพุต ก็จะถูกส่งต่อไปยังหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) ที่บางคนเรียกกันสั้นๆ ว่า ซีพียู (CPU) ซึ่งย่อจากคำว่า Central Processing Unit หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า โปรเซสเซอร์ (Processor) หน่วยประมวลผลกลาง จัดได้ว่าเป็นสมองของคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการประมวลผล คำนวณและควบคุมการทำงานในระบบคอมพิวเตอร์ ทำให้ทุกหน่วยทำงานได้อย่างสอดคล้องประสาน และสัมพันธ์กัน หน่วยประมวลผลกลางนี้จะรับข้อมูลหรือชุดคำสั่งที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาทางด้านหน่วยรับข้อมูลเพื่อมาดำเนินการประมวลผลต่อไป

### 2.2.1.1 โครงสร้างภายในหน่วยซีพียู

ภายในตัวซีพียูจะประกอบไปด้วยหน่วยย่อยที่สำคัญ 2 ส่วนคือ

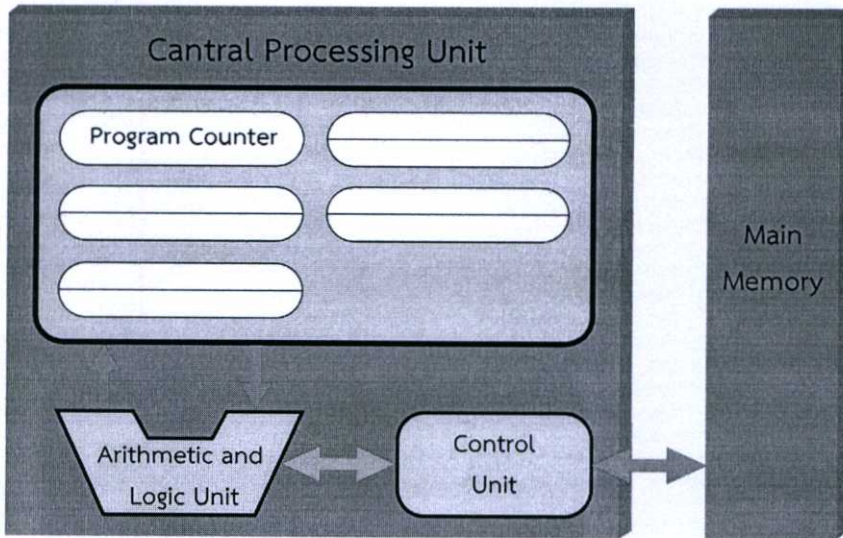
#### 1. หน่วยควบคุม (CU: Control Unit)

ทำหน้าที่ เป็นตัวควบคุมประสานงานและการดำเนินการในระบบ เช่น ควบคุมลำดับ ขั้นตอนในการประมวลผลและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในหน่วยประมวลผลกลาง นอกจากนี้ยังเป็นตัวประสานงานระหว่างหน่วยประมวลผลกลาง กับอุปกรณ์ทางด้านอินพุต เอาท์พุต และหน่วยความจำ

#### 2. หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และตรรกะ (ALU: Arithmetic and Logic Unit)

ทำหน้าที่เกี่ยวกับการคำนวณทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก ลบ คูณ และหาร นอกจากการคำนวณทางคณิตศาสตร์แล้วยังคำนวณในเชิงตรรกศาสตร์อีกด้วย ซึ่งหมายถึง การคำนวณในเชิงลักษณะของการเปรียบเทียบตามเงื่อนไขเช่น มากกว่า (>, Greater than condition) น้อยกว่า (<, Less than condition) และ เท่ากับ (= , Equal to condition) จริงหรือเท็จ เป็นต้น การเปรียบเทียบในลักษณะนี้จะเป็นลักษณะของการตัดสินใจในการเลือกทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ว่าจะทำตามคำสั่งใดของโปรแกรมเป็นคำสั่งต่อไป

เมื่อหน่วยประมวลผลกลาง ทำการประมวลผลเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะนำผลลัพธ์ที่ได้ ไปเก็บไว้ยังหน่วยความจำหลัก ก่อนที่จะถูกนำออกไปแสดงผล ยังหน่วยแสดงผลทางด้านเอาต์พุต (Output Unit)



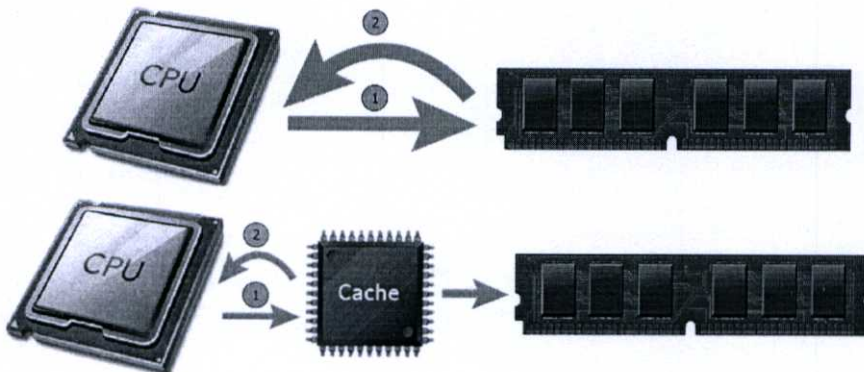
รูปที่ 2.3 โครงสร้างภายในซีพียู

### 2.2.1.2 การเลือกใช้ซีพียู

หน่วยประมวลผลการหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit) เป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นการคำนวณ หรือเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลก็ตาม แม้แต่การทำงานของอุปกรณ์อื่นๆ ภายในเครื่องก็ต้องอาศัยการสั่งการจากซีพียูเสมอ ซีพียูจึงเปรียบเสมือนสมองของเครื่องคอมพิวเตอร์

#### 1. ความรู้เกี่ยวกับแคช

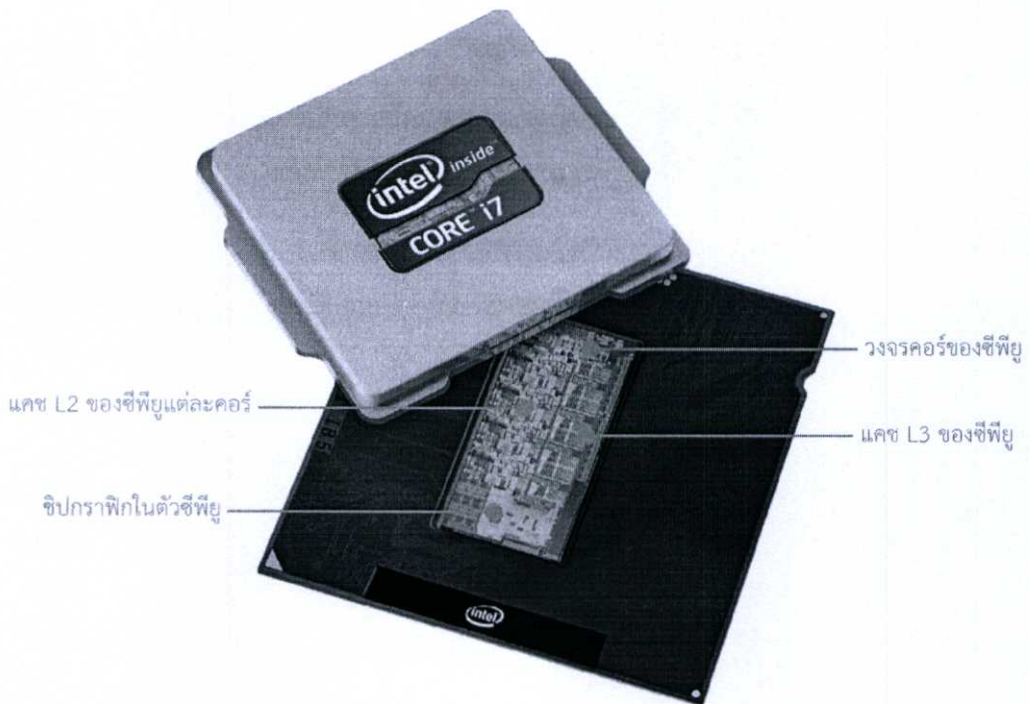
หน่วยความจำแคช (Cache) เป็นหน่วยความจำแบบ Static (SRAM) ซึ่งอ่าน/เขียนข้อมูลได้รวดเร็วกว่าแรมของคอมพิวเตอร์ที่เป็น Dynamic RAM (DRAM) หน้าที่ของแคชคือ เก็บคำสั่งและข้อมูลที่ใช้งานบ่อยๆ เพื่อส่งให้ซีพียูประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว



รูปที่ 2.4 การทำงานของหน่วยความจำแคช

วงจรในการจัดการแคชในซีพียูรุ่นใหม่ยังเพิ่มวงจร Pre-Fetch คือ ทำหน้าที่คอยอ่านข้อมูลจากแรมของเครื่องมาเก็บยังแคชตลอดเวลา เพื่อที่ซีพียูจะได้ดึงข้อมูลที่ต้องการจากแคชได้เร็วขึ้นโดยไม่ต้องเสียเวลา หน่วยความจำแคชแบ่งออกเป็น 3 ระดับ

แคชที่ระดับ 1 (L1 Cache) เป็นแคชขนาดเล็ก 32-64 KB อยู่ใกล้กับซีพียูมากที่สุด แคชระดับ 2 (L2 Cache) จะมีขนาดใหญ่ 512 KB – 4 MB เน้นเก็บข้อมูลที่ดึงมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ แคช L2 จะแบ่งรูปแบบออกเป็น 2 แบบคือ Inclusive คือ จะมีพื้นที่ส่วนหนึ่งของแคช L2 เสียไปเพื่อเก็บแคช L1 ส่วนอีกแบบจะเรียกว่า Exclusive คือ แคช L2 จะไม่ถูกกักพื้นที่ให้แคช L1 จึงใช้งานแคช L2 ได้เต็มพื้นที่



## รูปที่ 2.5 องค์ประกอบภายในซีพียู

ซีพียูรุ่นใหม่นิยมเพิ่มแคชระดับที่ 3 (L3 Cache) สำหรับชั้นกลางระหว่างแคช L2 การแรมของเครื่อง โดยแคช L3 จะมีขนาดใหญ่ 2 – 8 MB นิยมออกแบบให้ติดอยู่กับบัสของซีพียู เพื่อใช้เก็บข้อมูลจากแรมของคอมพิวเตอร์ และช่วยให้ซีพียูนำแคช L2 ไปเก็บข้อมูลส่วนอื่นได้มากขึ้น

### 2. เทคโนโลยีของซีพียูรุ่นใหม่

การออกแบบซีพียูที่สามารถจูงใจให้ผู้ใช้รู้สึกถึงประสิทธิภาพที่สูงขึ้น นั้นหมายถึง ซีพียูตัวนั้นจะได้รับความนิยมจากผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์จำนวนมาก ซีพียูยุคใหม่ยังคำนึงถึงเรื่องการใช้พลังงานและความร้อน โดยซีพียูจะมีวงจรที่สามารถปรับความเร็วตามการใช้งานจริง เพื่อช่วยลดความร้อนและลดการใช้พลังงาน

ตารางที่ 2.1 แสดงเทคโนโลยีและคุณสมบัติของซีพียูระหว่าง Intel กับ AMD

เทคโนโลยีของซีพียู		คุณสมบัติ
Intel	AMD	
SSE	3DNow	ชุดคำสั่งประเภท SIMD (Single Instruction Multiple) คือคำสั่งที่ช่วยให้ประมวลผลข้อมูลได้จำนวนมาก ด้วยการใช้คำสั่งสำเร็จรูปเพียง 1 คำสั่ง
Hyper-Threading	-	ช่วยจำลองการประมวลผลของซีพียูแต่ละแกน ให้สามารถทำงานได้ 2 เท่า
Turbo Boost	Turbo Core	ซีพียูสามารถปรับค่าตัวคูณขึ้น 2-5 ระดับโดยอัตโนมัติตามจำนวน Core ที่ใช้งาน ช่วยให้ซีพียูมีประสิทธิภาพสูงขึ้น
Speed Step	Cool 'n' Quiet	ช่วยให้ซีพียูสามารถปรับลดความเร็วและแรงดันไฟฟ้าได้ตามการทำงานจริง เพื่อลดความร้อนและประหยัดพลังงาน
XD Bit	NX Bit	ช่วยป้องกันโปรแกรมแฝงจากการบุกรุกผ่านเครือข่ายและอินเทอร์เน็ต
AMD64	EM64T	การประมวลผลของซีพียูแบบ 64 บิตสำหรับคอมพิวเตอร์
VT	Live!	ช่วยให้ซีพียูสามารถแบ่งการทำงานในการประมวลผลด้านมัลติมีเดียและวิดีโอไปพร้อมกับการทำงานอื่นด้วย
Multi-Core		การเพิ่มแกนประมวลผล โดยจะมีลักษณะการทำงานแบบมัลติโพรเซสเซอร์

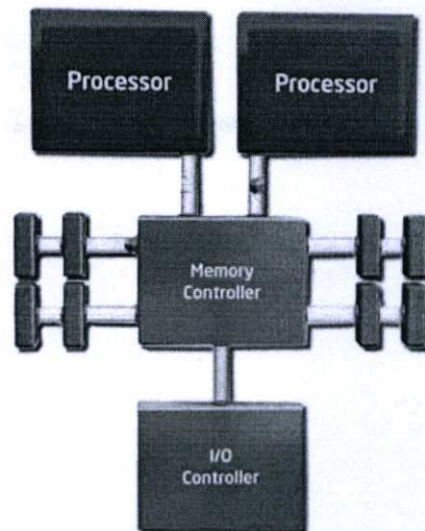
### 3. ระบบบัสของซีพียู

ระบบบัสของอุปกรณ์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้รับการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา ระบบบัสที่ผู้ใช้คุ้นเคยอย่างเช่น บัส PCI, บัส AGP และพัฒนาต่อมาเป็นบัส PCI Express และ PCI Express 2.0/3.0 ตามลำดับ ปัจจุบันบัสของซีพียูก็เช่นกัน เมื่อถึงจุดหนึ่งผู้ผลิตซีพียูอย่าง Intel และ AMD ได้พัฒนาบัสของซีพียูให้รองรับการทำงานที่เร็วขึ้นของซีพียูอย่างเหมาะสม

#### 3.1 ระบบบัส FSB

ระบบบัส FSB (Front Side Bus) เป็นบัสพื้นฐานของซีพียูที่ใช้งานกันมานาน ซีพียูจะเชื่อมต่อกับชิพเซต North Bridge โดยตรง ความเร็วของบัส FSB จะขึ้นกับความกว้างของบัส (มีหน่วยเป็นบิต) คูณความถี่ของบัส (มีหน่วยเป็น MHz หรือ GHz) ระบบบัส FSB เริ่มต้นที่ความถี่ 33 MHz มีความกว้างของบัส 32 บิต ตั้งแต่สมัยซีพียู Pentium รุ่นแรก

Intel นำเทคโนโลยีบัส FSB มาเพิ่มความเร็วและพัฒนาเป็นระบบบัส QDP (Quad Data Pump) ซึ่งสามารถดึงข้อมูลได้ครั้งละ 4 ชุดใน 1 MHz ดังนั้น บัส FSB พื้นฐานที่ 100 MHz จึงเทียบเท่าที่ 400 MHz ในซีพียู Pentium 4 รุ่นแรก ต่อมาก็เพิ่มความเร็วของบัส FSB จนถึงปัจจุบันที่มากกว่า 200 MHz ดังนั้น จึงมีความเร็วบัสเทียบเท่า 800 MHz (4x 200 MHz) สำหรับบัส 1,066 MHz (1.06 GHz) ก็จะมีหมายถึง 4x 266 MHz และบัส 1,333 MHz (1.33 GHz) จะหมายถึง 4x 333 MHz

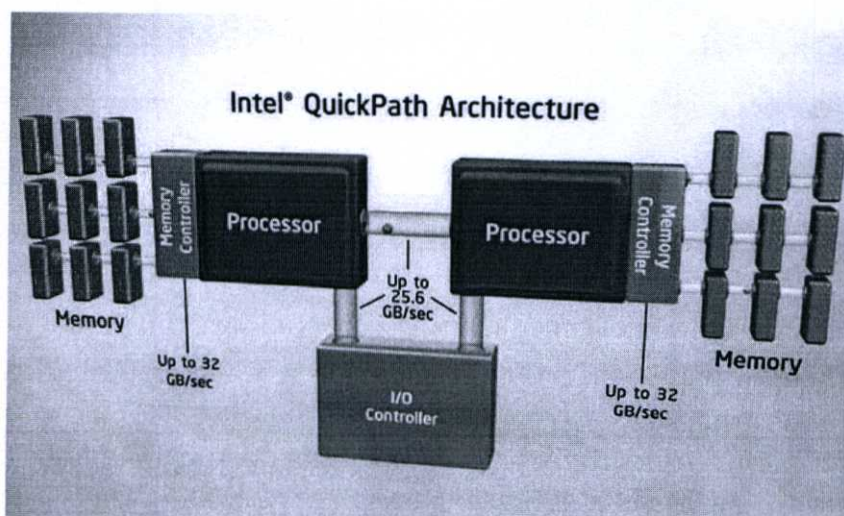


รูปที่ 2.6 ระบบบัส FSB (Front Side Bus)

### 3.2 ระบบบัส QuickPath

ระบบบัสที่พัฒนาขึ้นโดย Intel เพื่อใช้งานกับซีพียูตระกูล Core i ซึ่งซีพียูตระกูลนี้จะมีวงจรรควบคุมแรมในตัว ดังนั้น การออกแบบบัสจึงแตกต่างจากบัส FSB เดิม ทั้งยังต้องมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้นเพื่อรองรับข้อมูลจำนวนมากที่รับ/ส่งกับวงจรรควบคุมแรมในตัวซีพียู ทาง Intel จึงออกแบบระบบบัสใหม่ขึ้นมาที่ชื่อเรียกว่า Intel QuickPath Interconnect (QPI)

ระบบบัส QuickPath มีลักษณะคล้ายกับบัส Hyper Transport คือ เชื่อมต่อกับแบบ Point to Point ระบบบัส QuickPath มีความกว้างบัสขนาด 16 บิตที่ความถี่ระดับ 2.4 และ 3.33 GHz ส่งผลให้อัตราการรับ/ส่งข้อมูลอยู่ที่ 4.8 GT/s หรือ 19.2 GB/s และมีอัตราการรับ/ส่งข้อมูลสูงสุดถึง 6.4 GT/s หรือ 25.6 GB/s ตามลำดับ



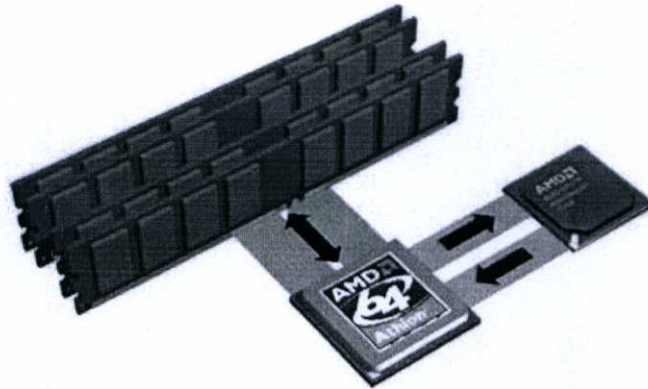
รูปที่ 2.7 ระบบบัส QuickPath

ที่มา : [http://itsentre.blogspot.com/2013/03/cpu\\_25.html](http://itsentre.blogspot.com/2013/03/cpu_25.html)

### 3.3 ระบบบัส HyperTransport

บัส HyperTransport (นิยมย่อว่า HTT) ของ AMD มีการออกแบบที่แตกต่างโดยมีลักษณะ Point to Point คืออุปกรณ์แต่ละตัวจะถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกันคล้ายกับการเสียบปลั๊กไฟ ดังนั้น บัส HyperTransport จึงมีประสิทธิภาพสูงกว่า Front Side Bus (FSB)

ปกติบัสของซีพียูจะมีอัตราการรับ/ส่งข้อมูลที่ 64 บิต แต่บัส HyperTransport สามารถปรับความกว้างของการรับ/ส่งข้อมูลได้ 8, 16 หรือ 32 บิตตามการออกแบบของผู้ผลิต บัส HyperTransport ทำงานแบบขาขึ้น/ขาลงเหมือนแรม DDR และใช้หน่วยวัด MT/s ซึ่งบัส HyperTransport 3.0 มีประสิทธิภาพสูงสุดถึง 41.6 GB/s



รูปที่ 2.8 ระบบบัส Hyper Transport

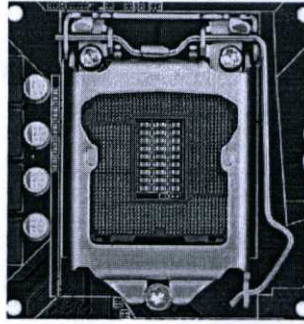
ที่มา : [http://itsentre.blogspot.com/2013/03/cpu\\_25.html](http://itsentre.blogspot.com/2013/03/cpu_25.html)

### 4. ซ็อกเก็ตของซีพียู

การเลือกซื้อและใช้งานซีพียูควรทำความรู้จักกับซ็อกเก็ตของซีพียู เนื่องจากซ็อกเก็ตจะเป็นตัวกำหนดรุ่นของซีพียูที่สามารถใช้งานได้ รูปแบบของซ็อกเก็ตจาก Intel และ AMD เพื่อใช้งานซีพียูของตน ซ็อกเก็ตที่ได้รับความนิยมคือ Intel LGA1150/LGA1155 และ AMD FM2 รวมไปถึง LGA2011 และ AMD AM3+

#### 4.1 Intel LGA1150

ซ็อกเก็ต LGA1150 ใหม่ล่าสุดที่เปิดตัวพร้อมกับซีพียูตระกูล Intel Core I ยุคที่ 4 แม้หน้าตาจะคล้ายซ็อกเก็ต LGA1155/1156 แต่ไม่สามารถใช้ด้วยกันได้ ผู้ใช้ต้องระมัดระวังการติดตั้งและเลือกใช้ซีพียูให้ตรงกับซ็อกเก็ต LGA1150 ซึ่งติดตั้งอยู่บนเมนบอร์ดที่ใช้ชิปเซ็ต Intel 8 Series อันได้แก่ Intel Z87, H87 เป็นต้น ตัวซ็อกเก็ต LGA1150 จะมีแผ่นพลาสติกปิดไว้เพื่อป้องกันความเสียหายของนาฬิกา



รูปที่ 2.9 ซ็อกเก็ต Intel LGA1150

ที่มา : <http://my.dek-d.com/sunsupersapp/exam/?id=25122>

#### 4.2 Intel LGA1155

ซ็อกเก็ต LGA1155 ได้รับการออกแบบมาสำหรับซีพียู Intel Core i รุ่นที่ 2-3 โดยพัฒนาต่อจากซีพียูในซ็อกเก็ต LGA1156 เมนบอร์ดของซ็อกเก็ต LGA1155 จะใช้ชิปเซ็ตตระกูล Intel 6 และ 7 ผู้ใช้ไม่สามารถติดตั้งซีพียูที่เป็น LGA1156 ลงบนซ็อกเก็ต LGA1155 ได้เนื่องจากตัวล็อกและขาของซีพียูไม่ตรงกัน ตัวซ็อกเก็ต LGA 1155 จะมีแผ่นพลาสติกปิดไว้ครอบ เพื่อป้องกันความเสียหายของขาเข็มเช่นกัน



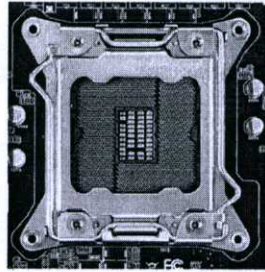
รูปที่ 2.10 ซ็อกเก็ต Intel LGA1155

ที่มา : [http://en.wikipedia.org/wiki/LGA\\_1155](http://en.wikipedia.org/wiki/LGA_1155)

#### 4.3 Intel LGA2011

ซ็อกเก็ต LGA2011 ได้รับการออกแบบมาสำหรับซีพียู Intel Core i7 แบบ Hex Core (6 หน่วยประมวลผล) หรือ Octa Core (8 หน่วยประมวลผล) ทำงานร่วมกับชิปเซ็ต Intel X79 และติดตั้งแรม Quad Channel DDR3

ปี 2014 ทาง Intel จะออกแบบซ็อกเก็ต LGA2011-3 โดยมี 2011 ขาเช่นกัน แต่ร่องบากไม่ตรงกัน จึงใช้ร่วมกันไม่ได้ ตัวซ็อกเก็ตจะมีแผ่นพลาสติกปิดไว้ครอบ เพื่อป้องกันความเสียหายของขาเข็มเช่นกัน

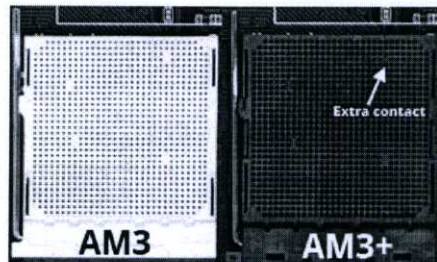


รูปที่ 2.11 ซ็อกเก็ต Intel LGA2011

ที่มา : [http://en.wikipedia.org/wiki/LGA\\_2011](http://en.wikipedia.org/wiki/LGA_2011)

#### 4.4 AMD AM3/AM3+

เมื่อ AMD เปิดตัวซีพียู Phenom II ที่รองรับการทำงานกับแรม DDR3 จึงออกแบบซ็อกเก็ต AM3 มีจำนวนขา 941 ขา ล่าสุดกับซ็อกเก็ต AM3+ ที่รองรับบัสซีพียูของซีพียูตระกูล FX Series ซึ่งเป็นซีพียูคุณภาพสูงระดับ Hexa Core และ Octa Core ของ AMD

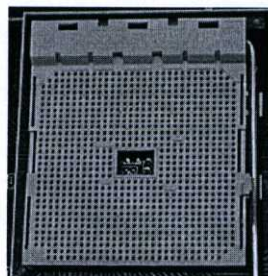


รูปที่ 2.12 ซ็อกเก็ต AMD AM3/AM3+

ที่มา : <http://www.hackforums.net/archive/index.php/thread-4526174.html>

#### 4.5 AMD FM2

ซีพียูรุ่น AMD Fusion ตระกูล A-Series มาพร้อมกับซ็อกเก็ต FM2 ซึ่งลักษณะของซ็อกเก็ต FM2 จะมีตำแหน่งขาแตกต่างจากซ็อกเก็ต FM1 โดยไม่สามารถใช้งานร่วมกันได้ ซ็อกเก็ต FM2 สามารถรองรับการทำงานร่วมกับชิปเซต AMD A75/A55 และรุ่นใหม่อย่าง A85X



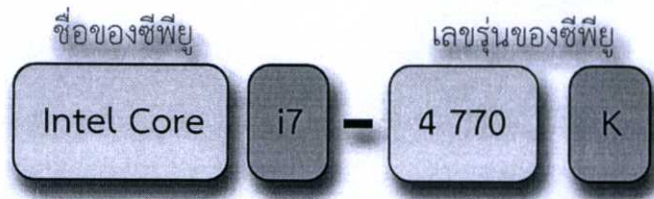
รูปที่ 2.13 ซ็อกเก็ต AMD FM2

ที่มา : [http://en.wikipedia.org/wiki/Socket\\_FM2](http://en.wikipedia.org/wiki/Socket_FM2)

## 5. ซีพียูของบริษัท Intel

Intel (www.intel.com) เป็นผู้ผลิตซีพียูสำหรับเครื่องพีซีและโน้ตบุ๊กขายใหญ่ที่สุดในโลก บริษัท Intel ได้ผลิตซีพียูมาตั้งแต่คอมพิวเตอร์รุ่นแรกมาจนพัฒนาต่อมาเรื่อยๆ จากยุค 384, 486 จนมาใช้ชื่อ Pentium, Pentium Pro, Celeron, Pentium II, Pentium III และมาถึงยุคของ Pentium4

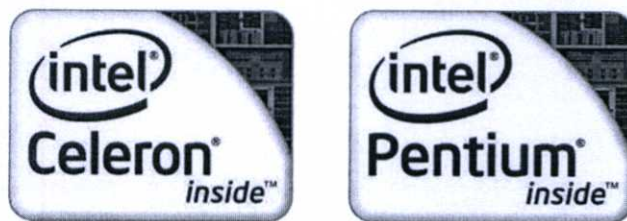
แม้ในช่วงที่ AMD เปิดตัว Athlon มาในราคาที่ถูกลงและดึงส่วนแบ่งการตลาดไปได้มาก แต่ Intel ก็กลับมายึดตลาดซีพียูคืนด้วย Core 2 โดยเป็นซีพียูที่มีประสิทธิภาพแต่ใช้พลังงานน้อย จนมาถึงปัจจุบันที่เป็นยุคที่ 4 ของตระกูล Core i



รูปที่ 2.14 รูปแบบการบอกความเร็วของซีพียู

Intel ได้ปรับเปลี่ยนการเรียกขานความเร็วของซีพียูจากเดิมที่เรียกตามความเร็วเป็นหน่วย MHz หรือ GHz ก็เปลี่ยนมาใช้ตัวเลขอ้างอิงถึงลำดับของรุ่นและความเร็วของซีพียู ซึ่งผู้ใช้จำเป็นต้องอ่านสเปคบนตัวซีพียูด้วยตนเองหรือตรวจสอบจาก BIOS/EFI ของเครื่องเพื่อที่จะทราบความเร็วในการทำงานของซีพียูตัวนั้น

### 5.1 ซีพียูตระกูล Celeron และ Pentium



รูปที่ 2.15 ซีพียูตระกูล Celeron และ Pentium

ซีพียูตระกูล Celeron และ Pentium นั้นจะเป็นซีพียูที่มีราคาที่ไม่สูงมากเพื่อการใช้งานทั่วไป โดยลดความเร็วและขนาดหน่วยความจำแคช L3 นอกจากนี้ชิปกราฟิกในตัวซีพียูตระกูล Celeron และ Pentium ยังมีประสิทธิภาพต่ำกว่าซีพียูตระกูล Core i ด้วย

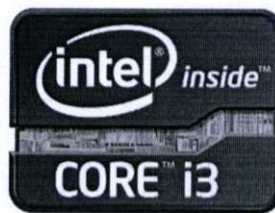
ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติของซีพียูตระกูล Celeron และ Pentium

คุณสมบัติ	Celeron	Pentium	
เลขรุ่น	G16xx	G2xxx	G3xxx
ซ็อกเก็ต	LGA1155	LGA1155	LGA1150
CPU Multi-Core	Dual Core	Dual Core	Dual Core

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

คุณสมบัติ	Pentium		
	Celeron		
บัส DMI	5 GT/s	5 GT/s	5 GT/s
วงจรรควบคุมแรม	Dual DDR3	Dual DDR3	Dual DDR3
ชิปเซต Intel	Intel 6/7 Series	Intel 6/7 Series	Intel 8 Series
ขนาดแคช L2	2x 256 KB	2x 256 KB	2x 256 KB
ขนาดแคช L3	2 MB	2 MB	3 MB
ปลดล็อคค่าตัวคูณ	×	×	×
Intel Turbo Boots	×	×	×
Hyper-Threading	×	×	×
บัส PCI Express	PCI-E 2.0	PCI-E 2.0	PCI-E 2.0
ชิปกราฟิก	Intel HD	Intel HD	Intel HD
พลังงานของซีพียู	35/55 W	35/65 W	35/65 W

5.2 ซีพียูตระกูล Core i3



รูปที่ 2.16 ซีพียูตระกูล Core i3

ที่มา : <https://www.jib.co.th/web/index.php/product/readProduct/13580/3/CPU-INTEL-1150-CORE-I3-4150-3.5-GHz>

ซีพียูตระกูล Core i3 เป็นซีพียู Dual Core ที่รองรับ Hyper-Threading จึงเสมือนทำงานเป็น Quad Core มีหน่วยความจำแคช L3 ขนาด 3-4 MB ซึ่ง Intel ตั้งใจให้เป็นซีพียูระดับราคาที่ใช้สามารถเลือกซื้อได้ง่าย ซีพียูรุ่นใหม่ที่ใช้ซ็อกเก็ต LGA1150 มาพร้อมกับชิปเซตกราฟิกประสิทธิภาพสูงอย่าง Intel HD4600

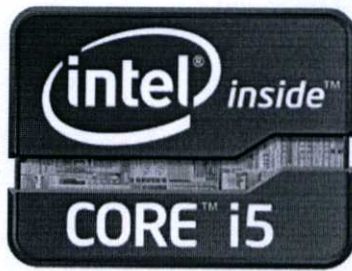
ตารางที่ 2.3 แสดงคุณสมบัติของซีพียูตระกูล Core i3

คุณสมบัติ	Core i3		
เลขรุ่น	3xxx	3xx5	4xxx
ซ็อกเก็ต	LGA1155	LGA1155	LGA1150
CPU Multi-Core	Dual Core	Dual Core	Dual Core
บัส DMI	5 GT/s	5 GT/s	5 GT/s
วงจรรควบคุมแรม	Dual DDR3	Dual DDR3	Dual DDR3
ชิปเซต Intel	Intel 6/7 Series	Intel 6/7 Series	Intel 8 Series
ขนาดแคช L2	2x 256 KB	2x 256 KB	2x 256 KB

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

คุณสมบัติ	Core i3		
ขนาดแคช L3	3 MB	3 MB	4 MB
ปลดล็อคค่าตัวคูณ	✗	✗	✗
Intel Turbo Boots	✗	✗	✗
Hyper-Threading	✓	✓	✓
บัส PCI Express	PCI-E 3.0	PCI-E 3.0	PCI-E 3.0
ชิปกราฟิก	Intel HD2500	Intel HD4000	Intel HD4600
พลังงานของซีพียู	55 W	55 W	55 W

## 5.3 ซีพียูตระกูล Core i5



รูปที่ 2.17 ซีพียูตระกูล Core i5

ที่มา : <https://www.jib.co.th/web/index.php/product/readProduct/13581/3/CPU-INTEL-1150-CORE-I5-4460-3.2-GHz>

ซีพียูตระกูล Core i5 เป็นซีพียูแบบ Quad Core แท้ๆ ที่ไม่รองรับ Hyper-Treading มีเทคโนโลยี Turbo Boost ปรับความเร็วขั้นอัตโนมัติตามจำนวน Core ใช้งานพร้อมหน่วยความจำแคช L3 ขนาด 6 MB นอกจากนั้นยังมีรุ่นรหัส K ซึ่งไม่ล็อคค่าตัวคูณ โดยรุ่นรหัสใหม่ 4xxx ใช้ซ็อกเก็ต LGA1150 มาพร้อมกราฟิก Intel HD4600 รองรับบัส PCI Express 3.0 ด้วย

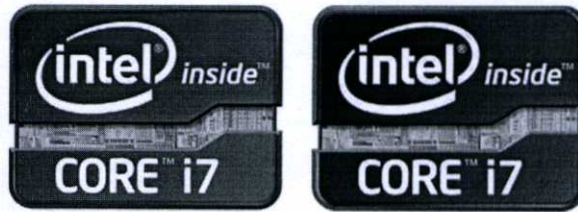
ตารางที่ 2.4 แสดงคุณสมบัติของซีพียูตระกูล Core i5

คุณสมบัติ	Core i5			
เลขรุ่น	3xxx	3xx5	4xxx	4xxx (K)
ซ็อกเก็ต	LGA1155	LGA1155	LGA1150	LGA1150
CPU Multi-Core	Quad Core	Quad Core	Quad Core	Quad Core
บัส DMI	5 GT/s	5 GT/s	5 GT/s	5 GT/s
วงจรรควบคุมแรม	Dual DDR3	Dual DDR3	Dual DDR3	Dual DDR3
ชิปเซต Intel	Intel 6/7 Series	Intel 6/7 Series	Intel 8 Series	Intel 8 Series
ขนาดแคช L2	4x 256 KB	4x 256 KB	4x 256 KB	4x 256 KB
ขนาดแคช L3	6 MB	6 MB	6 MB	6 MB
ปลดล็อคค่าตัวคูณ	รุ่นรหัส K	✗	✗	✓

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

คุณสมบัติ	Core i5			
Intel Turbo Boots	✓	✓	✓	✓
Hyper-Threading	✗	✗	✗	✗
บัส PCI Express	PCI-E 3.0	PCI-E 3.0	PCI-E 3.0	PCI-E 3.0
ชิปกราฟิก	Intel HD2500/ HD4000 (K)	Intel HD4000	Intel HD4600	Intel HD4600
พลังงานของซีพียู	77 W	77 W	84 W	84 W

## 5.4 ซีพียูตระกูล Core i7



รูปที่ 2.18 ซีพียูตระกูล Core i7

ซีพียูตระกูล Core i7 เป็นซีพียูระดับ Top ของบริษัท Intel เป็นซีพียูแบบ Quad Core แท้ๆ พร้อม Hyper-Threading และ Turbo Boost จึงส่งผลให้ทำงานเสมือนซีพียู 8 คอร์ ซีพียูตระกูล Core i7 รุ่นซ็อกเก็ต LGA1150 มีหน่วยความจำแคช L3 ขนาด 8 MB พร้อมชิปกราฟิก Intel HD4600 มีตัวเลือกพิเศษรุ่นรหัส K ซึ่งไม่ล๊อคค่าตัวคูณเช่นกัน

ส่วนซีพียูตระกูล Core i7 Extreme รุ่น Top ล่าสุดยังใช้ซ็อกเก็ต LGA2011 รองรับซีพียูแบบ 6 คอร์ ทำงานร่วมกับแรม Quad Channel DDR3 ครั้งแรกของผู้ใช้ทั่วไปที่เห็นการติดตั้งแรมถึง 4 แถวบนชิปเซต Intel X79 นำเสียดายที่รองรับเพียงบัส PCI Express 2.0

ตารางที่ 2.5 แสดงคุณสมบัติของซีพียูตระกูล Core i7

คุณสมบัติ	Core i7			
เลขรุ่น	3xxx	4xxx	38xx	39xx (X)
ซ็อกเก็ต	LGA1155	LGA1150	LGA2011	LGA2011
CPU Multi-Core	Quad Core	Quad Core	Quad Core	Hexa Core
บัส DMI	5 GT/s	5 GT/s	PCI-E 2.0	PCI-E 2.0
วงจรควบคุมแรม	Dual DDR3	Dual DDR3	Dual DDR3	Dual DDR3
ชิปเซต Intel	Intel 6/7 Series	Intel 8 Series	X79	X79
ขนาดแคช L2	4x 256 KB	4x 256 KB	4x 256 KB	6x 256 KB
ขนาดแคช L3	8 MB	8 MB	10 MB	12-15 MB
ปลดล๊อคค่าตัวคูณ	รุ่นรหัส K	รุ่นรหัส K	✗	✓
Intel Turbo Boots	✓	✓	✓	✓
Hyper-Threading	✓	✓	✓	✓
บัส PCI Express	PCI-E 3.0	PCI-E 3.0	PCI-E 2.0	PCI-E 2.0

### ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

คุณสมบัติ	Core i7			
	Intel HD4000 (K)	Intel HD4600	×	×
ชิปกราฟิก	Intel HD4000 (K)	Intel HD4600	×	×
พลังงานของซีพียู	77 W	84 W	130 W	130 W

#### 5.5 ซีพียูของบริษัท AMD

Advance Micro Device หรือ AMD ([www.amd.com](http://www.amd.com)) เป็นคู่แข่งของ Intel บริษัท AMD ได้วางจำหน่ายซีพียูของตนออกมาครบทุกตลาด โดยซีพียู Athlon เป็นรุ่นที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าซีพียูกว่าซีพียูของ Intel แต่ก็เทียบกับ Intel Core ไม่ได้ ปัจจุบันเปิดตัวซีพียูพร้อมชิปกราฟิก DirectX 11 ตระกูล A-Series และสุดยอดซีพียูระดับ 6-8 คอร์ ตระกูล FX-Series ที่พร้อมทำชนกับ Intel

#### 5.6 ซีพียูตระกูล APU (E-Series)



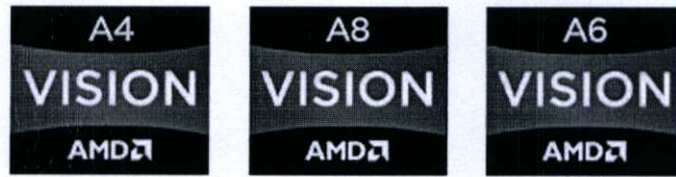
รูปที่ 2.19 ซีพียูตระกูล APU (E-Series)

ซีพียูตระกูล APU เป็นซีพียูกลุ่มที่มีชิปกราฟิก DirectX 11 ภายในโดยกลุ่มตระกูล E-Series เน้นออกแบบมาเพื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ประเภท Thin & Light หรือคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กเพื่อความบันเทิงที่เรียกว่า HTPC โดย APU (E-Series) มีประสิทธิภาพเหนือกว่า ในขณะที่ยังประหยัดไฟเช่นกัน

### ตารางที่ 2.6 แสดงคุณสมบัติของซีพียูตระกูล AMD APU (E-Series)

คุณสมบัติ	AMD APU (E-Series)		
	E2xx	E3xx	E2-xxxx
เลขรุ่น	E2xx	E3xx	E2-xxxx
ซ็อกเก็ต	Integrated	Integrated	Socket FM1
CPU Multi-Core	×	Dual Core	Dual Core
บัส DMI	PCI-E 2.0	PCI-E 2.0	PCI-E 2.0 x4
วงจรควบคุมแรม	Single DDR3	Single DDR3	Single DDR3
ชิปเซต AMD	A50M	A50M	A55/A75
ขนาดแคช L2	512 KB	2x 512 KB	2x 512 KB
ขนาดแคช L3	×	×	×
ปลดล็อคอ์ค่าตัวคูณ	×	×	×
AMD Turbo Boots	×	×	×
ชิปกราฟิก	HD6310	HD6310	HD3670D
พลังงานของซีพียู	18 W	22 W	65 W

## 5.7 ซีพียูตระกูล APU (A-Series)



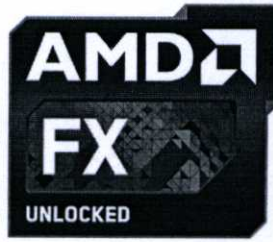
รูปที่ 2.20 ซีพียูตระกูล APU (A-Series)

AMD เปิดตัวซีพียูสำหรับกลุ่มผู้ใช้ทั่วไป โดยเป็นตระกูล A-Series ใช้ซ็อกเก็ต FM2 ซึ่งแบ่งออกตามรุ่นย่อยๆ ตามระดับความต้องการของผู้ใช้ ภายในตัวซีพียูมีหน่วยความจำแคช L2 ขนาด 2-4 MB พร้อมชิปกราฟิกประสิทธิภาพสูง ซีพียูตระกูล APU (A-Series) จึงเป็นซีพียูที่ให้ประสิทธิภาพคุ้มค่า

ตารางที่ 2.7 แสดงคุณสมบัติของซีพียูตระกูล AMD APU (A-Series)

คุณสมบัติ	AMD APU (A-Series)			
เลขรุ่น	A4-A5xxx	A4/A6-5xxx	A6-5xxx	A6-6xxx
ซ็อกเก็ต	Socket FM2	Socket FM2	Socket FM2	Socket FM2
CPU Multi-Core	Dual Core	Quad Core	Dual Core	Dual Core
บัสซีพียู	PCI-E 2.0 x4	PCI-E 2.0 x4	PCI-E 2.0 x4	PCI-E 2.0 x4
วงจรรควบคุมแรม	Dual DDR3	Dual DDR3	Dual DDR3	Dual DDR3
ชิปเซต AMD	A75/A85	A75/A85	A75/A85	A75/A85
ขนาดแคช L2	2 MB	2 MB	2 MB	2 MB
ขนาดแคช L3	×	×	×	×
ปลดล๊อคค่าตัวคูณ	×	×	×	×
AMD Turbo Boots	×	×	×	×
ชิปกราฟิก	HD7480D	HD8330/8400	HD7540D	HD8470D
พลังงานของซีพียู	65 W	15/25 W	65 W	65 W
เลขรุ่น	A8-5xxx	A8-6xxx	A10-5xxx	A10-6xxx
ซ็อกเก็ต	Socket FM2	Socket FM2	Socket FM2	Socket FM2
CPU Multi-Core	Quad Core	Quad Core	Quad Core	Quad Core
บัสซีพียู	PCI-E 2.0 x4	PCI-E 2.0 x4	PCI-E 2.0 x4	PCI-E 2.0 x4
วงจรรควบคุมแรม	Dual DDR3	Dual DDR3	Dual DDR3	Dual DDR3
ชิปเซต AMD	A75/A85	A75/A85	A75/A85	A75/A85
ขนาดแคช L2	4 MB	4 MB	4 MB	4 MB
ขนาดแคช L3	×	×	×	×
ปลดล๊อคค่าตัวคูณ	รุ่นรหัส K	รุ่นรหัส K	รุ่นรหัส K	รุ่นรหัส K
AMD Turbo Boots	✓	✓	✓	✓
ชิปกราฟิก	HD7560D	HD8570D	HD7660D	HD8670D
พลังงานของซีพียู	65/100 W	65/100 W	65/100 W	65/100 W

## 5.8 ซีพียูตระกูล FX-Series



รูปที่ 2.21 ซีพียูตระกูล FX-Series

ที่มา : <http://www.eteknix.com/amd-introduce-fx-6350-and-fx-4350-desktop-processors/>

AMD ตระกูล FX-Series ถือเป็นรุ่นที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยมีการทำงานแบบ Quad Core จนถึง Octa Core บนซ็อกเก็ต AM3+ มาพร้อมหน่วยความจำแคช L2 และ L3 ขนาดใหญ่ เรียกว่าจัดสเปคมาอย่างเต็มพิกัด

ตารางที่ 2.8 แสดงคุณสมบัติของซีพียูตระกูล AMD FX-Series

คุณสมบัติ	AMD FX-Series		
เลขรุ่น	FX-4xxx	FX-6xxx	FX-8xxx/9xxx
ซ็อกเก็ต	Socket AM3+	Socket AM3+	Socket AM3+
CPU Multi-Core	Quad Core	Hexa Core	Octa Core
บัส HyperTransport	✓	✓	✓
วงจรรควบคุมแรม	Dual DDR3	Dual DDR3	Dual DDR3
ชิปเซต AMD	AMD 9xx	AMD 9xx	AMD 9xx
ขนาดแคช L2	4x 1 MB	6x 1 MB	8x 1 MB
ขนาดแคช L3	4/8 MB	8 MB	8 MB
ปลดล๊อคค่าตัวคูณ	Back Edition	Back Edition	Back Edition
AMD Turbo Boots	✓	✓	✓
ชิปกราฟิก	✗	✗	✗
พลังงานของซีพียู	95/125 W	95/125 W	125/200 W

### 2.2.3 หน่วยแสดงผล

หน่วยแสดงผล (Output Unit) คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แสดงผลการทำงานออกมา เพื่อให้เราได้รับทราบข้อมูลต่างๆ ที่ทำงานผ่านทางคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งอุปกรณ์ที่เป็นหน่วยแสดงผลในปัจจุบันนั้นมีมากมาย เช่น

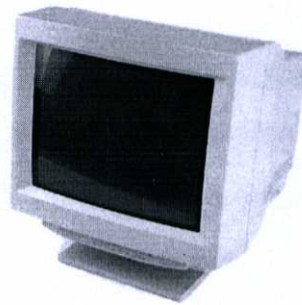
#### 1. จอภาพ (Monitor)

เป็นอุปกรณ์แสดงผลที่มีความสำคัญเพราะต้องติดต่อกับผู้ใช้ตลอดเวลาในขณะที่ใช้งานคอมพิวเตอร์ในอดีตจอภาพที่นิยมใช้กันมักเป็นจอแบบ CRT ที่มีน้ำหนักมากและกินเนื้อที่บนโต๊ะทำงาน แต่ปัจจุบันจอภาพแบบ LCD และ LED ที่มีน้ำหนักเบาและบาง ได้กลายเป็นมาตรฐานที่ใช้กัน

แพร่หลายเนื่องจากได้ภาพที่สวยงามสมจริงและมีราคาที่ถูกลงอย่างมาก รายละเอียดต่างๆ ของจอภาพแบบ CRT, LCD และ LED มีดังนี้

### 1.1 จอภาพแบบ CRT (Cathode Ray Tube)

เป็นจอที่มีรูปร่างโป่งและมีหลักการทำงานคล้ายจอโทรทัศน์ เว้นแต่ที่ไม่มีภาครับสัญญาณที่วิภายในเครื่องมีแต่ภาครับสัญญาณคอมพิวเตอร์เท่านั้น โดยปุ่มปรับต่างๆ มักถูกแสดงเป็นตัวเลือกให้สั่งการบนหน้าจอ โดยทั่วไปจอ CRT จะมีผิวจอโค้งเล็กน้อยทำให้ภาพบริเวณขอบจอไม่คมชัด แต่ต่อมาปัญหาเหล่านี้ได้ถูกแก้ไขโดยจอ CRT แบบใหม่ ที่มีผิวจอแบนเรียบ (Flat Screen CRT) ทำให้ภาพที่ได้คมชัดเสมอกันตลอดทั่วทั้งจอ ขนาดมาตรฐานของจอ CRT ที่เคยใช้กันคือ 17 นิ้ว (วัดตามแนวทแยงมุม) ซึ่งความละเอียดของการแสดงผล (Screen Resolution) ที่เหมาะสมคือ 1024\*768 พิกเซล (Pixels) ในส่วนของการเชื่อมต่อนั้นมักจะใช้เสียบเข้ากับคอนเน็คเตอร์ D-Sub แบบ 15-pin ของการ์ดจอที่ให้สัญญาณภาพแบบอนาล็อก (Analog)



รูปที่ 2.22 จอภาพแบบ CRT (Cathode Ray Tube)

ที่มา : <http://www.brighthub.com/environment/green-computing/articles/12257.aspx>

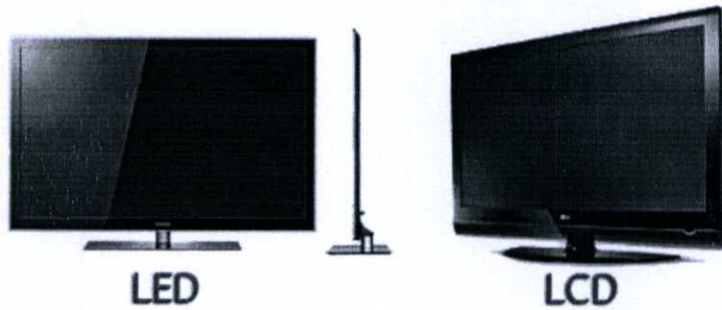
### 1.2 จอ LCD (Liquid Crystal Display)

LCD ย่อมาจาก Liquid Crystal Display ถือเป็นเทคโนโลยีในยุคแรกเริ่มที่ทำให้จอภาพออกมามีขนาดบางลงมากๆ ได้ อาศัยการแสดงผลภาพด้วยการใช้หลอดไฟที่เรียกว่า CCFL หรือ Cold Cathode Fluorescent Lamp ซึ่งเป็นหลอดไฟขนาดเล็กๆ ผอม และมีลักษณะยาวคล้ายหลอดกาแฟ วางเรียงตัวกันในแนวนอนยาวลงมาอยู่ทางด้านหลังของจอภาพ ทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดแสงซึ่งเมื่อไปกระทบกับผลึกคริสตัลชนิดกึ่งแข็งกึ่งเหลว (Liquid Crystal) ที่คอยบิดตัวทำองศาอยู่ในจอภาพ เพื่อเบี่ยงเบนแสงจากหลอดไฟ CCFL ให้ลอดผ่านแผ่นฟิล์มบางๆ ที่มี 3 สี คือ แดง เขียว น้ำเงิน (RGB) จนเกิดเป็นจุดสีหลายๆ จุดสี รวมกันเป็นสีสันต่างๆ หรือก็คือภาพที่ปรากฏบนหน้าจอนั่นเอง

### 1.3 จอ LED (Light Emitting Diode)

LED ย่อมาจาก Light Emitting Diode หรือก็คือ ไดโอดเปล่งแสง ซึ่งถือเป็นเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาต่อมาจาก LCD โดยสามารถออกแบบจอภาพให้ยังมีขนาดบางลงไปกว่าเดิมได้อีก แถมยังช่วยให้ประหยัดไฟยิ่งขึ้นด้วย หลักการทำงานก็คล้ายกับจอ LCD คือ มีตัวกำเนิดแสงให้ไปตกกระทบกับผลึกคริสตัล (Liquid Crystal) ที่คอยบิดตัวทำองศาเพื่อเบี่ยงเบนแสงให้ลอดผ่านแผ่นฟิล์มบางๆ ที่มี 3 สี คือ แดง เขียว น้ำเงิน (RGB) จนเกิดเป็นจุดสีหลายๆ จุดสีรวมกันเป็นสีสันต่างๆ หรือก็คือภาพที่

ปรากฏบนหน้าจอ หากแต่ตัวกำเนิดแสงของจอ LED ไม่ใช่หลอดไฟ CCFL แต่เป็นหลอดไดโอดเปล่งแสงหรือที่เรียกว่าหลอด LED ขนาดเล็กๆ ซึ่งมีคุณสมบัติให้ความสว่างสูง มีสีสดใสชัดเจน มีการตอบสนองที่รวดเร็วและที่สำคัญกินไฟน้อย วางเรียงตัวกันอยู่ทางด้านหลังของจอภาพเป็นจำนวนมาก



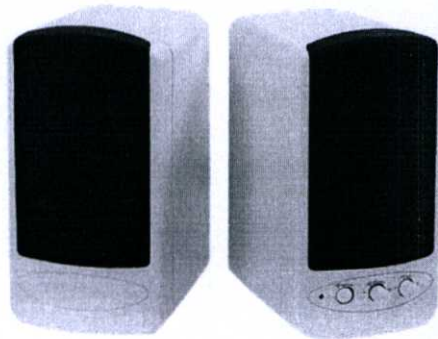
รูปที่ 2.23 จอภาพแบบ LCD (Liquid Crystal Display) และ LED (Light Emitting Diode)

## 2. ลำโพง (Speaker)

ทำหน้าที่เปลี่ยนจากสัญญาณไฟฟ้าให้กลายเป็นสัญญาณเสียง ซึ่งหากใช้ลำโพงที่มีเครื่องขยายเสียง (Amplifier) ในตัว (Active Speaker) หรือต่อเครื่องขยายเสียงต่างหากก็จะช่วยให้ได้เสียงที่ดีขึ้น โดยรับสัญญาณที่ยังไม่ถูกขยายมากจากซาวด์การ์ด (เพราะหากให้ซาวด์การ์ดขยายเสียงมาทอดหนึ่งก่อนก็มักจะได้เสียงรบกวนจากอุปกรณ์อื่นๆ ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ติดมาด้วยมากเกินไป) หรืออาจเลือกใช้ลำโพงรุ่นใหม่ที่ได้รับสัญญาณดิจิตอลจากพอร์ต USB ออกมาแทนการต่อจากซาวด์การ์ดโดยตรงก็ได้ ซึ่งวิธีนี้สัญญาณเสียงที่ได้จะยังเป็นแบบดิจิตอลที่ปราศจากการรบกวนใดๆ แล้วนำมาแปลงเป็นสัญญาณเสียงที่เครื่องขยายเสียงภายนอกอีกทีหนึ่ง สำหรับชุดลำโพงแบบมัลติมีเดียที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ทั่วไป สามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

### 2.1 ชุดลำโพงมัลติมีเดียสำหรับคอมพิวเตอร์ทั่วไป

รุ่นธรรมดาจะเป็นแบบสเตอริโอที่มีแค่ลำโพงซ้าย-ขวา 2 ข้าง ไม่มีเครื่องขยายเสียงเสียงพอเสียบสายต่อเข้ากับการ์ดเสียงก็ใช้งานได้ทันที หรือรุ่นที่ดีขึ้นมากหน่อยก็จะเพิ่มเครื่องขยายเสียงหรือแอมป์ (Amplifier) เข้ามาในตัว โดยการใช้งานนั้นจะต้องเสียบปลั๊กไฟในขณะที่จะใช้งาน



รูปที่ 2.24 ชุดลำโพงมัลติมีเดียสำหรับคอมพิวเตอร์ทั่วไป

## 2.2 ชุดลำโพงพร้อมซับวูฟเฟอร์

เป็นชุดลำโพงแบบ 3 จุด หรือที่เรียกกันติดปากว่า 2.1 Channel ประกอบด้วยลำโพงที่ทำหน้าที่แยกเสียงซ้าย-ขวา 2 จุด และลำโพงเสียงทุ้มหรือซับวูฟเฟอร์ (Subwoofer) ที่ช่วยเพิ่มเสียงทุ้มให้หนักแน่นเพ็งขึ้นอีก 1 จุด บางรุ่นอาจมีปุ่มปรับเพิ่มหรือลดเสียงทุ้ม/แหลมเพิ่มเข้ามา



รูปที่ 2.25 ชุดลำโพงพร้อมซับวูฟเฟอร์

## 2.3 ชุดลำโพงมัลติมีเดียแบบดิจิทัล

เป็นชุดลำโพงที่รับเอาสัญญาณเสียงแบบดิจิทัลจากพอร์ต USB ของคอมพิวเตอร์ และขยายเสียงให้ดังออกลำโพงโดยตรงซึ่งไม่จำเป็นต้องผ่านการ์ดเสียงเหมือนกับลำโพงมัลติมีเดียแบบอนาล็อกหรือแบบธรรมดาต่างๆ ไปข้อดีของลำโพงประเภทนี้นอกจากจะได้สัญญาณเสียงเป็นแบบดิจิทัลที่ปราศจากสัญญาณลบกวนใดๆ แล้ว ยังสามารถปรับเสียงดัง-ค่อย หรือทุ้ม-แหลมจากซอฟต์แวร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย รวมทั้งยังสามารถแยกแชนเนลหรือถอดรหัสต่างๆ เช่น Dolby ที่ตัวเครื่องขยายเสียงและลำโพงเอง แต่ข้อเสียของลำโพงประเภทนี้ก็คือความสามารถในการส่งข้อมูลได้จำกัด (เท่ากับที่พอร์ต USB จะส่งสัญญาณดิจิทัลออกมาได้ทัน ซึ่งมากพอที่จะป้อนให้ลำโพงได้ไม่เกิด 5-6 แชนเนล ซึ่งที่ปริมาณข้อมูลขนาดนั้นก็อาจไหลดพอร์ต USB มากจนยากที่อุปกรณ์ UEB อื่นๆ จะทำได้)



รูปที่ 2.26 ชุดลำโพงมัลติมีเดียแบบดิจิทัล

#### 2.4 ชุดลำโพงระบบเสียงรอบทิศทาง

เป็นชุดลำโพงชุดใหญ่ที่ประกอบด้วยลำโพงตั้งแต่ 5-8 จุด คือ มีทั้งระบบ 4.1, 5.1, 6.1 และ 7.1 Channel แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท

#### 2.5 ประเภทที่มีถอดรหัส (Surround Decoder)

ประกอบด้วยตัวถอดรหัสสัญญาณเซอร์ราวด์ทั้งระบบ Dolby Digital และ DTS หรือ Dolby Pro-Logic + แอมป์ + ชุดลำโพงเซอร์ราวด์ เวลาใช้เพียงต่อช่อง S/PDIF หรือ Digital Out จากการ์ดเสียงที่ให้สัญญาณเซอร์ราวด์ในระบบ 5.1CH ขึ้นไป เข้าที่ตัวถอดรหัสเท่านั้น

#### 2.6 ประเภทที่ไม่มีถอดรหัส

ประกอบด้วยแอมป์ขยายเสียง + ชุดลำโพงเซอร์ราวด์ เวลาใช้งานเพียงต่อช่อง Line Out จากการ์ดเสียงที่ให้สัญญาณเซอร์ราวด์ในระบบ 5.1 CH ขึ้นไปเข้าที่ภาคขยายเสียงภายในชุดลำโพงเพียงเท่านั้นก็จะได้ระบบเสียงแบบเซอร์ราวด์รอบทิศทาง



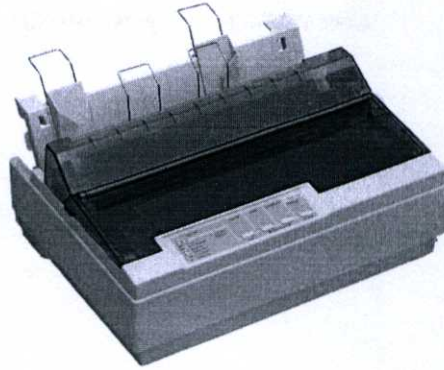
รูปที่ 2.27 ชุดลำโพงระบบเสียงรอบทิศทาง

### 3. เครื่องพิมพ์ (Printer)

เป็นอุปกรณ์ต่อพ่วงที่ใช้สำหรับงานพิมพ์ต่างๆ ซึ่งปัจจุบันมีกันแทบทุกบ้านที่มีคอมพิวเตอร์ เพราะราคาถูกจนเรียกได้ว่าซื้อคอมพิวเตอร์แถมพริ้นเตอร์กันเลย เพราะฉะนั้นเครื่องพิมพ์ก็ไม่ใช่เรื่องไกลตัวอีกต่อไป ซึ่งประเภทของเครื่องพิมพ์ โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลักๆ คือ

#### 3.1 เครื่องพิมพ์แบบหัวเข็ม (Dot Matrix)

ใช้หัวเข็มเป็นแผงแบบ 9 หรือ 24-pin อัดกระดาษลงบนกระดาษแผ่นแถบหมึกพิมพ์คล้ายกับเครื่องพิมพ์ดีด เหมาะสำหรับงานพิมพ์ข้อความที่ต้องการพิมพ์สำเนาหรือมีข้อความส่วนใหญ่ ความละเอียดสูงสุดอยู่ที่ 360x360 dpi (Dot Per Inch : จุดต่อตารางนิ้ว) ถึงแม้พริ้นเตอร์แบบอื่นที่พิมพ์งานคุณภาพสูง เช่น เลเซอร์พริ้นเตอร์จะมีราคาถูกลงเพียงใดก็ตาม งานบางประเภทก็ยังคงต้องใช้เครื่องพริ้นเตอร์แบบ Dot-matrix อยู่ เช่น การพิมพ์เอกสารที่มีสำเนาหลายๆ ชุด ซึ่งโดยทั่วไปจะพิมพ์ได้ระหว่าง 3-5 ชุด แต่บางรุ่นก็พิมพ์ได้ถึง 6 ชุด หรือก็อปปี 6 ชั้นก็มี



รูปที่ 2.28 เครื่องพิมพ์แบบหัวเข็ม (Dot Matrix)

### 3.2 เครื่องพิมพ์แบบหัวพ่นหมึก (Ink Jet)

ทำงานโดยใช้การพ่นน้ำหมึกเป็นละอองขนาดเล็กมากลงบนกระดาษโดยตรง ซึ่งเป็นที่นิยมกันมากในปัจจุบัน เนื่องจากราคาถูกใช้พิมพ์งานสีได้ดีและพิมพ์งานขาวดำได้เร็วและสวยงาม หลักการทำงานจะพิมพ์หมึกเป็นจุดๆ ลงบนกระดาษด้วยการพ่นหมึกตรงๆ โดยไม่มีการสัมผัสระหว่างหัวพิมพ์กับกระดาษ ทำให้ได้จุดที่เล็กและละเอียดใกล้เคียงกับเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ แต่ยังมีราคาซื้อหรือกระจายของหมึกบ้างเล็กน้อย ขึ้นอยู่กับชนิดของกระดาษที่ใช้

ถ้าใช้กระดาษที่ผลิตมาสำหรับเครื่องพิมพ์แบบอิงค์เจต โดยเฉพาะ จะได้งานพิมพ์ที่มีคุณภาพดีกว่า แม้จะยังไม่คมชัดเท่าเครื่องพิมพ์เลเซอร์ก็ตาม ความละเอียดสูงสุดของเครื่องพิมพ์แบบนี้มีได้ถึง 9,600 X 2,400 dpi หรือกว่านั้น ซึ่งเหมาะกับงานพิมพ์ที่ต้องการคุณภาพและปริมาณไม่มากนัก เนื่องจากต้นทุนต่อแผ่นค่อนข้างสูง ส่วนความเร็วจะแสดงเป็นจำนวนหน้าต่ออนาที ซึ่งอาจจะไม่เท่ากันสำหรับงานขาวดำกับงานสี นอกจากนี้บางรุ่นยังมีความสามารถพิเศษเพิ่มขึ้นมาคือ การสกรีนภาพหรือข้อความลงบนแผ่นซีดีหรือดีวีดีได้ด้วย โดยแผ่นซีดีหรือดีวีดีที่จะนำมาสกรีนภาพหรือข้อความนั้นจะต้องถูกออกแบบมาโดยเฉพาะ ซึ่งจะมีข้อความกำกับบนกล่องซีดีหรือดีวีดีว่า Printable Disc หรือ Writable Disc



รูปที่ 2.29 เครื่องพิมพ์แบบหัวพ่นหมึก (Ink Jet)

### 3.3 เครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ (Laser)

ปัจจุบันมีการใช้งานกันมากขึ้นเพราะราคาถูกลงมาก งานพิมพ์ของเครื่องพิมพ์แบบนี้จะคมชัดที่สุด ได้ผลงานที่สวยงาม ความละเอียดโดยทั่วไปอยู่ที่ 600 ถึง 1,200 dpi เหมาะกับงาน

คุณภาพที่เน้นปริมาณโดยไม่ต้องการพิมพ์สำเนาและต้นทุนต่อแผ่นก็ถูกกว่าเครื่องพิมพ์แบบอิงค์เจ็ท เครื่องพิมพ์เลเซอร์สามารถสร้างภาพที่มีความละเอียดสูงกว่าเครื่องพิมพ์แบบ Dot-Matrix คือมีความละเอียดสูงสุดถึง 24,00 dpi ในด้านความเร็วจะแสดงเป็นจำนวนหน้าต่อนาที โดยจะพิมพ์ได้เร็วกว่าแบบอิงค์เจ็ทอยู่พอสมควรซึ่งตัวเลขยิ่งมากจะยิ่งพิมพ์ได้เร็ว เครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่ใช้กับเครื่องพีซีทั่วไปจะทำได้ระหว่าง 10-14 ppm ในเครื่องเล็กจนถึงกว่า 20 ppm ในเครื่องรุ่นใหญ่ๆ แต่ตัวเลขดังกล่าวจะบอกถึงความเร็วสูงสุดที่กลุ่กการพิมพ์หรือ engine ของเครื่องพิมพ์จะทำได้ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วอาจช้ากว่านี้ ขึ้นกับว่าซีพียูของเครื่องพิมพ์สามารถสร้างภาพขึ้นตามคำสั่งที่ส่งมาได้เร็วแค่ไหน

เครื่องพิมพ์เลเซอร์สี (Color Laser) ใช้กลไกการพิมพ์แบบเดียวกับเครื่องพิมพ์เลเซอร์ธรรมดา แต่แทนที่จะมีสีดำเพียงสีเดียว ก็เปลี่ยนมาใช้ชุดของผงหมึก (Toner) จำนวน 4 ชุด แทนสีแต่ละสีที่ประกอบกันเป็นภาพสี คือ Cyan (น้ำเงิน), Magenta (แดง), Yellow (เหลือง), Black (ดำ) โดยโปรเซสเซอร์ของเครื่องพิมพ์จะควบคุมลำแสงเลเซอร์ให้สร้างภาพสำหรับแต่ละสีขึ้นบนดรัมหรือสายพานไวแสง แล้วดูเอาผงหมึกของสีนั้นๆ ไปเกาะเพื่อเตรียมพิมพ์จากนั้นผงหมึกแต่ละสีก็จะถูกถ่ายลงบนกระดาษและนำไปผ่านความร้อนให้ยึดติดแน่นเป็นภาพสีขึ้นในลักษณะเดียวกับเลเซอร์ธรรมดา ภาพที่ได้จากเครื่องพิมพ์ประเภทนี้จะมีสีสดใสเหมาะสมกับงานเอกสารทั่วไป และมีความเร็วในการพิมพ์ที่สูง ซึ่งทำให้เครื่องพิมพ์เลเซอร์สีเริ่มเป็นที่นิยมแพร่หลายมากขึ้นประกอบกับปัจจุบันก็มีราคาลดลงอย่างมาก เช่น เครื่องพิมพ์ขนาด A4 มีราคาอยู่ในระดับไม่กี่พันบาทเท่านั้น แต่ค่าผงหมึก (Toner) ยังค่อนข้างสูงอยู่เมื่อเทียบกับแบบขาวดำ ซึ่ง Toner เต็มๆ 1 ชุด จะแพงกว่าค่าเครื่องเสียอีก ส่วน Toner ที่ให้มาก็มีความจุน้อย พิมพ์ไม่เท่าไรก็หมด



รูปที่ 2.30 เครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ (Laser)

#### 3.4 การเชื่อมต่อกับพรินเตอร์

การเชื่อมต่อพรินเตอร์เข้ากับเครื่องพีซีโดยทั่วไปจะมีอยู่หลายวิธี คือ

(1) พอร์ต USB (Universal Serial Bus Port) เป็นช่องเชื่อมต่อแบบมาตรฐานที่พรินเตอร์แทบทุกรุ่นต้องมี เพราะใช้งานได้สะดวกและมีความเร็วสูงกว่าพอร์ตขนานที่มีอยู่ในพรินเตอร์รุ่นเก่าๆ

(2) พอร์ต LAN (RJ-45) เป็นช่องต่อที่มักให้มากับพรินเตอร์จำพวกเครื่องพิมพ์เลเซอร์ขนาดกลางขึ้นไป สำหรับไว้ใช้เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายภายในสำนักงานผ่านทางสาย LAN เพื่อใช้ส่งพิมพ์งานจากคอมพิวเตอร์เครื่องต่างๆ ภายในเครือข่าย เหมาะสำหรับงานพิมพ์ปริมาณมาก เช่น ในงานกราฟิกสิ่งพิมพ์หรือเอกสารจำนวนมากฉบับร้อยๆ หรือพันๆ หน้า เนื่องจากจะได้รับความเร็วสูงกว่าวิธีอื่นๆ

(3) Wireless LAN เป็นการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ในแบบไร้สาย ซึ่งจะเป็นคุณสมบัติที่มีอยู่ในพรินเตอร์รุ่นใหม่ๆ บางรุ่นโดยคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในระยะรัศมีเมื่อตรวจพบได้และได้

ทำการเชื่อมต่ออย่างถูกต้อง จะสามารถส่งพิมพ์หรือใช้งานฟังก์ชันต่างๆ ของพรินเตอร์นั้นๆ ได้โดยไม่ต้องใช้สายใดๆ ในการเชื่อมต่อกับตัวเครื่องพิมพ์

#### 2.2.4 หน่วยความจำ

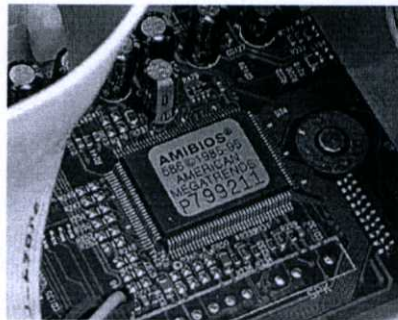
เป็นหน่วยที่สำคัญซึ่งจะต้องทำงานร่วมกับหน่วยประมวลผลอยู่โดยตลอด มีหน้าที่หลักคือจดจำและบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่ถูกส่งมาจากหน่วยรับข้อมูล แล้วนำมาจัดเก็บหรือพักไว้ชั่วคราวก่อนที่จะส่งต่อไปยังหน่วยประมวลผลหรืออุปกรณ์สำรองข้อมูลต่างๆ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นเสมือนกระดานชนวน สำหรับให้หน่วยประมวลผลใช้คิดคำนวณ และประมวลผลข้อมูลต่างๆ ด้วย

แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

##### 1. ROM (Read Only Memory)

เป็นหน่วยความจำแบบสารกึ่งตัวนำชั่วคราวชนิดอ่านได้อย่างเดียว ใช้เป็นสื่อบันทึกในคอมพิวเตอร์ เพราะไม่สามารถบันทึกซ้ำได้ (อย่างง่าย) เป็นความจำที่ซอฟต์แวร์หรือข้อมูลอยู่แล้ว และพร้อมที่จะนำมาต่อกับไมโครโพรเซสเซอร์ได้โดยตรง หน่วยความจำประเภทนี้แม้ไม่มีไฟเลี้ยงต่ออยู่ ข้อมูลก็จะไม่หายไปจากหน่วยความจำ

โดยทั่วไปจะใช้เก็บข้อมูลที่ไม่ต้องมีการแก้ไขอีกแล้วเช่น เก็บโปรแกรมไบออส (Basic Input output System : BIOS) หรือเฟิร์มแวร์ ที่ควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ใช้เก็บโปรแกรมการทำงานสำหรับเครื่องคิดเลขใช้เก็บโปรแกรมของคอมพิวเตอร์ที่ทำงานเฉพาะด้าน เช่น ในรถยนต์ที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมวงจร ควบคุมในเครื่องซักผ้า เป็นต้น



รูปที่ 2.31 หน่วยความจำหลัก (Read Only Memory - ROM)

ที่มา : <http://www.howstuffworks.com/rom2.htm>

ข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ใน ROM จะถูกโปรแกรม โดยผู้ผลิต (โปรแกรม มาจากโรงงาน) เราจะใช้ ROM ชนิดนี้ เมื่อข้อมูลนั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และมีความต้องการใช้งาน เป็นจำนวนมาก ผู้ใช้ไม่สามารถ เปลี่ยนแปลงข้อมูลภายใน ROM ได้

โดย ROM จะมีการใช้ technology ที่แตกต่างกันตัวอย่างเช่น BIPOLAR, CMOS, NMOS, PMOS

##### 1.1 PROM (Programmable Read Only Memory)

ข้อมูลที่ต้องการโปรแกรมจะถูกโปรแกรมโดยผู้ใช้อเอง โดยป้อนพัลส์แรงดันสูง (HIGH VOLTAGE PULSED) ทำให้ METAL STRIPS หรือ POLYCRYSTALLINE SILICON ที่อยู่ในตัว IC ขาดออกจากกัน ทำให้เกิดเป็นลอจิก “1” หรือ “0” ตามตำแหน่ง ที่กำหนดในหน่วยความจำนั้นๆ เมื่อ

PROM ถูกโปรแกรมแล้ว ข้อมูลภายใน จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้อีก หน่วยความจำชนิดนี้ จะใช้ในงานที่ใช้ความเร็วสูง ซึ่งความเร็วสูงกว่า หน่วยความจำ ที่โปรแกรมได้ชนิดอื่นๆ

### 1.2 EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)

ข้อมูลจะถูกโปรแกรม โดยผู้ใช้โดยการให้สัญญาณ ที่มีแรงดันสูง (HIGH VOLTAGE SIGNAL) ผ่านเข้าไปในตัว EPROM ซึ่งเป็นวิธีเดียวกับที่ใช้ใน PROM แต่ข้อมูลที่อยู่ใน EPROM เปลี่ยนแปลงได้ โดยการลบข้อมูลเดิมที่อยู่ใน EPROM ออกก่อน แล้วค่อยโปรแกรมเข้าไปใหม่ การลบข้อมูลนี้ทำได้ด้วย การฉายแสง อุลตราไวโอเล็ตเข้าไปในตัว IC โดยผ่าน ทางกระจกใส ที่อยู่บนตัว IC เมื่อฉายแสง ครู่หนึ่ง (ประมาณ 5-10 นาที) ข้อมูลที่อยู่ภายใน ก็จะถูกลบทิ้ง ซึ่งช่วงเวลา ที่ฉายแสงนี้ สามารถดูได้จากข้อมูล ที่กำหนด (DATA SHEET) มากับตัว EPROM และ มีความเหมาะสม ที่จะใช้เมื่องานของระบบ มีโอกาส ที่จะปรับปรุงแก้ไขข้อมูลใหม่

### 1.3 EAROM (Electrically Alterable Read Only Memory)

EAROM หรืออีกชื่อหนึ่งว่า EEPROM (ELECTRICAL ERASABLE EPROM) เนื่องจากมีการใช้ไฟฟ้าในการลบข้อมูลใน ROM เพื่อเขียนใหม่ ซึ่งใช้เวลาสั้นกว่าของ EPROM

การลบขึ้นอยู่กับพื้นฐานการใช้เทคโนโลยีที่แตกต่างกัน ดังนั้น EAROM (ELECTRICAL ALTERABLE ROM) จะอยู่บนพื้นฐานของเทคโนโลยีแบบ NMOS ข้อมูลจะถูกโปรแกรมโดยผู้ใช้เหมือนใน EPROM แต่สิ่งที่แตกต่างก็คือ ข้อมูลของ EAROM สามารถลบได้โดยทางไฟฟ้าไม่ใช่โดยการฉายแสงแบบ EPROM

โดยทั่วไปจะใช้ EPROM เพราะเราสามารถหามาใช้ และทดลองได้ง่าย มีราคาถูก วงจรต่อง่าย ไม่ยุ่งยาก และสามารถเปลี่ยนแปลงโปรแกรมได้ นอกจากระบบ ที่ทำเป็นการค้าจำนวนมาก จึงจะใช้ ROM ประเภทโปรแกรมสำเร็จ

## 2. RAM (Random Access Memory)

แรม เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ซึ่งจะคอยทำงานร่วมกับซีพียูอย่างใกล้ชิดอยู่ตลอดเวลาในระบบคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่จัดเก็บหรือบันทึกข้อมูล/คำสั่งต่างๆ ที่ใช้ในการประมวลผล ทดเลขในการคำนวณ เป็นพักข้อมูลชั่วคราวเพื่อรอส่งให้ซีพียูประมวลผล ฯลฯ เพราะฉะนั้นหากเราเลือกใช้แรมที่มีประสิทธิภาพและมีความจุมากพอ จะช่วยให้ซีพียูหรือคอมพิวเตอร์ทั้งระบบทำงานได้รวดเร็วขึ้น

ประเภทของแรม เราสามารถแบ่งแรมออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ Static RAM (SRAM) และ Dynamic RAM (DRAM) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

### 2.1 Static RAM (SRAM)

นิยมนำไปใช้เป็นหน่วยความจำแคช (Cache) เพราะมีความเร็วในการทำงานสูงกว่า DRAM มาก แต่ไม่สามารถทำให้มีความจุสูงๆ ได้ เนื่องจากมีราคาแพงและกินไฟมากจนมักทำให้เกิดความร้อนสูง อีกทั้งวงจรก็ยังมีขนาดใหญ่กว่าด้วย

### 2.2 Dynamic RAM (DRAM)

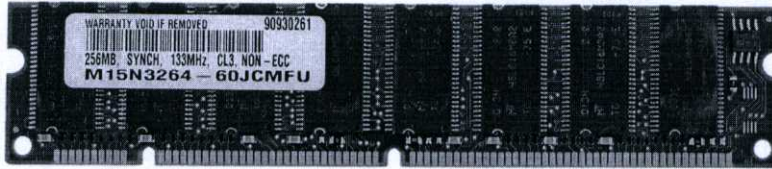
ใช้ทำเป็นหน่วยความจำหลักของระบบในรูปแบบของชิปไอซี (Integrated Circuit) บนแผงโมดูลของแรมหลากหลายชนิด เช่น SDRAM, DDR, DDR2, DDR3 ซึ่งสามารถออกแบบให้มีขนาดความจุสูงๆ ได้ ราคาถูก กินไฟน้อย และไม่ทำให้เกิดความร้อนสูง

### 2.3 ชนิดของแรม หรือ DRAM

DRAM ที่นำมาใช้เป็นแผงหน่วยความจำหลักของระบบชนิดต่างๆ มีดังนี้

#### (1) SDRAM (Synchronous DRAM)

ตัวชิปใช้บรรจุภัณฑ์แบบ TSOP (Thin Small Outline Package) ติดตั้งบนแผงโมดูลแบบ DIMM (Dual Inline Memory Module) ที่มีร่องบากที่บริเวณแนวขาสัญญาณ 2 ร่อง และมีจำนวนขา 168-pin ใช้แรงดันไฟ 3.3 โวลต์ ความเร็วบัสมีให้เลือกใช้ทั้งรุ่น PC-66 (66 MHz), PC-100 (100 MHz) และ PC-133 (133 MHz) ปัจจุบันไม่มีการนำมาใช้แล้ว

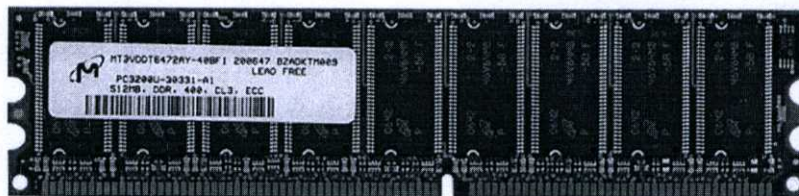


### รูปที่ 2.32 SDRAM (Synchronous DRAM)

ที่มา : <http://www.ebay.com/itm/256MB-SDRAM-MEMORY-RAM-PC133-NON-ECC-NON-REG-DIMM-/330518040550>

### (2) DDR SDRAM (Double Data Rate SDRAM)

ตัวชิปใช้บรรจุภัณฑ์แบบ TSOP ติดตั้งบนแผงโมดูลแบบ DIMM ขนาดความยาวของแผงเท่ากับ SDRAM คือ 5.22 นิ้ว ที่มีร่องบากที่บริเวณแนวขาสัญญาณ 1 ร่อง และมีจำนวนขา 184-pin ใช้แรงดันไฟ 2.5 โวลต์ ความเร็วบัสมีให้เลือกใช้ทั้งรุ่น 133 MHz (DDR-266) ไปจนถึง 350 MHz (DDR-700) ปัจจุบันไม่มีการนำมาใช้งานแล้ว



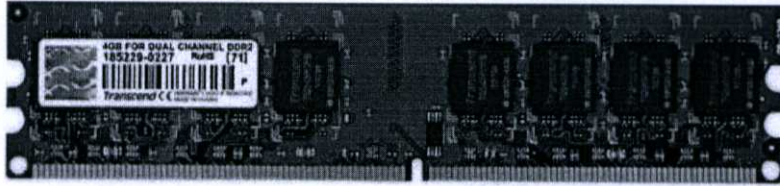
### รูปที่ 2.33 DDR SDRAM (Double Data Rate SDRAM)

ที่มา : <http://www.digikey.com/product-detail/en/MT9VDDT6472AY-40BF1/557-1178-ND/951226>

### (3) DDR2 SDRAM

ตัวชิปใช้บรรจุภัณฑ์แบบ FBGA (Fine-Pitch Ball Grid Array) มีความต้านไฟฟ้าต่ำกว่าแบบ TSOP และสามารถออกแบบให้ตัวชิปมีขนาดเล็กและบางลง ชิปนี้ถูกติดตั้งบนแผง DIMM ขนาดความยาวของแผงเท่าเดิมคือ 5.25 นิ้ว มีร่องบากบริเวณแนวขาสัญญาณ 1 ร่อง และมีจำนวนขา 240-pin ใช้แรงดันไฟ 1.8 โวลต์ ความเร็วบัสมีให้เลือกใช้ตั้งแต่ 200 MHz (DDR2-400) จนถึง 533 MHz (DDR2-1066) ปัจจุบันไม่มีการนำมาใช้งานแล้ว

การจำแนกรุ่นนอกจากจะแบ่งออกตามความเร็วบัสที่ใช้ใช้งาน เช่น DDR2-667 (667 MHz DDR) คิดจาก 333 MHz x 2 แล้วยังจำแนกออกตามค่าแบนด์วิดท์ที่ได้รับด้วย เช่น PC2-5400 คิดจาก 8 x 667 MHz ค่าแบนด์วิดท์ที่ได้รับเท่ากับ 5,400 MB/s โดยประมาณ นอกจากนี้ยังมีรุ่นอื่นๆ อีก เช่น PC2-4300 (DDR2-533), PC2-6400 (DDR2-800) และ PC2-7200 (DDR2-900) เป็นต้น

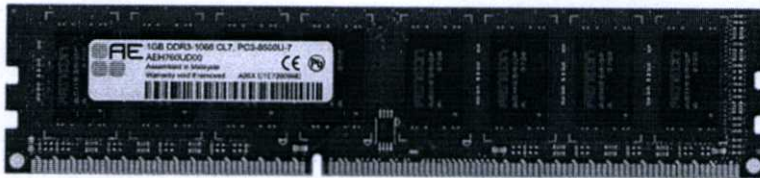


### รูปที่ 2.34 DDR2 SDRAM

ที่มา : <http://salestores.com/transcendjm401.html>

### (4) DDR3 SDRAM

เป็นหน่วยความจำที่ถูกใช้งานกันแพร่หลายในปัจจุบัน ตัวชิปใช้บรรจุภัณฑ์ FBGA เช่นเดียวกับ DDR2 ขนาดความยาวของแผงเท่าเดิมคือ 5.25 นิ้ว ติดตั้งบนแผง DIMM มีร่องบากบริเวณแนวขาสัญญาณ 1 ร่อง ซึ่งอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ตรงกันกับของ DDR2 ทำให้ไม่สามารถเสียบแทนกันได้ ถึงแม้จะมีจำนวนขาเท่ากันคือ 240-pin จุดเด่นของ DDR3 นอกจากจะใช้แรงดันไฟลดลงเหลือเพียง 1.5 โวลต์ แล้วยังทำงานด้วยความถี่สัญญาณนาฬิกาที่สูงขึ้นกว่าเดิมคือเริ่มต้นที่ 400 MHz (คิดเป็นความเร็วบัสแบบ DDR2 800 MHz ในรุ่น DDR3-800 หรือ PC3-6400) จนถึง 800 MHz (คิดเป็นความเร็วบัสที่ 1600 MHz DDR ในรุ่น DDR3-1600 หรือ PC3-12800) และได้รับการปรับปรุงโครงสร้างภายในโดยการขยายช่องสัญญาณการรับ/ส่งข้อมูลเป็น 8 bits (เดิม 4 และ 2 bits ใน DDR2 และ DDR) ซึ่งเป็นเหตุผลที่ทำให้ DDR3 มีความเร็วเพิ่มสูงขึ้น



### รูปที่ 2.35 DDR3 SDRAM

ที่มา : <http://oodeys.com/Product/Pixmania-PC38500-53685.aspx>

นอกจากนี้ Timing หรือค่าเวลาของช่วงจังหวะในการทำงานต่างๆ ภายใน RAM ก็เพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับค่า CAS Latency หรือเรียกย่อๆ ว่า CL ที่เป็นค่าหน่วงหรือค่าที่ต้องสูญเสียไปในระหว่างรอจังหวะการทำงานของวงจรภายใน RAM ซึ่งค่า CL นี้ยิ่งน้อยก็ยิ่งดี เช่น DDR2 มีค่า CL อยู่ระหว่าง 3-6 แต่สำหรับ DDR3 ด้วยความถี่สัญญาณนาฬิกาที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้ค่า CL เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 7-10 ซึ่งถ้ามองกันอย่างผิวเผินแล้วอาจเข้าใจว่า DDR3 นั้นทำงานช้ากว่า DDR2 แต่เมื่อนำมาคำนวณหาค่าเวลาที่ต้องสูญเสียไปในระหว่างการรับ/ส่งข้อมูลใน 1 คาบเวลา (Cycle) เทียบกันระหว่าง DDR2 และ DDR3 เช่น PC2-6400 (DDR2-800) Timing 6-6-6-x (ค่า CL เป็น 6 โดยสังเกตจากเลขตัวแรก) กับ PC3-10664 (DDR3-1333) Timing 8-8-8-x (ค่า CL เป็น 8) จะเห็นข้อแตกต่างที่ชัดเจนดังนี้

### (5) PC2-6400 (DDR2-800) Timing 6-6-6-x (CL6)

DDR2-800 มีค่าความถี่สัญญาณนาฬิกา (Clock Frequency) เท่ากับ 400 MHz (ความเร็วบัส 800 MHz DDR / 2 จำนวนครั้งที่ใช้รับ/ส่งข้อมูลในแต่ละรอบของสัญญาณนาฬิกา) นั้น

หมายถึงว่า มีสัญญาณนาฬิกาเกิดขึ้นจำนวน 400 ล้าน หรือ 400,000,000 ลูกคลื่น ภายใน 1 วินาที ดังนั้นถ้า  $1/400,000,000$  เท่ากับ 2.5 ns สรุปว่าถ้า DDR2-800 นี้ มีค่า CL เป็น 6 จะทำให้มีค่าเวลาที่ต้องสูญเสียไปในการรับ/ส่งข้อมูลใน 1 คาบเวลา เท่ากับ 15 ns ( $6 \times 2.5$  ns)

(6) PC3-10664 (DDR3-1333) Timing 8-8-8-x (CL8)

DDR3-1333 มีค่า Clock Frequency เท่ากับ 667 MHz แสดงว่ามีสัญญาณนาฬิกาเกิดขึ้นจำนวน 667 ล้านลูกคลื่น ใน 1 วินาที ดังนั้นภายใน 1 Cycle จะใช้เวลาทั้งสิ้น  $1/667,000,000$  เท่ากับ 1.5 ns สรุปว่า DDR3-1333 CL 8 นี้ จะมีค่าเวลาที่ต้องสูญเสียไปกับการรับ/ส่งข้อมูลใน 1 Cycle เท่ากับ 12 ns ( $8 \times 1.5$  ns)

จากตัวอย่างการคำนวณข้างต้น ถึงแม้ DDR3 จะมีค่า CL สูงกว่า DDR2 แต่มองถึงค่าเวลาที่ต้องสูญเสียไปในการรับ/ส่งข้อมูลต่อ 1 คาบเวลาแล้ว จะเห็นว่า DDR3 มีค่าเวลาที่ต้องสูญเสียไปน้อยกว่าหรือสรุปง่าย ๆ ก็คือ ทำงานได้เร็วกว่า DDR2 อยู่แน่นอน

การจำแนกรุ่นของ DDR3 จำแนกออกตามความเร็วบัสที่ใช้งาน เช่น DDR3-800 (800 MHz DDR) คิดจาก 400 MHz  $\times$  2 และจำแนกออกตามค่าแบนด์วิดท์ที่ได้รับ เช่น PC3-6400 คิดจาก  $8 \times 800$  MHz ค่าแบนด์วิดท์ที่ได้รับเท่ากับ 6,400 MB/s โดยประมาณ ปัจจุบัน DDR3 มีรุ่นความเร็วบัสให้ได้เลือกใช้ตั้งแต่ DDR3-1066 (PC3-8500) ไปจนถึง DDR3-2133 (PC3-17506) โดยจะถูกนำไปใช้งานร่วมกับชิปเซ็ตรุ่นใหม่ ๆ ของ Intel และ NVIDIA

ตารางที่ 2.9 เปรียบเทียบข้อมูลรุ่น การคำนวณ และแบนด์วิดท์ของ DRAM ชนิดต่างๆ

ชนิดของหน่วยความจำ และรุ่น	ความกว้างบัส (ไบต์) $\times$ จำนวนครั้งที่รับ/ส่งข้อมูล ในแต่ละรอบ Clock $\times$ ความถี่ Clock (MHz)	แบนด์วิดท์ (Bandwidth)
PC-133 (SDRAM)	$8 \times 1 \times 133$	1,064 MB/s
PC-3200 (DDR 400)	$8 \times 2 \times 200$	3,200 MB/s
PC-4200 (DDR 533)	$8 \times 2 \times 266$	4,264 MB/s
PC2-6400 (DDR2 800)	$8 \times 2 \times 400$	6,400 MB/s
PC2-8500 (DDR2 1066)	$8 \times 2 \times 533$	8,528 MB/s
PC3-10666 (DDR3 1333)	$8 \times 2 \times 667$	10,664 MB/s
PC3-12800 (DDR3 1600)	$8 \times 2 \times 800$	12,800 MB/s
PC3-12800 (DDR3 1800)	$8 \times 2 \times 900$	14,400 MB/s
PC3-16000 (DDR3 2000)	$8 \times 2 \times 1000$	16,000 MB/s
PC3-17056 (DDR3 2133)	$8 \times 2 \times 1066$	17,056 MB/s
PC-800 RDRAM (16-bit)	$2 \times 2 \times 400$	1,600 MB/s
PC-1066 RDRAM (16-bit)	$2 \times 2 \times 533$	2,132 MB/s

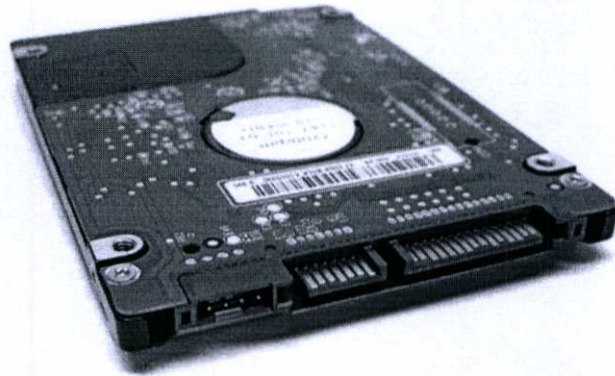
### 3. ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk)

คืออุปกรณ์ชิ้นหนึ่ง ที่เป็นตัวเก็บข้อมูลต่างๆ ของคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลระบบปฏิบัติการต่างๆ ที่ใช้ขับเคลื่อนคอมพิวเตอร์เครื่องนั้นๆ หรือข้อมูลในรูปแบบของโปรแกรมประยุกต์ หรือแฟ้มงานต่างๆ ล้วนถูกเก็บรักษาเอาไว้ในฮาร์ดดิสก์ ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่า ฮาร์ดดิสก์ เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นและสำคัญที่สุดชิ้นหนึ่งก็ว่าได้ ถ้าจะพูดให้เห็นภาพก็คงต้องเทียบว่า

ฮาร์ดดิสก์คือสมองส่วนความทรงจำของคอมพิวเตอร์นั่นเอง โดยฮาร์ดดิสก์จะมีหลากหลายชนิด ได้แก่ SATA, IDE, SCSI, SAS และ SSD

### 3.1 ฮาร์ดดิสก์แบบ Serial ATA

Serial ATA หรือ SATA เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อหรืออินเตอร์เฟซสำหรับอุปกรณ์ดิสก์ ไดรฟ์ต่างๆ เช่น ฮาร์ดดิสก์ ซีดี/ดีวีดี/บลูเรย์ ไดรฟ์ เป็นต้น ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน ใช้เทคโนโลยีในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial) คือรับ/ส่งข้อมูลที่ละบิตอย่างต่อเนื่องแบบเดียวกับพอร์ต USB และ Firewire แต่มีอัตราการเร็วในการรับ/ส่งข้อมูลสูงกว่ามาตรฐานเดิมอย่าง IDE/ATA มาก โดยมาจรรยาฐานอินเตอร์เฟซของฮาร์ดดิสก์แบบ SATA หรือ SATA 1.0 ในยุคแรกจะถ่ายโอนข้อมูลด้วยอัตราเร็ว 150 MB/s หรือ 1.5 Gbps ด้วยความถี่ 1.5 GHz ต่อมากในยุคของ SATA-II หรือ SATA/300 จะมีอัตราเพิ่มขึ้นเป็น 300 MB/s หรือ 3 Gbps ด้วยความถี่ 3.0 GHz จนมาถึงยุคของ SATA-III หรือ SATA/600 ในปัจจุบันสามารถถ่ายโอนข้อมูลด้วยอัตราเร็วสูงถึง 600 MB/s หรือ 6 Gbps

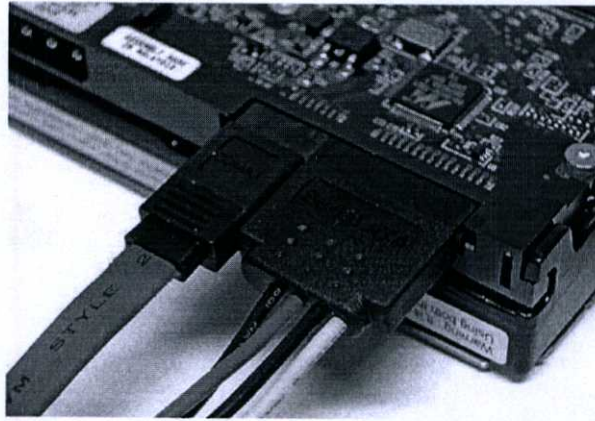


รูปที่ 2.36 ฮาร์ดดิสก์แบบ Serial ATA

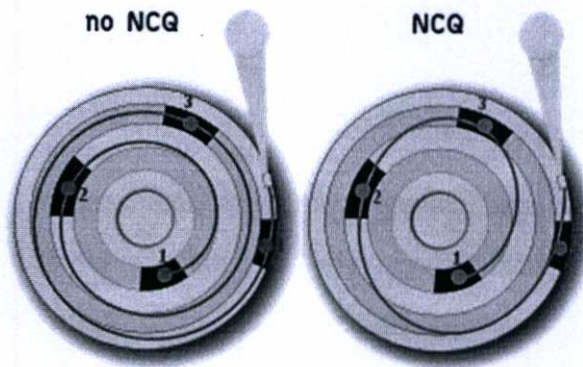
ที่มา : [http://www.legitreviews.com/wd-scorpio-black-320gb-sata-hard-drive-review\\_955](http://www.legitreviews.com/wd-scorpio-black-320gb-sata-hard-drive-review_955)

ฮาร์ดดิสก์แบบ SATA มีข้อได้เปรียบกว่า IDE เช่น มีอัตราเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลสูงกว่า, ใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำ, ไม่ต้องกำหนดสถานะเป็น Master หรือ Slave, สายสัญญาณมีขนาดเล็กและยาวได้ถึง 1 เมตร (เดิมสายแพทช์ของ IDE ถูกจำกัดไว้ที่ 18 นิ้ว), ทำ Hot-Swapping ได้ ซึ่งคือการถอดเปลี่ยนไดรฟ์โดยไม่ต้องปิดเครื่อง และมีเทคโนโลยี NCQ หรือ Native Command Queuing ในฮาร์ดดิสก์แบบ SATA-II ที่จะจัดคิวของคำสั่งในการอ่านและเขียนข้อมูลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

สายสัญญาณที่ใช้เชื่อมต่อกับฮาร์ดดิสก์หรืออุปกรณ์ดิสก์ไดรฟ์ต่างๆ ที่มีอินเตอร์เฟซแบบ SATA จะเป็สายเคเบิลขนาดเล็กที่มีหัวต่อเป็นรูปตัว L ขนาด 7-pin ใช้เชื่อมต่อระหว่างฮาร์ดดิสก์กับพอร์ต SATA บนเมนบอร์ด ส่วนหัวต่อ Power ของตัวฮาร์ดดิสก์จะเป็นรูปตัว L ขนาด 15-pin ใช้เสียบเข้ากับหัวต่อแบบ 15-pin จากสายไฟ 4 เส้น



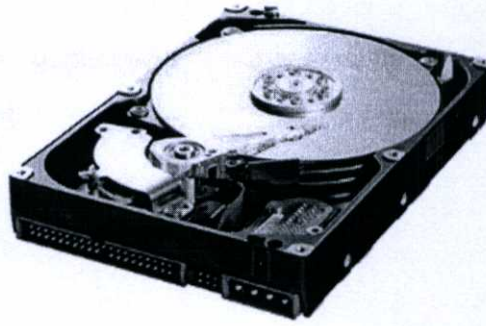
รูปที่ 2.37 ช่องเสียบสาย SATA ขนาด 7-pin และ 15-pin  
ที่มา : <http://comerror.com/harddisk.html>



รูปที่ 2.38 การเข้าถึงชุดข้อมูลระหว่างไม่มี NCQ และมี NCQ  
ที่มา : <http://www.varietypc.net/native-command-queuing/>

### 3.2 ฮาร์ดดิสก์แบบ IDE/ATA/PATA

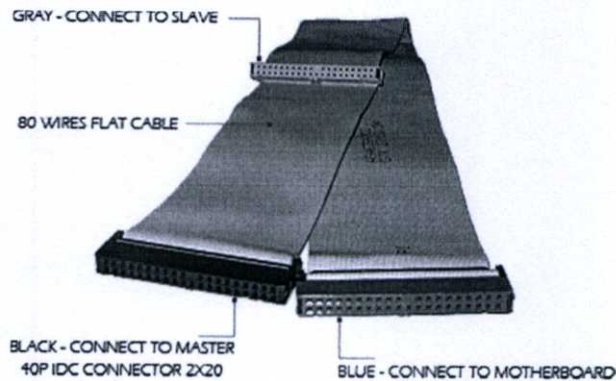
IDE หรือ ATA เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อหรืออินเตอร์เฟซสำหรับอุปกรณ์ดิสก์ไดรว์ที่ถูกใช้กันมานาน มีทั้งสิ้น 40 ขา ในเทคโนโลยีการรับ/ส่งข้อมูลแบบขนาน (Parallel) โดยได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่มาตรฐาน IDE/ATA ดั้งเดิมในยุคแรก ที่สนับสนุนการถ่ายโอนข้อมูลในโหมด PIO และ DMA จนมาถึงยุคปัจจุบันคือ ATA/ATAPI-6 และ 7 Ultra DMA 5 (ATA-100) และ Ultra DMA 6 (ATA-133) ที่ให้แบนด์วิดท์สูงถึง 100 และ 133 MB/s ตามลำดับ หรือคือมาตรฐาน Ultra-ATA/100 และ 133 ที่ใช้กันนั่นเอง



รูปที่ 2.39 ฮาร์ดดิสก์แบบ IDE/ATA/PATA

ที่มา : [http://www.sc.mahidol.ac.th/scbc/bc\\_internet/tips/ide\\_sata.html](http://www.sc.mahidol.ac.th/scbc/bc_internet/tips/ide_sata.html)

สายสัญญาณที่ใช้เชื่อมต่อฮาร์ดดิสก์ IDE จะเป็นสายแพ (Ribbon) แบบ 40 หรือ 80 เส้น ที่มีหัวต่อ 3 หัวอยู่บนสายแพ โดยหัวต่อด้านหนึ่งเสียบลงบนหัวต่อ IDE บนเมนบอร์ด อีก 2 หัว เสียบเข้ากับขั้นต่อ IDE ของฮาร์ดดิสก์ได้ 2 ตัว แต่ฮาร์ดดิสก์ทั้ง 2 จำเป็นต้องเซตจัมเปอร์หรือกำหนดสถานะในการทำงานให้ต่างกันเสียก่อน โดยกำหนดให้หัวใดตัวหนึ่งเป็นหลัก (Master) และอีกตัวเป็นรอง (Slave) จึงจะสามารถทำงานร่วมกันบนสายแพเส้นเดียวกันได้



รูปที่ 2.40 สายสัญญาณที่ใช้เชื่อมต่อฮาร์ดดิสก์ IDE

ที่มา : [http://www.frontx.com/pro/c203\\_018.html](http://www.frontx.com/pro/c203_018.html)

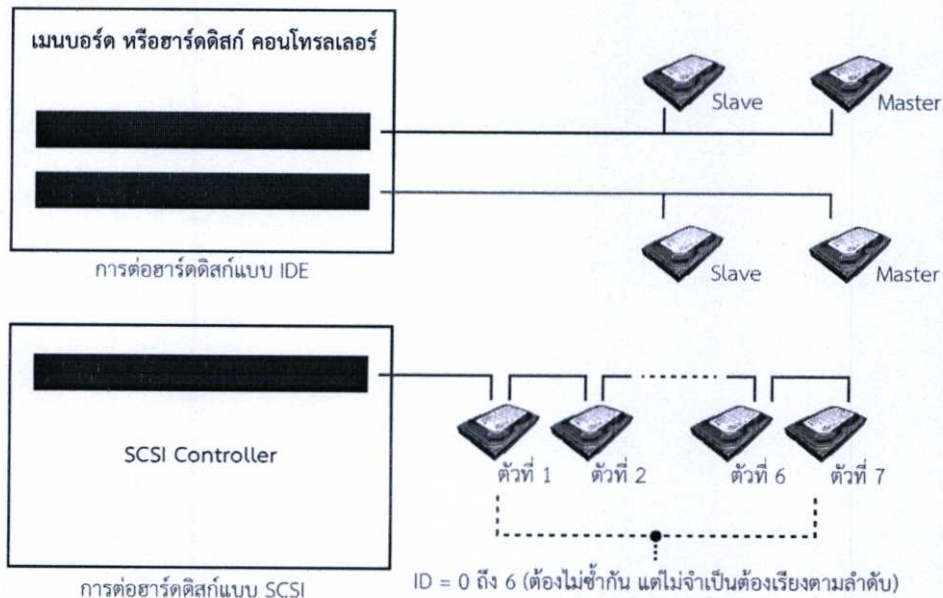
การเชื่อมต่อแบบนี้แทนที่ด้วยมาตรฐานอินเตอร์เฟสแบบ Serial ATA หรือ SATA เนื่องจากมีข้อได้เปรียบทั้งในเรื่องของเทคโนโลยี, ความเร็ว, การติดตั้งที่ง่ายและสะดวกกว่า ฯลฯ โดยเมนบอร์ดรุ่นใหม่ๆ บางรุ่นอาจไม่มีขั้นต่อ IDE นี้มาให้เลย หรือถ้ามีก็อาจมีมาให้เพียง 1 ขั้นต่อเท่านั้น และอาจเรียกว่า PATA เพื่อให้แตกต่างจาก SATA

### 3.3 ฮาร์ดดิสก์แบบ SCSI

SCSI หรือ Small Computer System Interface เป็นอินเตอร์เฟสมาตรฐานของการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ผ่านทางบัสแบบขนาน ซึ่งไม่ถูกจำกัดอยู่แต่กับฮาร์ดดิสก์เท่านั้น มาตรฐานแรกๆ ของ SCSI จะสามารถต่อกับอุปกรณ์ได้ 7 ตัวเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย “SCSI host adapter” หรือ “SCSI controller” เมื่อพัฒนาต่อมาเป็น SCSI-2 จะต่ออุปกรณ์ได้ถึง 15 ตัว

มาตรฐาน SCSI เริ่มต้นด้วยความเร็วแค่ 12 Mb/s หรือ 1.5MB/s รับ/ส่งข้อมูลครั้งละ 8 บิต เมื่อผ่านการพัฒนามาระยะหนึ่งได้เพิ่มความถี่ขึ้นเป็น 5 MHz ทำให้มีความเร็วเป็น 5 MB/s ต่อมาพัฒนาเป็น Fast SCSI ที่มีความเร็วเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัวเป็น 10 MB/s และเพิ่มการรับส่งข้อมูลเป็นครั้งละ 16 และ 30 บิต เรียกว่า Wide SCSI มีความเร็วเป็น 10 และ 20 MB/s และถ้ารวมเอา Fast SCSI และ Wide SCSI เข้าด้วยกันเรียกว่า Fast and Wide SCSI จะมีความเร็วเป็น 20 และ 40 MB/s เมื่อรับ/ส่งข้อมูลครั้งละ 16 และ 32 บิต ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมี Ultra SCSI ที่เพิ่มความเร็วของ Fast SCSI ขึ้นอีกเท่าตัวเป็น 40 MB/s และ Ultra-Wide SCSI ความเร็ว 80 MB/s ส่วน Ultra2 และ Ultra3 (หรือ Ultra160) ก็ได้เพิ่มความถี่ขึ้นเป็น 80 และ 160 MB/s ตามลำดับ

ลักษณะเฉพาะตัวของ SCSI คือ ในกรณีที่ใช้กับ Network Servers ซึ่งมีฮาร์ดดิสก์หลายตัวที่สามารถ Configured as fault-tolerant RAID Clusters โดยในขณะที่ฮาร์ดดิสก์ตัวใดตัวหนึ่งเสีย มันก็สามารถจะถอดตัวเก่าแล้วเอาตัวใหม่ใส่เข้าไปแทนได้ โดยไม่สูญเสียข้อมูลเก่าไปแม้ในขณะที่ระบบยังทำงานอยู่ สำหรับ SCSI-based RAID เป็นที่แพร่หลายใน File server, database servers และ network servers เป็นต้น



รูปที่ 2.41 การต่อฮาร์ดดิสก์แบบ IDE และ SCSI

### 3.4 ฮาร์ดดิสก์แบบ SAS

เป็นมาตรฐานใหม่ของ SCSI ที่เปลี่ยนจากบัสที่ใช้รับ/ส่งข้อมูลแบบขนาน (Parallel) มาเป็นอนุกรม (Serial) แบบเดียวกับที่ IDE/ATA กลายมาเป็น SATA เพียงแต่ใช้ชุดสั่งของ SCSI ซึ่งมีมากกว่า IDE/ATA ทำให้ SAS สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ได้สารพัดชนิดเช่นเดียวกับ SCSI ขณะที่ SATA จะใช้งานร่วมกับฮาร์ดดิสก์และอุปกรณ์จำพวกออกติคัลไดรว์ได้เท่านั้น ดังนั้น SAS จึงใช้งานร่วมกับฮาร์ดดิสก์ที่เป็น SATA ได้ แต่ฮาร์ดดิสก์ SAS จะให้งานกับอินเตอร์เฟซแบบ SATA ไม่ได้

ในด้านความเร็ว SAS สามารถทำได้ใกล้เคียงกับ SCSI เดิม คือมีความเร็วสูงสุด 320 MBps (3 Gbps) จากนั้นคาดว่าจะค่อยๆ ขยับขึ้นไปเป็น 6 และ 12 Gbps ในอีกไม่ช้า เพื่อรองรับอุปกรณ์ที่มีความเร็วสูงขึ้นเรื่อยๆ ในส่วนของการเชื่อมต่อก็จะไม่มีลักษณะของบัสแบบเดิม หากแต่

เป็นการเชื่อมต่อกันโดยตรงแบบจุดต่อจุด ทำให้ไม่มีการรบกวนกันในการรับ/ส่งข้อมูล โดยที่ยังคงมีความสามารถที่จะขยายการเชื่อมต่อออกไปได้โดยใช้ Expander ด้วยจำนวนสูงสุดถึง 16,384 ตัวโดยการใช้ WWN (World Wide Name) แทน SCSI ID แบบเดิม (WWN จะคล้ายกันกับ MAC Address ของการ์ด LAN) และยังไม่ต้องมี Terminator อีกด้วย

แม้ว่าในด้านความเร็ว SAS จะมีมาตรฐานเดียวกันกับ SATA ซึ่งทำให้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน แต่ถึงกระนั้น SAS ก็ยังมีคุณสมบัติอื่นๆ ที่โดดเด่นกว่า นั่นคือระดับแรงดันไฟของสัญญาณที่ใช้สูงกว่า (สูงสุด 1600 mV เทียบกับ 600 mV ของ SATA) ทำให้สายสัญญาณมีความยาวได้มากที่สุดถึง 8 เมตร เทียบกับ SATA ที่ยาวสุดได้แค่ 1 เมตร เท่านั้น นอกจากนี้ในส่วนของ Command Queuing ซึ่งใหม่กว่า Native Command Queuing และในส่วนของจัดการความผิดพลาดก็จะเป็นชุดเดิมของ SCSI ที่ดีกว่า SMART ของ SATA

ในส่วนของ การเชื่อมต่อ SAS จะใช้หัวต่อที่คล้ายๆ กันกับ SATA ซึ่งก็จะมีทั้งแบบภายในและภายนอกเช่นเดียวกัน แต่จะมีขนาดใหญ่กว่าเนื่องจากใช้สายสัญญาณจำนวนมากกว่า โดยรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้อินเตอร์เฟสแบบ SATA อย่าง DVD Writer ได้ด้วย

### 3.5 ฮาร์ดดิสก์แบบ SSD (Solid State Drive)

SSD หรือ Solid State Drive เป็นเทคโนโลยีในการนำเอา Flash Memory ที่มีคุณสมบัติในการจัดเก็บข้อมูลไว้ได้โดยไม่สูญหายแม้ในขณะที่ไม่มีไฟหล่อเลี้ยง (non-volatile) มาประยุกต์ทำเป็นอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลในลักษณะเดียวกันกับฮาร์ดดิสก์ หรืออาจกล่าวได้ว่าอุปกรณ์ SSD กับ USB Flash Drive ทั้งคู่ต่างก็เป็นอุปกรณ์ non-volatile ชนิดเดียวกัน ต่างกันตรงการออกแบบให้มีขนาดรูปร่าง และการเชื่อมต่ออินเตอร์เฟสในลักษณะเดียวกับฮาร์ดดิสก์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบัน SSD ถูกนำมาใช้แทนฮาร์ดดิสก์เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโน้ตบุ๊ก นั่นก็เพราะฮาร์ดดิสก์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วิธีการจัดเก็บข้อมูลลงบนแผ่นจานแม่เหล็กที่มีส่วนกลไกต่างๆ ที่เคลื่อนไหว เช่น การอ่าน/เขียนข้อมูลต้องมีการหมุนแผ่นจานแม่เหล็กพร้อมกับเลื่อนหัวอ่าน/เขียนไปยังตำแหน่งต่างๆ ซึ่งเป็นจุดอ่อนที่สำคัญของฮาร์ดดิสก์เพราะนอกจากจะมีเสียงดัง อายุการใช้งานสั้น และเกิดความร้อนสูงแล้ว ยังกินไฟและอ่อนไหวต่อการกระทบกระเทือนอีกด้วย ตรงข้ามกับ SSD ที่ปราศจากส่วนกลไกต่างๆ ที่ต้องเคลื่อนไหวจึงทนต่อการกระทบกระเทือนได้ดีไม่มีเสียงดัง กินไฟน้อย มีความน่าเชื่อถือสูง และเข้าถึงข้อมูลได้เร็วกว่าฮาร์ดดิสก์นับร้อยเท่า

ข้อเสียที่มีอยู่ตอนนี้คือ ราคาต่อความจุค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับขนาดความจุเท่าๆ กันของฮาร์ดดิสก์แบบจานหมุนดังนั้นก็เห็นใช้กันอยู่ในโน้ตบุ๊กหรือพีซีตอนนี้ ก็มักมีขนาดเพียงแค่ว่า 60-512 GB เท่านั้น ซึ่งไม่ได้นำมาใช้งานเดี่ยวๆ แต่มักจะนำมาใช้ร่วมกับฮาร์ดดิสก์เสียมากกว่า โดยจะติดตั้งระบบปฏิบัติการลงใน SSD ส่วนฮาร์ดดิสก์แบบธรรมดาก็นำมาใช้เก็บข้อมูลแทน ส่วนรุ่นที่มีความจุมากกว่านี้ เช่น 1-2 TB ยังคงมีราคาแพงมากอยู่จึงยังไม่คุ้มหากจะนำมาใช้ในตอนนี้ ข้อเสียอีกอย่างคือ ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับงานที่ต้องการเขียนมากๆ เพราะ นอกจากการเขียนข้อมูลจะช้าแล้ว ยังมีอายุการใช้งานที่จำกัดในเรื่องจำนวนครั้งของการเขียนอีกด้วย (แต่ในรุ่นใหม่ๆ เริ่มมีการปรับปรุงให้เขียนให้เร็วขึ้นโดยใช้วงจร Flash ขนาดเล็กหลายตัวกระจายเขียนข้อมูลพร้อมๆ กันอยู่ใน SSD ตัวเดียว) ปัจจุบันได้มีการนำไปใช้กับคอมพิวเตอร์พีซีเพื่อลง Windows มากขึ้นเรื่อยๆ โดยขนาดความจุที่กำลังเป็นที่นิยมคือ 60-512 GB ซึ่งมีราคาเพียงไม่กี่พันบาทเท่านั้น

ยกตัวอย่างข้อเปรียบเทียบบางประการระหว่างอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแบบ SSD กับฮาร์ดดิสก์แบบจานหมุน ก็เช่น

- ช่วงเวลาเริ่มต้นก่อนที่ตัวอุปกรณ์จะพร้อมใช้งาน (Start-Up Time) : SSD จะพร้อมเกือบในทันทีหรือใช้เวลาเพียงไม่กี่มิลลิวินาที ส่วน HDD ต้องรอให้จานหมุนจนได้ความเร็วที่กำหนดซึ่งต้องใช้เวลาหลายวินาที
- การเข้าถึงข้อมูลแบบสุ่ม (Random Access time) : SSD จะใช้เวลาเพียง 0.1 ms ซึ่งเร็วกว่า HDD หลายเท่าตัว
- อัตราความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล (Data Transfer Rate) : SSD ทั่วไปจะอยู่ที่ 100-600 MB/s (แล้วแต่รุ่น/ยี่ห้อ) ส่วน HDD ถึงแม้ในทางทฤษฎีจะอยู่ที่ประมาณ 100-150 MB/s เท่านั้นและความเร็วก็ไม่คงที่เสมอไปด้วย
- อุณหภูมิ และความทนทาน : SSD ไม่จำเป็นต้องมีการควบคุมอุณหภูมิใดๆ ส่วน HDD อุณหภูมิโดยเฉลี่ยประมาณ 30-40 องศาเซลเซียส หากร้อนกว่านี้จะทำให้อายุการใช้งานลดลง ส่วนในเรื่องความทนทานต่อแรงกระแทก เนื่องจาก SSD ไม่มีชิ้นส่วนใดๆ ที่ต้องเคลื่อนไหวเหมือน HDD จนทนทานต่อแรงกระแทกได้ดี ข้อมูลต่างๆ จึงปลอดภัย
- ความเร็วในการอ่าน/เขียนข้อมูล : SSD จะอ่านได้เร็วกว่า HDD มาก แต่เขียนจะช้ากว่า ยกเว้น SSD รุ่นแพงๆ บางยี่ห้อ อาจมีความเร็วในการเขียนใกล้เคียงกับ HDD เลยทีเดียว ส่วน HDD จะมีความเร็วในการอ่าน/เขียนใกล้เคียงกัน โดยจะอ่านได้เร็วกว่าเขียนเล็กน้อย

#### 4. อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแบบอื่นๆ

##### 4.1 ฮาร์ดดิสก์แบบเชื่อมต่อภายนอก (External Harddisk)

ด้วยความเร็วที่สูงพอของ USB ทำให้มีการใช้ฮาร์ดดิสก์แบบภายนอกเพิ่มขึ้นมากมาย โดยมีทั้งในรูปแบบของกล่องใส่ฮาร์ดดิสก์ที่ใช้เป็นแบบภายในกันอยู่ในอินเตอร์เฟซที่ใช้ให้พกพาไปได้ง่ายหรือเป็นสายเปล่าๆ พร้อมอะแดปเตอร์จำไฟฟ้าที่สามารถนำไปใช้กับฮาร์ดดิสก์ที่อยู่โนในที่ต่างๆ เป็นการชั่วคราว หรือเป็นชุดที่ขายมาสำเร็จรูปในยี่ห้อของฮาร์ดดิสก์นั่นเองโดยมีฮาร์ดดิสก์มาให้แล้วในขนาดต่างๆ ตามแต่จะเลือกซื้อ ซึ่งเป็นแบบที่นำมาใช้งานได้ง่ายที่สุด เพราะเพียงแค่เสียบสายก็ใช้ได้แล้ว

อินเตอร์เฟซที่ใช้เป็นมาตรฐานในปัจจุบันคือ USB 3.0 ซึ่งมีอัตราความเร็วในการรับ/ส่งข้อมูลสูงถึง 4.8 GBPS หรือคิดเป็น 10 เท่าของ USB 2.0 เดิม

อีกรูปแบบหนึ่งของฮาร์ดดิสก์ภายนอกที่มาเป็นกล่องสำเร็จรูปก็คือ NAS (Network Attached Storage) ซึ่งออกแบบมาสำหรับการทำงานในองค์กรมากกว่าส่วนตัว เนื่องจากการเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่าย โดยสามารถใช้โปรแกรมเข้าไปจัดการและแชร์ข้อมูลให้ใช้กันได้อย่างง่ายดายโดยมากมักจะเป็นชุดที่ให้มาติดตั้งฮาร์ดดิสก์เอง 2 ตัวซึ่งจัดชุดเป็นแบบ RAID 0 หรือ 1 ได้



รูปที่ 2.42 ฮาร์ดดิสก์แบบเชื่อมต่อภายนอก (External Harddisk)

### 3.2 USB Flash Drive

หมายถึง อุปกรณ์เก็บข้อมูลเก็บข้อมูลขนาดเล็กพกพาสะดวกที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ USB เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ ภายในเป็นหน่วยความจำชนิด Flash ที่เก็บข้อมูลได้โดยไม่ต้องมีไฟเลี้ยง ปัจจุบันมีราคาถูกลงมากนิยมนำมาใช้เก็บข้อมูลทั่วไปขนาดความจุมาตรฐานที่นิยมใช้กันคือ 8 และ 16 GB ซึ่งมีราคาไม่ก็ร้อยบาท หรืออยากได้ความจุมากกว่านี้ก็อาจซื้อขนาด 32-64 GB ซึ่งก็มีราคาไม่ถึงพันเท่านั้น

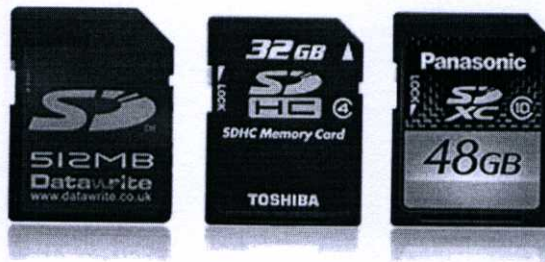


รูปที่ 2.43 USB Flash Drive

### 3.3 Memory Card (SD/SDHC/SDXC/MMC/MS/CF/XD)

เป็นแหล่งเก็บข้อมูลที่มีรูปแบบการ์ดขนาดเล็ก ซึ่งมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันไปมากมายหลายแบบ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานกับอุปกรณ์ต่างๆ กันไปซึ่งมักจะรับได้เพียงแบบใดแบบหนึ่งเท่านั้น แต่ภายในก็เป็นการเก็บข้อมูลด้วยหน่วยความจำ Flash เช่นเดียวกัน โดยความจุและความเร็วก็ขึ้นอยู่กับการออกแบบและราคา

- SD/SDHC/SDXC ย่อมาจาก Secure Digital เป็นชนิดที่มีใช้กันมากที่สุดทั้งในกล้องดิจิตอล, กล้องวิดีโอ และโทรศัพท์มือถือ ในกลุ่มนี้แยกย่อยออกไปอีกหลายแบบ คือ SD ซึ่งมีความจุไม่เกิน 4 GB (FAT16), SDHC ซึ่งหมายถึง High Capacity คือมีความจุสูง (ตั้งแต่ 4-32 GB/FAT32), SDXC ซึ่งเป็นรุ่น 3.0 ที่เป็นรุ่นใหม่ล่าสุดมีความจุ 64 GB ถึง 2 TB (exFAT), mini SD ที่มีขนาดเล็กที่สุดซึ่ง SD นี้เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาต่อจาก MMC (Multi Media Card) ที่เลิกใช้กันไปแล้ว



รูปที่ 2.44 SD/SDHC/SDXC

ที่มา : <https://paephuriphan.files.wordpress.com/2014/08/sd-sdhc-sdxc.jpg>

- MS (Memory Stick) โดย Sony ก็มีหลายรูปแบบหลายขนาดเช่นกัน ได้แก่ Memory Stick Pro, Memory Stick Duo ซึ่งรวมถึง Pro Duo และ Pro Duo-HG และขนาดเล็กที่สุดคือ Memory Stick Micro



รูปที่ 2.45 MS (Memory Stick)

ที่มา : <http://kayat-kandi.blogspot.com/2011/08/4gb-memory-stick-pro-duo.html>

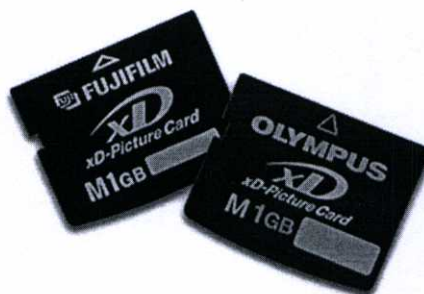
- CF (Compact Flash) เป็นที่นิยมกันในช่วงแรกๆ เพราะมีความจุสูงกว่าแบบอื่น เนื่องจากมีขนาดใหญ่ที่สุดจากทั้งหมด ปัจจุบันเริ่มมีใช้งานน้อยลงเรื่อยๆ



รูปที่ 2.46 CF (Compact Flash)

ที่มา : <http://soekris.com/products/sandisk-8gb.html>

- XD พัฒนาต่อมาจาก CF ให้มีขนาดเล็กลงและเร็วขึ้น แต่ไม่ได้รับความนิยม



รูปที่ 2.47 XD-Picture Card

ที่มา : [http://www.thaimobilecenter.com/home/mobile\\_article\\_detail.asp?nid=15](http://www.thaimobilecenter.com/home/mobile_article_detail.asp?nid=15)

(1) Speed Class

เป็นกลุ่มของ SD Memory Card ที่มีราคาไม่แพงและถูกนำมาใช้งานกันทั่วไป อาทิ SD, miniSD, microSD, SDHC, miniSDHC, microSDHC, SDXC และ microSDXC ถูกออกแบบ

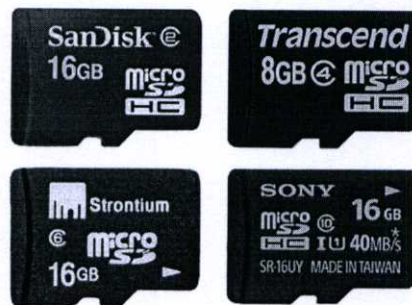
มาเพื่อการนำไปใช้กับอุปกรณ์ที่มีอินเตอร์เฟสรองรับการเชื่อมต่อ (Interface Bus) เป็นแบบ High และ Normal Speed Bus ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 Class ด้วยกัน คือ

- Class 2 หรือ ② เป็น Class ที่มีประสิทธิภาพต่ำสุด คือมีอัตราการความเร็วขั้นต่ำในการถ่ายโอนข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพอยู่ที่ 2 MB/s เท่านั้น ซึ่งเหมาะสำหรับกล้องดิจิทัลและการบันทึกวิดีโอในแบบ SD

- Class 4 หรือ ④ เป็น Class ที่มีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ คือมีอัตราการความเร็วขั้นต่ำในการถ่ายโอนข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพอยู่ที่ 4 MB/s ซึ่งเหมาะสำหรับกล้องดิจิทัลและการบันทึกวิดีโอในแบบ HD

- Class 6 หรือ ⑥ เป็น Class ที่มีประสิทธิภาพปานกลาง คือมีอัตราการความเร็วขั้นต่ำในการถ่ายโอนข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพอยู่ที่ 6 MB/s ซึ่งเหมาะสำหรับการบันทึกวิดีโอในแบบ HD ไปจนถึง Full HD

- Class 10 หรือ ⑩ เป็น Class ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือมีอัตราการความเร็วขั้นต่ำในการถ่ายโอนข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพอยู่ที่ 10 MB/s ซึ่งเหมาะสำหรับการบันทึกวิดีโอในแบบ Full HD ปัจจุบัน Class 10 จะมีเทคโนโลยี UHS-I มาด้วย เรียกว่า (SDHC/SDXC) Class 10 UHS-I ซึ่งถ้านำไปใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ที่รองรับอัตราการความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลจะทำให้อัตราการถ่ายโอนข้อมูลสูงขึ้นกว่าเดิมหลายเท่าตัว



รูปที่ 2.48 ตัวอย่าง SD Memory Card ใน Class ต่างๆ

## (2) UHS Speed Class

เป็นกลุ่มของ SD Memory Card ที่มีราคาค่อนข้างแพงและนิยมนำไปใช้กับงานในระดับมืออาชีพ ซึ่งจะมีแต่ SDHC และ SDXC เท่านั้น โดย UHS Speed Class นอกจากจะได้รับการพัฒนาให้มีความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลที่เพิ่มสูงขึ้นกว่าเดิม และมีสัญลักษณ์พร้อมตัวเลขกำกับเป็น ① และ ③ สำหรับ UHS Speed Class 1 หรือ U1 และ UHS Speed Class 3 หรือ U3 แล้ว ยังมาพร้อมเทคโนโลยี UHS-I และ UHS-II ที่เมื่อถูกนำไปใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ที่รองรับ จะช่วยทำให้อัตราการความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลเพิ่มสูงขึ้น โดยสูงกว่า Class 10 เดิม ถึง 4 เท่า (สูงสุดประมาณ 104 MB/s สำหรับ UHS-I) หรือกว่า 10 เท่า (สูงสุดประมาณ 312 MB/s สำหรับ UHS-II) เลยทีเดียว สำหรับ UHS Speed ปัจจุบันแบ่งออกเป็น 2 Class คือ

- Class 1 หรือ ① มีอัตราการความเร็วขั้นต่ำในการถ่ายโอนข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพอยู่ที่ 10 MB/s เมื่อผนวกกับเทคโนโลยี UHS-I และ UHS-II ซึ่งจะมีชื่อเรียกว่า UHS-I Speed Class

1 และ UHS-II Speed Class 1 ทำให้อัตราความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลเพิ่มสูงขึ้นเป็น 12.5-104 MB/s และ 156-312 MB/s ตามลำดับ ซึ่งเหมาะกับการบันทึกวิดีโอหรือออกอากาศแบบถ่ายสด (Real-Time) และจับภาพวิดีโอขนาดใหญ่ที่มีความละเอียดสูง



รูปที่ 2.49 ตัวอย่างการ์ด Speed Class 10 และ UHS-I Speed Class 1

ที่มา : <https://www.jbhifi.com.au/cameras/sandisk/sandisk-extreme-sdhc-32gb-class-10-uhs-i-memory-card/85781/>

- Class 3 หรือ **U3** มีอัตราความเร็วขั้นต่ำในการถ่ายโอนข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพอยู่ที่ 30 MB/s ปัจจุบันก็ได้ผนวกกับเทคโนโลยี UHS-I และ UHS-II นี้เข้าไว้ด้วยกันเช่นกัน โดยจะมีชื่อเรียกว่า UHS-I Speed Class 3 และ UHS-II Speed Class 3 ซึ่งจะมีอัตราความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลเพิ่มสูงขึ้นมากเช่นกัน ซึ่งเหมาะกับการบันทึกวิดีโอที่มีความละเอียดสูงในแบบ 2K และ 4K



รูปที่ 2.50 ตัวอย่างการ์ด Speed Class 10 และ UHS-I Speed Class 3

ที่มา : [http://www.bhphotovideo.com/c/product/1070830-REG/sandisk\\_sdsdxn\\_032g\\_g46\\_extreme\\_sdhc\\_uhs\\_1\\_u3.html](http://www.bhphotovideo.com/c/product/1070830-REG/sandisk_sdsdxn_032g_g46_extreme_sdhc_uhs_1_u3.html)

## 2.3 การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ใจทิพย์ ญ สงขลา (2542 : 18-28) ได้ให้ความหมายการเรียนการสอนผ่านเว็บว่าหมายถึง การผนวก คุณสมบัติไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia) เข้ากับคุณสมบัติของเครือข่ายเวิลด์ไวด์เว็บ (World Wide Web) เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ในมิติที่ไม่มีขอบเขตจำกัดด้วยระยะทางและเวลาที่แตกต่างกันของผู้เรียน (Learning without Boundary)

ถนอมพร เลาจรัสแสง (2544 : 87-94) ให้ความหมายว่า การสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction) เป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลา โดย การสอน บนเว็บจะประยุกต์ใช้คุณสมบัติและทรัพยากรของเวิลด์ ไวด์ เว็บ (World Wide Web) ในการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งการเรียนการสอนที่จัดขึ้นผ่านเว็บนี้อาจเป็นบางส่วนหรือทั้งหมดของกระบวนการเรียนการสอนก็ได้

ปณิตา วรณพิรุณ (2553: 120) ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนบนเว็บว่า คือ การศึกษาบทเรียนโดยอาศัยเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีการนำเสนอผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บ ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน โดยไม่มีข้อจำกัดด้านสถานที่และเวลา

### 2.3.1 คุณลักษณะของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

Doherty (อ้างถึงใน ปณิตา วรณพิรุณ. 2553: 118) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะต้องอาศัยคุณลักษณะของอินเทอร์เน็ต 3 ประการในการนำไปใช้และประโยชน์ที่จะได้รับ ดังนี้

#### 1. การนำเสนอ (Presentation)

ในลักษณะของเว็บไซต์ที่ประกอบไปด้วยข้อความกราฟิก ซึ่งสามารถนำเสนอได้อย่างเหมาะสมในลักษณะของสื่อ คือ

- 1.1 การนำเสนอแบบสื่อทางเดียว เช่น ข้อความ
- 1.2 การนำเสนอสื่อแบบทางคู่ เช่น ข้อความกับกราฟิก

#### 2. การสื่อสาร (Communication)

การสื่อสารเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญของอินเทอร์เน็ต โดยมีการสื่อสารบนอินเทอร์เน็ตหลายแบบ เช่น

- 2.1 การสื่อสารทางเดียว โดยดูจากเว็บเพจ
- 2.2 การสื่อสารสองทาง เช่น การส่งอีเมลโต้ตอบกัน การสนทนาผ่านอินเทอร์เน็ต
- 2.3 การสื่อสารแบบหนึ่งแหล่งไปหลายที่ เป็นการส่งข้อความจากแหล่งเดียวแพร่กระจาย

ไปหลายแหล่ง เช่น การอภิปรายจากคนเดียวให้คนอื่น ๆ ได้รับฟังด้วย หรือการประชุมทางคอมพิวเตอร์

2.4 การสื่อสารหลายแหล่งไปสู่หลายแหล่ง เช่น การใช้กระบวนการกลุ่มในการสื่อสารบนเว็บ โดยมีคนใช้หลายคนและคนรับหลายคนเช่นกัน

#### 3. การก่อเกิดปฏิสัมพันธ์ (Dynamic Interaction)

เป็นคุณลักษณะสำคัญของอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีคุณลักษณะที่สำคัญ 3 ลักษณะคือ

- 3.1 การสืบค้น

3.2 การหาวิธีการเข้าสู่เว็บ

3.3 การตอบสนองของมนุษย์ในการใช้เว็บ

### 2.3.2 สื่อการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

สื่อการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้แก่ สื่ออิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Computer-Assisted Instruction: CAI) หมายถึง สื่อที่พัฒนาด้วยโปรแกรมประเภทนิพนธ์บทเรียน (Authoring) เช่น โปรแกรม Toolbook, Director, Flash และ Authorware เป็นต้น นำมาใช้บนเว็บโดยผ่านกระบวนการบีบอัด หรือการกระจายให้เป็นแฟ้มขนาดเล็กหลายแฟ้ม ด้วยโปรแกรมเฉพาะที่แต่ละบริษัทพัฒนาขึ้น เพื่อให้ใช้งานบนเว็บได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ต้องรอการส่งแฟ้มเป็นเวลานาน และทำให้สะดวกต่อการส่งข้อมูลออนไลน์ที่เรียกใช้งานบนเว็บแล้วแสดงผลได้ทันทีเหมือนเรียกจากแผ่นซีดี

2. การเรียนการสอนบนเว็บ (Web-based Learning) โดยใช้เว็บช่วยสอน (Web-based Instruction) เป็นการจัดการเรียนที่มีสภาพการเรียนต่างไปจากรูปแบบเดิม การเรียนการสอนแบบนี้อาศัยศักยภาพและความสามารถของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นการนำเอาสื่อการเรียนการสอน ที่เป็นเทคโนโลยี มาช่วยสนับสนุนการเรียนการสอนให้เกิดการเรียนรู้ การสืบค้นข้อมูลและเชื่อมโยงเครือข่ายทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ทุกสถานที่และทุกเวลา การจัดการเรียนการสอนลักษณะนี้มีชื่อเรียกหลายชื่อได้แก่ การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การฝึกอบรมบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การเรียนการสอนผ่านเว็ลด์ไวด์เว็บ (www-based Instruction) การเรียนผ่านสื่อทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

3. แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ (e-Portfolio) หมายถึง การสะสมผลงาน ตามจุดประสงค์อย่างเป็นระบบโดยใช้ เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ช่วย ให้ผู้เรียน สามารถจัดเก็บ และสะสมผลงานได้ในสื่อที่ หลากหลาย เช่น ข้อความ เสียง ภาพนิ่ง และ ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดเนื้อหา เลือกเนื้อหา และการประเมินผล ตลอดจนการประเมินตนเอง ที่เน้นการสะท้อนความคิดและใช้ไฮเปอร์เท็กซ์เชื่อมโยงผลงานที่ได้รับการคัดเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้เข้าด้วยกัน เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

4. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic book, e-book) หมายถึง เป็นสื่อที่มีรูปเล่มและองค์ประกอบของเล่มหนังสือครบถ้วนเป็นสื่อที่นิยมจัดทำให้อยู่ในรูปของแฟ้มในสกุล .pdf และใช้โปรแกรม Acrobat Reader ของบริษัท Adobe ในการอ่าน

5. เอกสารคำสอนอิเล็กทรอนิกส์ (Lecture Note) อาจจัดทำให้อยู่ในรูปเอกสารในสกุล .doc หรือ .pdf หรือ HTML และเรียกดูด้วยโปรแกรมที่ใช้เรียกดูแฟ้มในสกุลนั้นๆ

6. เทปเสียงคำสอนดิจิทัล จัดทำโดยใช้เทคโนโลยี RealAudio เพื่อให้เรียกฟังเสียงในลักษณะรับฟังได้ในทันที ไม่ต้องเสียเวลาในการรอการถ่ายโอนแฟ้มนาน

7. วิดีโอเทปดิจิทัล จัดทำโดยใช้เทคโนโลยี Real Video เพื่อให้เรียกภาพวิดีโอในลักษณะรับชมได้ในทันที ไม่ต้องเสียเวลาในการรอถ่ายโอนแฟ้มนาน

8. เอกสารไฮเปอร์เท็กซ์และไฮเปอร์มีเดีย เป็นสื่อที่จัดทำขึ้นโดยใช้ภาษา HTML หรือโปรแกรมช่วยสร้างเว็บเพจ ทั้งที่จัดทำเองและผู้อื่นจัดทำแล้วเชื่อมโยงไปยังแหล่งนั้น แหล่งรวม

โสมเพจรายวิชาในเว็บแหล่งหนึ่งที่รวบรวมโสมเพจรายวิชาต่างๆ ทั่วโลก คือ World Lecture Hall มีเว็บไซต์ชื่อ <http://www.utexas.edu/world/lecture/>

9. วารสารและนิตยสารอิเล็กทรอนิกส์ เป็นสื่อที่มีองค์กรจัดทำและเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต มีทั้งที่ต้องสมัครเป็นสมาชิก และให้บริการเป็นสาธารณะ

10. Webcasting เป็นการส่งสัญญาณภาพและ/หรือเสียงงานอันมีลิขสิทธิ์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต โดยที่จุดหมายหลักของบริการของผู้รับอนุญาตคือ เพื่อจัดหาความบันเทิงให้แก่ผู้ใช้งานเว็บไซต์ที่ได้รับอนุญาต และการทำ Webcasting นั้นกระทำโดยผู้รับอนุญาตไม่มีเจตนาให้ผู้ใช้งานทำสำเนาอันมีลิขสิทธิ์ที่จะนำไปใช้งานได้แม้หลังจากการถ่ายทอดสัญญาณนั้นสิ้นสุดแล้ว การทำ Webcasting นั้นไม่รวมถึงบริการที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมการขายผลิตภัณฑ์หรือบริการใดๆ

11. Webcasting On-Demand เป็นการส่งสัญญาณ (Streaming) ภาพและ/หรือเสียงงานอันมีลิขสิทธิ์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตซึ่งเป็นการถ่ายทอดสัญญาณงานลิขสิทธิ์โดยเฉพาะที่เกิดจากการร้องขอของผู้ใช้งาน ไม่ว่าจะเสียค่าใช้จ่ายหรือไม่ก็ตาม

12. ระบบวิดีโอที่ค้นตามอรรถาธิบาย (Video on Demand) หมายถึง ระบบวิดีโอที่ค้นที่กำลังได้รับความนิยมนำมาใช้ในหลายประเทศ เช่น ญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา โดยอาศัยเครือข่ายคอมพิวเตอร์ความเร็วสูง ทำให้ผู้ชมตามบ้านเรือนต่างๆ สามารถเลือกรายการวิดีโอที่ตนเองต้องการชมได้ โดยเลือกตามรายการ (Menu) และเลือกชมได้ตลอดเวลา วิดีโอออนดีมานด์ เป็นระบบที่มีศูนย์กลางการเก็บข้อมูลวิดีโอที่ค้นไว้จำนวนมาก โดยจัดเก็บเป็นรูปแหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ (Video Server) เมื่อผู้ใช้ต้องการเลือกรายการใดก็เลือกได้จากฐานข้อมูลที่ต้องการ ระบบวิดีโอที่ค้นตามอรรถาธิบายจึงเป็นระบบที่จะนำมาใช้ในเรื่องการเรียนการสอนทางไกลได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนหรือสนใจได้

13. เลิร์นนิ่งอ็อบเจ็กต์ (Learning Object: LO หรือ Reusable Learning Object: RLO) เป็นสื่อการเรียนรู้ดิจิทัล หรือหน่วยการสอนขนาดเล็กที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้โดยการจัดเรียงลำดับเนื้อหาใหม่เกิดเป็นบทเรียนเรื่องใหม่ขึ้น ออกแบบขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ โดยแต่ละเรื่องจะนำเสนอแนวคิดหลักย่อยๆ ผู้สอนสามารถเลือกใช้เลิร์นนิ่งอ็อบเจ็กต์ผสมผสานกับการจัดการเรียนการสอนแบบอื่นๆ ได้อย่างหลากหลาย โดยมีองค์ประกอบสำคัญ คือ 1) วัตถุประสงค์การเรียนรู้ 2) หน่วยการเรียนรู้ และ 3) แบบทดสอบ ลักษณะของเลิร์นนิ่งอ็อบเจ็กต์เป็นสื่อที่ออกแบบและสร้างเป็นก้อน (Chunks) เล็กๆ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มจำนวนสถานการณ์ของการเรียนรู้ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และสามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้สามารถใช้ซ้ำ (reusability) ทำงานร่วมกัน (interoperability) มีความคงทน (durability) และเข้าถึงได้ง่าย (accessibility)

14. วิดีโอคอนเฟอเรนซ์ (Video Conference) หมายถึง การประชุมทางจอภาพโดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารที่ทันสมัย โดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารที่ทันสมัย เป็นการประชุมร่วมกันระหว่างบุคคล หรือคณะบุคคลที่อยู่ต่างสถานที่ และห่างไกลกันโดยใช้สื่อทางด้านมัลติมีเดีย ที่ให้ทั้งภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง เสียง และข้อมูลตัวอักษร ในการประชุมเวลาเดียวกัน และเป็นการสื่อสาร 2 ทาง จึงทำให้ ดูเหมือนว่าได้เข้าร่วมประชุมร่วมกันตามปกติ ด้านการศึกษาวิดีโอเทคเลคอนเฟอเรนซ์ ทำให้ผู้เรียนและผู้สอนสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ ผ่านทางจอภาพ โทรทัศน์และเสียง นักเรียนในห้องเรียน ที่อยู่ห่างไกลสามารถเห็นภาพและเสียง ของผู้สอนสามารถเห็นอกกับกิริยาของ ผู้สอน เห็นการเคลื่อนไหวและสีหน้าของผู้สอนในขณะที่เรียน คุณภาพของภาพและเสียง ขึ้นอยู่กับความเร็วของ

ช่องทางการสื่อสาร ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างสองฝั่งที่มีการประชุมกัน ได้แก่ จอโทรทัศน์หรือ จอคอมพิวเตอร์ ลำโพง ไมโครโฟน กล้อง อุปกรณ์เข้ารหัสและถอดรหัส ผ่านเครือข่ายการสื่อสาร ความเร็วสูงแบบไอเอสดีเอ็น (ISDN)

### 2.3.3 องค์ประกอบของการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

องค์ประกอบในการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะมีหลายอย่าง โดยอาจใช้เพียงอย่างเดียว หนึ่งหรือทั้งหมดในการสอนก็ได้ องค์ประกอบมีดังต่อไปนี้

ข้อความหลายมิติ (Hypertext) เป็นการเสนอเนื้อหาตัวอักษร ภาพกราฟิกอย่างง่าย รวมถึงเสียง ในลักษณะที่ไม่เรียงลำดับกันเป็นเส้นตรง ในสภาพแวดล้อมของเว็บนี้การใช้ข้อความหลายมิติจะให้ผู้คลิกส่วนที่เป็น “จุดพร้อมโยง” (Hot Spot) ซึ่งก็คือ “จุดเชื่อมโยงหลายมิติ” (Hypertext) นั้นเอง โดยอาจเป็นภาพหรือข้อความสีขีดเส้นใต้ เพื่อเข้าถึงแฟ้มที่เชื่อมโยงกับจุดพร้อมโยงนั้น

สื่อหลายมิติ ไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia) ซึ่งเป็นการพัฒนาการของข้อความหลายมิติ (Hypertext) เป็นวิธีการในการรวบรวมและเสนอข้อความ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียง ซึ่งต้องใช้คอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะที่สูงขึ้นไป ในการประมวลผล เพราะมีต้องใช้โปรแกรมช่วยในการแสดงผลภาพและเสียง เช่น เรียลเพลเยอร์ (RealPlayer)

การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction : CAI) และการอบรมใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน (Computer-Based Training : CBT) หรือที่เรียกรวมกันโดยทั่วไปว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน” นับเป็นรูปแบบพื้นฐานสำคัญอย่างหนึ่งของการสอนบนเว็บ ทั้งนี้เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะมีกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถมีการโต้ตอบกับโปรแกรมบทเรียนได้ กิจกรรมนี้อาจอยู่ในลักษณะของคำถาม การทดสอบ เกม ฯลฯ

การสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ (Computer-Mediated Communication : CMC) เป็นวิธีการที่ข้อมูลหรือข้อความถูกส่งหรือได้รับทางคอมพิวเตอร์ การใช้อินเทอร์เน็ตจะทำให้สามารถใช้ความสามารถของอินเทอร์เน็ตได้หลายอย่าง เพื่อจุดประสงค์ด้านการเรียนการสอน เช่น การใช้อีเมล และการประชุมทางไกล ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารกันได้ในพื้นที่

### 2.3.4 การประเมินผลการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การประเมินผลการเรียนที่มีการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนั้น มีลักษณะที่แตกต่างอยู่บ้าง แต่ก็อยู่บนพื้นฐานความต้องการให้มีการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอน สำหรับการประเมินในแง่ของการจัดการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจัดว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนทางไกล วิธีในการประเมินผลสามารถทำได้ทั้งผู้สอนประเมินผู้เรียนหรือให้ผู้เรียนประเมินผลผู้สอน ซึ่งองค์ประกอบที่ใช้เป็นมาตรฐานจะเป็นคุณภาพของการเรียนการสอน วิธีประเมินผลที่ใช้กันอยู่ในการประเมินผลมีหลายวิธีการ แต่ถ้าจะประเมินผลมีการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็ต้องพิจารณาวิธีการที่เหมาะสมและทันกับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะกับเว็บซึ่งเป็นการศึกษาทางไกลวิธีหนึ่ง การประเมินผลแบบทั่วไป ที่เป็นการประเมินระหว่างเรียน (Formative Evaluation) กับการประเมินผลหลังเรียน (Summative Evaluation) เป็นวิธีการประเมินผลสำหรับการเรียนการสอน โดยการประเมินระหว่างเรียนสามารถทำได้ตลอดเวลา ระหว่างมีการเรียนการสอน เพื่อดูผลสะท้อนของผู้เรียนและดูผลที่คาดหวังไว้ อันจะนำไปปรับปรุงการสอนอย่างต่อเนื่องขณะที่การ

ประเมินหลังเรียนมักจะใช้การตัดสินในตอนท้ายของการเรียนโดยการ ใช้แบบทดสอบเพื่อวัดผลตามจุดประสงค์ของรายวิชา (ปรัชญนันท์ นิลสุข. 2546, [online])

วิธีการประเมินการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นวิธีการที่ใช้ประเมินสำหรับการเรียนการสอนทางไกลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยจอร์จ เมสัน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 4 แบบ คือ

1. การประเมินด้วยเกรดในรายวิชา (Course Grades) เป็นการประเมินที่ผู้สอน ให้คะแนนกับผู้เรียน ซึ่งวิธีการนี้กำหนดองค์ประกอบของวิชาชัดเจน เช่น คะแนน 100 % แบ่งเป็นการสอบ 30% จากการมีส่วนร่วม 10% จากโครงงานกลุ่ม 30% และงานที่มอบหมายในแต่ละสัปดาห์อีก 30% เป็นต้น

2. การประเมินรายคู่ (Peer Evaluation) เป็นการประเมินกันเองระหว่างคู่ของผู้เรียนที่เลือกจับคู่กันในการเรียนทางไกลด้วยกันไม่เคยพบกันหรือทำงานด้วยกัน โดยให้ทำโครงงานร่วมกันให้ติดต่อกันบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและสร้างโครงงานเป็นเว็บที่เป็นแฟ้มสะสมงาน โดยแสดงเว็บให้นักเรียนคนอื่นๆ ได้เห็นและจะประเมินผลรายคู่จากโครงงาน

3. การประเมินต่อเนื่อง (Continuous Evaluation) เป็นการประเมินที่ผู้เรียนต้องส่งงานทุกๆ สัปดาห์ให้กับผู้สอนโดยผู้สอนจะให้ข้อเสนอแนะและตอบกลับในทันที ถ้ามีสิ่งที่มีผิดพลาดกับผู้เรียนก็จะแก้ไขและประเมินตลอดเวลาในช่วงระยะเวลาของวิชา

4. การประเมินท้ายภาคเรียน (Final Course Evaluation) เป็นการประเมินผลปกติของการสอนที่ผู้เรียนนำเสนอ โดยการทำให้แบบสอบถามส่งผ่านไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์หรือเครื่องมืออื่นใดบนเว็บตามแต่จะกำหนด เป็นการประเมินตามแบบการสอนปกติที่จะต้องตรวจสอบความก้าวหน้าและผลสัมฤทธิ์การเรียนของผู้เรียน

การประเมินการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตต้องอยู่บนฐานที่ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง โดยคำนึงถึงเสมอว่าเว็บไซต์ควรเน้นให้ผู้ใช้สามารถเข้าใช้ได้สะดวก ไม่ประสบปัญหาติดขัดใดๆ การประเมินเว็บไซต์มีหลักการ ที่ต้องประเมินคือ

1. การประเมินวัตถุประสงค์ (Purpose) จะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ว่า เพื่ออะไร เพื่อใคร และกลุ่มเป้าหมายคือใคร

2. การประเมินลักษณะ (Identification) ควรจะทราบได้ทันทีเมื่อเปิดเว็บไซต์เข้าไปว่าเกี่ยวข้องกับ เรื่องใด ซึ่งในหน้าแรก (Homepage) จะทำหน้าที่เป็นปกในของหนังสือ (Title) ที่บอกลักษณะและรายละเอียดของเว็บนั้น

3. การประเมินภารกิจ (Authority) ในหน้าแรกของเว็บจะต้องบอกขนาดของเว็บ และรายละเอียดของโครงสร้างของเว็บ เช่น แสดงที่อยู่และเส้นทางภายในเว็บ และชื่อผู้ออกแบบเว็บ

4. การประเมินการจัดรูปแบบและการออกแบบ (Layout and Design) ผู้ออกแบบควรจะประยุกต์แนวคิดตามมุมมองของผู้ใช้ ความซับซ้อน เวลา รูปแบบที่เป็นที่ต้องการของผู้ใช้

5. การประเมินการเชื่อมโยง (Links) การเชื่อมโยงถือเป็นหัวใจของเว็บ เป็นสิ่งที่จำเป็นและมีผลต่อการใช้ การเพิ่มจำนวนเชื่อมโยงโดยไม่จำเป็นจะไม่เป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้ ควรใช้เครื่องมือสืบค้นแทนการเชื่อมโยงที่ไม่จำเป็น

6. การประเมินเนื้อหา (Content) เนื้อหาที่เป็นข้อความ ภาพ หรือเสียง จะต้องเหมาะสมกับเว็บและให้ความสำคัญกับองค์ประกอบทุกส่วนเท่าเทียมกัน

### 2.3.5 ลักษณะการใช้การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่รวบรวมความสามารถของสื่อหลายชนิดเข้าด้วยกัน ทำให้มีลักษณะการนำไปใช้ที่หลากหลาย บุพผชาติ ทัฬหิกรณั (2544. อ้างถึงใน ปณิตา วรณพิรุณ, 2553: 142) ได้สรุปลักษณะการใช้การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังนี้

1. การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นรูปแบบหนึ่งของการศึกษาทางไกล (Distance Education) เนื่องจากมีระบบเครือข่ายเชื่อมโยงในระยะไกลครอบคลุมทั่วโลก

2. การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการศึกษาต่างเวลาและวาระ (Asynchronous Learning) การใช้เว็บในการสอนสามารถกระทำได้ตลอดทุกที่ทุกเวลา (Anywhere Anytime)

3. การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการศึกษาแบบโครงการ (Project-Based Learning) โดยการให้ผู้เรียนได้เข้าไปเรียนในเว็บ ในรูปแบบที่จัดให้ผู้เรียนได้จัดทำโครงการขึ้นบนเว็บก็ได้

4. การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการศึกษาแบบการกระจายศูนย์ (Distributed Education) นั่นเอง การศึกษาไม่ได้จำกัดอยู่ในที่ใดที่หนึ่ง ไม่จำเป็นต้องเข้าชั้นเรียนแต่ผู้เรียนสามารถเรียนได้ทุกที่ ด้วยข้อมูลที่เหมือนกันทุกแห่ง

5. การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการศึกษาแบบร่วมมือ (Collaborative Learning) นั่นคือ เป็นความร่วมมือระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน โดยการศึกษาบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

6. การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการศึกษาแบบเครือข่ายการเรียนรู้ (Learning Network) เพราะเว็บมีการเชื่อมโยงไปยังที่ต่างๆ ทั่วโลก สามารถเข้าถึงข้อมูลของที่ต่างๆ มากมาย ไม่ได้เฉพาะเจาะจงในที่ใดที่หนึ่งเท่านั้น การต่อเชื่อมระหว่างหน่วยงานต่างๆ และโครงการจัดการศึกษาที่เน้นระบบเครือข่าย ทำให้เว็บเป็นเครือข่ายการเรียนรู้

7. การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการศึกษาตามความต้องการของผู้เรียน (Education on Demand) เนื่องจากข้อมูลภายในระบบเว็ลด์ไวด์เว็บมีอยู่มากล้นนับเป็นล้านๆ เว็บ ดังนั้นผู้เรียนจึงสามารถเลือกเรียนได้ตามความต้องการของตนเอง

8. การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการศึกษาแบบห้องเรียนเสมือน (Virtual Classroom) อันเนื่องมาจากการจัดระบบของเว็บเหมือนกับการจัดระบบของห้องเรียน เพียงแต่เป็นการเรียนที่หน้าจอภาพ ไม่ได้จัดเป็นห้องเรียนจริง แต่ผู้เรียนก็สามารถเรียนรู้ด้วยกระบวนการที่เท่าเทียมกับห้องเรียนจริง

### 2.3.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

สื่อการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้แก่ สื่ออิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังนี้

1. ข้อดีของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม

ณัฐกร สงคราม (2543) ได้เปรียบเทียบถึงข้อดีของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม มีรายละเอียดดังนี้

1. ความยืดหยุ่นและความสะดวกสบาย (Flexibility and Convenience) นักเรียนสามารถที่จะเข้าไปเรียนในหลักสูตรโดยไม่มีข้อจำกัดของเวลาและสถานที่ ลักษณะทางกายภาพของ

ห้องเรียนมักจะมีการกำหนดตารางเวลาตายตัว แต่ถ้าหากใช้การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแล้วจะลดปัญหาในเรื่องของการกำหนดเวลา สถานที่ และราคาค่าใช้จ่ายบางประการลงไปได้

2. ความเหมาะสมในการเรียนรู้ (Just-in-time Learning) การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีความสัมพันธ์กับความต้องการที่จะเรียนรู้และเวลา นักเรียนที่เข้ามาเรียนจะได้รับความรู้ที่มีความสำคัญและมีประโยชน์ หากผู้ออกแบบการเรียนการสอนได้เพิ่มแรงจูงใจและการระลึกถึงความรู้อันเป็นสิ่งสำคัญจะเป็นสิ่งสำคัญเพราะผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต หากพวกเขาประสงค์ที่จะเรียนรู้

3. การควบคุมผู้เรียน (Learner Control) ในสภาพการเรียนรู้แบบนี้ ลักษณะการควบคุมการเรียนการสอนผ่านจากผู้สอนไปสู่ผู้เรียน โดยผู้เรียนจะตัดสินใจและกำหนดเส้นทางการเรียนตามความต้องการของตนเอง

4. รูปแบบมัลติมีเดีย (Multimedia Format) เวิลด์ไวด์เว็บจะมีการนำเสนอเนื้อหาของหลักสูตร โดยใช้สื่อมัลติมีเดียที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นข้อความ เสียง วิดีทัศน์ และการสื่อสารในเวลาเดียวกัน ผู้สอนและผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการนำเสนอได้ตามความยืดหยุ่นของเวิลด์ไวด์เว็บเพื่อให้การเรียนเกิดประสิทธิผลมากที่สุด

5. แหล่งทรัพยากรข้อมูล (Information Resource) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับแหล่งทรัพยากรข้อมูลมี 2 ตัวแปรคือ จำนวนและความหลากหลายของเนื้อหาที่มีอยู่ในเว็บ ข้อมูลได้จากหลายๆ แหล่งเช่น การศึกษา ธุรกิจ หรือ รัฐบาล ฯลฯ จากทั่วทุกมุมโลกถือได้ว่าเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่และเป็นที่ยึดข้อมูลได้หลากหลายชนิด ผู้ออกแบบการเรียนการสอนจะต้องออกแบบให้ผู้เรียนได้เข้าถึงแหล่งทรัพยากร ซึ่งไม่ได้มีอยู่ในชั้นเรียนแบบดั้งเดิม ตัวแปรที่สองคือ ข้อความหลายมิติ (Hypertext) ซึ่งช่วยในการเข้าไปค้นหาข้อมูลจากแหล่งอื่นๆ ได้อย่างง่ายดายกว่าการค้นหาข้อมูลในชั้นเรียนแบบดั้งเดิม

6. ความทันสมัย (Currency) เนื้อหาที่ใช้เรียนในชั้นเรียนการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถปรับปรุงให้ทันสมัยได้อย่างง่ายดาย แหล่งทรัพยากรอื่นๆ ที่มีอยู่บนเว็บโดยมากมักจะมีคามทันสมัย ดังนั้นผู้สอนในชั้นเรียนการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนี้สามารถจะเสนอข้อมูลที่มีความทันสมัยให้แก่ผู้เรียน ประโยชน์ที่ได้รับจะสามารถนำมาประยุกต์เข้ากับหลักสูตรให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

7. ความสามารถในการประชาสัมพันธ์ (Publishing Capabilities) เว็บให้โอกาสแก่นักเรียนที่จะเสนองานที่ได้รับมอบหมายบนเว็บได้อีกทั้งนักเรียนยังมีโอกาสที่จะมองเห็นผลงานของผู้อื่น และเพิ่มแรงจูงใจภายนอกโดยการใช้การทำงานของนักเรียนได้

8. เพิ่มทักษะทางเทคโนโลยี (Increase Technology Skills) นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะได้เพิ่มพูนทักษะทางเทคโนโลยี เนื้อหาที่นักเรียนเรียนจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเหมาะสมและเพิ่มแหล่งทรัพยากรต่างๆ ให้นักเรียนได้เพิ่มพูนความรู้ นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ และฝึกฝนทักษะได้จากเทคโนโลยีอันหลากหลาย

ปรัชญนันท์ นิลสุข (2543 : 53-56) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะสำคัญของเว็บซึ่งเอื้อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน มีอยู่ 8 ประการ ได้แก่

1. การที่เว็บเปิดโอกาสให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนและผู้เรียนกับผู้เรียนหรือผู้เรียนกับเนื้อหาบทเรียน

2. การที่เว็บสามารถนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบของสื่อประสม (Multimedia)
3. การที่เว็บเป็นระบบเปิด (Open System) ซึ่งอนุญาตให้ผู้ใช้อิสรระในการเข้าถึงข้อมูลได้ทั่วโลก
4. การที่เว็บอุดมไปด้วยทรัพยากร เพื่อการสืบค้นออนไลน์ (Online Search/Resource)
5. ความไม่มีข้อจำกัดทางสถานที่และเวลาของการสอนบนเว็บ (Device, Distance and Time Independent) ผู้เรียนที่มีคอมพิวเตอร์ในระบบใดก็ได้ ซึ่งต่อเข้ากับอินเทอร์เน็ตจะสามารถเข้าเรียนจากที่ใดก็ได้ในเวลาใดก็ได้
6. การที่เว็บอนุญาตให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุม (Learner Controlled) ผู้เรียนสามารถเรียนตามความพร้อมความถนัดและความสนใจของตน
7. การที่เว็บมีความสมบูรณ์ในตนเอง (Self-contained) ทำให้เราสามารถจัดกระบวนการเรียนการสอนทั้งหมดบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ การที่เว็บอนุญาตให้มีการติดต่อสื่อสารทั้งแบบเวลาเดียว (Synchronous Communication) เช่น Chat และต่างเวลากัน (Asynchronous Communication) เช่น Web Board เป็นต้น

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2544 : 87-94) ได้กล่าวถึงการสอนบนเว็บมีข้อดีอยู่หลายประการ กล่าวคือ

1. การสอนบนเว็บเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่อยู่ห่างไกล หรือไม่มีเวลาในการมา เข้าชั้นเรียนได้เรียนในเวลาและสถานที่ที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นที่บ้าน ที่ทำงาน หรือสถานศึกษาใกล้เคียงที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปใช้บริการทางอินเทอร์เน็ตได้ การที่ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเดินทางมา ยังสถานศึกษาที่กำหนดไว้จึงสามารถช่วยแก้ปัญหาในด้านของข้อจำกัดเกี่ยวกับเวลา และสถานที่ศึกษาของผู้เรียนเป็นอย่างดี
2. การสอนบนเว็บยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดความเท่าเทียมกันทางการศึกษา ผู้เรียนที่ศึกษาอยู่ในสถาบันการศึกษาในภูมิภาคหรือในประเทศหนึ่งสามารถที่จะศึกษา ถกเถียง อภิปรายกับอาจารย์ ครูผู้สอนซึ่งสอนอยู่ที่สถาบันการศึกษาในนครหลวงหรือในต่างประเทศก็ตาม
3. การสอนบนเว็บนี้ ยังช่วยส่งเสริมแนวคิดในเรื่องของการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากเว็บเป็นแหล่งความรู้ที่เปิดกว้างให้ผู้ที่ต้องการศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สามารถเข้ามาค้นคว้าหาความรู้ได้อย่างต่อเนื่องและตลอดเวลาการสอนบนเว็บ สามารถตอบสนองต่อผู้เรียนที่มีความใฝ่รู้รวมทั้งมีทักษะในการตรวจสอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Meta-cognitive Skills) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. การสอนบนเว็บ ช่วยคลายกำแพงของห้องเรียนและเปลี่ยนจากห้องเรียน 4 เหลี่ยมไปสู่โลกกว้างแห่งการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพสนับสนุนสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับปัญหาที่พบในความเป็นจริง โดยเน้นให้เกิดการเรียนรู้ตามบริบทในโลกแห่งความเป็นจริง (Contextualization) และการเรียนรู้จากปัญหา (Problem-based Learning) ตามแนวคิดแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)
5. การสอนบนเว็บเป็นวิธีการเรียนการสอนที่มีศักยภาพ เนื่องจากที่เว็บได้กลายเป็นแหล่งค้นคว้าข้อมูลทางวิชาการรูปแบบใหม่ครอบคลุมสารสนเทศทั่วโลกโดยไม่จำกัดภาษา การสอนบนเว็บช่วยแก้ปัญหาของข้อจำกัดของแหล่งค้นคว้าแบบเดิมจากห้องสมุดอันได้แก่ ปัญหาทรัพยากรการศึกษาที่มีอยู่จำกัดและเวลาที่ใช้ในการค้นหาข้อมูล เนื่องจากเว็บมีข้อมูลที่หลากหลายและเป็น

จำนวนมาก รวมทั้งการที่เว็บใช้การเชื่อมโยงในลักษณะของไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia) ซึ่งทำให้การค้นหาทำได้สะดวกและง่ายตายกว่าการค้นหาข้อมูลแบบเดิม

6. การสอนบนเว็บจะช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น ทั้งนี้เนื่องจากคุณลักษณะของเว็บที่เอื้ออำนวยให้เกิดการศึกษา ในลักษณะที่ผู้เรียนถูกกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นได้อยู่ตลอดเวลา โดยไม่จำเป็นต้องเปิดเผยตัวตนที่แท้จริง ตัวอย่างเช่น การให้ผู้เรียนร่วมมือกันในการทำกิจกรรม ต่างๆ บนเครือข่ายการให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและแสดงไว้บนเว็บบอร์ดหรือการให้ผู้เรียนมีโอกาสเข้ามาพบปะกับผู้เรียนคนอื่นๆ อาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญในเวลาเดียวกันที่ห้องสนทนา เป็นต้น

7. การสอนบนเว็บเอื้อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ ซึ่งการเปิดปฏิสัมพันธ์นี้อาจทำได้ 2 รูปแบบ คือ ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วยกันและ/หรือผู้สอน ปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนในเนื้อหาหรือสื่อการสอนบนเว็บ ซึ่งลักษณะแรกนี้จะอยู่ในรูปของการเข้าไปพูดคุย พบปะ แลกเปลี่ยน ความคิดเห็นกัน ส่วนในลักษณะหลังนั้นจะอยู่ในรูปแบบของการเรียนการสอน แบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบที่ผู้สอนได้จัดทำไว้ให้แก่ผู้เรียน

8. การสอนบนเว็บยังเป็นการเปิดโอกาสสำหรับผู้เรียนในการเข้าถึงผู้เชี่ยวชาญสาขาต่างๆ ทั้งในและนอกสถาบันจากในประเทศและต่างประเทศทั่วโลก โดยผู้เรียนสามารถติดต่อสอบถามปัญหาขอข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญจริงโดยตรงซึ่งไม่สามารถทำได้ในการเรียน การสอนแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ยังประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายเมื่อเปรียบเทียบกับการติดต่อสื่อสารในลักษณะเดิมๆ

9. การสอนบนเว็บเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงผลงานของตน สูสายตาผู้อื่น อย่างง่ายตาย ทั้งนี้ไม่ได้จำกัดเฉพาะเพื่อนๆ ในชั้นเรียนหากแต่เป็นบุคคลทั่วไปทั่วโลกได้ ดังนั้น จึงถือเป็นการสร้างแรงจูงใจภายนอกในการเรียนอย่างหนึ่งสำหรับผู้เรียน ผู้เรียนจะพยายามผลิต ผลงานที่ดีเพื่อไม่ให้เสียชื่อเสียงตนเองนอกจากนี้ผู้เรียนยังมีโอกาสได้เห็นผลงานของผู้อื่นเพื่อนำมาพัฒนางานของตนเองให้ดียิ่งขึ้น

10. การสอนบนเว็บเปิดโอกาสให้ผู้สอนสามารถปรับปรุงเนื้อหาหลักสูตร ให้ทันสมัยได้อย่าง สะดวกสบายเนื่องจากข้อมูลบนเว็บมีลักษณะเป็นพลวัต (Dynamic) ดังนั้นผู้สอนสามารถอัปเดตเนื้อหาหลักสูตรที่ทันสมัยแก่ผู้เรียนได้ตลอดเวลา นอกจากนี้การให้ผู้เรียนได้สื่อสารและแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ทำให้เนื้อหาการเรียนมีความยืดหยุ่นมากกว่าการเรียนการสอนแบบเดิมและเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ การสอนบนเว็บสามารถนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบมัลติมีเดีย ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ ภาพ 3 มิติ โดยผู้สอน และผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบของการนำเสนอเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดทางการเรียน

2. ข้อจำกัดของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม

2.1 รูปแบบที่อ่อน (Format Weaknesses) รูปแบบการเข้าถึงมัลติมีเดีย และประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนส่วนบุคคล ทั้งสองสิ่งนี้เป็นข้อได้เสียที่จะนำการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาใช้ งาน ข้อความที่อ่านได้ง่ายและใช้ในรูปแบบของสิ่งพิมพ์ วิดีทัศน์แบบออนไลน์ที่ช้ากว่าแถบบันทึกเสียง หรือโทรทัศน์ และการสื่อสารโดยทันที ไม่สามารถจับเสียงมนุษย์ได้ เหมือนกับการใช้โทรศัพท์ ขณะที่นักเรียนกำลังพิมพ์เนื้อหาออกมา หรือรอขณะที่วิดีโอกำลังดาวน์โหลดจะสูญเสียความสนใจจากการเรียน

2.2 ปัญหาของเส้นทางการเข้าสู่เนื้อหา (Navigational Problems) รูปแบบข้อความหลายมิติ จะให้นักเรียนได้ย้ายจากสภาพแวดล้อมของห้องเรียน ไปยังสภาพแวดล้อมภายในของเว็บ ด้วยการเชื่อมโยงไปยังแหล่งต่างๆ การควบคุมผู้เรียนสามารถจำกัดได้ ถ้าผู้เรียนหลงทางในสภาพแวดล้อมของเว็บ การหลงทางและสูญเสียความสนใจเป็นปัญหาใหญ่สำหรับผู้เรียน การใช้ส่วนชี้นำจะเป็นการช่วยเหลือให้ผู้เรียนลดปัญหาเหล่านี้ลงไปได้

2.3 การขาดการติดต่อ (Lack of Human Contact) ผู้เรียนบางคนชอบสภาพของการเรียนแบบดั้งเดิม ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนและเพื่อนนักเรียนด้วยกัน ผู้สอนจะได้รับทราบปฏิกิริยาของผู้เรียนว่าเป็นอย่างไร แต่ผู้สอนในรูปแบบการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะไม่สามารถรู้ได้เลยว่า ผู้เรียนกำลังสับสนหรือเข้าใจในเนื้อหา หรือไม่ถ้าไม่ได้ติดต่อสื่อสารกัน สภาพการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผู้เรียนมีโอกาสจะได้มีปฏิสัมพันธ์เช่นเดียวกับการเรียนแบบดั้งเดิม แต่จะมีวิธีการต่างไป โดยจะอาศัยจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ การอภิปราย หรือวิธีการอื่นๆ ได้ แต่ผู้เรียนบางคนก็อาจขาดการติดต่อและขนาดปฏิสัมพันธ์กับชั้นเรียน ซึ่งประเด็นนี้ก็ยังเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่บ่อยครั้ง

2.4 แรงจูงใจ (Motivation) นักเรียนในชั้นเรียนการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตต้องมีแรงจูงใจส่วนตัว และจัดระบบการเรียน การขาดการวางแผนการเรียนจะทำให้ นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จกับการเรียน และอาจสอบไม่ผ่านในหลักสูตรนั้นๆ ได้

2.5 เนื้อหาที่กระจายไม่มีข้อยุติ (Open-ended Content) เนื้อหาของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เสนอให้กับผู้เรียนนั้น บางครั้งผู้เรียนจะไม่ว่าขอบเขตของเนื้อหาสิ้นสุดที่ใด หากหัวข้อหรือหลักสูตรของการเรียนเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง ทำให้ผู้เรียนเกิดอุปสรรคต่อการเรียนได้

จากข้อเปรียบเทียบทั้งข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จะเห็นได้ว่า การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีผลต่อการสอนในชั้นเรียนแบบดั้งเดิม คุณภาพของการสอนไม่ได้เป็นเพียงสื่อที่ใช้ แต่เป็นความตั้งใจที่จะต้องเรียนให้สำเร็จของผู้เรียน ส่วนประกอบที่สำคัญที่จะสร้างคุณภาพแก่ผู้สอนคือ การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนและผู้สอน การให้ผลย้อนกลับโดยทันที ความสัมพันธ์ในรูปแบบที่แตกต่างกันของการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ หากสังเกตดูแล้วการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็จะไม่เหมาะสมในทุกสถานการณ์หรือผู้เรียนทุกคน แต่ลักษณะเด่นต่างๆ ของเว็บและความยืดหยุ่นที่ผู้สอนจะสามารถนำไปประยุกต์ในการเรียนการสอนได้หลายรูปแบบ ซึ่งคุณภาพและความสำเร็จจากการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ขึ้นกับเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการในการเรียนการสอน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หมายถึง การจัดการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการจัดสภาพการเรียนการสอนที่ได้รับการออกแบบอย่างเป็นระบบ โดยมีคุณสมบัติและทรัพยากรของเวปไซด์ไวด์เว็บ (World Wide Web) มาเป็นสื่อกลางในการสนับสนุนการเรียนการสอน และเมื่อทำการศึกษาเกี่ยวกับ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแล้ว ผู้วิจัยเลือกใช้การพัฒนารูปแบบของ ADDIE Model ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในครั้งนี้

## 2.4 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ใช้รูปแบบการพัฒนาของ ADDIE Model ซึ่งเป็นโมเดลการออกแบบการสอนที่เป็นแนวทางสำหรับการออกแบบการเรียนการสอนและการผลิตบทเรียน e-Learning ซึ่งเป็นแนวทางที่ใช้กันแพร่หลายเป็นสากล ADDIE เป็นคำหน้าของคำศัพท์ Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluation โมเดล ADDIE มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

### 2.4.1 วิเคราะห์ (Analyze)

ขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อการออกแบบการสอน และเพื่อการผลิตบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ โดยทั่วไปการวิเคราะห์นี้ อาจารย์ผู้สอนซึ่งถือว่าเป็นผู้เชี่ยวชาญเนื้อหา และทีมผู้ดำเนินการ ต้องทำงานร่วมกันร่วมกันตอบคำถามในการวิเคราะห์ เช่น ใครคือกลุ่มเป้าหมาย เนื้อหาอะไรที่จะเรียน หรือสอนผ่าน e-Learning ต้องการให้ผู้เรียนได้รับอะไร จะส่งข้อมูลสารสนเทศด้วยวิธีการ กิจกรรมอย่างไรบ้าง ในที่นี้ขออธิบายรายละเอียดการวิเคราะห์ อาทิเช่น

1. การวิเคราะห์เนื้อหาของบทเรียน ผู้ออกแบบในขั้นนี้คืออาจารย์ผู้สอน หรืออาจารย์ผู้สอนดำเนินการร่วมกับทีมนักออกแบบการสอน โดยการวิเคราะห์ที่เหมาะสมนั้นสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนมากที่สุด และตรงกับเป้าหมาย โดยขั้นตอนการวิเคราะห์เนื้อหา คือ

- 1.1 ศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน
- 1.2 เขียนเนื้อหาสั้นๆ ทุกหัวเรื่องย่อย ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 1.3 จัดลำดับเนื้อหา
- 1.4 จัดกลุ่มเนื้อหาเพื่อแบ่งเป็นหัวเรื่องย่อยๆ ตามปริมาณของเนื้อหา
- 1.5 จัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละหัวเรื่องย่อย

2. การวิเคราะห์ผู้เรียน โดยวิเคราะห์เกี่ยวกับข้อมูลผู้เรียน เช่น ระดับชั้น อายุ ความรู้พื้นฐาน เพื่อให้ได้บทเรียนที่มีคุณภาพ และเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย

3. การวิเคราะห์สภาพแวดล้อม พกอุปกรณ์สนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน เช่น จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ในสถาบัน จำนวนนักศึกษาที่คอมพิวเตอร์เป็นของตนเอง ความเร็วของ leded line เป็นต้น

### 2.4.2 ออกแบบ (Design)

ขั้นออกแบบเป็นขั้นตอนประสานระหว่างสิ่งที่เป็นนามธรรมจากขั้นวิเคราะห์ โดยการแปลงความคิดและนำเสนอเป็นรูปธรรมในขั้นออกแบบ เช่น การเขียนผังงาน การออกแบบ storyboard ขั้นตอนนี้เป็นหน้าที่ของออกแบบการสอน นักเทคโนโลยีการศึกษาที่ต้องประสานงานร่วมกับอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญเนื้อหา

1. การออกแบบบทเรียน หมายถึง การนำด้วยบทเรียนที่ผ่านการออกแบบและวิเคราะห์จากขั้นวิเคราะห์ มาสร้างเป็นบทเรียน e-Learning ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา แบบทดสอบก่อนบทเรียน (pre-test) สื่อ กิจกรรม วิธีการนำเสนอ และแบบทดสอบหลังบทเรียน (post-test)

2. การออกแบบผังงาน (flowchart) หมายถึง แผนภูมิที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของบทดำเนินเรื่อง ซึ่งเป็นการจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละส่วนบทดำเนินเรื่อง และการออกแบบบทดำเนินเรื่อง (storyboard) หมายถึง เรื่องราวของบทเรียน ประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่ง

ออกเป็นเฟรมๆ ตั้งแต่เฟรมแรกซึ่งเป็น Title ของบทเรียน จนถึงเฟรมสุดท้าย บทดำเนินเรื่องจึงประกอบด้วย ภาพ ข้อความ เสียง หรือมัลติมีเดีย กิจกรรมการเรียน คำถาม-คำตอบ และรายละเอียดอื่นๆ

3. การออกแบบหน้าจอภาพ (screen design) การออกแบบหน้าจอภาพ หมายถึง การจัดพื้นที่และองค์ประกอบของจอภาพเพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหา ภาพ กราฟิก เสียง สี ตัวอักษร และส่วนประกอบอื่นๆ การออกแบบบทเรียน e-Learning มิใช่การนำเนื้อหาจากเอกสารสื่อสิ่งพิมพ์ เปลี่ยนที่การนำเสนอเนื้อหาไปที่ หน้าจอคอมพิวเตอร์เพียงเท่านั้น

กล่าวโดยภาพรวมการออกแบบควรออกแบบมีความ สอดคล้องกับเป้าหมาย วัตถุประสงค์ และเนื้อหาวิชา ขนาดของไฟล์ที่ใช้ ขนาดวัตถุต่างๆ ที่ปรากฏ ความแตกต่างของสีพื้นหน้าและพื้นหลัง และต้องคำนึงถึงความเร็วในการแสดงผลด้วย

### 2.4.3 พัฒนา (Develop)

ขั้นพัฒนาเป็นขั้นตอนของการลงมือปฏิบัติการสร้างบทเรียนตามผลการออกแบบจากขั้นตอนที่สอง ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ต้องอาศัยผู้มีความเชี่ยวชาญหลายด้าน เช่น นักออกแบบคอมพิวเตอร์กราฟิก นักคอมพิวเตอร์ผู้ดูแลและจัดการระบบการจัดการเรียนการสอน (LMS :learning management system) จากผลงานวิจัยของ จิรดา บุญอารยะกุล (2542) ที่ได้ศึกษาเรื่อง การนำเสนอลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นแนวทางหนึ่งสำหรับผู้พัฒนาบทเรียน e-Learning ว่าควรคำนึงถึงองค์ประกอบในการพัฒนาบทเรียน e-Learning อาทิเช่น

1. ตัวอักษรของเนื้อหาข้อความภาษาไทยและภาษาอังกฤษควรใช้ตัวหัวกลม แบบธรรมดา (normal) ขนาด (size) ตั้งแต่ 10 ถึง 20 พอยท์ เช่น AngsanaUPC CordiaUPC BrowalliaUPC JasmineUPC Arial Helvetica ฯลฯ ในหนึ่งหน้าจควรมีเนื้อหา ไม่เกิน 8 -10 บรรทัดและควรใช้ลักษณะเหมือนกันรูปแบบเดียวตลอดหนึ่งบทเรียน

2. ภาพกราฟิกควรใช้ภาพการ์ตูน ภาพวิดิทัศน์ ภาพล้อเสมือนจริงที่เป็นภาพ เคลื่อนไหว 2 มิติ (animation) และ 3 มิติ (3 D animation) โดยเลือกใช้ จำนวน 1 ถึง 3 ภาพภายในหนึ่ง หน้าจอ และภาพพื้นหลัง (ถ้ามี) ควรใช้ภาพลายน้ำ สีจางลักษณะเดียวกันตลอดหนึ่งบทเรียน

3. สีที่ปรากฏในจอภาพและสีของตัวอักษรข้อความไม่ควรใช้เกินจำนวน 3 สี โดยคำนึงถึงสีพื้นหลังประกอบด้วย

4. สื่อชี้แนะในการนำทาง (navigational aids) ควรเลือกใช้สัญลักษณ์ (icon) แบบปุ่มรูปภาพ, แบบรูปลูกศรพร้อมทั้งอธิบายข้อความสั้น ๆ ประกอบสัญลักษณ์หรือแสดง ข้อความ hypertext และใช้เมนูแบบปุ่ม (button), แบบ Pop Up ที่แสดง สัญลักษณ์สื่อความหมายได้เข้าใจ ชัดเจน

5. องค์ประกอบทั่วไปของโปรแกรมสามารถสืบค้นข้อมูลด้วย text box, Smart Search Engine ด้วยเทคนิค Pull Down, Scrolling Bar ข้อความเชื่อมโยง (hypertext link) ใช้อักษรตัวหนา, ตัวขีดเส้นใต้มีสีน้ำเงินเข้มเมื่อคลิกผ่านไปแล้วสีน้ำเงินจางลงโดย อาศัยรูปรูมือ (Cueing) กะพริบร่วมด้วย และการขยายลำดับข้อมูลสืบค้น (branching) ไม่ควรเกิน 3 ระดับ

นอกจากนี้แล้วการพัฒนาบทเรียน e-Learning ควรคำนึงถึงด้านของการหาปัจจัยสนับสนุนเพื่อให้งานต่อการพัฒนาบทเรียนเช่น การเลือกใช้ ระบบบริการจัดการเนื้อหา (CMS :content management system) แหล่งสนับสนุนการเรียนรู้ URL ต่าง เป็นต้น

#### 2.4.4 นำไปใช้ (Implement)

การนำไปใช้เป็นการนำบทเรียนที่ผ่านการพัฒนาเป็นบทเรียนในรูปแบบของสื่อดิจิทัล เผยแพร่บนระบบเครือข่าย (network) เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนและร่วมกิจกรรมต่างๆ ซึ่งในขั้นตอนนี้อาจารย์ผู้สอน และทีมผู้ดำเนินการผลิตจำเป็นต้องเก็บข้อมูล รวบรวมความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ และปัญหาต่างๆ ที่พบจากการเรียนด้วย e-learning เพื่อการปรับปรุงต่อไป

#### 2.4.5 ประเมิน (Evaluation)

การประเมินเป็นขั้นตอนที่ต้องดำเนินการกับทุกขั้นตอนในโมเดล ประกอบด้วย การประเมินการวิเคราะห์ การประเมินการออกแบบ การประเมินการพัฒนา และการประเมินเมื่อนำไปใช้จริงของระบบ e-Learning โดยกระทำระหว่างดำเนินการ คือการประเมินระหว่างดำเนินงาน (Formative Evaluation) และประเมินภายหลังการดำเนินงาน (Summative Evaluation) การประเมินจะทำให้ผู้พัฒนาทราบข้อมูลเพื่อการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องในขั้นตอนต่างๆ

สำหรับการให้ความสำคัญขั้นตอนต่าง ๆ ในโมเดลการออกแบบการสอนที่ใช้ ADDIE นั้น จากประสบการณ์ผู้เขียนเองแบ่งเป็นสัดส่วนที่ไม่เท่ากัน โดยให้ความสำคัญกับ 3 ลำดับแรก คือ การวิเคราะห์ การนำไปใช้ และการประเมิน ในสัดส่วนที่เท่ากัน ลำดับถัดมา คือการพัฒนา และลำดับสุดท้าย คือ การออกแบบ

โมเดล ADDIE เป็นขั้นตอนการออกแบบการสอน และการออกแบบการผลิตสื่อ e-Learning แบบกลางๆ ที่ผู้ประสงค์จะพัฒนา e-Learning สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา หรือไปขยายรายละเอียดในขั้นตอนโมเดลนี้ให้ละเอียดและชัดเจนขึ้น ให้เหมาะสมและง่ายต่อการพัฒนาสื่อ และจัดการเรียนการสอนด้วย e-Learning

### 2.5 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้มูเดิ้ลในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมูเดิ้ล (MOODLE: Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) คือ โปรแกรมที่ประมวลผลในเครื่องบริการ (Server-Side Script) ทาหน้าที่ให้บริการระบบอีเลิร์นนิ่ง ทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถเปิดบริการแก่ครู และนักเรียน ผ่านบริการ 2 ระบบ คือ

1. ระบบซีเอ็มเอส หรือระบบจัดการเนื้อหา (CMS = Course Management System) บริการให้ครูสามารถจัดการเนื้อหา เตรียมเอกสาร สื่อมัลติมีเดีย แบบฝึกหัดตามแผนการจัดการเรียนรู้

2. ระบบแอลเอ็มเอส หรือระบบจัดการเรียนรู้ (LMS = Learning Management System) บริการให้นักเรียนเข้าเรียนรู้ตามลำดับ ตามช่วงเวลา ตามเงื่อนไขที่ครูได้จัดเตรียมอย่างเป็นระบบ และประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน พร้อมแสดงผลการตัดเกรดอัตโนมัติ

ปัจจุบันมีโปรแกรมที่ทาหน้าที่เป็นเพียงระบบซีเอ็มเอส(ไม่มีระบบแอลเอ็มเอสในตัว) สามารถสร้างวัตถุเรียนรู้จากนอกมูเดิ้ล แล้วนำเข้าไปใช้งานในมูเดิ้ล เช่น สกอร์ม (SCORM = Sharable Content Object Reference Model) ที่สามารถนำไปติดตั้งเป็นส่วนหนึ่งในมูเดิ้ล หรือโปรแกรมลินสแควร์ (Learnsquare) ได้

ผู้พัฒนา Moodle คือ Martin Dougiamas โปรแกรมมีลักษณะเป็นโอเพนซอร์ซ (Open Source) ภายใต้ข้อตกลงของจีพีแอล (General Public License) สามารถดาวน์โหลดไปใช้งานได้ฟรี จาก moodle.org โดยผู้ดูแลระบบ (Admin) นำไปติดตั้งในเครื่องบริการ (Server) ที่บริการเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) รองรับภาษาพีเอชพี (PHP Language) และมายเอสคิวแอล (MySQL) ความหมายของอีเลิร์นนิง หรือ อีเลิร์นนิ่ง (e-Learning) ถูกตีความต่างกันไปตามประสบการณ์ของแต่ละคน แต่มีส่วนที่เหมือนกัน คือ ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ โดยมีการพัฒนาและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีตลอดเวลา

1. อีเลิร์นนิง คือ การเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์
2. อีเลิร์นนิง คือ การใช้เทคโนโลยี โดยเฉพาะอินเทอร์เน็ตเข้ามาส่งเสริมการเรียน การสอนให้เกิดประสิทธิผล คำที่มีความหมายใกล้เคียงกับอีเลิร์นนิง เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI = Computer Assisted Instruction) หรือ การสอนโดยใช้เว็บเป็นฐาน (Web-based Instruction : WBI) หรือการเรียนรู้โดยใช้เว็บเป็นฐาน (Web-based Learning)

เลิร์นนิ่งออบเจ็ค (Learning Object) คือ แฟ้มดิจิทัลเพื่อใช้นำเสนอให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จนบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ของสื่อ มักอยู่ในรูปของสื่อผสมที่มีการออกแบบอย่างเป็นระบบ

ความสามารถของ Moodle เป็น Open Source ที่ได้รับการยอมรับ (13,544 sites from 158 countries 2549-07-19) ปัจจุบันสถาบันการศึกษาในไทย ยังไม่มีข้อตกลงเป็นเอกฉันท์ว่าจะใช้อีเลิร์นนิงตัวใด แต่มีแนวโน้มเปลี่ยนไปใช้ Moodle เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ สามารถรองรับทั้ง ซีเอ็มเอส (CMS = Course Management System) และ แอลเอ็มเอส (LMS = Learning Management System) ช่วยรวบรวมวิชาเป็นหมวดหมู่ เผยแพร่เนื้อหาของครู พร้อมบริการให้นักเรียนเข้ามาศึกษาบันทึกกิจกรรมของนักเรียน และตัดเกรด เป็นแหล่งเผยแพร่เอกสารออนไลน์ เช่น Microsoft Office, Web Page, PDF หรือ Image เป็นต้น มีระบบติดต่อสื่อสารระหว่างนักเรียน เพื่อนร่วมชั้น และครู เช่น chat หรือ webboard เป็นต้น นักเรียนฝากคำถาม ครูทั้งการบ้านไว้ ครูนัดสนทนาแบบออนไลน์ ครูนัดสอนเสริม หรือแจกเอกสารให้อ่านก่อนเข้าเรียน ก็ได้มีระบบแบบทดสอบ รับการบ้าน และกิจกรรม ที่รองรับระบบให้คะแนนที่หลากหลาย ให้ส่งงาน ให้ทำแบบฝึกหัด ตรวจสอบให้คะแนน รวมถึงสามารถ export ไป excel ได้ สำรองข้อมูลเป็น .zip แฟ้มเดียวได้ ทำให้ครูหรือนักเรียนนำไปกู้คืนในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใดก็ได้

### 2.5.1 ข้อควรทราบเกี่ยวกับ Moodle

สิ่งที่ควรมี ก่อนใช้ Moodle

1. เว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) เพื่อติดต่อกับโปรแกรม Moodle จำเป็นต่อครูและนักเรียน
2. เว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) เพื่อบริการรับการเชื่อมต่อเข้าไป โดยรองรับภาษาพีเอชพี (php) และฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (mysql)
3. ผู้ติดตั้ง (Installer) และ ผู้ดูแลระบบ (Admin) เพื่อทำให้ระบบเกิดขึ้น และให้บริการแก่ผู้ใช้
4. ผู้บริหาร ครู และนักเรียน ที่ยอมรับเทคโนโลยี ดังนั้น Moodle เหมาะสำหรับนักเรียนที่รับผิดชอบ ครูที่มุ่งมั่นและผู้บริหารที่ห่วงใย
5. การเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเครือข่าย (Network) เช่น อินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต หรือเครือข่ายท้องถิ่น (LAN)

### 2.5.2 บทบาทของผู้เข้าใช้มูเดิล (Moodle)

1. ผู้ดูแล (Admin) มีหน้าที่ ติดตั้งระบบ บำรุงรักษา กำหนดค่าเริ่มต้น กำหนดสิทธิ์การเป็นครู แก้ไขปัญหาให้แก่ครูและนักเรียน
2. ครู (Teacher) มีหน้าที่ เพิ่มแหล่งข้อมูล เพิ่มกิจกรรม ให้คะแนน ตรวจสอบกิจกรรม ตอบคำถามและติดต่อสื่อสารกับนักเรียน
3. นักเรียน (Students) มีหน้าที่ เข้าศึกษาแหล่งข้อมูลและทำกิจกรรม ตามแผนการสอน
4. ผู้เยี่ยมชม (Guest) สามารถเข้าเรียนได้เฉพาะวิชาที่อนุญาต และถูกจำกัดสิทธิ์ในการทำกิจกรรม

### 2.5.3 แหล่งเรียนรู้ (Resources)

1. หน้าตัวหนังสือ (Plain Text) คือ การเขียนข้อความตามปกติ
2. หน้าเว็บเพจ (Web Page) (Webpage) คือ การเขียนตามแบบเว็บเพจ (Web Page)
3. ลิงก์ไปไฟล์หรือเว็บไซต์ (Link) คือ การสร้างจุดเชื่อมโยงแฟ้ม หรือเว็บไซต์ภายนอก
4. แสดงไดเรกทอรี (Directory) คือ การแสดงรายชื่อแฟ้มในไดรวน์โพลด
5. ลาเบล (Label) คือ การเขียนข้อความประกาศอย่างสั้น

### 2.5.4 กิจกรรม (Activities)

1. สกอรัม (Scorm) คือ แหล่งข้อมูลที่รวมเนื้อหา หรือแฟ้มข้อมูลจากภายนอก ถูกยอมรับเป็นมาตรฐานหนึ่งของ Learning Object
2. สารานุกรม (wiki) คือ ระบบจัดการนิตยสารศัพท์ หรือให้ความหมายที่ยืดหยุ่น เป็นระบบเปิดที่เข้าจัดการแต่ละความหมายร่วมกันได้
3. กระดานเสวนา หรือเว็บบอร์ด (Webboard) คือ แหล่งที่เปิดให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ด้วยการแสดงความคิดเห็น หรือถามตอบ
4. การบ้าน (Assignment) คือ การมอบหมายให้ทำงานแล้วกลับมาส่ง ด้วยการอัปโหลด พิมพ์คำตอบ หรือส่งนอกเว็บไซต์ก็ได้
5. บทเรียนสำเร็จรูป (Lesson) คือ เนื้อหาบทเรียนที่ออกแบบเส้นทางการศึกษา ที่แต่ละเนื้อหา มีคำถามประเมินความเข้าใจก่อนไปเนื้อหาต่อไป
6. ห้องปฏิบัติการ (Workshop) คือ การกำหนดกิจกรรมอย่างเป็นระบบ สามารถให้คะแนนที่ละองค์ประกอบ หรือที่ละระดับได้
7. ห้องสนทนา (Chat) คือ การสนทนายาระหว่างผู้เรียน กับผู้สอน หรือระหว่างผู้เรียนด้วยกันแบบออนไลน์ในเวลาจริง ผ่านแป้นพิมพ์
8. อภิธานศัพท์ (Glossary) คือ ให้นักเรียนได้ร่วมกันสร้างพจนานุกรมออนไลน์ โดยให้ความหมายแก่ศัพท์ทีละคำ
9. แบบทดสอบ (Quiz) คือ ข้อสอบวัดผลการเรียนรู้ เพื่อประเมินก่อนเรียนหรือหลังเรียน
10. แบบสอบถาม (Survey) คือ การสอบถามที่ใช้รูปแบบคำถามที่แตกต่างกัน อจนำมาผลมาใช้ปรับปรุงการสอนได้
11. โพลล์ (Choice) คือ การสอบถามความคิดเห็น เพื่อระดมความคิดเห็นอย่างรวดเร็วในประเด็นใดประเด็นหนึ่ง

### 2.5.5 กิจกรรมของครู (Teacher Activities)

1. สมัครสมาชิกด้วยตนเอง และรอผู้ดูแล อนุมัติ ให้เป็นครู หรือผู้สร้างคอร์ส
2. ครูสร้างคอร์ส และกำหนดลักษณะของคอร์สด้วยตนเอง
3. เพิ่ม เอกสาร บทเรียน และลำดับเหตุการณ์ตามความเหมาะสม
4. ประกาศข่าวสาร หรือนัดสนทนา กับนักเรียนผ่านอินเทอร์เน็ต
5. สามารถสำรองข้อมูลในวิชา เก็บเป็นแฟ้มเพียงแฟ้มเดียวได้
6. สามารถกู้คืนข้อมูลที่เคยสำรองไว้ หรือนำไปใช้ในเครื่องอื่น
7. สามารถดาวน์โหลดคะแนนนักเรียนที่ถูกบันทึกจากการทำกิจกรรม ไปประมวลผล ใน

Excel

8. กำหนดกลุ่มนักเรียน เพื่อสะดวกในการจัดการนักเรียนจำนวนมาก
9. ยกเลิกนักเรียนในรายวิชา ถ้าพบว่ามีความประพฤติไม่เหมาะสม หรือเข้าเรียนผิด

รายวิชา

10. ตรวจสอบกิจกรรมของนักเรียนแต่ละคน เช่น ความถี่ในการอ่านบทเรียนหรือคะแนน

ในการสอบ

11. เพิ่มรายการนัดหมาย หรือกิจกรรมแสดงด้วยปฏิทิน
12. สร้างเนื้อหาใน SCORM หรือสร้างข้อสอบแบบ GIFT แล้วนำเข้าได้สู่ระบบ

### 2.5.6 กิจกรรมของนักเรียน (Student Activities)

1. สมัครสมาชิกด้วยตัวนักเรียนเองได้
2. รออนุมัติการเป็นสมาชิก และสมัครเข้าเรียนแต่ละวิชาด้วยตนเอง (บางระบบ สามารถสมัครและเข้าเรียนได้ทันที)
3. เรียนรู้จากเอกสารหรือบทเรียน ที่ครูกำหนดให้เข้าไปศึกษาตามช่วงเวลาที่เหมาะสม
4. ฝากคำถาม หรือข้อคิดเห็นหรือสนทนาระหว่างครูและนักเรียน
5. ทำกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมาย เช่น ทำแบบฝึกหัด หรือส่งการบ้าน
6. แก้ไขข้อมูลส่วนตัวของตนเองได้
7. เรียนรู้ข้อมูลของครู เพื่อนนักเรียนในชั้นหรือในกลุ่ม เพื่อสร้างความคุ้นเคยได้

## 2.6 การตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบคุณภาพของเนื้อหาที่ใช้เรียนและสื่อที่นำมาแสดงผล ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยจะแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และด้านเทคโนโลยีมีดังนี้

การตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญของผู้เชี่ยวชาญทางด้านนั้นๆ ซึ่งมีเกณฑ์ในการตรวจสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เชื่อถือได้ ตามที่ไพโรจน์ ตีรธนากุล (2546: 197-204) ได้ออกแบบหลักเกณฑ์ไว้ ดังนี้

### 2.6.1 การตรวจสอบคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา

การตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ได้แบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ส่วน คือ

## 1. เกณฑ์การตรวจสอบเนื้อหา

### 1.1 ความถูกต้องของการนำเสนอเนื้อหาบนหน้าจอ

- ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาสาระตามกรอบการสอนที่ได้ออกแบบไว้
- มีวิธีการนำเสนอเนื้อหาสาระได้เหมาะสม

### 1.2 ความถูกต้องของเนื้อหาที่นำเสนอโดยสื่อที่เหมาะสม

- ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อกราฟิก
- ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อภาพนิ่ง
- ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อเสียง
- ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อภาพเคลื่อนไหว
- ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อวีดิทัศน์

### 1.3 ความถูกต้องของวิธีการปรากฏสื่อ

- วิธีการปรากฏสื่อกราฟิกบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
- วิธีการปรากฏสื่อภาพนิ่งบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
- วิธีการปรากฏสื่อเสียงบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
- วิธีการปรากฏสื่อภาพเคลื่อนไหวบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
- วิธีการปรากฏสื่อวีดิทัศน์บนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม

## 2. เกณฑ์การตรวจสอบการปฏิสัมพันธ์

### 2.1 การปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน

- การปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอน
- วิธีการนำเสนอปฏิสัมพันธ์เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ
- มีการให้ผลย้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด

### 2.2 การปฏิสัมพันธ์ในแบบฝึกหัด

- การปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอน
- มีการให้ผลย้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด
- วิธีการนำเสนอการย้อนกลับสร้างการเรียนรู้เพิ่มขึ้น หรือสร้างความเข้าใจให้มากขึ้น
- วิธีการให้ผลย้อนกลับสื่อความหมายชัดเจน

### 2.3 การปฏิสัมพันธ์ในแบบทดสอบ

- การปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอน
- มีวิธีการแจ้งผลการทดสอบที่เหมาะสมและสื่อความหมายชัดเจน

## 3. เกณฑ์การตรวจสอบโครงสร้างของบทเรียน

### 3.1 โครงสร้างของบทเรียนเป็นไปตามที่ออกแบบไว้

### 3.2 วิธีการเข้าถึงเนื้อหาง่ายและสะดวก

### 3.3 การเชื่อมโยงเนื้อหาเหมาะสม เข้าใจง่าย

### 3.4 ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยง และการเปลี่ยนหน้าจอเหมาะสมกับการเรียน

### 3.5 ออกจากโปรแกรมสะดวก

2.6.2 การตรวจสอบคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคโนโลยีมีลติมีเดีย  
การตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีมีลติมีเดีย ได้แบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ส่วน คือ

## 1. เกณฑ์พิจารณาการนำเสนอมีเดีย

### 1.1 องค์ประกอบของหน้าจอ

- องค์ประกอบในการจัดแบ่งหน้าจอ ได้แก่ ส่วนหัว ส่วนเสนอเนื้อหา และส่วนควบคุมหน้าจอ
- องค์ประกอบในการจัดวางตำแหน่งต่างๆ บนหน้าจอ เช่น ตัวอักษร ภาพ เป็นต้น

### 1.2 พื้นหลัง

- สีของพื้นหลังเหมาะสม ไม่รบกวนการมอง หรืออ่านเนื้อหาสาระ
- สีของพื้นหลังเหมาะสม ไม่ทำลายสายตา
- พื้นหลังเหมาะสมกับกราฟิก ภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว (อะนิเมชัน) และวิดีโอ
- สีของพื้นหลังเหมาะสมกับเนื้อหาที่นำเสนอ

### 1.3 ตัวอักษร

- ขนาดของหัวข้อแต่ละระดับเหมาะสม
- รูปแบบและขนาดของตัวอักษรที่นำเสนอเนื้อหาสาระ
- สีสีนเหมาะสม
- การอ่านง่าย เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย
- การพิสูจน์อักษรถูกต้อง

### 1.4 ปุ่มต่างๆ

- ขนาดของปุ่มมีความเหมาะสม
- ตำแหน่งที่วางของปุ่มมีความเหมาะสม
- ความคงที่ของปุ่ม (ไม่เปลี่ยนตำแหน่งจนสับสน)
- การสื่อความหมายชัดเจน เข้าใจง่าย

### 1.5 การเปลี่ยนหน้าจอ

- การปรับเปลี่ยนหน้าจอต่อเนื่องเหมาะสม
- การปรับเปลี่ยนหน้าจอคงที่ ไม่กระโดด หรือไม่เปลี่ยนรูปแบบมากเกินไป
- การเปลี่ยนหน้าจอไม่ทำให้สับสน
- เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนหน้าจอเหมาะสม

### 1.6 เสียง

- เสียงบรรยายชัดเจน หลักการอ่านถูกต้องและสื่อความหมายหรือได้อารมณ์ตามเนื้อหาสาระ
- จำนวนเสียงบรรยายเหมาะสม/เพียงพอ
- เสียงดนตรีเหมาะสม
- เสียงประกอบเหมาะสม

### 1.7 ภาพประกอบ

- ขนาดของภาพเหมาะสม (ขนาดใหญ่-เล็ก)
- การสื่อความหมายของภาพเหมาะสม
- ความชัดเจนของภาพ

### 1.8 ภาพเคลื่อนไหว

- ความยาว เวลาที่ใช้เหมาะสม
- ขนาดของภาพเหมาะสม (ขนาดใหญ่-เล็ก)
- การให้สีเหมาะสมง่ายต่อการมองและมีความชัดเจน

- การสื่อความหมายของภาพเหมาะสม
- ความสวยงาม

### 1.9 วัตถุประสงค์

- ความยาว เวลาที่ใช้เหมาะสม
- ขนาดของภาพเหมาะสม (ขนาดใหญ่-เล็ก)
- ความชัดเจน
- การสื่อความหมายของภาพเหมาะสม

## 2. เกณฑ์ตรวจสอบการปฏิสัมพันธ์

### 2.1 การปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน

- มีการแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงปฏิสัมพันธ์ที่ชัดเจน และมีรูปแบบที่แน่นอน
- วิธีการนำเสนอปฏิสัมพันธ์เหมาะสม
- สื่อที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสม
- เวลาที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสม
- มีการให้ผลย้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด

### 2.2 การปฏิสัมพันธ์ในแบบฝึกหัด

- มีการให้ผลย้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด
- วิธีการให้ผลย้อนกลับสื่อความหมายได้ชัดเจน
- สื่อที่ใช้ในการให้ผลย้อนกลับเหมาะสม
- เวลาที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสม

### 2.3 การปฏิสัมพันธ์ในแบบทดสอบ

- มีวิธีการแจ้งผลการทดสอบที่เหมาะสม และสื่อความหมายชัดเจน
- สื่อที่ใช้ในการให้ผลย้อนกลับเหมาะสม
- เวลาที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสมกับโครงสร้างบทเรียน
- การเข้าถึงเนื้อหาง่าย
- ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยงและการเปลี่ยนหน้าจอ
- การออกจากโปรแกรมสะดวก
- การให้โอกาสเลือกเรียนต่อจากครั้งก่อนได้

## 3. โครงสร้างบทเรียน

### 3.1 เข้าถึงเนื้อหาง่าย

### 3.2 ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยงและการเปลี่ยนหน้าจอ

### 3.3 ออกจากโปรแกรมสะดวก

### 3.4 เปิดโอกาสให้เลือกเรียนต่อจากครั้งก่อนได้

สำหรับการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ มีขั้นตอนที่จะต้องดำเนินการโดยการนำบทเรียนที่พัฒนาเสร็จแล้ว พร้อมแบบสอบถามประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นปลายเปิดให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ด้านทำการตรวจสอบ หากการตรวจสอบคุณภาพมีการแก้ไขสิ่งใด ผู้เชี่ยวชาญจะสามารถระบุลงไปแบบสอบถามนั้น

ในขณะที่ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมิน ผู้จัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรอยู่กับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการสื่อสารข้อมูลและหากมีการปรับปรุงแก้ไขสิ่งใด จะได้รับทราบข้อมูลจากผู้ประเมินโดยตรง หรือหากสงสัยสิ่งใดจะสามารถสอบถามได้ทันที

หลังจากผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ให้ปรับปรุงแก้ไขตามนั้นแล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง หากถูกต้องแล้วถือว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณภาพเชื่อถือได้และผ่านการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว

## 2.7 การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน

การผลิตสื่อหรือชุดการสอนนั้น ก่อนนำไปใช้จริงจะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อดูว่าสื่อหรือชุดการสอนทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนในระดับใด ดังนั้นผู้ผลิตสื่อการสอนจำเป็นจะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาคุณภาพ เรียกว่า การทดสอบประสิทธิภาพ ซึ่ง ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 7-20) ได้ให้ความหมายและออกแบบหลักเกณฑ์ ไว้ ดังนี้

### 2.7.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

#### 1. ความหมายของประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่ายค้ำค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio between input, process and output) ประสิทธิภาพเน้นการดำเนินการที่ถูกต้องหรือกระทำสิ่งใดๆ อย่างถูกวิธี (Doing the thing right)

คำว่าประสิทธิภาพ มักสับสนกับคำว่า ประสิทธิผล (Effectiveness) ซึ่งเป็นคำที่คลุมเครือไม่เน้นปริมาณ และมุ่งให้บรรลุวัตถุประสงค์และเน้น การทำสิ่งที่ถูกที่ควร (Doing the right thing) ดังนั้นสองคำนี้จึงมักใช้คู่กัน คือ ประสิทธิภาพและประสิทธิผล

#### 2. ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน จึงหมายถึงการหาคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อหรือชุดการสอนแต่ละขั้น ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Developmental Testing”

Developmental Testing คือ การทดสอบคุณภาพตามพัฒนาการของการผลิตสื่อหรือชุดการสอนตามลำดับขั้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงาน ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการผลิตสื่อและชุดการสอนการทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอนคือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบ

ประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก

2.1 การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น เป็นการนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดสอบประสิทธิภาพใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

2.2 การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพใช้และปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย ทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษาเป็นอย่างน้อย เพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การทดสอบประสิทธิภาพทั้งสองขั้นตอนจะต้องผ่านการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and Development-R&D) โดยต้องดำเนินการวิจัยในขั้นทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น และอาจทดสอบประสิทธิภาพซ้ำในขั้นทดสอบประสิทธิภาพใช้จริงด้วยก็ได้เพื่อประกันคุณภาพของสถาบันการศึกษาทางไกลนานาชาติ

### 2.7.2 ความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนมีความจำเป็นด้วยเหตุผล 3 ประการ คือ

#### 1. สำหรับหน่วยงานผลิตสื่อหรือชุดการสอน

การทดสอบประสิทธิภาพช่วยประกันคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอนว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนแล้ว เมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ ก็จะต้องผลิตหรือทำขึ้นใหม่เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงานและเงินทอง

#### 2. สำหรับผู้ใช้สื่อหรือชุดการสอน

สื่อหรือชุดการสอนที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพจะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ดี ในการสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งชุดการสอนต้องช่วยครูสอนบางครั้งต้องสอนแทนครู (อาทิในโรงเรียนครูคนเดียว) ดังนั้น ก่อนนำสื่อหรือชุดการสอนไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่า ชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนจริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้เราได้สื่อหรือชุดการสอนที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

#### 3. สำหรับผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอน

การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุลงในสื่อหรือชุดการสอนมีความเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงสมองแรงงาน เวลาและเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

### 2.7.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

#### 1. ความหมายของเกณฑ์ (Criterion)

เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่า สิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือ ปริมาณที่จะรับได้

การตั้งเกณฑ์ ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียวเพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่นเมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดียว ตั้ง

เกณฑ์ไว้ 60 : 60 แบบกลุ่ม ตั้งไว้ 70 : 70 ส่วนแบบสนาม ตั้งไว้ 80 : 80 ถือว่า เป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง

อนึ่งเนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้นหากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ย่อมมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด

## 2. ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ

หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีความคุ้มค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้ โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_1 = \text{Efficiency of Process}$  (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย(ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_2 = \text{Efficiency of Product}$  (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

2.1 ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2.2 ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ  $E_1 : E_2 =$  ประสิทธิภาพของกระบวนการ : ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ตัวอย่าง 80 : 80 หมายความว่าเมื่อเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติ หรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และประเมินหลังเรียนและงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ย 80%

การที่จะกำหนดเกณฑ์  $E_1 : E_2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยพิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นวิทย์พิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Skill Domain)

ในขอบข่ายวิทย์พิสัย (เดิมเรียกว่าพุทธิพิสัย) เนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะต้องตั้งไว้สูงสุดแล้วลดต่ำลงมาคือ 90 : 90 หรือ 85 : 85 หรือ 80 : 80

ส่วนเนื้อหาสาระที่เป็นจิตพิสัย จะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียน จึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง นั่นคือ 80 : 80 หรือ 75 : 75 แต่ไม่ต่ำกว่า 75 : 75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด จึงไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำกว่านี้ หากตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใด ก็มักได้ผลเท่านั้น ดังจะเห็นได้จากระบบการสอนของไทยปัจจุบัน ได้กำหนดเกณฑ์โดยไม่เขียนเป็นสายลักษณะอักษรไว้ 0 : 50 นั่นคือ ให้ประสิทธิภาพกระบวนการมีค่า 0 เพราะครูมัก

ไม่มีเกณฑ์เวลาในการให้งานหรือแบบฝึกปฏิบัติแก่นักเรียน ส่วนคะแนนผลลัพธ์ที่ให้ผ่านคือ 50% ผลจึงปรากฏว่า คะแนนวิชาต่างๆ ของนักเรียนต่ำในทุกวิชา

#### 2.7.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ กระทำได้ 2 วิธี คือ โดยใช้สูตรและโดยการคำนวณธรรมดา

##### 1. โดยใช้สูตร กระทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละจากการตอบคำถามแบบทดสอบท้ายบทแต่ละบทของบทเรียนได้ถูกต้อง

$E_2$  คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบรวมหลังเรียนบทเรียนครบทุกบทได้ถูกต้อง

$\sum X$  คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากแบบทดสอบท้ายบท

$\sum F$  คือ คะแนนรวมของการทดสอบหลังเรียน

$N$  คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

$A$  คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายบททุกบท

$B$  คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น กระทำได้โดยการนำคะแนนรวมแบบฝึกปฏิบัติ หรือผลงานในขณะประกอบกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยว และคะแนนสอบหลังเรียน มาเข้าตารางแล้วจึงคำนวณหาค่า  $E_1 : E_2$

##### 2. โดยใช้วิธีการคำนวณโดยไม่ใช้สูตร

หากจำสูตรไม่ได้หรือไม่อยากใช้สูตรผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนก็สามารถใช้วิธีการคำนวณธรรมดาหาค่า  $E_1$  และ  $E_2$  ได้ ด้วยวิธีการคำนวณธรรมดา

สำหรับ  $E_1$  คือ ค่าประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกปฏิบัติ กระทำได้โดยการนำคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

สำหรับค่า  $E_2$  คือ ประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนของแต่ละสื่อหรือชุดการสอน กระทำได้โดยการเอาคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อย เพื่อหาค่าร้อยละ

### 2.7.5 การตีความหมายผลการคำนวณ

หลังจากคำนวณหาค่า  $E_1$  และ  $E_2$  ได้แล้ว ผู้หาประสิทธิภาพต้องตีความหมายของผลลัพธ์โดยยึดหลักการและแนวทางดังนี้

ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ ให้มีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ได้ไม่เกิน .05 (ร้อยละ 5) จากช่วงต่ำไปสูง =  $\pm 2.5$  นั่นให้ผลลัพธ์ของค่า  $E_1$  หรือ  $E_2$  ที่ถือว่า เป็นไปตามเกณฑ์ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่เกิน 2.5% และสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

หากคะแนน  $E_1$  หรือ  $E_2$  ห่างกันเกิน 5% แสดงว่า กิจกรรมที่ให้นักเรียนทำกับการสอบหลังเรียนไม่สมดุลกันเช่น ค่า  $E_1$  มากกว่า  $E_2$  แสดงว่า งานที่มอบหมายอาจจะง่ายกว่า การสอบ หรือ หากค่า  $E_2$  มากกว่าค่า  $E_1$  แสดงว่า การสอบง่ายกว่าหรือไม่สมดุลกับงานที่มอบหมายให้ทำ จำเป็นที่จะต้องปรับแก้

หากสื่อหรือชุดการสอนได้รับการออกแบบและพัฒนาอย่างดีมีคุณภาพ ค่า  $E_1$  หรือ  $E_2$  ที่คำนวณได้จากการทดสอบประสิทธิภาพ จะต้องใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวชี้ที่ยืนยันได้ว่านักเรียนได้มีการเปลี่ยนพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้นหรือไม่ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนพฤติกรรมขั้นสุดท้ายหรืออีกนัยหนึ่งต้องประกันได้ว่านักเรียนมีความรู้จริงไม่ใช่ทำกิจกรรมหรือทำสอบได้เพราะการเดา

การประเมินในอนาคตจะเสนอผลการประเมินเป็นเลขสองตัว คือ  $E_1$  คู่  $E_2$  เพราะจะทำให้ผู้อ่านผลการประเมินทราบลักษณะนิสัยของผู้เรียนระหว่างนิสัยในการทำงานอย่างต่อเนื่อง คงเส้นคงวาหรือไม่ (ดูจากค่า  $E_1$  คือกระบวนการ) กับการทำงานสุดท้ายว่ามีคุณภาพมากน้อยเพียงใด (ดูจากค่า  $E_2$  คือกระบวนการ) เพื่อประโยชน์ของการกลั่นกรองบุคลากรเข้าทำงาน

ตัวอย่าง นักเรียนสองคนคือเกษมกับปรีชา เกษมได้ผลลัพธ์  $E_1 : E_2 = 78.50 : 82.50$  ส่วนปรีชาได้ผลลัพธ์  $82.50 : 78.50$  แสดงว่านักเรียนคนแรกคือ เกษม ทำงานและแบบฝึกปฏิบัติ ทั้งปีได้ 78% และสอบไล่ได้ 83% จะเห็นว่าจะมีลักษณะนิสัยที่เป็นกระบวนการสุ่มนักเรียนคนที่สองคือปรีชาที่ได้ผลลัพธ์  $E_1 : E_2 = 82.50 : 78.50$  ไม่ได้

### 2.7.6 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตสื่อหรือชุดการสอนขึ้น เป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพตาม ขั้นตอนต่อไปนี้

1. การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ทั้งนี้  $E_1 : E_2$  ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60 : 60

2. การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 6-10 คน (คละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางกับอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า

หยุดหงิดทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพให้ประเมินการ เรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและประเมินผลลัพธ์คือการ ทดสอบหลังเรียนและงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วย ให้นำคะแนนมา คำนวณหาประสิทธิภาพหากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและ แบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้นคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะ เพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ  $E_1 : E_2$  ที่ได้จะมี ค่าประมาณ 70 : 70

3. การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้น ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลา ในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หยุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจ หรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้วให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียนนำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปกติไม่อาจจะทดสอบประสิทธิภาพเกินสามครั้ง ด้วยเหตุนี้ ชั้น ทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามจึงแทนด้วย 1 : 100

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกัน เกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่า เกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า -2.5 ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำ จนกว่าจะถึงเกณฑ์ จะหยุดปรับปรุงแล้วสรุปว่าชุดการสอนไม่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือจะ ลดเกณฑ์ลงเพราะ “ถอดใจ” หรือยอมแพ้ไม่ได้

หากสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน +2.5 ก็ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ที่ตั้งไว้

หากค่าที่ได้สูงกว่าเกณฑ์เกิน +2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น เช่น ตั้งไว้ 80 : 80 ก็ให้ ปรับขึ้นเป็น 85 : 85 หรือ 90 : 90 ตามค่าประสิทธิภาพที่ทดสอบประสิทธิภาพได้

ตัวอย่าง เมื่อทดสอบหาประสิทธิภาพแล้วได้ 83.5 : 85.4 ก็แสดงว่าสื่อหรือชุดการสอนนั้น มีประสิทธิภาพ 83.5 : 85.4 ใกล้เคียงกับเกณฑ์ 85/85 ที่ตั้งไว้ แต่ ถ้าตั้งเกณฑ์ไว้ 75 : 75 เมื่อผลการ ทดสอบประสิทธิภาพเป็น 83.5 : 85.4 ก็อาจเลื่อนเกณฑ์ขึ้นมาเป็น 85 : 85 ได้

## 2.8 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 2.8.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement) หมายถึง ผลที่เกิดจากปัจจัยต่างๆ ใน การจัดการศึกษา นักเรียนได้ให้ความสำคัญกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเนื่องจากผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนเป็นดัชนีประการหนึ่งที่สามารถบอกถึงคุณภาพการศึกษา

Anatacy (1970 : 107 อ้างใน ปรียทิพย์ บุญคง. 2546 : 7) กล่าวไว้พอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบด้านสติปัญญา และองค์ประกอบด้านที่ไม่ใช่ สติปัญญา ได้แก่ องค์ประกอบด้านเศรษฐกิจ สังคม แรงจูงใจ และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญาด้านอื่น

อารมณฺ์ เพชรชื่น (2527: 46 อ้างใน พุทธิตา ตอนฟูงั้พร. 2548 : 57 ) กล่าวถึง ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่างๆ ทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน และ สิ่งแวดล้อมอื่นๆ

เศรษฐวิชิฎ์ วังนันท์ (2554 : 6) สรุปลความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากกรม วิชาการว่า หมายถึง ความรู้ที่ได้รับหรือทักษะที่เจริญขึ้น โดยการเรียนวิชาต่างๆ ในสถานศึกษา ตามปกติ พิจารณาได้จากคะแนนผลสอบ สามารถวัดและประเมินเป็นระดับต่างๆ ได้ โดยอยู่ในรูป ของผลการเรียน ซึ่งเป็นผลจากระบบการศึกษานั้นเอง

เสาวลักษณ์ คำธา (2552: 24-26) ในการเขียนแบบทดสอบตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ชั้น ส่วนใหญ่จะเขียนตามแนวจุดประสงค์การเรียนรู้ของบลูม (Bloom) ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ระดับ

1. ความรู้-ความจำ (Knowledge of way and means of dealing with specifics) ความสามารถในการบันทึกเรื่องราวต่างๆ ที่ผ่านมา แบ่งเป็น 3 ระดับคือ ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ความรู้ความจำเกี่ยวกับวิธีดำเนินการ และความรู้ความจำเกี่ยวกับความคิดรวบยอดในเรื่อง

2. ความเข้าใจ (Comprehension) ความสามารถทางสมองในการถ่ายทอดเรื่องราวให้ ผู้อื่นทราบและมีความหมายดั้งเดิม แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ การแปลความ การตีความ และการขยาย ความ

3. การนำไปใช้ (Application) ความสามารถในการนำความรู้จากประสบการณ์ไปใช้ในการ แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

4. การวิเคราะห์ (Analysis) ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราว แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ วิเคราะห์องค์ประกอบ วิเคราะห์สัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) ความสามารถในการนำความรู้มาผสมผสานเป็นเรื่องใหม่ หรือมีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ การสังเคราะห์เพื่อสื่อความหมาย การ สังเคราะห์แผนงาน และการสังเคราะห์ความสัมพันธ์

6. การประเมินค่า (Evaluation) ความสามารถในการวินิจฉัยตัดสินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ โดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งเกณฑ์ในการประเมินค่ามี 2 ลักษณะ คือ เกณฑ์ภายในและเกณฑ์ ภายนอก

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะ ความสามารถของบุคคลที่พัฒนาขึ้นจากผลของการเรียนการสอน การฝึกฝน อบรมและประสบ ความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่างๆ โดยพิจารณาจากคะแนนสอบ โดย สามารถวัดและประเมินเป็นระดับต่างๆ ได้ โดยอยู่ในรูปของผลการเรียน การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก เป็นเครื่องมือวัดประสิทธิภาพในการเรียนในด้านความรู้- ความจำ ความเข้าใจและการนำไปใช้

## 2.8.2 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

### 1. การวัด (Measurement)

#### 1.1 ความหมาย

ยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ การวัด และ การวัดผล บางคนเข้าใจว่า 2 คำนี้เป็น คำเดียวกัน มีความหมายเหมือนกัน เพราะมาจากภาษาอังกฤษคำเดียวกันคือ measurement แต่ใน ภาษาไทย 2 คำนี้มีความหมายแตกต่างกันเล็กน้อย ดังนี้

การวัด เป็นกระบวนการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์แทนปริมาณหรือคุณภาพของคุณลักษณะหรือคุณสมบัติของสิ่งที่ต้องการวัด

การวัดผล เป็นกระบวนการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์แทนปริมาณหรือคุณภาพของคุณลักษณะหรือคุณสมบัติของสิ่งที่ต้องการวัด โดยสิ่งที่ต้องการวัดนั้นเป็นผลมาจากการกระทำหรือกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน เช่น การวัดผลการเรียนรู้ สิ่งที่วัดคือ ผลที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียน

#### 1.2 องค์ประกอบของการวัด

องค์ประกอบของการวัดประกอบด้วย สิ่งที่ต้องการวัด เครื่องมือวัด และผลของการวัด ที่สำคัญที่สุด คือ เครื่องมือวัด เครื่องมือที่มีคุณภาพจะให้ผลการวัดที่เที่ยงตรงและแม่นยำ

#### 1.3 ประเภทของสิ่งที่ต้องการวัด

สิ่งที่ต้องการวัดแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

- สิ่งที่เป็นรูปธรรม คือ คน สัตว์ หรือสิ่งของ ที่จับต้องได้ มีรูปทรง การวัดสิ่งที่เป็นรูปธรรมนี้เป็นการวัดทางกายภาพ (physical) คุณลักษณะที่จะวัดสามารถกำหนดได้ชัดเจน เช่น น้ำหนัก ความสูง ความยาว เครื่องมือวัดคุณลักษณะเหล่านี้ให้ผลการวัดที่เที่ยงตรงและแม่นยำสูง วัดได้ครบถ้วน สมบูรณ์ และเอียงดัดถ้วน ตัวอย่างเครื่องมือวัด เช่น เครื่องชั่ง ไม้บรรทัด สายวัด เป็นต้น การวัดลักษณะนี้เป็นการวัดทางตรง ตัวเลขที่ได้จากการวัดแทนปริมาณคุณลักษณะที่ต้องการวัดทั้งหมด เช่น น้ำหนัก 10 กิโลกรัม สูง 172 เซนติเมตร ยาว 3.5 เมตร ตัวเลข 10 172 และ 3.5 แทนน้ำหนัก ความสูง และความยาวทั้งหมด เช่น 10 แทนน้ำหนักทั้งหมด ถ้าไม่มีคุณลักษณะดังกล่าว เช่น น้ำหนัก 0 หน่วย ก็คือ ไม่มีน้ำหนักเลย ตัวเลข 0 นี้เป็นศูนย์แท้ (absolute zero)

- สิ่งที่เป็นนามธรรม คือสิ่งที่ไม่มีความจับต้องไม่ได้ เป็นการวัดพฤติกรรมและสังคมศาสตร์ (behavioral and social science) คุณลักษณะที่จะวัดกำหนดได้ไม่ชัดเจน เช่น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (achievement) วัดเจตคติ (attitude) วัดความถนัด (aptitude) วัดบุคลิกภาพ (personality) เป็นต้น เครื่องมือวัดด้านนี้มีคุณภาพด้อยกว่าเครื่องมือวัดสิ่งที่เป็นรูปธรรม คือ ให้ผลการวัดที่เที่ยงตรงและแม่นยำน้อยกว่า ลักษณะการวัด เป็นการวัดทางอ้อม วัดได้ไม่สมบูรณ์ ไม่ละเอียดถี่ถ้วน และมีความผิดพลาด ตัวเลขหรือสัญลักษณ์ที่ได้จากการวัดเป็นค่าโดยประมาณ ไม่สามารถแทนปริมาณหรือคุณภาพของคุณลักษณะที่ต้องการวัดได้ทั้งหมด เช่น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนคนหนึ่ง ได้ 15 คะแนน ตัวเลข 15 ไม่ได้แทนปริมาณความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนคนนี้ทั้งหมด แม้นักเรียนที่สอบได้คะแนนเต็ม ไม่ได้หมายความว่านักเรียนผู้นั้นมีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวสมบูรณ์เต็มตามกรอบของหลักสูตร ในทางตรงกันข้ามนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน ก็ไม่ได้หมายความว่านักเรียนผู้นั้นไม่มีความรู้ความสามารถในคุณลักษณะดังกล่าว เพียงแต่ตอบคำถามผิดหรือเครื่องมือวัดไม่ตรงกับความรู้ความสามารถที่นักเรียนคนนั้นมี เลข 0 นี้ เป็นศูนย์เทียม

#### 1.4 ลักษณะการวัดทางการศึกษา

การวัดทางการศึกษาเป็นการวัดคุณลักษณะที่เป็นนามธรรม มีลักษณะการวัด ดังนี้

- เป็นการวัดทางอ้อม คือ ไม่สามารถวัดคุณลักษณะที่ต้องการวัดได้โดยตรง ต้องนิยามคุณลักษณะดังกล่าวให้เป็นพฤติกรรมที่วัดได้ก่อน จากนั้นจึงวัดตามพฤติกรรมที่นิยาม เช่น การวัดความรับผิดชอบของนักเรียน ต้องให้นิยามคุณลักษณะความรับผิดชอบเป็นพฤติกรรมที่วัดได้ โดย

อาจจะแยกเป็นพฤติกรรมย่อย เช่น ไม่มาโรงเรียนสาย ทำงานทุกงานที่ได้รับมอบหมาย นำวัสดุอุปกรณ์การเรียนที่ครูสั่งมาครบทุกครั้ง ส่งงานหรือการบ้านตามเวลาที่กำหนด เป็นต้น

- วัดได้ไม่สมบูรณ์ การวัดทางการศึกษาไม่สามารถทำการวัดคุณลักษณะที่ต้องการวัดได้ครบถ้วนสมบูรณ์ วัดได้เพียงบางส่วน หรือวัดได้เฉพาะตัวแทนของคุณลักษณะทั้งหมด เช่น การวัดความสามารถการอ่านค่าของนักเรียน ผู้วัดไม่สามารถนำค่าทุกค่ามาทำการทดสอบนักเรียน ทำได้เพียงนำค่าส่วนหนึ่งที่คิดว่าเป็นตัวแทนของค่าทั้งหมดมาทำการวัด เป็นต้น

- มีความผิดพลาด สืบเนื่องจากการที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง และการนิยามสิ่งที่ต้องการวัดก็ไม่สามารถนิยามให้เป็นพฤติกรรมที่วัดได้ทั้งหมด จึงวัดได้ไม่สมบูรณ์ ตัวเลขหรือสัญลักษณ์ที่ได้จากการวัดเป็นการประมาณคุณลักษณะที่ต้องการวัด ซึ่งในความเป็นจริงคุณลักษณะดังกล่าวอาจจะมีมากหรือน้อยกว่า ผลการวัดจึงมีความผิดพลาดของการวัด หรือคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง การวัดที่ดีจะต้องให้เกิดการผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

- อยู่ในรูปความสัมพันธ์ การที่จะรู้ความหมายของตัวเลขที่วัดได้ ต้องนำตัวเลขดังกล่าวไปเทียบกับเกณฑ์หรือเทียบกับคนอื่น เช่น นำคะแนนที่นักเรียนสอบได้เทียบกับคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มเทียบกับคะแนนของเพื่อนที่สอบพร้อมกัน หรือเทียบกับคะแนนของนักเรียนเองกับการสอบครั้งก่อนๆ ถ้าคะแนนสูงกว่าเพื่อน แสดงว่ามีความสามารถในเรื่องที่วัดมากกว่าเพื่อนคนนั้น หรือถ้ามีคะแนนสูงกว่าคะแนนที่ตนเองเคยสอบผ่านมา แสดงว่ามีพัฒนาการขึ้น เป็นต้น

- หลักการวัดทางการศึกษา

การวัดทางการศึกษา มีหลักการเบื้องต้น ดังนี้

(1) นิยามสิ่งที่ต้องการวัดให้ชัดเจน ดังที่กล่าวไว้ในลักษณะการวัดว่า การวัดทางการศึกษาเป็นการวัดทางอ้อม การที่จะวัดให้มีคุณภาพต้องนิยามคุณลักษณะที่ต้องการวัดให้ตรงและชัดเจน การนิยามนี้ มีความสำคัญมาก ถ้านิยามไม่ตรงหรือไม่ถูกต้อง เครื่องมือวัดที่สร้างตามนิยามก็ไม่มีคุณภาพ ผลการวัดก็ผิดพลาด คือ วัดได้ไม่ตรงกับคุณลักษณะที่ต้องการวัด

(2) ใช้เครื่องมือวัดที่มีคุณภาพ หัวใจสำคัญของการวัด คือ สามารถวัดคุณลักษณะได้ตรงตามกับที่ต้องการวัดและวัดได้แม่นยำ โดยใช้เครื่องมือวัดที่มีคุณภาพ คุณภาพของเครื่องมือมีหลายประการ ที่สำคัญคือ มีความตรง (validity) คือวัดได้ตรงกับคุณลักษณะที่ต้องการวัด และมีความเที่ยง (reliability) คือวัดได้คงที่ คือวัดได้กี่ครั้งก็ให้ผลการวัดที่ไม่เปลี่ยนแปลง

(3) กำหนดเงื่อนไขของการวัดให้ชัดเจน คือกำหนดให้แน่นอนว่าจะทำการวัดอะไร วัดอย่างไร กำหนดตัวเลขและสัญลักษณ์อย่างไร

- ขั้นตอนการวัดทางการศึกษา

(1) ระบุจุดประสงค์และขอบเขตของการวัด ว่าวัดอะไร วัดใคร

(2) นิยามคุณลักษณะที่ต้องการวัดให้เป็นพฤติกรรมที่วัดได้

(3) กำหนดวิธีการวัดและเครื่องมือวัด

(4) จัดหาหรือสร้างเครื่องมือวัด กรณีสร้างเครื่องมือใหม่ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

(4.1) สร้างข้อคำถาม เงื่อนไข สถานการณ์ หรือสิ่งเร้า ที่จะกระตุ้นให้ผู้ถูกวัดแสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมาเพื่อทำการวัด โดยข้อคำถามเงื่อนไข สถานการณ์ หรือสิ่งเร้าดังกล่าวต้องตรงและครอบคลุมคุณลักษณะที่นิยามไว้

(4.2) พิจารณาข้อคำถาม เงื่อนไข สถานการณ์ หรือสิ่งเร้า โดยอาจให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและทางด้านวัดผลช่วยพิจารณา

- (4.3) ทดลองใช้เครื่องมือ กับกลุ่มที่เทียบเคียงกับกลุ่มที่ต้องการวัด
- (4.4) หาคุณภาพของเครื่องมือ มีคุณภาพรายข้อและคุณภาพ เครื่องมือทั้งฉบับ
- (4.5) จัดทำคู่มือวัดและการแปลความหมาย
- (4.6) จัดทำเครื่องมือฉบับสมบูรณ์
- (5) ดำเนินการวัดตามวิธีการที่กำหนด
- (6) ตรวจสอบและวิเคราะห์ผลการวัด
- (7) แปลความหมายผลการวัดและนำผลการวัดไปใช้

## 2. การประเมิน (Evaluation or Assessment or Appraisal)

### 2.1 ความหมาย

การประเมินและการประเมินผล มีความหมายทำนองเดียวกับ การวัดและการวัดผล ดังนี้

- การประเมิน เป็นกระบวนการต่อเนื่องจากการวัด คือ นำตัวเลขหรือสัญลักษณ์ที่ได้จากการวัดมาตีค่าอย่างมีเหตุผล โดยเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ เช่น โรงเรียนกำหนดคะแนนที่น่าพอใจของวิชาคณิตศาสตร์ไว้ที่ร้อยละ 60 นักเรียนที่สอบได้คะแนนตั้งแต่ 60 % ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ที่น่าพอใจ หรืออาจจะกำหนดเกณฑ์ไว้หลายระดับ เช่น ได้คะแนนไม่ถึงร้อยละ 40 อยู่ในเกณฑ์ควรปรับปรุง ร้อยละ 40-59 อยู่ในเกณฑ์พอใช้ ร้อยละ 60-79 อยู่ในเกณฑ์ดี และร้อยละ 80 ขึ้นไป อยู่ในเกณฑ์ดีมาก เป็นต้น ลักษณะเช่นนี้เรียกว่าเป็นการประเมิน

- การประเมินผล มีความหมายเช่นเดียวกับการประเมิน แต่เป็นกระบวนการต่อเนื่องจากการวัดผล

สำหรับภาษาอังกฤษมีหลายคำ ที่ใช้มากมี 2 คำ คือ evaluation และ assessment 2 คำนี้มีความหมายต่างกัน คือ

Evaluation เป็นการประเมินตัดสิน มีการกำหนดเกณฑ์ชัดเจน (absolute criteria) เช่น ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป ตัดสินว่าอยู่ในระดับดี ได้คะแนนร้อยละ 60 – 79 ตัดสินว่าอยู่ในระดับพอใช้ ได้คะแนนไม่ถึงร้อยละ 60 ตัดสินว่าอยู่ในระดับควรปรับปรุง Evaluation จะใช้กับการประเมิน การดำเนินงานต่างๆ ไป เช่น การประเมินโครงการ (Project Evaluation) การประเมินหลักสูตร (Curriculum Evaluation)

Assessment เป็นการประเมินเชิงเปรียบเทียบ ใช้เกณฑ์เชิงสัมพัทธ์ (Relative Criteria) เช่น เทียบกับผลการประเมินครั้งก่อน เทียบกับเพื่อนหรือกลุ่มใกล้เคียงกัน assessment มักใช้ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การประเมินตนเอง (Self-Assessment)

### 2.2 ลักษณะการประเมินทางการศึกษา

การประเมินทางการศึกษามีลักษณะ ดังนี้

- เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอนหรือกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งควรทำการประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำผลการประเมินไปปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

- เป็นการประเมินคุณลักษณะหรือพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าบรรลุตามจุดประสงค์หรือไม่

- เป็นการประเมินในภาพรวมทั้งหมดของผู้เรียน โดยการรวบรวมข้อมูลและประมวลจากตัวเลขจากการวัดหลายวิธีและหลายแหล่ง

- เป็นกระบวนการเกี่ยวข้องกับบุคคลหลายกลุ่ม ทั้งครู นักเรียน ผู้ปกครองนักเรียน ผู้บริหารโรงเรียน และอาจารย์ถึงคณะกรรมการต่างๆ ของโรงเรียน

### 2.3 หลักการประเมินทางการศึกษา

หลักการประเมินทางการศึกษาโดยทั่วไปมีดังนี้

- ขอบเขตการประเมินต้องตรงและครอบคลุมหลักสูตร
- ใช้ข้อมูลจากผลการวัดที่ครอบคลุม จากการวัดหลายแหล่ง หลายวิธี
- เกณฑ์ที่ใช้ตัดสินผลการประเมินมีความชัดเจน เป็นไปได้ มีความยุติธรรม ตรงตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

### 2.4 ขั้นตอนในการประเมินทางการศึกษา

การประเมินทางการศึกษามีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

- กำหนดจุดประสงค์การประเมิน โดยให้สอดคล้องและครอบคลุมจุดประสงค์ของหลักสูตร

- กำหนดเกณฑ์เพื่อตีค่าข้อมูลที่ได้จากการวัด

- รวบรวมข้อมูลจากการวัดหลายๆ แหล่ง

- ประมวลและผสมผสานข้อมูลต่างๆ ของทุกรายการที่วัดได้

- วินิจฉัยชี้แจงและตัดสินโดยเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

### 2.5 ประเภทของการประเมินทางการศึกษา

การประเมินแบ่งได้หลายประเภท ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ดังนี้

- แบ่งตามจุดประสงค์ของการประเมิน

(1) การประเมินก่อนเรียน หรือก่อนการจัดการเรียนรู้ หรือการประเมินพื้นฐาน (Basic Evaluation) เป็นการประเมินก่อนเริ่มต้นการเรียนการสอนของแต่ละบทเรียนหรือแต่ละหน่วย แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

(1.1) การประเมินเพื่อจัดตำแหน่ง (Placement Evaluation) เป็นการประเมินเพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในสาระที่จะเรียนอยู่ในระดับใดของกลุ่ม ประโยชน์ของการประเมินประเภทนี้ คือ ครูใช้ผลการประเมินเพื่อกำหนดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียน ผู้เรียนที่มีความรู้ความสามารถในสาระที่จะเรียนน้อยคืออยู่ในตำแหน่งท้ายๆ ควรได้รับการเพิ่มพูนเนื้อหาสาระนั้นมากกว่ากลุ่มที่อยู่ในลำดับต้นๆ คือ กลุ่มที่มีความรู้ความสามารถในสาระที่จะเรียนมากกว่า หรือกลุ่มที่มีความรู้พื้นฐานในสาระที่จะเรียนดีกว่า และแต่ละกลุ่มควรใช้รูปแบบการเรียนรู้อันแตกต่างกัน

(1.2) การประเมินเพื่อวินิจฉัย (Diagnostic Evaluation) เป็นการประเมินก่อนการเรียนการสอนอีกเช่นกัน แต่เป็นการประเมินเพื่อพิจารณาแยกแยะว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในสาระที่จะเรียนรู้น้อยเพียงใด มีพื้นฐานเพียงพอที่จะเรียนในเรื่องที่จะสอนหรือไม่ จุดใดสมบูรณ์แล้ว จุดใดยังบกพร่องอยู่ จำเป็นต้องได้รับการสอนเสริมให้มีพื้นฐานที่เพียงพอเสียก่อนจึงจะเริ่มสอนเนื้อหาในหน่วยการเรียนต่อไป และจากพื้นฐานที่ผู้เรียนมีอยู่ควรใช้รูปแบบการเรียนการสอนอย่างไร

ทั้งการประเมินเพื่อจัดตำแหน่งและการประเมินเพื่อวินิจฉัยมีจุดประสงค์เหมือนกันคือเพื่อทราบพื้นฐานความรู้ความสามารถของผู้เรียนก่อนที่จะจัดการเรียนรู้หรือการเรียนการสอนในสาระการเรียนรู้นั้นๆ แต่การประเมิน 2 ประเภทดังกล่าวมีความแตกต่างกัน คือ การประเมินเพื่อจัด

ตำแหน่ง เป็นการประเมินเพื่อพิจารณาในภาพรวม ใช้เครื่องมือไม่ละเอียดหรือจำนวนข้อคำถามไม่มาก แต่การประเมินเพื่อวินิจฉัยเป็นการประเมินเพื่อพัฒนาอย่างละเอียด แยกแยะเนื้อหาเป็นตอนๆ เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานของเนื้อหาแต่ละตอนมากน้อยเพียงใด จุดใดบกพร่องบ้าง ดังนั้นจำนวนข้อคำถามมีมากกว่า

(2) การประเมินเพื่อพัฒนา หรือการประเมินย่อย (Formative Evaluation) เป็นการประเมินเพื่อใช้ผลการประเมินเพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ การประเมินประเภทนี้ใช้ระหว่างการจัดการเรียนการสอน เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนหรือไม่ หากผู้เรียนไม่ผ่านจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้สอนก็จะหาวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผลการประเมินยังเป็นการตรวจสอบครูผู้สอนเองว่าเป็นอย่างไร แผนการเรียนรู้รายครั้งที่เตรียมมาดีหรือไม่ ควรปรับปรุงอย่างไร กระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างไร มีจุดใดบกพร่องที่ต้องปรับปรุงแก้ไขต่อไป

การประเมินประเภทนี้ นอกจากจะใช้ผลการประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนแล้ว ผลการประเมินยังใช้ในการปรับปรุงหลักสูตรของสถานศึกษาด้วย กล่าวคือ หากพบว่าเนื้อหาสาระใดที่ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ไม่เป็นไปตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยที่ผู้สอนได้พยายามปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนอย่างเต็มที่กับผู้เรียนหลายกลุ่มแล้วยังได้ผลเป็นอย่างไร แสดงว่าผลการเรียนรู้ที่คาดหวังนั้นสูงเกินไปหรือไม่เหมาะสมกับผู้เรียนในชั้นเรียนระดับนี้ หรือเนื้อหาอาจจะยากหรือซับซ้อนเกินไปที่จะบรรลุในหลักสูตรระดับนี้ ควรบรรจุในชั้นเรียนที่สูงขึ้น จะเห็นว่าผลจากการประเมินจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาด้วย

(3) การประเมินเพื่อตัดสินหรือการประเมินผลรวม (Summative Evaluation) เป็นการประเมินเพื่อตัดสินผลการจัดการเรียนรู้ เป็นการประเมินหลังจากผู้เรียนได้เรียนไปแล้ว อาจเป็นการประเมินหลังจบหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่ง หรือหลายหน่วย รวมทั้งการประเมินปลายภาคเรียนหรือปลายปี ผลจากการประเมินประเภทนี้ใช้ในการตัดสินผลการจัดการเรียนการสอน หรือตัดสินใจว่าผู้เรียนคนใดควรจะได้รับระดับคะแนนใด

- การแบ่งประเภทของการประเมินตามการอ้างอิงหรือตามระบบของการวัด แบ่งออกเป็น

(1) การประเมินแบบอิงตน (Self-referenced Evaluation) เป็นการประเมินเพื่อนำผลจากการเรียนรู้มาเปรียบเทียบกับความสามารถของตนเอง เป็นการประเมินเพื่อปรับปรุงตนเอง (Self-Assessment) เช่น ประเมินโดยการเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนเรียนกับทดสอบหลังเรียนของตนเอง การประเมินแบบนี้ ควรจะใช้แบบทดสอบคู่ขนานหรือแบบทดสอบเทียบเคียง (Equivalence Test) เพื่อเปรียบเทียบกันได้

(2) การประเมินแบบอิงกลุ่ม (Norm-referenced Evaluation) เป็นการประเมินเพื่อพิจารณาว่าผู้ได้รับการประเมินแต่ละคนมีความสามารถมากน้อยเพียงใด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ถูกวัดด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกัน การประเมินประเภทนี้ขึ้นอยู่กับความรู้ ความสามารถของกลุ่มเป็นสำคัญ นิยมใช้ในการจัดตำแหน่งผู้ถูกประเมิน หรือใช้เพื่อคัดเลือกผู้เข้าศึกษาต่อ

(3) การประเมินแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-referenced Evaluation) เป็นการนำผลทดสอบที่ได้ไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ความสำคัญอยู่ที่เกณฑ์ โดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงความสามารถของกลุ่ม ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ได้แก่ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและมาตรฐานการเรียนรู้

## - แบ่งตามผู้ประเมิน

การแบ่งประเภทของการประเมินตามกลุ่มผู้ประเมิน (Evaluator) แบ่งออกเป็น

(1) การประเมินตนเอง (Self-Assessment) หรือการประเมินภายใน (Internal Evaluation) เป็นการประเมินลักษณะเดียวกับการประเมินแบบอิงตน คือ เพื่อนำผลการประเมินมาพัฒนาหรือปรับปรุงตนเอง การประเมินประเภทนี้สามารถประเมินได้ทุกกลุ่ม ผู้เรียนประเมินตนเองเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเอง ครูประเมินเพื่อปรับปรุงการสอนของตนเอง นอกจากประเมินเพื่อพัฒนาปรับปรุงการเรียนการสอนแล้ว สามารถประเมินเพื่อพัฒนาปรับปรุงได้ทุกอย่าง ผู้บริหารสถานศึกษาประเมินเพื่อปรับปรุงการบริหารจัดการศึกษาของสถานศึกษาโดยอาจจะประเมินด้วยตนเอง หรือมีคณะประเมินของสถานศึกษา เรียกว่า การประเมินภายใน (Internal Evaluation) หรือการศึกษาตนเอง (Self-Study) โดยอาจจะประเมินโดยรวม หรือแบ่งประเมินเป็นส่วนๆ เป็นด้านๆ ลักษณะการประเมินอาจจะมีคณะเดียวประเมินทุกส่วน หรือจะให้แต่ละส่วนประเมินตนเองหรือภายในส่วนของตนเอง เช่น แต่ละระดับชั้นเรียน แต่ละหมวดวิชาหรือกลุ่มสาระการเรียนรู้ แต่ละฝ่าย อาทิ ฝ่ายปกครอง ฝ่ายวิชาการ ฝ่ายอาคารสถานที่ เป็นต้น เพื่อให้แต่ละส่วนมีการพัฒนาปรับปรุงการดำเนินงานของตนเอง และอาจจะรวบรวมผลการประเมินแต่ละส่วนเพื่อจัดทำเป็นรายงานผลการประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self-Study Report : SSR หรือ Self-Assessment Report : SAR)

(2) การประเมินโดยผู้อื่นหรือการประเมินภายนอก (External Evaluation) สืบเนื่องจากการประเมินตนเองหรือการประเมินภายในซึ่งมีความสำคัญมากในการพัฒนาปรับปรุง แต่การประเมินภายในมีจุดอ่อนคือความน่าเชื่อถือ โดยบุคคลภายนอกมักคิดว่าการประเมินภายในนั้น มีความลำเอียง ผู้ประเมินตนเองมักจะเข้าข้างตนเอง ดังนั้นจึงมีการประเมินโดยผู้อื่นหรือประเมินโดยผู้ประเมินภายนอก เพื่อยืนยันการประเมินภายใน และอาจจะมีจุดอ่อนหรือจุดที่ควรได้รับการพัฒนายิ่งขึ้นในทรรศนะของผู้ประเมินในฐานะที่มีประสบการณ์ที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม การประเมินภายนอกก็มีจุดบกพร่องในเรื่องการรู้รายละเอียดและถูกต้องของสิ่งที่จะประเมิน และจุดบกพร่องอีกประการหนึ่งคือเจตคติของผู้ถูกประเมิน ถ้ารู้สึกถูกจับผิดก็จะต่อต้าน ไม่ให้ความร่วมมือ ไม่ยอมรับผลการประเมิน ทำให้การประเมินดำเนินไปด้วยความยากลำบาก ดังนั้นการประเมินภายนอกควรมาจากความต้องการของผู้ถูกประเมิน เช่น ครูผู้สอนให้ผู้เรียน ผู้ปกครอง หรือเพื่อนครูประเมินการสอนของตนเอง สถานศึกษาให้ผู้ปกครองหรือ นักประเมินมืออาชีพ (ภายนอก) ประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษา

### 2.8.3 ความสำคัญของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา ทำให้ได้ข้อมูลสารสนเทศที่จำเป็นในการพิจารณาว่าผู้เรียนเกิดคุณภาพการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและมาตรฐานการเรียนรู้

จากประเภทของการประเมินโดยเฉพาะการแบ่งประเภทโดยใช้จุดประสงค์ของการประเมินเป็นเกณฑ์ในการแบ่งประเภท จะเห็นว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้นอกจากจะมีประโยชน์โดยตรงต่อผู้เรียนแล้ว ยังสะท้อนถึงประสิทธิภาพการการสอนของครู และเป็นข้อมูลสำคัญที่สะท้อนคุณภาพการดำเนินงานการจัดการศึกษาของสถานศึกษาด้วย ดังนั้นครูและสถานศึกษาต้องมีข้อมูลผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งจากการประเมินในระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา และระดับอื่นที่สูงขึ้น ประโยชน์ของการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้จำแนกเป็นด้านๆ ดังนี้

1. ด้านการจัดการเรียนรู้ (Placement) ผลจากการวัดบอกได้ว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถอยู่ในระดับใดของกลุ่มหรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์แล้วอยู่ในระดับใด การวัดและประเมินเพื่อจัดตำแหน่งนี้ มักใช้ในวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ

1.1 เพื่อคัดเลือก (Selection) เป็นการใช้ผลการวัดเพื่อคัดเลือกเพื่อเข้าเรียน เข้าร่วมกิจกรรม-โครงการ หรือเป็นตัวแทน (เช่นของชั้นเรียนหรือสถานศึกษา) เพื่อการทำกิจกรรม หรือการให้ทุนผล การวัดและประเมินผลลักษณะนี้คำนึงถึงการจัดอันดับที่เป็นสำคัญ

1.2 เพื่อแยกประเภท (Classification) เป็นการใช้ผลการวัดและประเมินเพื่อแบ่งกลุ่มผู้เรียน เช่น แบ่งเป็นกลุ่มอ่อน ปานกลาง และเก่ง แบ่งกลุ่มผ่าน-ไม่ผ่านเกณฑ์ หรือตัดสินได้-ตก เป็นต้น เป็นการวัดและประเมินที่ยึดเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มเป็นสำคัญ

2. เพื่อวินิจฉัย (Diagnostic) เป็นการใช้ผลการวัดและประเมินเพื่อค้นหาจุดเด่น-จุดด้อยของผู้เรียนว่ามีปัญหาในเรื่องใด จุดใด มากน้อยแค่ไหน เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจการวางแผนการจัดการเรียนรู้และการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เครื่องมือที่ใช้วัดเพื่อการวินิจฉัย เรียกว่า แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic Test) หรือแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน ประโยชน์ของการวัดและประเมินประเภทนี้นำไปใช้ในวัตถุประสงค์ 2 ประการดังนี้

2.1 เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ผลการวัดผู้เรียนด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนจะทำให้ทราบว่าผู้เรียนมีจุดบกพร่องจุดใด มากน้อยเพียงใด ซึ่งครูผู้สอนสามารถแก้ไขปรับปรุงโดยการสอนซ่อมเสริม (Remedial Teaching) ได้ตรงจุด เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่คาดหวังไว้

2.2 เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ผลการวัดด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน นอกจากจะช่วยให้เห็นว่าผู้เรียนมีจุดบกพร่องเรื่องใดแล้ว ยังช่วยให้เห็นจุดบกพร่องของกระบวนการจัดการเรียนรู้อีกด้วย เช่น ผู้เรียนส่วนใหญ่มีจุดบกพร่องจุดเดียวกัน ครูผู้สอนต้องทบทวนว่าอาจจะเป็นเพราะวิธีการจัดการเรียนรู้ไม่เหมาะสมต้องปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

3. เพื่อตรวจสอบและปรับปรุง การประเมินเพื่อพัฒนา (Formative Evaluation) เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบผลการเรียนรู้เทียบกับจุดประสงค์หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ผลจากการประเมินใช้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยอาจจะปรับปรุงหรือปรับเปลี่ยนวิธีการสอน (Teaching Method) ปรับเปลี่ยนสื่อการสอน (Teaching Media) ใช้นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ (Teaching Innovation) เพื่อนำไปสู่การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

4. เพื่อการเปรียบเทียบ (Assessment) เป็นการใช้ผลการวัดและประเมินเปรียบเทียบว่าผู้เรียนมีพัฒนาการจากเดิมเพียงใด และอยู่ในระดับที่พึงพอใจหรือไม่

5. เพื่อการตัดสิน การประเมินเพื่อการตัดสินผลการเรียนของผู้เรียนเป็นการประเมินรวม (Summative Evaluation) คือใช้ข้อมูลที่ได้จากการวัดเทียบกับเกณฑ์เพื่อตัดสินผลการเรียนว่า ผ่าน-ไม่ผ่าน หรือให้ระดับคะแนน

#### 2.8.4 ด้านการแนะแนว

ผลจากการวัดและประเมินผู้เรียน ช่วยให้ทราบว่าผู้เรียนมีปัญหาและข้อบกพร่องในเรื่องใด มากน้อยเพียงใด ซึ่งสามารถแนะนำและช่วยเหลือผู้เรียนให้แก่ปัญหา มีการปรับตัวได้ถูกต้องตรงประเด็น นอกจากนี้ผลการวัดและประเมินยังบ่งบอกความรู้ความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียน ซึ่งสามารถนำไปใช้แนะแนวการศึกษาต่อและแนะแนวการเลือกอาชีพให้แก่ผู้เรียนได้

### 2.8.5 ด้านการบริหาร

ข้อมูลจากการวัดและประเมินผู้เรียน ช่วยให้ผู้บริหารเห็นข้อบกพร่องต่างๆ ของการจัดการเรียนรู้ เป็นการประเมินผลการปฏิบัติงานของครู และบ่งบอกถึงคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษา ผู้บริหารสถานศึกษามักใช้ข้อมูลได้จากการวัดและประเมินใช้ในการตัดสินใจหลายอย่าง เช่น การพัฒนาบุคลากร การจัดครูเข้าสอน การจัดโครงการ การเปลี่ยนแปลงโปรแกรมการเรียน นอกจากนี้การวัดและประเมินผลยังให้ข้อมูลที่สำคัญในการจัดทำรายงานการประเมินตนเอง (SSR) เพื่อรายงานผลการจัดการศึกษาสู่ผู้ปกครอง สาธารณชน หน่วยงานต้นสังกัด และนำไปสู่การรองรับการประเมินภายนอก จะเห็นว่าการวัดและประเมินผลการศึกษาเป็นหัวใจสำคัญของระบบการประกันคุณภาพทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษา

### 2.8.6 ด้านการวิจัย

การวัดและประเมินผลมีประโยชน์ต่อการวิจัยหลายประการดังนี้

1. ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลนำไปสู่ปัญหาการวิจัย เช่น ผลจากการวัดและประเมินพบว่าผู้เรียนมีจุดบกพร่องหรือมีจุดที่ควรพัฒนาการแก้ไขจุดบกพร่องหรือการพัฒนาดังกล่าวโดยการปรับเปลี่ยนเทคนิควิธีสอนหรือทดลองใช้นวัตกรรมโดยใช้กระบวนการวิจัย การวิจัยดังกล่าวเรียกว่า การวิจัยในชั้นเรียน (Classroom Research) นอกจากนี้ผลจากการวัดและประเมินยังนำไปสู่การวิจัยในด้านอื่น ระดับอื่น เช่น การวิจัยของสถานศึกษาเกี่ยวกับการทดลองใช้รูปแบบการพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียน เป็นต้น

2. การวัดและประเมินเป็นเครื่องมือของการวิจัย การวิจัยใช้การวัดในการรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาผลการวิจัย ขั้นตอนนี้เริ่มจากการหาหรือสร้างเครื่องมือวัด การทดลองใช้เครื่องมือ การหาคุณภาพเครื่องมือ จนถึงการใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพแล้วรวบรวมข้อมูลการวัดตัวแปรที่ศึกษา หรืออาจต้องตีค่าข้อมูล จะเห็นว่าการวัดและประเมินผลมีบทบาทสำคัญมากในการวิจัย เพราะการวัดไม่ดี ใช้เครื่องมือไม่มีคุณภาพ ผลของการวิจัยก็ขาดความน่าเชื่อถือ

## 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.9.1 งานวิจัยในประเทศ

โกสุมภ์ จันทร์แสงกระจ่าง (2556 : บทคัดย่อ) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 3 ระหว่างการเรียนในห้องเรียนปกติกับระบบการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ด้วยมูเดิ้ล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างการเรียนรู้ในห้องเรียนปกติกับการเรียนออนไลน์ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่เรียนผ่านระบบการจัดการเรียนออนไลน์ด้วยมูเดิ้ลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใกล้เคียงกับนักศึกษาที่เรียนในห้องเรียนปกติ จึงสรุปได้ว่า เพื่อการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ควรเรียนรู้ในห้องเรียนปกติควบคู่ไปกับการเรียนผ่านระบบการจัดการเรียนออนไลน์ด้วยมูเดิ้ล

เกศิณี ทหารรัมย์ (2556 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนบนเว็บโดยใช้โครงงานเป็นฐาน รายวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นและอัลกอริทึม โดยมีการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ศึกษาความพึงพอใจในการใช้บทเรียนบนเว็บ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนบนเว็บ มีคุณภาพด้านเนื้อหาและเทคนิค อยู่ในระดับมาก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากการใช้บทเรียนบน

เว็บสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ . ผู้เรียนมีความพึงพอใจในการใช้บทเรียนบนเว็บอยู่ในระดับมาก

ดิฐประพจน์ สุวรรณศาสตร์ (2554 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องการวิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูล สำหรับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โรงเรียนอรรถวิทย์พนิชยการ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 30 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม ได้ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน มีคุณภาพด้านเนื้อหาในระดับดีมาก (4.52) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี (4.19) บทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีประสิทธิภาพ  $E_1 : E_2 = 82.83 : 80.83$  ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

มนูญ ทองขาว (2556 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนรู้ด้วยมูเดิ้ลในโรงเรียนสังกัดกองกักตักการตำรวจตระเวนชายแดนที่ 44 โดยศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการการเรียนรู้ด้วยมูเดิ้ลและศึกษาความพึงพอใจของครูตำรวจตระเวนชายแดน เมื่อจัดการเรียนการสอนด้วยระบบบริหารจัดการเรียนรู้ด้วยมูเดิ้ล ผลวิจัยพบว่าคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 (SD=0.51) และศึกษาความพึงพอใจของครูตำรวจตระเวนชายแดนเมื่อจัดการเรียนการสอนด้วยระบบบริหารจัดการเรียนรู้ด้วยมูเดิ้ล จำนวน 11 คน ผลการประเมินมีค่าเท่ากับ 4.30 (SD=0.63)

ระวีวร ฮงมา (2555 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์แบบปฏิสัมพันธ์บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเบื้องต้น มหาวิทยาลัยนครพนม เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์แบบปฏิสัมพันธ์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.81/84.26 ซึ่งผลที่ได้เป็นไปตามเกณฑ์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

## 2.9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Mohaidin (1995) ได้ศึกษาการใช้อินเทอร์เน็ตของนักศึกษามาเลเซียที่กำลังศึกษาอยู่ในต่างประเทศ และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการนำอินเทอร์เน็ตมาใช้ ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาชายใช้อินเทอร์เน็ตมากกว่าและมีทักษะการใช้ดีกว่านักศึกษานักเรียน นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้อินเทอร์เน็ตเกือบจะทันที หลังจากเริ่มลงทะเบียนเรียนในมหาวิทยาลัย นักศึกษาปี 1ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการสื่อสารมากกว่าจะใช้เพื่อจุดประสงค์ทางวิชา ประสบการณ์และทักษะมีความเกี่ยวข้องกับความถี่และความสามารถในการใช้อินเทอร์เน็ต ความสามารถในการใช้ซอฟต์แวร์อื่น ๆ ความซับซ้อน ความท้าทายในการทำงาน การสังเกตการณ์ และการมีปฏิริยาโต้ตอบระหว่างกันเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจในการใช้อินเทอร์เน็ตเป็นนวัตกรรม และนักศึกษาเห็นพ้องต้องกันว่าควรให้มีการสอนการใช้อินเทอร์เน็ตในมหาวิทยาลัยทุกแห่งในประเทศมาเลเซีย จากผลการวิจัยทางด้านการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการฝึกอบรม การใช้รูปแบบของไฮเปอร์เท็กซ์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นรายบุคคล การเรียนด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยวิธีการแบบเนื้อหาเป็นตอน ๆ การศึกษาเปรียบเทียบการสอนผ่านอินเทอร์เน็ต และการศึกษาการใช้อินเทอร์เน็ตในมหาวิทยาลัย ที่กล่าวมาสรุปได้ว่าการใช้

คอมพิวเตอร์ที่ใช้งานเป็นคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล หรือต่อเป็นลักษณะเครือข่ายบนเครือข่าย อินเทอร์เน็ตจะมีความสำคัญอย่างสูงต่อการศึกษาและการฝึกอบรมได้ด้วยตนเอง

Carter (1999: 1602) ได้ศึกษาการพัฒนาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับอาชีวศึกษา ระดับสูง โดยการเปรียบเทียบผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับระบบการสอนแบบเก่า โดยใช้สื่อสองอย่างระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับสื่อดั้งเดิม ผลการศึกษาพบว่าสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนน่าสนใจกว่าสื่อแบบดั้งเดิม การค้นพบครั้งนี้สอดคล้อง และสนับสนุนทฤษฎีที่ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นเครื่องมือที่ใช้ได้ผลสำหรับการสอนอย่างยิ่ง

He (1996: 1534) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมการสอนดนตรีในการอ่านโน้ตเปียโน โดยวิธีการสอน 2 แบบ โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อ ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้โปรแกรม TAP (Traditional Approach Program) กับโปรแกรม GAP (Game Approach Program) และเพื่อเปรียบเทียบการสอนโดยใช้อินเทอร์เน็ตกับการสอนในห้องสมุดคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่าโปรแกรม TAP และโปรแกรม GAP มีประสิทธิภาพในการสอนทักษะในการอ่านโน้ตเปียโน นอกจากนี้ นักศึกษาที่ใช้อินเทอร์เน็ตมีทัศนคติที่ดีต่อการสอน และการสอบโดยใช้อินเทอร์เน็ต เนื่องจากการสอนเนื้อหาโดยใช้อินเทอร์เน็ตได้ผล จึงขอแนะนำว่ากิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งเคยใช้ในชั้นเรียนควรส่งผ่านอินเทอร์เน็ตเพื่อให้นักเรียนทั่วโลกได้เรียน

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่า การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการเรียนการสอนอีกรูปแบบหนึ่งที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในขณะนี้ เพราะเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักการเรียนรู้ด้วยตนเองนอกห้องเรียน โดยการนำสื่อเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันเข้ามาช่วยในการเรียนรู้ ซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น รวมถึงบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ จะส่งผลต่อการเรียนรู้ที่ดีขึ้น แสดงว่าเป็นสื่อที่มีความน่าสนใจ ผู้เรียนสามารถทบทวนได้ตลอด นอกจากนั้นยังมีเครื่องมือต่างๆ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสารกับผู้สอนได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นมา เพื่อเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## บทที่ 3

# วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพบทเรียน หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ โดยผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### 3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ผู้วิจัยได้ใช้ในการศึกษาค้างนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2558 ภาคเรียนที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา จำนวน 4 ห้อง รวม 120 คน

#### 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยได้ใช้ในการศึกษาค้างนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2558 ภาคเรียนที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา จำนวน 2 ห้อง รวม 60 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่ 1 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน จำนวน 30 คน และกลุ่มที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน จำนวน 30 คน

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.2.1 ประเภทของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา และด้านเทคโนโลยี มีลตมีเดีย
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์

#### 3.2.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ ของนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ ของนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังนี้ เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นโดยโปรแกรมมูเดิ้ล (Moodle: Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) ซึ่งมูเดิ้ล เป็นโปรแกรมสำหรับช่วยผู้สอนสร้างบทเรียนและเปิดสอนบนเว็บไซต์ ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) หรืออินทราเน็ต (Intranet) โดยสร้างเนื้อหาการเรียนและข้อสอบ โดยผสมสื่อต่างๆ เข้าด้วยกัน เช่น ข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว ไฟล์เสียง วิดีทัศน์ ซึ่งในการนำเสนอเป็นแบบเนื้อหา เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ มีวิธีการสร้าง 5 ขั้นตอน ดังนี้

### 1.1 การวิเคราะห์ (Analyze)

เป็นการวิเคราะห์เนื้อหาของบทเรียน ซึ่งมีหัวข้อ ดังนี้

- ศึกษาจุดประสงค์รายวิชาของบทเรียน
- สร้างเนื้อหาสั้นๆ ทุกหัวเรื่องย่อย ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- จัดลำดับเนื้อหาและกลุ่มเนื้อหาเป็นหัวเรื่องย่อยๆ ตามปริมาณของเนื้อหา
- จัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละหัวเรื่องย่อย

### 1.2 การออกแบบ (Design)

ขั้นตอนของการออกแบบเป็นขั้นตอนที่ทำต่อจากขั้นวิเคราะห์ โดยการออกแบบนี้ จะทำออกแบบ 3 ส่วนหลัก คือ

- การออกแบบบทเรียน ประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา แบบทดสอบก่อนบทเรียน (pre-test) สื่อ กิจกรรม วิธีการนำเสนอ และแบบทดสอบหลังบทเรียน (post-test)
- การออกแบบผังงาน ประกอบด้วย เนื้อหาที่แบ่งออกเป็นเฟรม และบทดำเนินเรื่อง ซึ่งประกอบด้วย ภาพ ข้อความ เสียง หรือมัลติมีเดีย กิจกรรมการเรียน คำถาม-คำตอบ และรายละเอียดอื่นๆ
- การออกแบบหน้าจอภาพ ประกอบด้วย การจัดพื้นที่และองค์ประกอบของจอภาพเพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหา ภาพ กราฟิก เสียง สี ตัวอักษร และส่วนประกอบอื่นๆ

### 1.3 การพัฒนา (Develop)

เมื่อทำการออกแบบเสร็จแล้ว ผู้วิจัยจะทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โปรแกรมมูเดิ้ล ซึ่งการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะทำตามที่ได้วิเคราะห์และออกแบบไว้ และอาศัยหลักของการออกแบบและเทคนิคการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

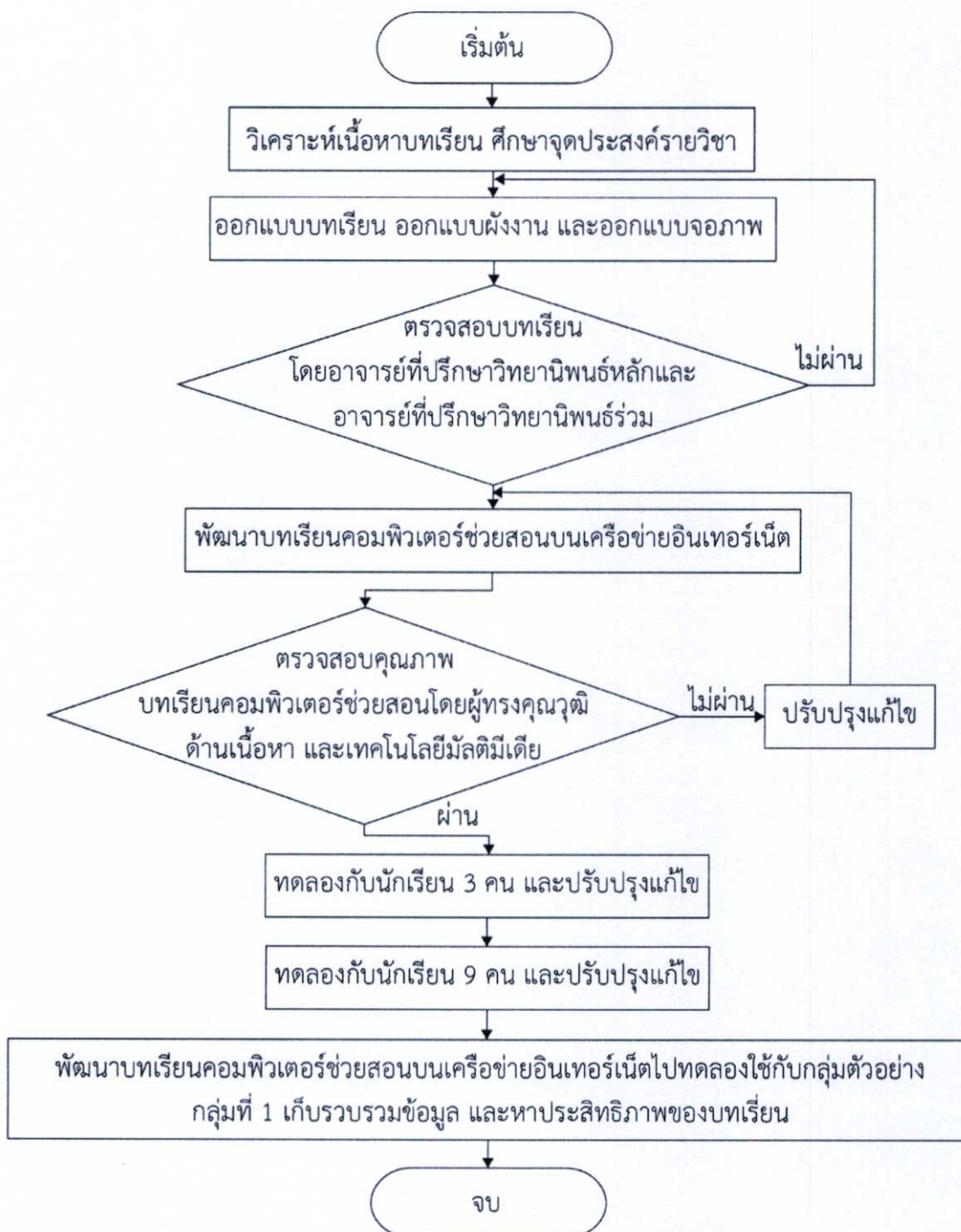
### 1.4 การนำไปใช้ (Implement)

นำบทเรียนที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมา ไปทดลองใช้กับนักศึกษาในกลุ่มขนาดเล็ก 3 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมาจากกลุ่มเก่ง กลางและอ่อน อย่างละ 1 คน สังเกตผลการใช้บทเรียนจากนักศึกษา เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียน

### 1.5 ประเมิน (Evaluation)

- ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องแล้วทำการปรับปรุงแก้ไข
- นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ ของนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเสนอแก่ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อประเมินคุณภาพและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

- นำบทเรียนที่ได้ทำการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษา 9 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมาจากกลุ่มเก่ง กลางและอ่อน อย่างละ 3 คน สังเกตผลการใช้บทเรียนจากนักศึกษาแล้วทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียน
- เมื่อทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์

2. การสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีมีลติมีเดีย

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ออกเป็น 2 ด้าน คือ แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีมีลติมีเดีย มีวิธีการสร้างแบบประเมินทั้ง 2 แบบ ดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาหลักการสร้างแบบประเมินจากเอกสารและตารางการประเมินคุณภาพ

2.2 ออกแบบตารางประเมินคุณภาพ

2.3 เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบแบบประเมินและปรับปรุงแก้ไข

2.4 นำแบบประเมินคุณภาพทั้ง 2 ด้าน คือด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีมีลติมีเดีย ให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน โดยแบบประเมินคุณภาพทั้ง 2 ด้าน ได้กำหนดความหมายและระดับการให้คะแนนไว้เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ออกเป็น 5 ระดับ (พรณี สীগิจวัฒน์, 2555: 172) ดังนี้

5	หมายถึง	มากที่สุด
4	หมายถึง	มาก
3	หมายถึง	ปานกลาง
2	หมายถึง	น้อย
1	หมายถึง	น้อยที่สุด

2.5 เมื่อได้ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่าย อินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 2 ด้านแล้ว (ข้อมูลอยู่ในรูปของค่าเฉลี่ย) นำมาแปลความหมายโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน

**ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน ได้แก่**

(1) อาจารย์แสงอุทัย มอโท อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(2) ครูวิภารัตน์ พุกเงิน ครูชำนาญการพิเศษ แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม

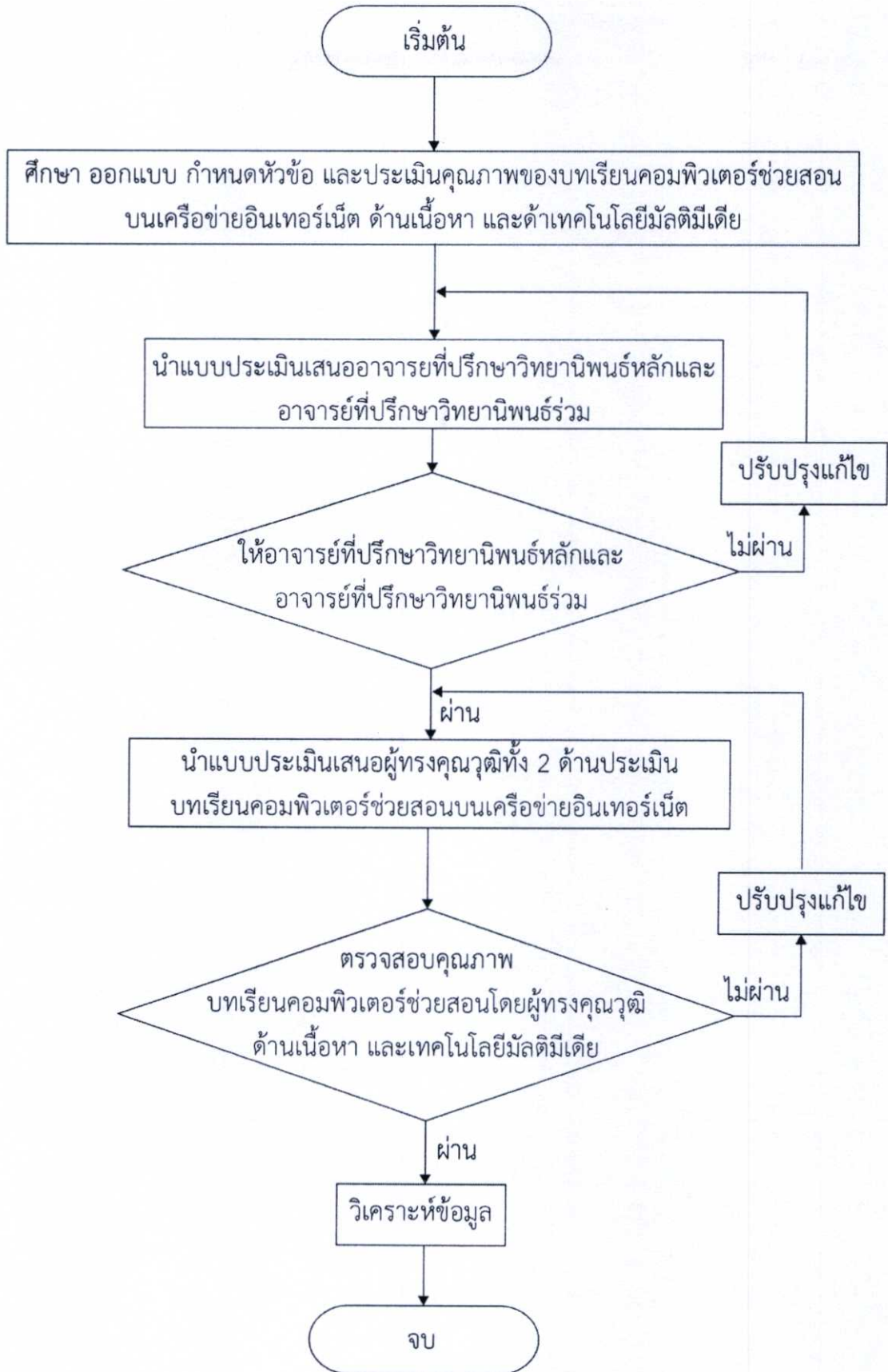
(3) ครูบุญยรัตน์ โทณะ ครู แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม

**ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีมีลติมีเดีย 3 ท่าน ได้แก่**

(1) รศ.ดร.กาญจนา บุญภักดิ์ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(2) ผศ.ดร.ไพฑูรย์ พิมพ์ หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(3) อาจารย์กนกรัตน์ จิรสังจานุกุล อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย

### 3.2.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างแบบทดสอบ เพื่อใช้ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาและแบบทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้น ซึ่งประกอบด้วย

#### 3.2.3.1 แบบฝึกหัดระหว่างเรียน

เป็นแบบฝึกหัดแบบถูกผิด 4 บทเรียน คือ หน่วยรับข้อมูล หน่วยประมวล ผลกลาง หน่วยแสดงผล และหน่วยความจำ ซึ่งอยู่ท้ายบทเรียนแต่ละบทบทละ 10 คะแนน และนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียน ( $E_1$  คือ คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่ตอบถูกจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ)

#### 3.2.3.2 แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน (Pretest and Posttest)

เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก (Multiple Choice) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบหลังจากนักศึกษาได้เรียนเนื้อหาทั้งหมดแล้ว จำนวน 30 ข้อ โดยนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้คำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียน ( $E_2$  คือ คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ) และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา โดยวิธีทางสถิติต่อไป

วิธีการสร้างแบบทดสอบเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาและทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทำการศึกษาวิเคราะห์หลักสูตร คำอธิบายรายวิชาและจัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อเป็นการกำหนดโครงสร้างเนื้อหาที่จะสอบวัด โดยโครงสร้างเนื้อหาจะต้องมีความครบถ้วน ตามหลักสูตรหรือคำอธิบายรายวิชา

2. กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตามโครงสร้างเนื้อหาที่ได้วิเคราะห์มาแล้ว การให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละจุดประสงค์ โดยแยกตามระดับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ วัดความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมรวม

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ให้ครอบคลุมเนื้อหาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตามที่กำหนด แบบปรนัย ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ โดยใช้หลักการออกแบบทดสอบตามหลักการวัดผลการศึกษา (สุมาลี จันทร์ชะลอ, 2542: 38-40)

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

5. หาความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำแบบทดสอบให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยถ้าข้อใดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ กำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ กำหนดให้คะแนนเท่ากับ -1 และถ้าไม่แน่ใจ จะได้คะแนนเท่ากับ 0 นำผลที่ได้ไปคำนวณหาความสอดคล้อง (IOC) (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2555: 195)

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

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$  คือ คะแนนรายชื่อตามดุลพินิจของผู้ทรงคุณวุฒิ

n คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

## เกณฑ์การแปลผล

ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 มีค่าความเที่ยงตรง สามารถนำไปใช้ได้ ถ้าข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

โดยการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) มีผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ได้แก่

(1) อาจารย์แสงอุทัย มอโท อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(2) อาจารย์กนกรัตน์ จิรสังจานุกูล อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

(3) ครูวิภารัตน์ พุกเงิน ครูชำนาญการพิเศษ แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม จากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ผลปรากฏว่ามีแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วง 0.67-1.00 จำนวน 52 ข้อจาก 60 ข้อ

6. ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ เลือกเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องสูงกว่า 0.5 แล้วนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักศึกษาที่เคยเรียนมาแล้วจำนวน 3 คน แบ่งเป็น เก่ง กลาง อ่อน อย่างละ 1 คน ปรับปรุงแก้ไขและตัดข้อที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้จากนั้นนำไปทดสอบกับนักศึกษาที่เคยเรียนมาแล้วจำนวน 6 คน แบ่งเป็น เก่ง กลาง และอ่อน อย่างละ 2 คน

7. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ปรับปรุง และพิจารณาคัดเลือกแบบทดสอบเหลือจำนวน 30 ข้อ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เคยเรียนมาแล้วซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 30 คน

8. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความยากง่าย (Difficulty) (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2555: 207)

$$p = \frac{R_H + R_L}{2n}$$

เมื่อ	p	คือ	ค่าความยากง่าย
	$R_H$	คือ	จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มสูง
	$R_L$	คือ	จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มต่ำ
	n	คือ	จำนวนผู้ตอบในแต่ละกลุ่ม (ซึ่งมีจำนวนเท่ากัน)

เกณฑ์การแปลผล ความยากง่ายที่ยอมรับได้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ถ้าค่า p มีค่านอกเกณฑ์ที่กำหนด จะต้องปรับปรุงข้อสอบนั้น หรือตัดทิ้งไป

0.80 - 1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.60 - 0.79	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย
0.40 - 0.59	เป็นข้อสอบที่ยาก-ง่ายพอเหมาะ
0.20 - 0.39	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก
0.00 - 0.19	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

9. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) (อังกะโน พรณี ลีกิจวัฒน์, 2555: 210)

$$r = \frac{R_H - R_L}{n}$$

เมื่อ $r$	คือ	อำนาจในการจำแนก
$R_H$	คือ	จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มเก่ง
$R_L$	คือ	จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มอ่อน
$n$	คือ	จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมดทั้งกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

ค่าอำนาจจำแนกแทนด้วยสัญลักษณ์  $r$  ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง +1.00 ถึง -1.00 ถ้าคำถามข้อใดมีค่า  $r$  เป็นบวกสูง แสดงว่าข้อคำถามนั้น สามารถจำแนกกลุ่มเก่งออกจากกลุ่มอ่อนได้ดีเกณฑ์การแปลผล

$r > .40$	หมายถึง	มีอำนาจจำแนกดีมาก
$r = .30 - .39$	หมายถึง	มีอำนาจจำแนกดี
$r = .20 - .29$	หมายถึง	มีอำนาจจำแนกพอใช้ได้
$r < .19$	หมายถึง	มีอำนาจจำแนกไม่ดี

เกณฑ์อำนาจจำแนกที่ยอมรับได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-1.00 ถ้าค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า 0.20 จะต้องปรับปรุงแบบทดสอบข้อนั้น หรือตัดทิ้งไป

จากการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกแล้ว มีแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ 34 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.47-0.73 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33-0.67 จึงตัดข้อที่มีค่า IOC น้อยกว่า 2 ข้อ และข้อที่มีเนื้อหาใกล้เคียงกัน 2 ข้อ ได้แบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ

10. หาค่าความเชื่อถือได้ (Reliability) โดยใช้สูตร KR20 ของ Kuder Richardson (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2555: 202)

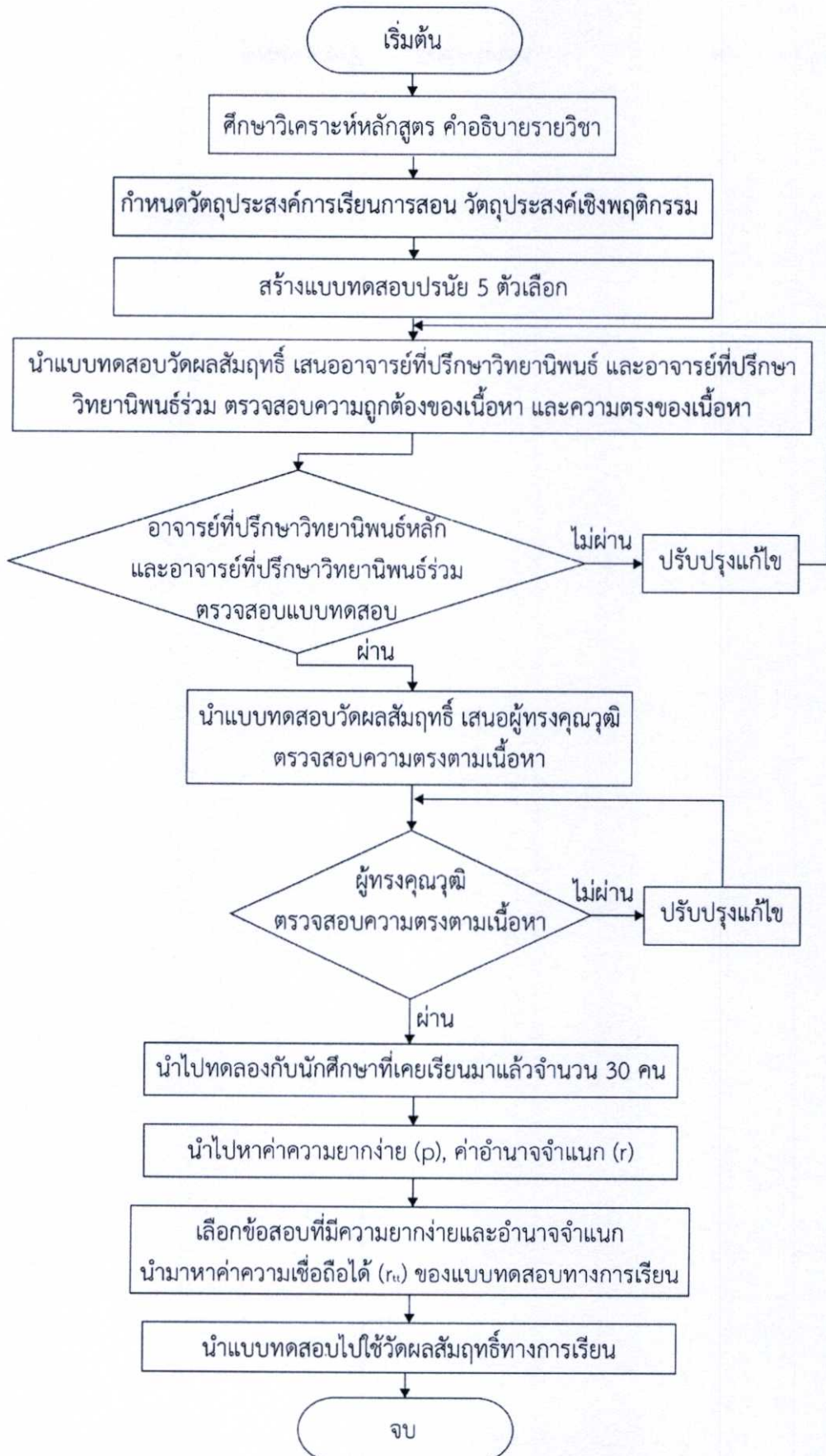
$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\}$$

เมื่อ $r_{tt}$	คือ	ค่าความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัด
$k$	คือ	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
$\Sigma$	คือ	ผลรวม
$p$	คือ	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
$q$	คือ	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ
$S^2$	คือ	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

เกณฑ์ของค่าความเชื่อถือได้ที่ยอมรับได้จะมีค่าตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป ถ้าค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า 0.7 จะต้องปรับปรุงแบบทดสอบข้อนั้น หรือตัดทิ้งไป

จากการวิเคราะห์แบบทดสอบ 30 ข้อ ได้ค่าความเชื่อถือได้เท่ากับ 0.92

11. สรุปผลที่ได้ คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบทุกข้อมีค่าเท่ากับ 1.00 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.47-0.73 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.33-0.67 และค่าความเชื่อถือได้เท่ากับ 0.92 ซึ่งหมายถึงแบบทดสอบฉบับนี้สามารถนำไปใช้ในการทดสอบได้



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย 3 ขั้นตอน ต่อไปนี้

3.3.1 ติดต่องานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อจัดทำหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลการวิจัยเพื่อนำไปยื่นต่อคณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมเพื่อขออนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.2 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 เพื่อหาประสิทธิภาพ ( $E_1 : E_2$ ) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยอธิบายวิธีการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้นักศึกษาได้เข้าใจ
2. นักศึกษาเข้าสู่บทเรียนและเนื้อหาไปตามลำดับ เมื่อเสร็จจากการเรียนแต่ละหัวข้อแล้ว นักศึกษาต้องทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ซึ่งจะอยู่ส่วนท้ายของเนื้อหาแต่ละหัวข้อ
3. เก็บคะแนน  $E_1 : E_2$  โดยวิธีการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน  $E_1$  (คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่ตอบถูกจากการทำแบบฝึกหัดเรียนคิดเป็นร้อยละ) และทำแบบทดสอบหลังเรียน  $E_2$  (คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ)
4. นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.3.3 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยอธิบายวิธีการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้นักศึกษาได้เข้าใจ
2. ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน และเก็บคะแนนก่อนเรียน
3. นักศึกษาเข้าสู่บทเรียนและเนื้อหาไปตามลำดับ
4. ทำแบบทดสอบหลังเรียน และเก็บคะแนน
5. นำผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง เปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยออกแบบโดยวิธีเป็นรูปแบบวิจัยกลุ่มเดียวสอบก่อนและสอบหลัง (One Group Pretest-Posttest Design) (พรธณี สীগิจวัฒน์. 2555: 289) ตามแผนภาพการทดลองที่ 3.1

กลุ่ม	วัดกลุ่ม	สิ่งทดลอง	วัดหลัง
$R_E$	$T_1$	X	$T_2$

รูปที่ 3.4 รูปแสดงการทดลองแบบมีกลุ่มทดลองที่ได้จากการสุ่ม มีการวัดก่อนและหลังให้สิ่งทดลอง

เมื่อ	$R_E$	แทน	กลุ่มทดลอง
	X	แทน	การให้สิ่งทดลอง
	$T_1$	แทน	การวัดตัวแปรตามก่อนให้สิ่งทดลอง
	$T_2$	แทน	การวัดตัวแปรตามหลังให้สิ่งทดลอง

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 วิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

1. การหาค่าเฉลี่ย (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2538: 73)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  คือ ค่าเฉลี่ย  
 $\sum X$  คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 $n$  คือ จำนวนข้อมูล

เกณฑ์การแปลผล จากผู้ทรงคุณวุฒิ

น้ำหนักคะแนน	ระดับความคิดเห็น
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	น้อย
1.00 – 1.49	น้อยมาก

2. การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2538: 79)

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

เมื่อ S.D คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $\sum X$  คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 $n$  คือ จำนวนข้อมูล

3.4.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556: 10)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ  
 $E_2$  คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\Sigma X$	คือ	คะแนนรวมของการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
$\Sigma F$	คือ	คะแนนรวมของการทดสอบหลังเรียน
N	คือ	จำนวนนักศึกษาทั้งหมด
A	คือ	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนทุกบท
B	คือ	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

3.4.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างก่อนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ โดยใช้การทดสอบค่าที่ชนิดสองกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test Dependent) (พรรณี ลีกิจวัฒน์, 2555: 274)

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{(n-1)}}}$$

เมื่อ t	คือ	ค่าสถิติที่ใช้ในการแจกแจงแบบ t
D	คือ	ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
N	คือ	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

## บทที่ 4

# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาหาคุณภาพบทเรียน หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย

1. ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
3. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

### 4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างและพัฒนาเว็บเพจ การสร้างฐานข้อมูล การตกแต่งภาพ และการสร้างภาพเคลื่อนไหว หลังจากที่ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการเผยแพร่บทเรียนที่ <http://www.nklearning.com/course/view.php?id=2> ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการลงทะเบียนรหัสผ่านให้นักศึกษา เมื่อนักศึกษาเข้าใช้ระบบจะต้องทำการลงชื่อเข้าใช้งานระบบจึงจะเข้าสู่ระบบได้ โดยเมนูหลักของระบบประกอบไปด้วย เมนูแบบทดสอบก่อนเรียน นักศึกษาจะต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 30 ข้อ ก่อนจึงจะสามารถเข้าถึงเนื้อหาของบทเรียนได้ เนื้อหาเมนูบทเรียนประกอบไปด้วยเนื้อหา 1 บทเรียน มีจำนวน 4 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย หน่วยที่ 1 หน่วยรับข้อมูล หน่วยที่ 2 หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยที่ 3 หน่วยแสดงผล และหน่วยที่ 4 หน่วยความจำ โดยในท้ายบทเรียนมีแบบฝึกหัดระหว่างเรียนให้นักศึกษาวัดความรู้ที่ได้เรียนในแต่ละหน่วยๆ ละ 10 ข้อ หลังจากนักศึกษาตอบคำถามเสร็จเรียบร้อยแล้วสามารถส่งคำตอบเพื่อตรวจคำตอบพร้อมทั้งแจ้งผลคะแนนให้ทราบโดยทันที หลังจากนักศึกษาได้ทำการเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว จะต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ และแจ้งผลคะแนนหลังจากนักศึกษาส่งข้อสอบทันทีพร้อมเฉลยคำตอบ

### 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ประเมินด้านละ 3 ท่าน ซึ่งได้ผลตามตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ (n:3)		
	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	5.00	0.00	ดีมาก
2. ความเหมาะสมในการแบ่งเนื้อหาบทเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
3. ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
4. ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
5. แบบทดสอบสอดคล้องกับเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
6. ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละขั้นตอน	4.67	0.58	ดีมาก
7. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
8. ความถูกต้องของภาพที่ใช้	4.33	0.58	ดี
9. ความถูกต้องของคำบรรยายที่ใช้	4.67	0.58	ดีมาก
10. ความถูกต้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.70	0.47	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ ทางด้านคอมพิวเตอร์ มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า อยู่ในระดับดีมากจำนวน 8 ข้อ และระดับดีจำนวน 2 ข้อ

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้านเทคโนโลยีมีเดีย

รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ (n:3)		
	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. ด้านตัวอักษร	4.60	0.50	ดีมาก
1.1 ขนาดของตัวอักษรมีความเหมาะสม	4.67	0.57	ดีมาก
1.2 รูปแบบตัวอักษรอ่านง่าย และชัดเจน	4.67	0.57	ดีมาก
1.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร และสีของพื้นที่ที่ใช้	4.33	0.57	ดี
1.4 ความเหมาะสมของการจัดวางตัวอักษร	4.67	0.57	ดีมาก
1.5 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา	4.67	0.57	ดีมาก
2. ด้านภาพนิ่ง	4.42	0.51	ดี
2.1 ขนาดของภาพมีความเหมาะสม	4.67	0.57	ดีมาก
2.2 สีและความชัดเจนของภาพ	4.00	0.00	ดี
2.3 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ในการสื่อความหมาย	4.67	0.57	ดีมาก
2.4 ความสมดุลของการจัดวางภาพในแต่ละกรอบ	4.33	0.57	ดี
3. ด้านภาพเคลื่อนไหว	4.33	0.57	ดี
3.1 ความชัดเจนของภาพเคลื่อนไหว	4.33	0.57	ดี

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย		
	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
<b>4. ด้านเสียง</b>	<b>4.67</b>	<b>0.57</b>	<b>ดีมาก</b>
4.1 คุณภาพของเสียงที่ใช้ในการบรรยาย	4.67	0.57	ดีมาก
<b>5. ด้านปฏิสัมพันธ์</b>	<b>4.67</b>	<b>0.49</b>	<b>ดีมาก</b>
5.1 การควบคุมบทเรียนทำได้ง่ายและสะดวก	4.67	0.577	4.67
5.2 บทเรียนเก็บบันทึกและแสดงคะแนนของผู้เรียน	5.00	0.000	5.00
5.3 ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงระหว่างบทเรียน	4.67	0.577	4.67
5.4 รูปแบบการโต้ตอบกับบทเรียนเป็นมาตรฐานเดียวกัน	4.33	0.577	4.33
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>4.56</b>	<b>0.50</b>	<b>ดีมาก</b>

จากตารางที่ 4.2 พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ มีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า อยู่ในระดับดีมากจำนวน 3 ด้าน และระดับดีจำนวน 2 ด้าน

#### 4.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 จำนวน 30 คน โดยให้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนทุกหน่วยการเรียนรู้จำนวน 40 ข้อ และเมื่อเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว นักศึกษาจะต้องทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 30 ข้อ ซึ่งได้ผลตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพ

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
ระหว่างเรียน	40	1122	37.40	93.50 (E <sub>1</sub> )
หลังเรียน	30	828	27.60	92.00 (E <sub>2</sub> )

จากตารางที่ 3 พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E<sub>1</sub>) ต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E<sub>2</sub>) เท่ากับ 93.50 : 92.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80 : 80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

#### 4.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 จำนวน 30 คน โดยให้ทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 30 ข้อ และเมื่อเรียนครบทุกหน่วยการเรียนแล้ว นักศึกษาจะต้องทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 30 ข้อ ซึ่งได้ผลตามตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์

คะแนน	n	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig
ก่อนเรียน	30	14.43	4.12	14.88*	.000
หลังเรียน	30	23.83	5.07		

จากตารางที่ 4.4 พบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

## สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะดังนี้

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

#### 5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

#### 5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

#### 5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2558 ภาคเรียนที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา จำนวน 4 ห้อง รวม 120 คน กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาจำนวน 2 ห้อง ห้องละ 30 คน รวม 60 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยแบ่งเป็น กลุ่มที่ 1 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน จำนวน 30 คน และกลุ่มที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน จำนวน 30 คน

#### 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. แบบประเมินคุณภาพบทเรียน มีลักษณะเป็นแบบสอบถามที่มีหัวข้อการประเมินในด้านต่างๆ และมีการกำหนดการให้คะแนนแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ใช้สำหรับประเมินคุณภาพในด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีมีเดีย

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.47–0.73 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.33–0.67 และค่าความเชื่อถือได้เท่ากับ 0.92

#### 5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 จำนวน 30 คน เก็บคะแนนระหว่างเรียนและคะแนนสอบหลังเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน และกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 จำนวน 30 คน เก็บคะแนนก่อนเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียน เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา โดยได้ดำเนินการทดลองในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เดือนเมษายน พ.ศ. 2559

#### 5.1.6 สรุปผลการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ มีคุณภาพในด้านเนื้อหาและเทคโนโลยีมีเดียอยู่ในระดับดีมาก

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์เท่ากับ 93.50 : 92.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80 : 80)

3. นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

## 5.2 อภิปรายผล

การวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ มีผลการวิจัยที่เป็นประเด็นที่ควรนำมาอภิปรายดังนี้

5.2.1 ผลการพัฒนาและหาคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ โดยการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้ผลการประเมินในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เนื่องจากผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามวิธีการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์เนื้อหาตามโครงสร้างของหลักสูตร มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ตามตัวชี้วัด สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีการแบ่งเนื้อหา การวางรูปแบบของหน้าจอมีความเหมาะสม ภาพกราฟิกมีความชัดเจนสวยงาม แบบทดสอบมีระบบการจัดการที่สมบูรณ์ สามารถประเมินผลและทราบผลการเรียนรู้ได้ทันที เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อุลัย นิคม(2550: 113–114) ได้ทำการศึกษาการสร้างบทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การออกแบบกราฟิก สำหรับงานบรรจุภัณฑ์ โดยศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การออกแบบกราฟิก สำหรับงานบรรจุภัณฑ์ มีคุณภาพในระดับดี และสอดคล้องกับงานวิจัยของ มนูญ ทองขาว (2556: 358–361) ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนรู้ด้วยมัลติมีเดียในโรงเรียนสังกัดกองกากับการตำรวจตระเวนชายแดนที่ 44 โดยศึกษาคุณภาพของระบบบริหารจัดการการเรียนรู้ด้วยมัลติมีเดียและศึกษาความพึงพอใจของครูตำรวจตระเวนชายแดน เมื่อจัดการเรียนการสอนด้วยระบบบริหารจัดการเรียนรู้ด้วยมัลติมีเดีย ผลวิจัยพบว่า คุณภาพและประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 (S.D = 0.51) อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

5.2.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ โดยทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน เมื่อทำการวิเคราะห์แล้ว ผลปรากฏว่า ผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ 93.50 : 92.00 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ ที่กำหนด 80 : 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด ทั้งนี้เนื่องมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิได้ผลอยู่ในระดับดีมากทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเลือกจากข้อสอบทั้งหมด 60 ข้อ ทำการเลือกข้อที่มี IOC สูงสุดมาจำนวน 30 ข้อ ซึ่งข้อสอบที่ทำการคัดเลือกมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.47–0.73 ค่าอำนาจจำแนกรหว่าง 0.33–0.67 และค่าความเชื่อถือได้เท่ากับ 0.92 และบทเรียนยังได้ผ่านการทดลองใช้มาแล้วถึง 2 ครั้ง ก่อนที่จะนำไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังนั้น เมื่อนำบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มาทดลองใช้ จึงทำให้บทเรียนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80 : 80 ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ระวีพร ฮงมา (2555 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์แบบปฏิสัมพันธ์ บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเบื้องต้น มหาวิทยาลัยนครพนม เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์แบบปฏิสัมพันธ์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.81 : 84.26 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ดิฐประพจน์ สุวรรณศาสตร์ (2554 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องการวิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูล สำหรับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โรงเรียนอรรณวิทย์พัฒนวิชาการ ได้ทำการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน มีประสิทธิภาพ  $E_1 : E_2 = 82.83 : 80.83$  ซึ่งแสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

5.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนจากองค์ประกอบที่ได้จัดไว้อย่างเป็นระบบ และการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เปิดโอกาสให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนด้วยตนเองอย่างอิสระ นักเรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถ สามารถทบทวนการเรียนได้ตลอดเวลา และสามารถเลือกเรียนเนื้อหา ก่อนหลังได้ตามความต้องการของนักเรียน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยะพงษ์

พุ่มประเสริฐ (2555: 26-31) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การใช้ อินเทอร์เน็ตและไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อสืบค้นข้อมูลเพื่องานอาชีพ เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การใช้อินเทอร์เน็ตและไปรษณีย์ อิเล็กทรอนิกส์เพื่อสืบค้นข้อมูลเพื่องานอาชีพ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัตนาภรณ์ จันทรา (2555 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนบนเว็บแบบมัลติมีเดีย วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สำหรับ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลวิจัยไปใช้งาน

1. ผู้สอนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ ไปใช้ในการเรียนการสอนกับนักศึกษาในรุ่นหลังต่อไปได้
2. ผู้สอนท่านอื่นสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้าน คอมพิวเตอร์ ไปใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนในวิชาอื่น ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์ของ คอมพิวเตอร์ได้
3. ในการใช้งานพื้นที่แม่ข่าย (Server) ควรเลือกผู้ให้บริการที่มีคุณภาพและอยู่ไม่ไกลจาก ห้องถ่านเรามากนัก เนื่องจากการเข้าถึงของผู้เรียนจะเกิดความล่าช้าและไม่มีเสถียรภาพเมื่อแม่ข่ายอยู่ ห่างไกล อาจทำให้เกิดปัญหาการเรียนไม่ต่อเนื่องและผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย

#### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีเนื้อหาครบทั้ง รายวิชาเพื่อการจัดการเรียนการสอนที่ต่อเนื่อง
2. ควรมีการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปทดลองใช้กับนักเรียนในสถานศึกษาอื่นๆ เพื่อปรับปรุงพัฒนาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

## บรรณานุกรม

- เกศินี ทราบรัมย์. 2556. การพัฒนาบทเรียนบนเว็บโดยใช้โครงงานเป็นฐานรายวิชาระบบคอมพิวเตอร์เบื้องต้นและอัลกอริทึม. การประชุมวิชาการระดับชาติด้านอิเล็กทรอนิกส์ ประจำปี พ.ศ.2556. 8(1) : 329-335.
- โกสุมภ์ จันทรแสงกระจ่าง. 2556. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 3 ระหว่างการเรียนในห้องเรียนปกติกับระบบการจัดการเรียนแบบออนไลน์ด้วยมูเดิล. การประชุมวิชาการระดับชาติด้านอิเล็กทรอนิกส์ ประจำปี พ.ศ.2556. 8(1) : 414-421.
- ใจทิพย์ ณ สงขลา. 2542. การสอนผ่านเครือข่ายเวลาด์ไวด์เว็บ. วารสารครุศาสตร์. ปีที่ 27 ฉบับที่ 3 มีนาคม 2542 : 18-28.
- ดิฐประพจน์ สุวรรณศาสตร์. 2554. “การพัฒนาบทเรียนบทเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องการวิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูล สำหรับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โรงเรียนอรรณพวิทยัพณิชการ.” วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. คณะครุศาสตร์ อุดสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชวลิต ชุกำแพง. 2551. การประเมินการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556. การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ณัฐกร สงคราม. 2543. การออกแบบและพัฒนามัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2544. การสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction) นวัตกรรมเพื่อคุณภาพ การเรียนการสอน. วารสารศึกษาศาสตร์สาร ปีที่ 28 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2544: 87-94.
- ปณิตา วรรณพิรุณ. 2553. สื่อการเรียนการสอนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์. เอกสารประกอบการสอน วิชาสื่อการเรียนการสอนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์. ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ปรัชญนันท์ นิลสุข. 2543. นิยามเว็บช่วยสอน Definition of Web-Based Instruction. วารสาร พัฒนาเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 12 ฉบับที่ 34 เม.ย. – มิ.ย. 2543: 53-56.
- ปรีทิพย์ บุญคง. 2546. การศึกษาปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ประเสริฐ ผลิตผลการพิมพ์. (2557). เกิดอะไรขึ้นกับการศึกษาไทย. [Online]. Available: <http://thaipublica.org/2014/10/prasent-thaissf-education-reform/> ค้นเมื่อวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2558.

- ปิยะพงษ์ พุ่มประเสริฐ. 2555. การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การใช้ อินเทอร์เน็ตและโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อสืบค้นข้อมูลเพื่องานอาชีพ. วารสารครุศาสตร์ อดสาหกรรม. 12(2) : 26-31.
- พรรณณี ลีกิจวัฒน์. 2555. วิธีการวิจัยทางการศึกษา. ครั้งที่พิมพ์ 8. กรุงเทพมหานคร : มินเซอร์วิส ซัพพลาย.
- พุดพิศา ดอนพุ่งไพร. 2548. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา และควมมี วินัยในตนเองของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนแบบร่วมมือและการเรียนแบบ ปกติ. สาขาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม พ.ศ. 2548 : ISBN: 974-9505-84-0.
- ไพโรจน์ ติรณธนากุลและคณะ. 2546. การออกแบบและการผลิต บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน สำหรับ e-Learning. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- มนูญ ทองขาว. 2556. การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนรู้ด้วยมูเดิ้ลในโรงเรียนสังกัดกองกำกับ ตำรวจตระเวนชายแดนที่ 44. การประชุมวิชาการระดับชาติด้านอิเล็กทรอนิกส์ ประจำปี พ.ศ.2556. 8(1) : 358-361.
- ระวีวรร ฮงมา. 2556. การพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์แบบปฏิสัมพันธ์บนระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ตวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเบื้องต้น มหาวิทยาลัยนครพนม. การประชุม วิชาการระดับชาติด้านอิเล็กทรอนิกส์ ประจำปี พ.ศ.2556. 8(1) : 370-376.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : สุริยสาส์น
- เศรษฐวิษณุ วัจนันท์. 2554. ปัจจัยที่ส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคนิคการผลิต สถาบันการอาชีวศึกษาภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาอาชีวศึกษา 6. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมมหาบัณฑิต. ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและ เทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สมาลี จันทร์ชะลอ. 2542. การวัดและประเมินผล. กรุงเทพฯ : บริษัท พิมพ์ดี จำกัด. 38-40.
- เสาวลักษณ์ คำตา. 2552. บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์). คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อุทัย นิคม. 2550. การสร้างบทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การออกแบบกราฟิก สำหรับงานบรรจุภัณฑ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยี การพิมพ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี . 113-114.
- Carter, Faye Isobel. "The Effects of Computer-Assisted Instruction on Vocational Education High School Students," *Master-Abstracts International*, 37(6) : 1602 ; December, 1999

- Fernandez, Yoshida. (2004) **Lesson Study: A Japanese Approach To Improving Mathematics Teaching and Learning**. [On-Line]. Available: [http://books.google.co.th/books/about/Lesson\\_Study.html](http://books.google.co.th/books/about/Lesson_Study.html).
- He, Hui-Chieh Judy. "the Comparison of the Effects of Two Computer-Based Music Instructional Programs in Teacher Piano Note Reading to Adults Through Two Different Delevery Systems. "Dissertation Abstracts International 57(1996) : 1534.
- Kerlinger,F.N.,and Lee,H.B. 2000. **Foundations of Behavioral Research**. 4<sup>th</sup> edition. U.S.A.:Thomson Learning,Inc.
- Mohaidin, Jamaludin. Utilization of the Internet by Malaysian Students Who are Studying in Foreign Countries and Factors that Influence its Adoption. EDD. Thesis, University of Pittsburgh, 1995.
- Murat Ataizi & Mustafa Donmez. 2014. Contemporary Educational Technology. 5(3) : 272-274
- Shiang-Kwei Wang and Hui-Yin Hsu. 1988. Using the ADDIE Model to Design Second Life Activities for Online Learners. TechTrends Volume 53.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
หนังสือราชการ



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692  
ที่ ศธ 0524.04 / 4580 วันที่ 16 พฤศจิกายน 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถามด้านเนื้อหาและประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรียน อาจารย์แสงอุทัย มอโท

ด้วย นายนนท์ชัย ปัญจานนท์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เอกคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับ นักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง” โดยมี ดร.สมเกียรติ ดันติวงศ์วานิช เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.อัคพงษ์ สุขมาตย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถามด้านเนื้อหาและประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายนนท์ชัย ปัญจานนท์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบสอบถามด้านเนื้อหาและประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหามาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)  
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ที่ ศธ 0524.04/ 4580



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

18 พฤศจิกายน 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถามด้านเนื้อหาและประเมินความเที่ยงตรงเชิง  
เนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรียน อาจารย์วิภารัตน์ พุกเงิน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านเนื้อหาและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ด้วย นายนนท์ชัย ปัญจานนท์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เอกคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง” โดยมี ดร.สมเกียรติ ดันตังศ์วานิช เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.อัคพงษ์ สุขมาตย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถามด้านเนื้อหาและประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายนนท์ชัย ปัญจานนท์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์)  
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ  
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692  
โทรสาร. 02- 329-8436  
ติดต่อนักศึกษา โทร.090-974-7476



ที่ ศธ 0524.04/ 4580

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

18 พฤศจิกายน 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียน

เรียน อาจารย์บุญรัตน์ โทณะ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ด้วย นายนนท์ชัย ปัญจานนท์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ เอกคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับ นักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง” โดยมี ดร.สมเกียรติ ตันดิวงศ์วณิช เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.อัศพงษ์ สุขมาตย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจ และประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายนนท์ชัย ปัญจานนท์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)  
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.090-974-7476

ที่ ศธ 0524.04/ 4580



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

18 พฤศจิกายน 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถามด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ  
เรียน อาจารย์กนกรัตน์ จิรสัจจานุกูล  
สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ด้วย นายนนท์ชัย ปัญจานนท์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เอกคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับ นักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง” โดยมี ดร.สมเกียรติ ดันตวิงศ์วานิช เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.อัคพงษ์ สุขมาตย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถามด้านเนื้อหาและด้าน เทคนิคการผลิตสื่อนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่าน จะช่วยให้งานวิจัย ของ นายนนท์ชัย ปัญจานนท์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์)  
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.090-974-7476



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692  
ที่ ศธ 0524.04 /4580 วันที่ 18 พฤศจิกายน 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถามด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน ผศ.ดร.กาญจนา บุญภักดิ์ / ผศ.ดร.ไพฑูรย์ พิมพ์ดี

ด้วย นายพนธ์ชัย ปัญจนนท์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ เอกคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับ นักศึกษาปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง” โดยมี ดร.สมเกียรติ ตันตวงศ์วาณิช เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.อัคพงษ์ สุขมาตย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถามด้านเทคนิคการผลิต สื่อนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้ งานวิจัย ของ นายพนธ์ชัย ปัญจนนท์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบสอบถามด้านเทคนิค การผลิตสื่อมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์สุทธิ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติกรแทนคณบดี



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692  
ที่ ศธ 0524.04 / 4579 วันที่ 18 พฤศจิกายน 2558

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองสอนและเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ด้วย นายนนท์ชัย ปัญจานนท์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เอกคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง” โดยมี ดร.สมเกียรติ ต้นดวงศ์วานิช เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และดร.อัศพงษ์ สุขมาตย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมและได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน 2557 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายนนท์ชัย ปัญจานนท์ ทดลองสอนและเก็บข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบกับนักศึกษา ภายในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

แบบประเมินบทเรียน (ด้านเนื้อหา)  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์

คะแนนคุณภาพ 5 = ดีมาก, 4 = ดี, 3 = ปานกลาง, 2 = พอใช้, 1 = ควรปรับปรุง

คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ท่านเห็นว่าตรงกับความคิดเห็นของท่าน

หัวข้อการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์					
2. ความเหมาะสมในการแบ่งเนื้อหาบทเรียน					
3. ความถูกต้องของเนื้อหา					
4. ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาเหมาะสม					
5. แบบทดสอบสอดคล้องกับเนื้อหา					
6. ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละขั้นตอน					
7. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
8. ความถูกต้องของภาพที่ใช้					
9. ความถูกต้องของคำบรรยายที่ใช้					
10. ความถูกต้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย					

ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

**แบบประเมินบทเรียน (ด้านเทคโนโลยีมีลติมีเดีย)**  
**บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์**

คะแนนคุณภาพ 5 = ดีมาก, 4 = ดี, 3 = ปานกลาง, 2 = พอใช้, 1 = ควรปรับปรุง  
 คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ท่านเห็นว่าตรงกับความคิดเห็นของท่าน

หัวข้อการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ด้านตัวอักษร (TEXT)					
1.1 ขนาดของตัวอักษรมีความเหมาะสม					
1.2 รูปแบบตัวอักษรอ่านง่าย และชัดเจน					
1.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร และสีของพื้นที่ใช้					
1.4 ความเหมาะสมของการจัดวางตัวอักษร					
1.5 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา					
2. ด้านภาพนิ่ง (IMAGE)					
2.1 ขนาดของภาพมีความเหมาะสม					
2.2 สีและความชัดเจนของภาพ					
2.3 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ในการสื่อความหมาย					
2.4 ความสมดุลของการจัดวางภาพในแต่ละกรอบ					
3. ด้านภาพเคลื่อนไหว (ANIMATION)					
3.1 ความชัดเจนของภาพเคลื่อนไหว					
4. ด้านเสียง (AUDIO)					
4.1 คุณภาพของเสียงที่ใช้ในการบรรยาย					
5. ด้านปฏิสัมพันธ์ (INTERACTIVE)					
5.1 การควบคุมบทเรียนทำได้ง่ายและสะดวก					
5.2 บทเรียนเก็บบันทึกและแสดงคะแนนของผู้เรียน					
5.3 ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงระหว่างบทเรียน					
5.4 รูปแบบการโต้ตอบกับบทเรียนเป็นมาตรฐานเดียวกัน					

ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ค  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์

- 
1. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์
    1. หน่วยรับข้อมูล/หน่วยความจำ/ระบบปฏิบัติการ
    2. หน่วยความจำ/ระบบปฏิบัติการ/หน่วยประมวลผลกลาง
    3. หน่วยรับข้อมูล/หน่วยความจำ/หน่วยประมวลผลกลาง/หน่วยแสดงผล
    4. หน่วยความจำ/ระบบปฏิบัติการ/หน่วยประมวลผลกลาง/หน่วยแสดงผล
    5. หน่วยรับข้อมูล/ระบบปฏิบัติการ/หน่วยประมวลผลกลาง/หน่วยแสดงผล
  2. หน่วยประมวลผล, หน่วยแสดงผล คือองค์ประกอบใดของคอมพิวเตอร์
    1. ดาต้า
    2. มัลแวร์
    3. ฮาร์ดแวร์
    4. ฟิเชิลแวร์
    5. ซอฟต์แวร์
  3. อุปกรณ์ใดจัดอยู่ในหน่วยรับข้อมูล
    1. หูฟัง
    2. ลำโพง
    3. ปริ้นเตอร์
    4. มอนิเตอร์
    5. ไมโครโฟน
  4. ข้อใดคือหน้าที่ของหน่วยรับข้อมูล
    1. รับข้อมูลและคำสั่ง
    2. บันทึกข้อมูลและคำสั่ง
    3. ประมวลผลข้อมูลและคำสั่ง
    4. แสดงผลลัพธ์ของข้อมูลและคำสั่ง
    5. นำข้อมูลและผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้งาน
  5. หูของมนุษย์เปรียบเทียบกับอุปกรณ์ใด
    1. หูฟัง
    2. ลำโพง
    3. คีย์บอร์ด
    4. ไมโครโฟน
    5. สแกนเนอร์
  6. ข้อใดคือหน้าที่ของหน่วยประมวลผลกลาง
    1. รับข้อมูลและคำสั่ง
    2. บันทึกข้อมูลและคำสั่ง
    3. ประมวลผลข้อมูลและคำสั่ง
    4. แสดงผลลัพธ์ของข้อมูลและคำสั่ง
    5. นำข้อมูลและผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้งาน
  7. อุปกรณ์ใดจัดอยู่ในหน่วยประมวลผลกลาง
    1. รอม
    2. แรม
    3. ซีพียู
    4. ซิปเซต
    5. ฮาร์ดดิส
  8. หน่วยประมวลผลกลางเปรียบเสมือนอวัยวะใดของร่างกาย
    1. หู
    2. ตา
    3. ปาก
    4. จมูก
    5. สมอง

9. หน่วยควบคุม และหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และตรรกะ ถือเป็นองค์ประกอบของอะไร

1. CPU
2. RAM
3. ROM
4. Chipset
5. Hard Disk

10. Control Unit มีหน้าที่อะไร

1. เป็นตัวควบคุมการทำงานของซีพียู
2. เป็นตัวควบคุมการทำงานของแรม และรอม
3. ทำหน้าที่เกี่ยวกับการคำนวณทางคณิตศาสตร์
4. เป็นตัวควบคุมประสานงานและการดำเนินการในระบบ
5. ทำหน้าที่เชื่อมต่อการทำงานระหว่างซีพียูกับเมนบอร์ด

11. Arithmetic and Logic Unit มีหน้าที่อะไร

1. เป็นตัวควบคุมการทำงานของซีพียู
2. เป็นตัวควบคุมการทำงานของแรม และรอม
3. ทำหน้าที่เกี่ยวกับการคำนวณทางคณิตศาสตร์
4. ทำหน้าที่เชื่อมต่อการทำงานระหว่างซีพียูกับเมนบอร์ด
5. เป็นตัวควบคุมประสานงานและการดำเนินการในระบบ

12. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับซีพียู Intel Core i3

1. ซีพียู Intel Core i3 ไม่สามารถปลดล็อคตัวคูณได้
2. ซีพียู Intel Core i3 มีการทำงานแบบ Single Core
3. ซีพียู Intel Core i3 มีคุณสมบัติ Hyper-Threading
4. ซีพียู Intel Core i3 รุ่น 3xxx ใช้ซ็อกเก็ต LGA1155
5. ซีพียู Intel Core i3 มีความเร็วบัส DMI อยู่ที่ 5 GT/s

13. เทคโนโลยีระหว่าง Intel และ AMD ข้อใดมีคุณสมบัติเหมือนกัน

1. VT / Live!
2. XD Bit / Live!
3. SSE / 3DNow!
4. AMD64 / 3DNow!
5. Turbo Boost / Cool 'n' Quiet

14. คุณสมบัติที่ช่วยให้ซีพียูสามารถปรับลดความเร็วและแรงดันไฟฟ้าได้ตามการทำงานจริง เพื่อลดความร้อนและประหยัดพลังงานตรงกับเทคโนโลยีของซีพียูใด

1. Turbo Core
2. Speed Step
3. Turbo Boost
4. Cool 'n' Quiet
5. Hyper-Threading

15. คุณสมบัติที่ช่วยป้องกันโปรแกรมแฝงจากการบุกรุกผ่านเครือข่ายและอินเทอร์เน็ตตรงกับเทคโนโลยีของซีพียูใด

1. VT
2. Live!
3. NX Bit
4. EM64T
5. AMD64

16. ซีพียูตัวใดที่สามารถใส่ได้กับซ็อกเก็ต LGA1155
1. AMD A10-6800K
  2. Intel Core i3-4160
  3. Intel Celeron G465
  4. Intel Core i7-5820K
  5. Intel Core i5-4690K
17. ซีพียูตระกูล Celeron รุ่น G16xx จำเป็นจะต้องใส่กับซ็อกเก็ตแบบใด
1. FM2
  2. FM2+
  3. LGA 1150
  4. LGA 1155
  5. LGA 2011
18. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับซีพียู Intel Core i5
1. ซีพียู Intel Core i5 ใช้บัส PCI-E 3.0
  2. ซีพียู Intel Core i5 มีการทำงานแบบ Quad Core
  3. ซีพียู Intel Core i5 มีความเร็วบัส DMI อยู่ที่ 5 GT/s
  4. ซีพียู Intel Core i5 สามารถปลดล๊อคค่าตัวคูณได้ทุกรุ่น
  5. ซีพียู Intel Core i5 ใช้วงจรควบคุมแรมแบบ Dual DDR3
19. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับซีพียูตระกูล AMD FX-Series
1. ซีพียูตระกูล AMD FX-Series ใช้ชิปเซต AMD 9xx
  2. ซีพียูตระกูล AMD FX-Series ใช้บัสแบบ HyperTransport
  3. ซีพียูตระกูล AMD FX-Series มีการติดตั้งชิปกราฟิกไว้ในตัว
  4. ซีพียูตระกูล AMD FX-Series มีคุณสมบัติ AMD Turbo Boots
  5. ซีพียูตระกูล AMD FX-Series ในรุ่น Back Edition จะมีความสามารถปลดล๊อคค่าตัวคูณได้
20. ข้อใดคือหน้าที่ของหน่วยแสดงผล
1. รับข้อมูลและคำสั่ง
  2. บันทึกข้อมูลและคำสั่ง
  3. ประมวลผลข้อมูลและคำสั่ง
  4. แสดงผลลัพธ์ของข้อมูลและคำสั่ง
  5. นำข้อมูลและผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้งาน
21. อุปกรณ์ใดจัดอยู่ในส่วนที่ใช้แสดงผล
1. เม้าส์
  2. คีย์บอร์ด
  3. ไมโครโฟน
  4. สแกนเนอร์
  5. เครื่องปริ้นเตอร์
22. ปากของมนุษย์เปรียบเทียบกับอุปกรณ์ใด
1. ลำโพง
  2. คีย์บอร์ด
  3. มอนิเตอร์
  4. ไมโครโฟน
  5. สแกนเนอร์
23. ข้อใดคือหน้าที่ของหน่วยความจำ
1. รับข้อมูลและคำสั่ง
  2. บันทึกข้อมูลและคำสั่ง
  3. ประมวลผลข้อมูลและคำสั่ง
  4. แสดงผลลัพธ์ของข้อมูลและคำสั่ง
  5. นำข้อมูลและผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้งาน

24. อุปกรณ์ใดที่มีหน้าที่บันทึกข้อมูล
1. CPU
  2. Chipset
  3. Hard Disk
  4. Keyboard
  5. DVD ROM
25. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับ PROM
1. PROM สามารถแก้ไขข้อมูลที่ถูกระบุโปรแกรมไปแล้วได้
  2. ข้อมูลที่ต้องการโปรแกรมจะถูกระบุโปรแกรมโดยผู้ใช้งาน
  3. การเก็บข้อมูลใน PROM จะเก็บรูปแบบของลอจิก “0” หรือ “1”
  4. การป้อนแรงดันสูงลงไปใน PROM จะทำให้ METAL STRIPS ที่อยู่ภายใน IC ขาดออกจากกัน
  5. PROM จะใช้ในงานที่ใช้ความเร็วสูง ซึ่งความเร็วสูงกว่า หน่วยความจำ ที่โปรแกรมได้ชนิดอื่นๆ
26. แรมแบ่งได้กี่ประเภท
1. 2 ประเภท
  2. 3 ประเภท
  3. 4 ประเภท
  4. 5 ประเภท
  5. 6 ประเภท
27. SDRAM ย่อมาจากอะไร
1. Short DRAM
  2. Small DRAM
  3. Shock DRAM
  4. Separate DRAM
  5. Synchronous DRAM
28. ข้อใดกล่าวกล่าวไม่ถูกต้อง
1. สายสัญญาณฮาร์ดดิสก์แบบ SATA สามารถยาวได้ถึง 1 เมตร
  2. ฮาร์ดดิสก์แบบ SATA ไม่สามารถถอดเปลี่ยนไดรว์โดยไม่ต้องปิดเครื่องได้
  3. SATA-III จะมีการถ่ายโอนข้อมูลด้วยอัตราเร็วสูงถึง 600 MB/s หรือ 6 Gbps
  4. SATA 1.0 จะมีการถ่ายโอนข้อมูลด้วยอัตราเร็ว 150 MB/s หรือ 1.5 Gbps ด้วยความถี่ 1.5 GHz
  5. SATA-II จะมีการถ่ายโอนข้อมูลด้วยอัตราเร็ว 300 MB/s หรือ 3 Gbps ด้วยความถี่ 3.0 GHz
29. ลักษณะของสายสัญญาณที่ใช้เชื่อมต่อฮาร์ดดิสก์แบบ IDE เป็นแบบใด
1. ลักษณะเป็นสายแพ แบบ 24 มีหัวต่อ 3 หัวอยู่บนสายแพ
  2. ลักษณะเป็นสายแพ แบบ 30 มีหัวต่อ 3 หัวอยู่บนสายแพ
  3. ลักษณะเป็นสายแพ แบบ 40 มีหัวต่อ 3 หัวอยู่บนสายแพ
  4. ลักษณะเป็นสายแพ แบบ 40 ถึง 80 เส้น มีหัวต่อ 3 หัวอยู่บนสายแพ
  5. ลักษณะเป็นสายแพ แบบ 50 ถึง 60 เส้น มีหัวต่อ 3 หัวอยู่บนสายแพ
30. ข้อใดไม่ถือว่าเป็นอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลภายนอก
1. SSD
  2. SD Card
  3. Memory Stick
  4. USB Flash Drive
  5. HDD ขนาด 2.5 นิ้ว

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฮาร์ดแวร์ทางด้านคอมพิวเตอร์

-----

ข้อที่	เฉลย
1	3
2	3
3	5
4	1
5	4
6	3
7	3
8	5
9	1
10	4
11	3
12	2
13	3
14	4
15	3

ข้อที่	เฉลย
16	3
17	4
18	4
19	3
20	4
21	5
22	1
23	2
24	3
25	1
26	1
27	5
28	2
29	4
30	1

**การวิเคราะห์หาความยากง่าย (p)  
และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (r)**

**ตาราง ค.1** แสดงการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ ที่ผ่านการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องมาแล้วจำนวน 30 ข้อ นำไปทดสอบกับ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ เคยเรียนวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษามาแล้ว จำนวน 30 คน

ข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูก		$p = \frac{R_H + R_L}{2n}$	แปล ความหมาย ความยาก ง่าย (p)	$r = \frac{R_H - R_L}{n}$	แปล ความหมาย อำนาจ จำแนก (r)	ประเมิน
	กลุ่มเก่ง (R <sub>H</sub> ) n=15	กลุ่มอ่อน (R <sub>L</sub> ) n=15					
1	13	5	0.60	ง่าย	0.53	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
2	11	6	0.57	ปานกลาง	0.33	ดี	ผ่านเกณฑ์
3	12	4	0.53	ปานกลาง	0.53	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
4	11	3	0.47	ปานกลาง	0.53	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
5	14	8	0.73	ง่าย	0.40	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
6	11	6	0.57	ปานกลาง	0.33	ดี	ผ่านเกณฑ์
7	14	5	0.63	ง่าย	0.60	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
8	13	4	0.57	ปานกลาง	0.60	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
9	12	6	0.60	ง่าย	0.40	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
10	14	5	0.63	ง่าย	0.60	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
11	10	5	0.50	ปานกลาง	0.33	ดี	ผ่านเกณฑ์
12	12	3	0.50	ปานกลาง	0.60	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
13	12	2	0.47	ปานกลาง	0.67	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
14	13	6	0.63	ง่าย	0.47	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
15	13	3	0.53	ปานกลาง	0.67	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
16	12	5	0.57	ปานกลาง	0.47	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
17	13	5	0.60	ง่าย	0.53	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
18	13	4	0.57	ปานกลาง	0.60	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
19	12	6	0.60	ง่าย	0.40	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์

ตาราง ค.1 (ต่อ)

ข้อ ที่	จำนวนผู้ตอบถูก		$p = \frac{R_H + R_L}{2n}$	แปล ความหมาย ความยาก ง่าย (p)	$r = \frac{R_H - R_L}{n}$	แปล ความหมาย อำนาจ จำแนก (r)	ประเมิน
	กลุ่มเก่ง (R <sub>H</sub> ) n=15	กลุ่มอ่อน (R <sub>L</sub> ) n=15					
20	14	5	0.63	ง่าย	0.60	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
21	10	5	0.50	ปานกลาง	0.33	ดี	ผ่านเกณฑ์
22	10	5	0.50	ปานกลาง	0.33	ดี	ผ่านเกณฑ์
23	14	5	0.63	ง่าย	0.60	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
24	12	6	0.60	ง่าย	0.40	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
25	12	6	0.60	ง่าย	0.40	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
26	13	7	0.67	ง่าย	0.40	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
27	12	6	0.60	ง่าย	0.40	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
28	12	3	0.50	ปานกลาง	0.60	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
29	13	5	0.60	ง่าย	0.53	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์
30	14	5	0.63	ง่าย	0.60	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์

จากตาราง ค.1 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องมาแล้วจำนวน 30 ข้อ ซึ่งทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 แล้วนำไปทดสอบกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เคยเรียนวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษามาแล้ว จำนวน 30 คน แบ่งนักเรียนออกเป็น กลุ่มเก่ง กลุ่มอ่อน อย่างละ 15 คน ได้แบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) คือมีค่าความยากง่ายที่ยอมรับอยู่ในช่วง 0.20-0.80 ซึ่งได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่างช่วง 0.47-0.73 และผ่านการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบที่ยอมรับได้คือมากกว่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33-0.67 ได้แบบทดสอบผ่านเกณฑ์และผู้วิจัยคัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ เพื่อเป็นแบบทดสอบที่นำไปใช้ในงานวิจัย

**การวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน**  
**ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ**

ตาราง ค.2 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายแล้วจำนวน 30 ข้อ (30 คะแนน) นำไปทดสอบกับนักเรียนที่เคยเรียนผ่านการเรียนวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษามาแล้วจำนวน 30 คน

คนที่ (n)	คะแนนที่ได้ (X)	X <sup>2</sup>
1	30	900
2	27	729
3	26	676
4	26	676
5	26	676
6	26	676
7	25	625
8	25	625
9	25	625
10	24	576
11	23	529
12	23	529
13	22	484
14	22	484
15	21	441
16	14	196
17	13	169
18	13	169
19	13	169
20	12	144
21	11	121
22	11	121
23	9	81
24	10	100
25	10	100

ตาราง ค.2 (ต่อ)

คนที่ (n)	คะแนนที่ได้ (X)	X <sup>2</sup>
26	9	81
27	8	64
28	6	36
29	5	25
30	5	25
รวม (n=30)	$\sum x = 520$	$\sum x^2 = 10852$

การหาค่าความแปรปรวน

$$\text{สูตร} \quad S^2 = \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

$$S^2 = \frac{30(10852) - (520)^2}{30(30-1)}$$

$$S^2 = 63.40$$

ดังนั้น ได้ค่าความแปรปรวนเท่ากับ 63.40

ตาราง ค.3 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ( $r_H$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการนำไปทดลองกับนักเรียนที่เคยผ่านการเรียน วิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา มาแล้ว จำนวน 30 คน

ข้อที่	กลุ่มเก่ง ตอบถูก	กลุ่มอ่อน ตอบถูก	p = สัดส่วนของ ผู้ตอบถูก	q = (1-p) สัดส่วนของผู้ตอบผิด	p.q
1	13	5	0.60	0.40	0.24
2	11	6	0.57	0.43	0.25
3	12	4	0.53	0.47	0.25
4	11	3	0.47	0.53	0.25
5	14	8	0.73	0.27	0.20
6	11	6	0.57	0.43	0.25
7	14	5	0.63	0.37	0.23
8	13	4	0.57	0.43	0.25
9	12	6	0.60	0.40	0.24
10	14	5	0.63	0.37	0.23
11	10	5	0.50	0.50	0.25
12	12	3	0.50	0.50	0.25
13	12	2	0.47	0.53	0.25
14	13	6	0.63	0.37	0.23
15	13	3	0.53	0.47	0.25
16	12	5	0.57	0.43	0.25
17	13	5	0.60	0.40	0.24
18	13	4	0.57	0.43	0.25
19	12	6	0.60	0.40	0.24
20	14	5	0.63	0.37	0.23
21	10	5	0.50	0.50	0.25
22	10	5	0.50	0.50	0.25
23	14	5	0.63	0.37	0.23
24	12	6	0.60	0.40	0.24
25	12	6	0.60	0.40	0.24

ตาราง ค.3 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มเก่ง ตอบถูก	กลุ่มอ่อน ตอบถูก	p = สัดส่วนของ ผู้ตอบถูก	q = (1-p) สัดส่วนของผู้ตอบผิด	p.q
26	13	7	0.67	0.33	0.22
27	12	6	0.60	0.40	0.24
28	12	3	0.50	0.50	0.25
29	13	5	0.60	0.40	0.24
30	14	5	0.63	0.37	0.23
				$\Sigma pq$	7.20

การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น

สูตร

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\Sigma pq}{s^2} \right]$$

$$r_{tt} = \frac{30}{30-1} \left[ 1 - \frac{7.20}{63.40} \right]$$

$$r_{tt} = 0.92$$

ดังนั้น ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.92

ภาคผนวก ง  
ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## ห้องเรียนคอมพิวเตอร์

Home ▶ Log in to the site


### Log in

Username

Password


Remember username

Forgotten your username or password?


Cookies must be enabled in your browser 

รูปที่ ง.1 แสดงรูปหน้าตาต่างการเข้าสู่ระบบ

### แบบทดสอบก่อนเรียน


-  การใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- แบบทดสอบก่อนเรียน

#### หน่วยที่ 1 หน่วยรับข้อมูล

 บทเรียน เรื่องหน่วยรับข้อมูล (Input Unit)

---


#### หน่วยที่ 2 หน่วยประมวลผลกลาง

 บทเรียน เรื่องหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit)

รูปที่ ง.2 รูปแสดงหน้าแรกของบทเรียนเมื่อเข้าสู่ระบบ

<p><b>Question 1</b></p> <p>Not yet answered</p> <p>Marked out of 1.00</p> <p>Flag question</p> <p>Edit question</p>	<p>ข้อใดเป็นองค์ประกอบของฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์</p> <p>Select one:</p> <p><input type="radio"/> a. หน่วยรับข้อมูล/ระบบปฏิบัติการ/หน่วยประมวลผลกลาง/หน่วยแสดงผล</p> <p><input type="radio"/> b. หน่วยความจำ/ระบบปฏิบัติการ/หน่วยประมวลผลกลาง/หน่วยแสดงผล</p> <p><input type="radio"/> c. หน่วยความจำ/หน่วยประมวลผลกลาง/หน่วยแสดงผล</p> <p><input type="radio"/> d. หน่วยรับข้อมูล/หน่วยความจำ/ระบบปฏิบัติการ</p> <p><input type="radio"/> e. หน่วยความจำ/ระบบปฏิบัติการ/หน่วยประมวลผลกลาง</p>
<p><b>Question 2</b></p> <p>Not yet answered</p> <p>Marked out of 1.00</p> <p>Flag question</p> <p>Edit question</p>	<p>หน่วยประมวลผล, หน่วยแสดงผล คือองค์ประกอบใดของคอมพิวเตอร์</p> <p>Select one:</p> <p><input type="radio"/> a. ซอฟต์แวร์</p> <p><input type="radio"/> b. คีย์บอร์ด</p> <p><input type="radio"/> c. มัลแวร์</p> <p><input type="radio"/> d. ไฟล์แวร์</p> <p><input type="radio"/> e. ฮาร์ดแวร์</p>

รูปที่ ง.3 แสดงภาพแบบทดสอบก่อนเรียน



**หน่วยรับข้อมูล (Input Unit)**

หน่วยรับข้อมูลคือส่วนที่ทำหน้าที่รับข้อมูลคำสั่งจากภายนอกหรือจากผู้ใช้เข้ามาเพื่อส่งต่อไปยังหน่วยประมวลผลกลางให้ทำการประมวลผลต่อไปข้อมูลที่นำเข้าคอมพิวเตอร์อาจเป็นได้ทั้งข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของ ตัวอักษร ตัวเลข ภาพ สัญลักษณ์ รูปทรง สี อุดหนุน มิติ เสียง ตลอดจนสิ่งอื่นๆ ที่สามารถส่งเข้าคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลต่อไปหน่วยรับข้อมูลจัดได้ว่าเป็นส่วนที่ทำให้ผู้ใช้ (User) สามารถติดต่อป้อนข้อมูลเข้าไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ได้

รูปที่ ง.4 ตัวอย่างเนื้อหาภายในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. การจัดเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ให้พร้อมก่อนลงมือประกอบ...

## 1. การจัดเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ให้พร้อมก่อนลงมือประกอบเครื่อง



Last modified: Thursday, 19 May 2016, 4:35 AM

รูปที่ ง.5 ตัวอย่างวิดีโอประกอบการเรียนการสอน

034 Review attempt	student034@mail.com	Finished	10.00	✓ 1.00	✓ 1.00	✓ 1.00	✓ 1.00	✓ 1.00	✓ 1.00
student 074 Review attempt	student074@mail.com	Finished	8.00	✓ 1.00	✓ 1.00	✓ 1.00	✓ 1.00	✓ 1.00	✗ 0.00
student 115 Review attempt	student115@mail.com	Finished	5.00	✗ 0.00	✓ 1.00	✓ 1.00	✓ 1.00	✓ 1.00	✗ 0.00
student 092 Review attempt	student092@mail.com	Finished	10.00	✓ 1.00	✓ 1.00	✓ 1.00	✓ 1.00	✓ 1.00	✓ 1.00
student 067 Review attempt	student067@mail.com	Finished	3.00	✗ 0.00	✗ 0.00	✗ 0.00	✗ 0.00	✓ 1.00	✗ 0.00
student 144 Review attempt	student144@mail.com	Finished	0.00	✗ 0.00	✗ 0.00	✗ -	✗ 0.00	✗ 0.00	✗ 0.00

รูปที่ ง.6 ตัวอย่างรายงานผลคะแนนของผู้เรียน

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายนนท์ชัย ปัญจานนท์
วัน เดือน ปีเกิด	15 สิงหาคม 2531
ที่อยู่ปัจจุบัน	99/100 อาคารชุด เดอะแคปปิตอล ราชปรารภ-วิภาวดีรังสิต ถนนดินแดง แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2554 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 1) สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2558 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน	ปัจจุบัน นักวิชาการคอมพิวเตอร์ กองการเจ้าหน้าที่ สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์