

บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

WEB BASED INSTRUCTION  
ON GSM MOBILE TELEPHONE SYSTEM

ภาวินี ปานันตา  
PAWINEE PANANTA

๑๕๕  
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

ISBN 974-9700-93-4

บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

WEB BASED INSTRUCTION  
ON GSM MOBILE TELEPHONE SYSTEM



ภาวิณี ปานันตา

PAWINEE PANANTA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

ISBN 974 - 9709 - 93 -4

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 51900

วัน,เดือน,ปี 4 ส.ค. 2547



**WEB BASED INSTRUCTION  
ON GSM MOBILE TELEPHONE SYSTEM**

**PAWINEE PANANTA**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION  
IN ELECTRICAL COMMUNICATION ENGINEERING  
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2004**

**ISBN 974 – 9709 – 93 - 4**

**COPYRIGHT 2004**

**SCHOOL OF GRADUATE STUDIES**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**บัณฑิตวิทยาลัย**  
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**  
**ใบรับรองวิทยานิพนธ์**

-----

หัวข้อวิทยานิพนธ์      บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM  
WEB BASED INSTRUCTION ON GSM MOBILE TELEPHONE SYSTEM

ชื่อนักศึกษา              นางสาวภาวิณี ปานันตา

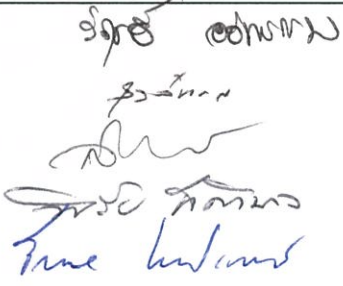
รหัสประจำตัว              42064602

ปริญญา                      ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา                  วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์      ผศ.วิสุทธิ                      อธิพรธรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม      ผศ.ดร.สุรสิทธิ์                  ราตรี

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.วิสุทธิ	อธิพรธรรม	
ผศ.ดร.สุรสิทธิ์	ราตรี	
ดร.สมชาย	หมื่นสายญาติ	
ผศ.ว่าที่ร้อยโทพิชัย	สดภิบาล	
ผศ.ดร.ธีระพล	เทพหัสดิน ณ อยุธยา	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 12 พฤษภาคม 2547 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องเรียนปริญญาเอก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว  
  
(ผศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....๒๘.....เดือน.....พฤษภาคม.....พ.ศ.....๒๕๔๗.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM
นักศึกษา	นางสาวภาวิณี ปานันดา
รหัสประจำตัว	42064602
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2547
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิสุทธิ อธิพรธรรม
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

วิธีดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้สร้าง บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM จำนวน 5 หน่วยการเรียนรู้ โดยมีเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนำบทเรียนที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ที่เรียนวิชาเทคนิคระบบโทรศัพท์ ของวิทยาลัยเทคนิคราชบุรี จำนวน 20 คน ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย โดยระหว่างการทดลองให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และหลังจากนั้นทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.08/81.83 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้

<b>Thesis title</b>	Web Based Instruction on GSM Mobile Telephone System
<b>Student</b>	Miss Pawinee Pananta
<b>Student ID.</b>	42064602
<b>Degree</b>	Master of Science in Industrial Education
<b>Programme</b>	Electrical Communications Engineering
<b>Year</b>	2004
<b>Thesis Advisor</b>	Assistant Professor Wisuit Atipornatum
<b>Thesis Co-Advisor</b>	Assistant Professor Dr.Surasit Ratre

### **ABSTRACT**

The purposes of this research were to develop and to determine the efficiency of the Web Based Instruction on GSM Mobile Telephone System.

The research was conducted by the researcher to develop the Web Based Instruction on GSM Mobile Telephone System of five units which consisted of the content lesson, exercises and examinations. The sample of the study were 20 senior students of vocational diploma from electronics department in Ratchaburi Technical College. The sample were randomly selected for the study. During the experiment, the sample finished each unit of exercises, and completed the examination at the end. Data were analyzed in term of descriptive and inferential statistics to find the efficiency of the Web Based Instruction.

The result of this research showed that the efficiency of Web Based Instruction on GSM Mobile Telephone System was 84.08/81.83 which was higher than the setting criteria 80/80.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากผศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และ ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้ให้คำแนะนำให้ความช่วยเหลือ และเสนอแนวทางรวมทั้งปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการวิจัยด้วยความเอาใจเสมอมานทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่อง ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ได้แก่ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา, ผศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม, ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี, ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ, ผศ.ว่าที่ร้อยโทพิชัย สดภิบาล และขอพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ได้แก่ ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์, ผศ.ดร.สุทธิชัย นพนาถิพงษ์, รศ.สมยศ จุณณะปิยะ, ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม, ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี, ดร.สมศักดิ์ ภูหาสวรรค์เวช, อาจารย์ธีระวุธ ชมใจ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และแก้ไขตรวจสอบ เพื่อการปรับปรุงให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีคุณภาพสูงสุด

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณาจารย์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตลอดจนคณาจารย์ต่างสถาบันที่ได้ให้ความรู้ จนทำให้ผู้วิจัยได้รับความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย

ขอขอบคุณอาจารย์พิชาญ ศิริบุตร, อาจารย์วีโรจน์ กิจดิศพ์, อาจารย์ภัทร ทองสามสี อาจารย์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอิเล็กทรอนิกส์ทุกท่าน ที่คอยช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้ จนทำให้วิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งต่อบุคคลทุกท่านที่เกี่ยวข้อง และไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ที่สละเวลาให้ความร่วมมือ ทำให้ได้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยในครั้งนี้

ทำนุผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณพ่อที่เป็นแรงบันดาลใจ คุณแม่ ทุกคนในครอบครัว และเพื่อนๆ ที่ให้การสนับสนุนคอยเป็นกำลังใจจนทำให้ผู้วิจัยสามารถผ่านพ้นอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นจนสามารถสำเร็จการศึกษา

ภาวิณี ปานันดา

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ .....	VIII
<b>บทที่ 1 บทนำ .....</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย .....	3
1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	4
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....</b>	<b>6</b>
2.1 หลักสูตรวิชาเทคนิคระบบโทรศัพท์.....	6
2.2 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM .....	9
2.3 บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	22
2.4 การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	41
2.5 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	43
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	45
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย .....</b>	<b>49</b>
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	49
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	49
3.3 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	64
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	64



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 รายการสอนวิชาเทคนิคระบบ โทรศัพท์ (รหัส 3105-2306).....	7
2.2 มาตรฐานของระบบ โทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM .....	11
2.3 กำลังส่งของเครื่อง โทรศัพท์แต่ละประเภทตามมาตรฐานของระบบ โทรศัพท์เคลื่อนที่ .....	13
3.1 แสดงค่าสรุปในการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา .....	55
3.2 แสดงค่าสรุปในการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ .....	55
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเนื้อหา.....	67
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางการผลิตสื่อ.....	68
4.3 แสดงประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน.....	69
6.1 ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives).....	94
6.2 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ.....	95
6.3 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 4 ท่าน.....	117
6.4 คะแนนจากการทำแบบทดสอบ.....	121
6.5 การหาความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ.....	123
6.6 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ.....	127
6.7 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน.....	132
6.8 การหาคะแนนเฉลี่ยแต่ละบทเรียนของ แบบประเมินด้านเนื้อหา.....	135
6.9 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้ทรงคุณวุฒิทางการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน.....	136
6.10 การหาค่าเฉลี่ยแต่ละบทเรียนของแบบประเมินด้านการผลิตสื่อ.....	139
6.11 ผลการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียน แสดงคะแนนแบบฝึกหัดหลังบทเรียน และคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง 20 คน.....	140

# สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM .....	12
2.2 เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ .....	12
2.3 ISO SIM และplug-in SIM .....	13
2.4 ภาพแสดงลักษณะและหน้าที่ของส่วน BTS และBSC .....	14
2.5 Base Transceiver Station (BTS) หรือสถานีฐาน .....	14
2.6 มาตรฐานการอินเทอร์เฟซที่ใช้ระหว่างจุดต่อต่างๆ ภายในระบบ GSM .....	15
2.7 ภาพรวมของการรับส่งคลื่นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM .....	18
2.8 โครงสร้างของมัลติเฟรม เฟรมและไทม์สล็อตในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM .....	19
2.9 โครงสร้างของไฮเปอร์เฟรม ซูเปอร์เฟรม และมัลติเฟรมในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ...	20
2.10 โครงสร้างเบิสต์แบบต่างๆ ที่ใช้ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM .....	21
2.11 โครงสร้างแบบเรียงลำดับ (Sequential).....	35
2.12 โครงสร้างแบบลำดับชั้น (Hierarchical Structure).....	36
2.13 โครงสร้างแบบตาราง (Grid Structure).....	38
2.14 โครงสร้างแบบไขแมงมุม (Web Structure).....	38
3.1 ผังงานการใช้โปรแกรมบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	51
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	54
3.3 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	58
3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	63
6.1 หน้าแรกของโปรแกรม.....	142
6.2 หน้าจอลงทะเบียนเพื่อสมัครสมาชิก.....	143
6.3 หน้าจอแสดง Login เพื่อเข้าสู่ระบบเป็นครั้งแรก.....	143
6.4 หน้าจอแสดง Login เพื่อเข้าสู่ระบบเป็นครั้งต่อไป.....	144
6.5 หน้าจอแบบทดสอบหลังการเรียน.....	145
6.6 หน้าจอการสืบค้นข้อมูลเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม.....	145
6.7 หน้าหัวข้อ Webboard.....	146
6.8 หน้าจอลักษณะห้องกระทู้และการถามตอบ ใน Webboard .....	146
6.9 หน้าจอ Contact us.....	147

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันโทรศัพท์เคลื่อนที่มีผลต่อวิถีการดำรงชีวิต สังคม การทำงาน การติดต่อธุรกิจ การส่งผ่านข่าวสาร รวมไปถึงการเมืองของมนุษย์อย่างมาก การพัฒนาอุปกรณ์ไร้สายเคลื่อนที่ได้มีมาอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนะล็อก มาจนถึงปัจจุบันที่ใช้ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ดิจิทัล กลุ่มบริษัทที่ให้บริการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ส่วนใหญ่ เลือกใช้เทคโนโลยีระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ดิจิทัล คือ ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM (Global System for Mobile Communication) โดยเริ่มให้บริการครั้งแรกในปี ค.ศ.1992

ปริมาณการเติบโตของการใช้งานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาบ่งชี้ว่า ความต้องการระบบสื่อสารเคลื่อนที่จะยิ่งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะในส่วนของจำนวนผู้ใช้บริการเท่านั้น หากแต่รูปแบบของการให้บริการเริ่มมีความหลากหลายมากขึ้น คือไม่จำกัดอยู่เฉพาะการสื่อสารทางเสียงเท่านั้น การสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ สัญญาณภาพ หรือแม้กระทั่งวิดีโอทัศน์ก็มีแนวโน้มให้เห็นมากขึ้น การพัฒนาขีดความสามารถของโครงข่ายหรือระบบให้สามารถรองรับความต้องการที่ไม่สิ้นสุดของมนุษย์ (ลัญฉกร วุฒิสัทธาธิกุลกิจ. 2546 : 3-4)

จากการประเมินผลแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ผลการพัฒนาในช่วง 4 ทศวรรษที่ผ่านมา ซึ่งให้เห็นอย่างชัดเจนถึงการพัฒนาที่ขาดสมดุล โดยประสบความสำเร็จเฉพาะในเชิงปริมาณ แต่ขาดความสมดุลด้านคุณภาพ คุณภาพการศึกษาของคนไทยยังไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร ไม่สามารถปรับตัวรู้เท่าทันวิทยาการสมัยใหม่ ทั้งฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยอ่อนแอ ไม่เอื้อต่อการพัฒนานวัตกรรม แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 จึงเป็นแผนยุทธศาสตร์ที่ชี้กรอบทิศทางการพัฒนาประเทศในระยะปานกลาง ที่สอดคล้องกับวิสัยทัศน์ระยะยาว และมีการดำเนินการต่อเนื่องจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 ในด้านแนวคิดที่ยึด “คนเป็นศูนย์กลางของการพัฒนา” ในทุกมิติอย่างเป็นองค์รวม และให้ความสำคัญกับการพัฒนาที่สมดุล ทั้งด้านตัวคน สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ให้เกิดขึ้นในทุกระดับอันทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนที่มี “คน” เป็นศูนย์กลางอย่างแท้จริง การพัฒนาคนในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้มีความสามารถในการประยุกต์ใช้และพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้และเทคโนโลยี รวมทั้งพัฒนาความสามารถของทรัพยากรบุคคลของชาติในทุกระดับ โดยเสริมสร้างความคิดแบบวิทยาศาสตร์ ให้มีการปฏิรูปการศึกษาและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างแนวความคิดและองค์ความรู้กับการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง

และวิวัฒนาการสมัยใหม่ โดยปรับหลักสูตรและวิธีการเรียนการสอนทั้งในและนอกระบบ การศึกษาให้ทันสมัย (แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9. 2545 : ข-103)

การจัดหลักสูตรในการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ.2545-2549) ในการผลิตกำลังคนเป็นช่างฝีมือที่มีความรู้ ความชำนาญในทักษะวิชาชีพ ให้สอดคล้องกับความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในยุคโลกาภิวัตน์ ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคนิคระบบโทรศัพท์ ซึ่งเป็นวิชาชีพสาขาวิชาที่สำคัญและเป็นพื้นฐานในวิชาชีพอิเล็กทรอนิกส์ ในการเรียนการสอนวิชาเทคนิคระบบโทรศัพท์ นั้น เนื้อหาในหน่วยการสอนกล่าวถึงระบบโทรคมนาคม ระบบโทรศัพท์ที่มีมานานแล้ว ซึ่งเป็นพื้นฐานที่จำเป็นต้องเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ต่อยอดประกอบการเรียนการสอนในระดับสูงต่อไป แต่ปัจจุบันวิวัฒนาการด้านระบบสื่อสารโทรคมนาคมมีความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง ดังเช่น ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ซึ่งเป็นระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ดิจิทัลที่นิยมใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน การจัดการเรียนการสอนในวิชาเทคนิคระบบโทรศัพท์ เนื้อหาในบทเรียนควรมีความทันสมัยให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน เพื่อเสริมเพิ่มเติมความรู้นอกเหนือจากเนื้อหา รายวิชาของหลักสูตรในการเรียนการสอน เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ทันกับวิวัฒนาการในปัจจุบัน และเพื่อเป็นฐานความรู้ในการประกอบอาชีพการงาน แต่ระยะเวลาในการสอนมีจำกัดที่จะสอนให้ครบตามหลักสูตร ซึ่งในวิชาเทคนิคระบบโทรศัพท์มีหน่วยการสอนทฤษฎีทั้งหมด 6 หน่วย และหน่วยการสอนปฏิบัติ 10 หน่วย ในหนึ่งภาคเรียน ซึ่งหน่วยการสอนส่วนใหญ่ต้องใช้เวลาในการสอนเพื่อให้ นักศึกษาเรียนรู้ในหน่วยการเรียนการสอนในหน่วยนั้นๆ และการที่ผู้สอนต้องนำความรู้ที่ทันสมัยในด้านเทคโนโลยีที่ใช้กันในปัจจุบันเพื่อสอนเสริมในเนื้อหาความรู้เพิ่มเติมในการเรียนการสอน แต่เนื่องจากในเวลาที่จำกัดที่ต้องสอนให้ครบในเนื้อหาตามหลักสูตรที่กำหนดไว้ การที่จะนำความรู้มาสอนเสริมเพิ่มเติมในชั้นเรียนปกติ นั้นจึงไม่สะดวกในระยะเวลาที่จำกัด ดังนั้น หากมีสื่อการเรียนที่เหมาะสม ก็จะช่วยในเรื่องการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนและนักศึกษาได้ ประสพผลสำเร็จในการเรียนที่ดีขึ้น

ปัจจุบันเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้เข้ามามีบทบาทในการเรียนรู้เป็นอย่างมาก เนื่องด้วยเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นแหล่งรวมความรู้ในรูปแบบของเอกสารไฮเปอร์เท็กซ์บนเครือข่าย WWW ที่มีการจัดเก็บข้อมูลจำนวนมาก และเป็นช่องทางสื่อสารที่สะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลา อีกทั้งผู้ใช้สามารถโต้ตอบ มีปฏิสัมพันธ์หลากหลายรูปแบบ ทำให้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลายเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการเรียนการสอน และการเรียนรู้ซึ่งสามารถใช้ในการสอนเสริมการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติได้ หรือใช้เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนการสอนในหลักสูตร

การสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction : WBI) เป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยี ปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลา โดยการสอนบนเว็บจะประยุกต์ใช้คุณสมบัติ

และทรัพยากรของเวปไซด์ ไซด์ เว็บบ ในการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งการเรียนการสอนที่จัดขึ้นผ่านเว็บนี้ อาจเป็นบางส่วนหรือทั้งหมดของกระบวนการเรียนการสอนก็ได้ (ถนอมพร เลหาจรัสแสง.2544 : 87)

จากความสำคัญของสื่อการสอนประเภทการสอนบนเว็บ Web Based instruction หรือ WBI และเพื่อได้ใช้สื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพที่เอื้ออำนวยประโยชน์แก่ผู้เรียนผู้สอนให้มากที่สุด สามารถช่วยแก้ปัญหาของผู้วิจัยได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสร้าง บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM เป็นสื่อในการเรียนการสอนเพื่อใช้ในการสอนเสริมความรู้ในการเรียนการสอนในวิชาเทคนิคระบบโทรศัพท์ ให้ก้าวทันต่อเทคโนโลยีในปัจจุบันและพัฒนาตำราเรียน และสื่อการเรียนการสอน ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และนอกจากนี้สามารถนำไปทบทวนความรู้ได้ตลอดเวลาอีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

## 1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ที่สร้างขึ้นเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

## 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ผู้วิจัยได้นำหลักการในการออกแบบการสอนบนเว็บ 8 ขั้นตอนจาก 12 ขั้นตอน ของถนอมพร เลหาจรัสแสง (2544 : 90-94) มาเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างบทเรียน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. ตัดสินใจลักษณะในการสอนบนเว็บ
2. กำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตรที่จัดการสอนบนเว็บ
3. ออกแบบโครงสร้างของเว็บ
4. หาความรู้และทักษะการใช้โปรแกรมต่างๆ
5. เตรียมเนื้อหาในรูปการสอนบนเว็บ
6. การออกแบบและพัฒนากิจกรรมการสอน

7. ออกแบบการประเมินผลการเรียนของผู้เรียน
8. ทดลองใช้งาน เพื่อหาข้อผิดพลาดและปรับปรุงแก้ไข

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็น นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 ที่เรียนวิชาเทคนิคระบบโทรศัพท์ (รหัส 3105-2306) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี ในสถาบันอาชีวศึกษาภาคกลาง 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 ที่เรียนวิชาเทคนิคระบบโทรศัพท์ (รหัส 3105-2306) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 20 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่าง จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

### 1.5.2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษา คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

1. ตัวแปรอิสระ คือ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบ โทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

2. ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบ โทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หมายถึง บทเรียนเรื่องระบบ โทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ที่มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อสอนเสริม การทบทวน การทำแบบฝึกหัดหรือการวัดผล โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำเสนอเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอนที่บันทึกไว้

2. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 ที่เรียนวิชาเทคนิคระบบโทรศัพท์ (รหัส 3105-2306) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่าง

ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี ในสถาบันอาชีวศึกษาภาคกลาง 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546

3. คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM หมายถึง คุณภาพของบทเรียนในด้านเนื้อหา และเทคนิคการผลิตสื่อโดยผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมินบทเรียน

4. ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วย บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM แล้วได้ผ่านเกณฑ์ 80/80 โดยที่

80 ตัวแรก คือ ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละในการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนแต่ละบทเรียนในระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง คือ ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนบทเรียนครบทุกบทเรียน

5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับประเมินผลหลังเรียน บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ผู้เรียนได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากที่คุณเรียนเนื้อหาเรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM จากบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

## บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องโดยจะกล่าวถึงหัวข้อต่อไปนี้

- 2.1 หลักสูตรวิชาเทคนิคระบบโทรศัพท์ รหัสวิชา 3105-2306
- 2.2 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM
- 2.3 บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 2.4 การหาประสิทธิภาพบทเรียน
- 2.5 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 หลักสูตรวิชาเทคนิคระบบโทรศัพท์ รหัสวิชา 3105-2306

วิชาเทคนิคระบบโทรศัพท์ รหัสวิชา 3105-2306 (2-3-3) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 กรมอาชีวศึกษา ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

#### 2.1.1 จุดประสงค์รายวิชา

1. เข้าใจการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ชนิดต่างๆ
2. เข้าใจการทำงานของระบบชุมสายชนิดต่างๆ
3. สามารถบำรุงรักษาและตรวจซ่อมเครื่องโทรศัพท์ชนิดต่างๆ ได้
4. มีทัศนคติในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม และปฏิบัติงานอย่างเป็นระเบียบ

#### 2.1.2 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาวงจรและการทำงานของเครื่องโทรศัพท์แบบต่าง ๆ เช่น Pulse, DTMF ระบบชุมสายโทรศัพท์ เช่น Manual Operator อัตโนมัตินิต (PABX, Cross bar, SPC) ระบบโทรศัพท์เซลลูลาร์ ระบบ ISDN

ปฏิบัติการวัดและทดสอบเครื่องโทรศัพท์ และระบบชุมสายโทรศัพท์แบบต่าง ๆ

### 2.1.3 การแบ่งหน่วยการเรียน

การแบ่งหน่วยการเรียนแบ่งเป็น 6 หน่วยการเรียน

หน่วยที่ 1 เครื่องโทรศัพท์

หน่วยที่ 2 ระบบชุมสายโทรศัพท์

หน่วยที่ 3 PMBX

หน่วยที่ 4 PABX

หน่วยที่ 5 ข่ายสายต่อนนอก

หน่วยที่ 6 ระบบโทรศัพท์

ตารางที่ 2.1 รายการสอนวิชาเทคนิคระบบโทรศัพท์ รหัสวิชา 3105-2306

หน่วยที่	รายการสอน	จำนวนคาบ
1	เครื่องโทรศัพท์ 1.1 โครงสร้างของเครื่องโทรศัพท์เบื้องต้น 1.1.1 ปากพูด หูฟัง และกระดิ่ง 1.1.2 Hook Switch และ Dial Switch 1.1.3 Anti-Side Tone 1.2 การต่อโทรศัพท์ใช้งาน 1.2.1 การต่อแบบ Common Battery 1.2.2 การต่อแบบรูน Magneto 1.3 ระบบโทรศัพท์อัตโนมัติ 1.3.1 การทำงานของวงจร 1.3.2 ระบบ DTMF 1.3.3 การ Operate เครื่องโทรศัพท์ระบบ SPC	14
2	ระบบชุมสายโทรศัพท์ 2.1 ชุมสายชนิด Manual (Operator) 2.2 ชุมสายชนิดอัตโนมัติ 2.2.1 Step-by-step 2.2.2 Cross Bar 2.2.3 Electronics Switch 2.2.4 SPC	14
3	PAMX	4
4	PABX	2

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	รายการสอน	จำนวนคาบ
5	ข่ายสายต่อนนอก 5.1 ชนิดของสาย 5.2 อุปกรณ์ประกอบร่วม 5.3 Code สี 5.4 Loss ต่างๆ 5.5 การออกแบบข่ายสาย	4
6	ระบบโทรศัพท์ 6.1 ระบบโทรศัพท์ต่างๆ 6.2 หลักการทำงาน	8

ซึ่งผู้วิจัยได้นำเนื้อหา เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM มาสอนเสริมเพิ่มเติมความรู้ใน วิชาวิชาเทคนิคระบบโทรศัพท์ โดยเนื้อหาแบ่งออกเป็นหน่วยการเรียนดังต่อไปนี้

หน่วยการเรียนที่ 1 ความรู้พื้นฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

หน่วยการเรียนที่ 2 ระบบเซลลูลาร์ (Cellular)

หน่วยการเรียนที่ 3 โครงสร้างระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

หน่วยการเรียนที่ 4 การรับส่งสัญญาณวิทยุในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

หน่วยการเรียนที่ 5 หลักการทำงานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจพื้นฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่
2. เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจระบบเซลลูลาร์ (Cellular)
3. เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจโครงสร้างระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM
4. เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจการรับส่งสัญญาณวิทยุในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM
5. เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจหลักการทำงานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หน่วยการเรียนที่ 1 ความรู้พื้นฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

1. บอกวิวัฒนาการของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่ 1 ได้
2. บอกวิวัฒนาการของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่ 2 ได้
3. บอกวิวัฒนาการของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่ 3 ได้
4. บอกวิวัฒนาการของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทย ได้

### หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบเซลลูลาร์ (Cellular)

1. อธิบายพื้นฐานระบบเซลลูลาร์ได้
2. อธิบายหลักการของ Frequency reuse ได้
3. อธิบายการแทรกสอดของสัญญาณ (Interference) ได้
4. อธิบายการขยายความจุของเซลลูลาร์ได้
5. อธิบายการทำแฮนด์โอเวอร์ (Handover) ได้

### หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โครงสร้างระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

1. อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ได้
2. อธิบายคุณลักษณะของโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้
3. อธิบายหน้าที่ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้
4. อธิบายหน้าที่ส่วนของสถานีฐานได้
5. อธิบายระบบเน็ตเวิร์กและสวิตชิงของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ได้

### หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การรับส่งสัญญาณวิทยุในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

1. อธิบายการรับส่งสัญญาณวิทยุในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ได้
2. อธิบายการมอดูเลตสัญญาณของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ได้
3. อธิบายโครงสร้างของเฟรมในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ได้
4. อธิบายความหมายและประเภทของเบิรสต์ได้
5. อธิบายประเภทของสัญญาณในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ได้

### หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 หลักการทำงานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

1. อธิบายการใช้งานหมายเลขต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ได้
2. อธิบายหลักการทำงานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM
3. บอกบริการพื้นฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ได้
4. บอกบริการเสริมของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ได้

## 2.2 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

คำว่า GSM เดิมเป็นชื่อย่อมาจากคำว่า Groupe Speciale Mobile ซึ่งเป็นกลุ่มวิจัยที่เกิดขึ้นจากการรวมตัวกันของประเทศในยุโรปหลายประเทศ เพื่อการศึกษาและพัฒนาระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile telephone system) ในราวปี ค.ศ. 1982 ภายใต้การดูแลและสนับสนุนจากหน่วยงาน CEPT (The European Conference of Postal and Telecommunications Administrations) โดยมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อพัฒนาระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบใหม่ที่สามารถรองรับความต้องการ

การใช้งานของผู้ใช้บริการได้มากขึ้น และที่สำคัญคือต้องสามารถอนุญาตให้ผู้ใช้โทรศัพท์ที่มีอิสระในการติดต่อสื่อสารจาก ณ ที่สถานที่ใดๆก็ได้ภายในพื้นที่ของกลุ่มประเทศในยุโรป (Roaming)

ในปัจจุบัน GSM เป็นที่รู้จักกันในชื่อเต็มว่า Global System for Mobile Communications ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบ GSM มีการเริ่มนำมาใช้งานจริงครั้งแรกในราวปี ค.ศ.1991 และในปัจจุบันระบบ GSM นี้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายกว่า 120 ประเทศทั่วโลกซึ่งรวมถึงประเทศไทย ด้วย จากปริมาณความต้องการการใช้งานที่มีมาก ทำให้มีการนำเอามาตรฐาน GSM ที่ใช้งานในย่านความถี่ 900 MHz ไปใช้กับความถี่ในย่าน 1,800 MHz และมีการเรียกระบบดังกล่าวว่า Digital Cellular System 1800 (DCS 1800)

ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM นั้นจัดว่าเป็นระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่ 2 จุดแตกต่างของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่สองกับของยุคแรกก็คือ การนำเอาเทคโนโลยีแบบดิจิทัลมาแทนการใช้เทคโนโลยีแอนะล็อกก็เพราะระบบดิจิทัลมีข้อดีกว่า ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบแอนะล็อกหลายประการดังนี้

1. ระบบดิจิทัลสามารถให้คุณภาพของสัญญาณที่ดีกว่าระบบแอนะล็อก และสามารถใช้ประโยชน์จากสเปกตรัมที่มีอยู่จำกัดได้ดีกว่าเนื่องจากสามารถรับส่งสัญญาณได้จำนวนช่องมากกว่า

2. สามารถใช้ความถี่วิทยุได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทนต่อการรบกวนจากเซลล์ข้างเคียงได้ดีกว่าและทำ Re-Used Frequency ได้มากกว่า

3. สัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบดิจิทัลสามารถนำมาติดต่อกับระบบโทรศัพท์ที่มีใช้งานตามบ้านปกติทั่วไปคือระบบ PSTN (Public Switched Telephone Network) ได้โดยตรงเพราะในช่วงเวลานั้นชุมสายของระบบโทรศัพท์ PSTN เหล่านี้ได้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากคือ เปลี่ยนจากสัญญาณแอนะล็อกมาเป็นแบบดิจิทัล

4. ISDN ซึ่งเป็นระบบแบบดิจิทัล จะมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ดังนั้นถ้าใช้ระบบดิจิทัลก็จะสะดวกต่อการสร้างวงจรเชื่อมต่อกัน

การส่งข้อมูลได้รับการดูแลทั่วถึงกันทั้งระบบ

5. สามารถทำ International Roaming ในกลุ่มประเทศที่เกี่ยวข้องได้

6. ตลาดมีการลงทุนอย่างกว้างขวางทำให้มีการแข่งขันกันมาก ส่งผลให้ตัวอุปกรณ์และค่าใช้จ่ายมีราคาถูกลง

7. เหตุผลที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือระบบดิจิทัลสามารถสร้างระบบป้องกันจากสัญญาณดักฟัง และป้องกันการแอบใช้บริการจากผู้ที่มีได้เป็นสมาชิกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ที่ดีกว่าระบบแอนะล็อก

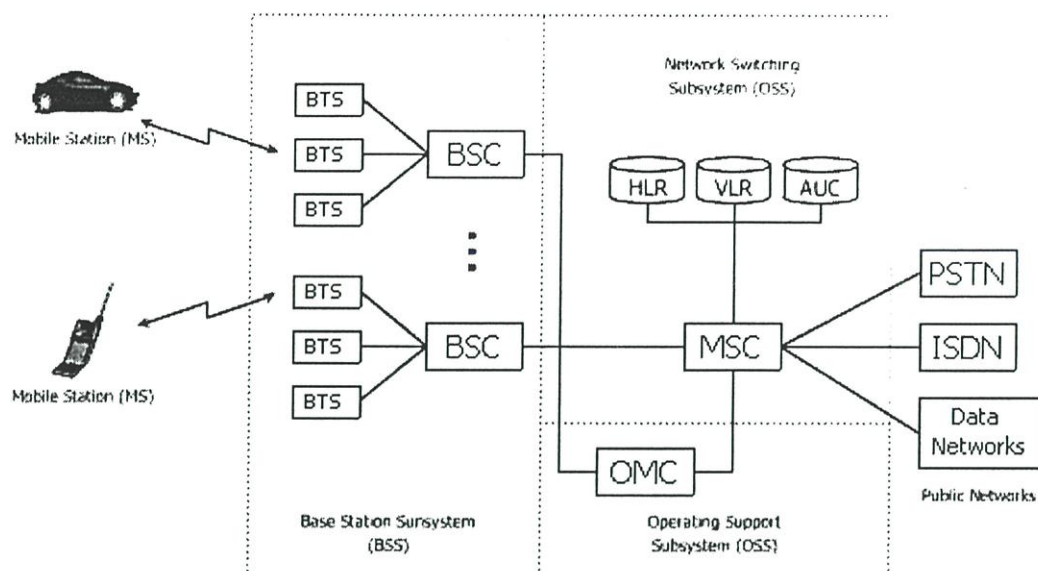
## 2.2.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

มาตรฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM	
Frequency band	Uplink : 890 – 915 MHz Downlink : 935 – 960 MHz
Extended GSM Include	Uplink : 880 – 890 MHz Downlink : 925 – 935 MHz
Duplex distance	45 MHz
Carrier separation	200 MHz (Carrier แรกที่ 890.2 MHz)
Modulation	GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying)
Transmission rate	270.833 kbit/s
Access method	FDMA/TDMA
Speech coder	RPE-LTP (Regula Pulse Excitation – Long Term Predication – Linear Predication Coder )
Diversity	6 เมตร สำหรับใน GSM 900 MHz
Channel coding	Block / Convolution Coding
Interleaving	First level and Second level
Frequency hopping	
Adaptive equalization	

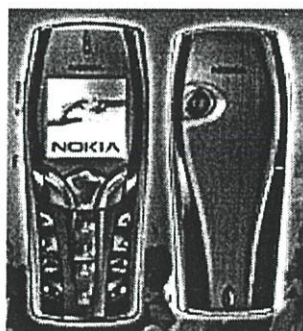
โครงสร้างของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้คือ

1. เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Station หรือ MS)
2. ส่วนของสถานีฐาน (Base Station Subsystem หรือ BSS)
3. ส่วนของระบบเน็ตเวิร์คและสวิตซิ่ง (Network and Switching Subsystem หรือNSS)
4. ระบบปฏิบัติการ (Operation Support Subsystem หรือ OSS)



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

### 1. เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Station หรือ MS)



ภาพที่ 2.2 เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ ( Mobile Station หรือ MS)

The Mobile Station (MS) คือ เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ผู้ใช้บริการใช้ในการโทรออกหรือรับสายเรียกเข้านั่นเอง สำหรับระบบ GSM ได้แบ่งชนิดของเครื่องโทรศัพท์ออกเป็น 5 กลุ่มตามขนาดของกำลังส่งสูงสุดที่ใช้ ส่วนระบบ DCS 1800 มีวิธีการแบ่งประเภทของเครื่องโทรศัพท์ที่ต่างออกไปคือแบ่งเพียง 2 กลุ่ม ทั้งนี้เพราะที่ย่านความถี่ดังกล่าว เซลล์มักจะมีขนาดเล็กกว่า ทำให้ไม่ต้องใช้กำลังในการส่งสูงนัก ดังในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 กำลังส่งของเครื่องโทรศัพท์แต่ละประเภทตามมาตรฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

Power class	Maximum power of a GSM 900 mobile station	Maximum power of a DCS 1800 mobile station
1	20 W (43 dBm)	1 W (30 dBm)
2	8 W (39 dBm)	0.25 W (24 dBm)
3	5 W (37 dBm)	-
4	2 W (33 dBm)	-
5	0.8 W (29 dBm)	-

ภายในอุปกรณ์โทรศัพท์เครื่องหนึ่งประกอบด้วยส่วนย่อย 2 ส่วน คือ

- Mobile Equipment (ME)
- Subscriber Identity Module (SIM)

**Mobile Equipment (ME)** ทำหน้าที่ จัดการกับการรับส่งคลื่นสัญญาณวิทยุระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กับส่วนของสถานีฐานและรวมไปถึงอุปกรณ์สำหรับใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้ไมโคร โฟน ลำโพง จอภาพ และปุ่มต่าง

**Subscriber Identity Module (SIM)** คือ สมาร์ทการ์ด (Smart card) แผ่นบางๆที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่เกี่ยวกับผู้ใช้ รายการประเภทของบริการที่ผู้ใช้ได้ขอไว้ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงข่าย เช่น เลขประจำตัวของผู้ใช้ ตำแหน่งหรือบริเวณที่เครื่องโทรศัพท์มีการใช้งานอยู่ และรหัสลับที่ใช้ในการเข้ารหัสสัญญาณเพื่อป้องกันการแอบฟัง นอกจากนี้ยังอาจจะเก็บหมายเลขโทรศัพท์ที่ผู้ใช้มีการติดต่อด้วยเป็นประจำ เพื่อความสะดวกของผู้ใช้บริการ การจัดให้เครื่องโทรศัพท์ที่มีโครงสร้างในลักษณะนี้ช่วยให้เราสามารถเสียบแผ่น SIM เข้าไปในอุปกรณ์ ME ใดก็ได้ แผ่น SIM ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมี 2 รูปแบบคือ ที่มีขนาดเท่ากับบัตรเครดิตเรียกว่า ISO SIM และแบบขนาดเล็กที่เรียกว่า plug-in SIM ดังแสดงในภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ISO SIM และ plug-in SIM

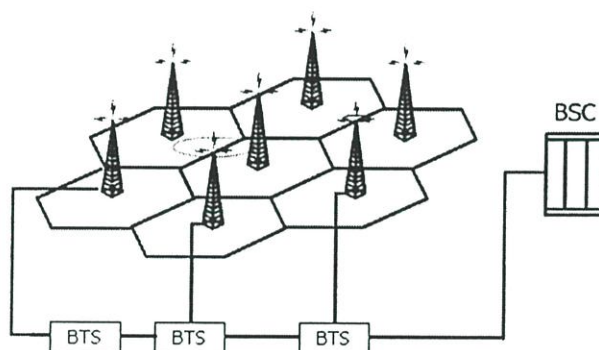
## 2. ส่วนของสถานีฐาน (Base Station Subsystem)

Base Station Subsystem (BSS) ประกอบด้วยสองส่วนหลักคือ

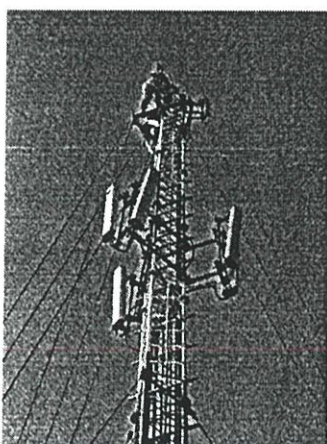
- Base Transceiver Station (BTS)
- Base Station Controller (BSC)

### Base Transceiver Station (BTS)

BTS หรือสถานีฐาน ทำหน้าที่ติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (MS) โดยที่ BTS หนึ่งตัวจะดูแลครอบคลุมบริเวณพื้นที่จำกัดบริเวณหนึ่งที่เรียกว่าเซลล์ โดยหลักๆ แล้ว BTS ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับส่งคลื่นสัญญาณวิทยุคล้ายๆกันกับ ME ของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยขนาดกำลังส่งของสถานีฐานมีได้หลายระดับ ของกลุ่ม BTS ที่ครอบคลุมพื้นที่หลายๆเซลล์จำนวนหนึ่งจะอยู่ภายใต้การดูแลของ BSC หนึ่งตัว ซึ่งโดยปกติแล้ว BSC หนึ่งตัวจะสามารถดูแลและควบคุม BTS ได้จำนวนมากถึงหลายสิบหรือหลายร้อยชุด ภาพที่ 2.4ประกอบ



ภาพที่ 2.4 ภาพแสดงลักษณะและหน้าที่ของส่วน BTS และ BSC

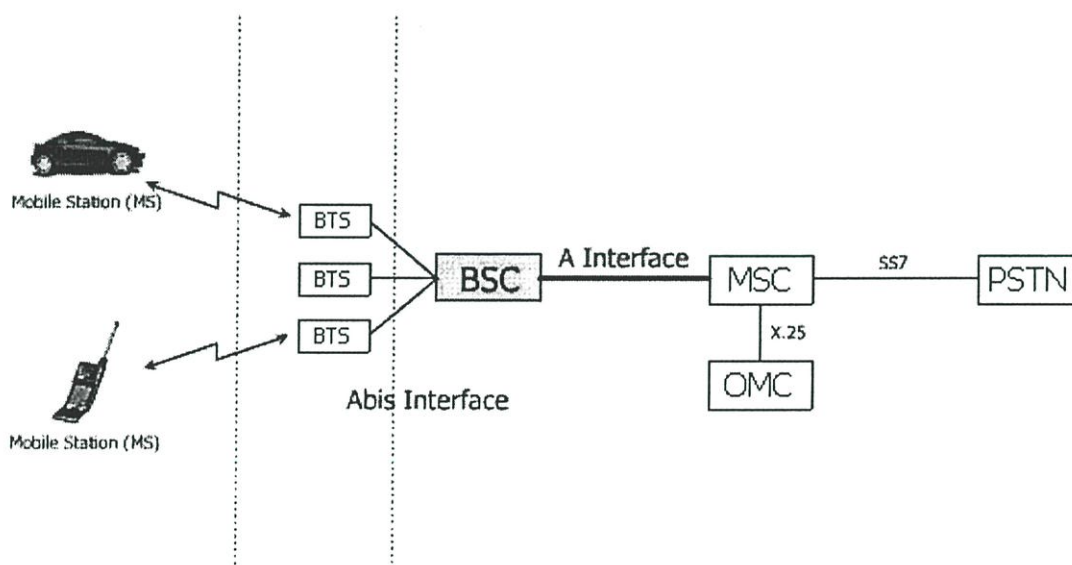


ภาพที่ 2.5 Base Transceiver Station (BTS) หรือ สถานีฐาน

### Base Station Controller (BSC)

BSC มีหน้าที่หลักในการควบคุมการทำงานของ BTS ทุกตัวที่อยู่ภายใต้การดูแล เช่น การจัดสรรช่องสัญญาณที่เหมาะสมสำหรับการติดต่อสื่อสาร การเริ่มต้น การเชื่อมต่อและสิ้นสุดของการใช้ช่องสัญญาณแต่ละช่อง การควบคุมกำลังส่งของเครื่องโทรศัพท์ และรวมไปถึงเรื่องของการตัดสินใจและการทำแฮนด์โอเวอร์ระหว่างเซลล์ ในกรณีที่โทรศัพท์เคลื่อนที่มีการย้ายจากเซลล์หนึ่งไปยังเซลล์ข้างเคียง สิ่งต่างๆเหล่านี้เป็นหน้าที่ของ BSC ที่จะต้องจัดการทั้งหมด นอกจากนี้ BSC ยังมีขีดความสามารถในการทำสวิทชิงได้ระดับหนึ่งด้วย โดย BSC สามารถเชื่อมต่อคู่สายระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่สองเครื่องที่ใช้งานอยู่ในพื้นที่บริเวณที่ BSC ดูแลรับผิดชอบอยู่ได้

อีกด้านหนึ่งของ BSC ต่ออยู่กับ NSS (Network and Switching Subsystem) ซึ่งมี MSC (Mobile services switching Center) เป็นองค์ประกอบสำคัญ การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ทั้งสองนี้จะอาศัยมาตรฐานที่เรียกว่า A Interface ส่วนการติดต่อระหว่าง BSC กับส่วน BTS ก็มีมาตรฐานที่แน่นอนเช่นกัน โดยมาตรฐานที่ใช้มีชื่อเรียกว่า Abis interface ดูภาพที่ 2.6 ประกอบ



ภาพที่ 2.6 มาตรฐานการอินเทอร์เฟซที่ใช้ระหว่างจุดต่อต่างๆ ภายในระบบ GSM

### 3. ระบบเน็ตเวิร์คและสวิทชิง (Network and Switching Subsystem)

Network and Switching Subsystem (NSS) ประกอบด้วยสองส่วนหลักคือ

- Mobile services Switching Center (MSC)
- ฐานข้อมูลสำหรับการจัดการกับการใช้งานของผู้ใช้บริการ

### Mobile services Switching Centre (MSC)

ในส่วนของ MSC นั้นด้านหนึ่งต่อเชื่อมอยู่กับ BSC ซึ่งเป็นส่วนที่ดูแลการรับส่งสัญญาณระหว่างสมาชิกผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่กับส่วนของโครงข่าย ส่วนอีกด้านหนึ่งต่อเชื่อมอยู่กับระบบโทรศัพท์อื่นๆ ดังนั้น MSC ทำหน้าที่สวิตช์และเชื่อมต่อคู่สายระหว่างผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ 2 เครื่องเข้าด้วยกัน และระหว่างผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่กับผู้ใช้โทรศัพท์ธรรมดาหรือผู้ใช้บริการจากโครงข่ายประเภทอื่นๆด้วย ในการเชื่อมต่อระหว่าง MSC กับโครงข่ายภายนอกอาศัยมาตรฐานการเชื่อมต่อที่เรียกว่า CCITT Signaling System no.7 (SS7) โดยปกติแล้ว MSC หนึ่งชุดสามารถควบคุมดูแล BSC ได้หลายชุด ทั้งระบบรวมกันสามารถครอบคลุมการให้บริการประชากรได้มากถึงประมาณ 1 ล้านคน MSC มีหน้าที่อื่นต้องทำเพิ่มเติมด้วย ได้แก่ การจัดการกับการเคลื่อนที่ของผู้ใช้บริการ ซึ่งหมายถึง การทำแฮนด์โอเวอร์ (Handover) และการรายงานตำแหน่งของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Location update)

#### ฐานข้อมูลสำหรับการจัดการกับการใช้งานของผู้ใช้บริการ

สำหรับฐานข้อมูลภายใน NSS ประกอบด้วยส่วนสำคัญสามส่วนหลัก คือ

##### 1. Home Location Register (HLR)

เป็นฐานข้อมูลที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับผู้ให้บริการ เช่น สถานะของเครื่องโทรศัพท์ การเปิด/ปิด การใช้งานโทรออก การรับสายเข้า บริเวณพื้นที่การใช้งานของเครื่องโทรศัพท์ครั้งสุดท้าย และรวมไปถึงประเภทของการบริการเสริมที่ผู้ใช้ต้องการ ในช่วงเวลาที่ผู้ใช้โทรศัพท์เริ่มการใช้งานเพื่อการติดต่อสื่อสาร ข้อมูลที่บรรจุอยู่ในแผ่น SIM บางส่วนจะถูกส่งผ่านจากเครื่องโทรศัพท์ไปยังฐานข้อมูล HLR เพื่อใช้ในการระบุถึงหมายเลขประจำตัวของผู้ใช้ และเพื่อตรวจสอบว่าผู้ใช้บริการดังกล่าวมีสิทธิหรือได้รับอนุญาตให้ใช้บริการหรือไม่ โดยที่ฐานข้อมูล HLR จะเก็บรหัสลับของผู้ให้บริการของแต่ละคน

##### 2. Authentication Centre (AUC)

เป็นฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลที่เป็นความลับ เช่น รหัสลับ Ki ของสมาชิกผู้ใช้บริการ แต่ละคนจะอนุญาตให้ผู้เกี่ยวข้องกับระบบเท่านั้นที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ โดยข้อมูลในส่วนนี้ยังต้องใช้การเข้ารหัส ในการเข้าถึงข้อมูลอีกด้วย

##### 3. Visitor Location Register (VLR)

เป็นฐานข้อมูลที่อยู่คู่กับ MSC หนึ่งชุดหรือหนึ่งกลุ่มของ MSC จำนวนหนึ่ง มีหน้าที่เก็บข้อมูลชั่วคราวของผู้ใช้บริการ ในขณะที่มีการใช้งานอยู่ เช่น เก็บตำแหน่งหรือบริเวณที่เครื่องใช้งานอยู่ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา MSC จะทำสำเนาฐานข้อมูลของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่จากต่างถิ่นไปเก็บไว้ใน VLR ของตนชั่วคราว ในระหว่างที่รองรับการใช้งานของเครื่องโทรศัพท์ดังกล่าว ทั้งเพื่อลดปริมาณการร้องขอข้อมูลจาก HLR ที่เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นได้ลงทะเบียนไว้เป็นสมาชิก

โดยรวมแล้วส่วนของ NSS ที่ประกอบขึ้นจาก MSC, HLR, AUC และ VLR มีหน้าที่ในการควบคุมการเรียก (Callcontrol) จัดการกับตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของเครื่องโทรศัพท์ (Mobility management) และดูแลในเรื่องของการให้บริการเสริม (Supplementary services)

#### 4. ระบบปฏิบัติการ (Operation Subsystem)

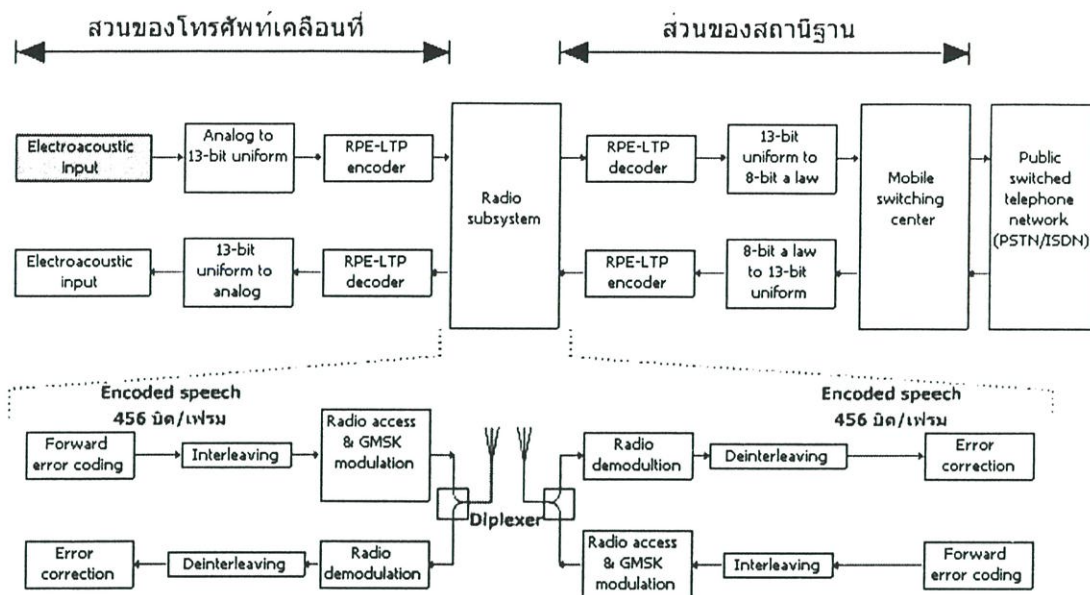
ในที่สุดท้ายนี้ประกอบด้วย Operations and Maintenance Centre (OMC) ซึ่งมีหน้าที่หลักในการดูแลจัดการเรื่องการปฏิบัติการของระบบโดยรวม การจัดการกับปัญหาของอุปกรณ์บางส่วนที่อาจเกิดความเสียหาย การปรับตั้งค่าต่างๆ ภายในระบบให้เหมาะสม การจัดการเรื่องสมาชิกผู้ใช้บริการของระบบซึ่งรวมไปถึงการคิดค่าบริการและการออกบิลเก็บค่าบริการ การทำงานของ OMC ส่วนใหญ่แล้วจำเป็นต้องมีการติดต่อกับฐานข้อมูล HLR

##### 2.2.2 การรับส่งคลื่นสัญญาณวิทยุในระบบ GSM

ในช่วงเริ่มแรกนั้นได้มีการกำหนดช่วงความถี่ ให้ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM900 สำหรับใช้งานไว้ทั้งหมด 50 MHz และ 935-960 MHz ในย่านความถี่ต่ำนั้นมีไว้สำหรับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการส่งข้อมูลไปยังสถานีฐาน และเรียกการส่งสัญญาณในทิศทางนี้ว่าเป็นการส่งสัญญาณขาขึ้น (Up-link transmission) ส่วนของย่านความถี่สูงมีไว้ส่งข้อมูลในทิศตรงกันข้ามคือจากสถานีฐานไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่และเรียกการส่งในทิศทางนี้ว่าการส่งสัญญาณขาลง ภายในแบนด์วิดท์ขนาด 25 MHz ของการส่งข้อมูลแต่ละทิศทาง GSM ได้แบ่งจำนวนช่องของคลื่นพาห้ไว้ทั้งหมด 124 ช่อง โดยแต่ละช่องมีความถี่ห่างกันเท่ากับ 200 kHz ลักษณะการแบ่งช่องสัญญาณแบบนี้มีชื่อเรียกว่า Frequency Division Multiple Access (FDMA) และในแต่ละคลื่นพาห้ใช้ส่งสัญญาณได้ทั้งหมด 8 ไทม์สล็อตโดยวิธีที่เรียกว่า Time Division Multiple Access (TDMA) ดังนั้นจะเห็นว่า GSM อาศัยทั้งวิธี FDMA และ TDMA

ในเวลาต่อมาได้มีการจัดสรรช่วงความถี่เพิ่มเติมให้กับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ที่ใช้งานในย่านความถี่ 900 Hz อีก 20 MHz ในช่วงความถี่ 880-890 MHz และ 925-935 MHz และเรียกคลื่นความถี่เพิ่มเติมนี้ว่า extended GSM 900 (E-GSM900) โดยเรียกย่านความถี่เดิมว่าเป็น primary GSM900 (P-GSM900)

สำหรับการใช้งานในย่านความถี่ 1800 MHz หรือระบบ DCS 1800 ได้มีการกำหนดช่วงความถี่ 1710-1785 MHz สำหรับการส่งสัญญาณขาขึ้น (Up-link) คือจากเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังสถานีฐาน และช่วงความถี่ 1805-1880 MHz สำหรับการส่งสัญญาณขาลง (Down-link) คือจากสถานีฐานไปยังเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ รวมแบนด์วิดท์มากถึง 150 MHz



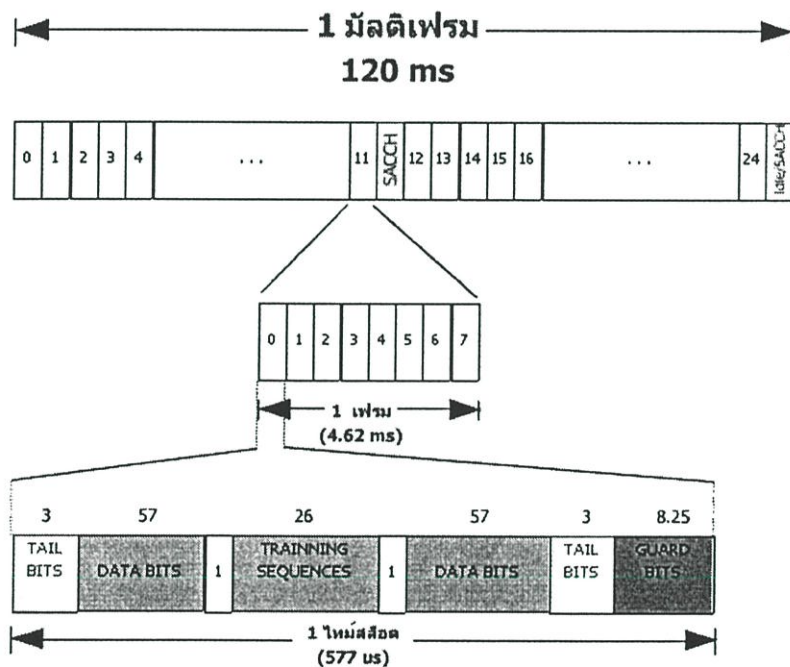
ภาพที่ 2.7 ภาพรวมของการรับส่งคลื่นสัญญาณในระบบ โทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

ภาพที่ 2.7 แสดงแผนภาพกระบวนการสร้างสัญญาณสำหรับการส่งผ่านข้อมูลของระบบระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ในส่วนด้านซ้าย คือ ส่วนของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งประกอบด้วยวงจรแปลงสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัล และวงจรเข้ารหัสสัญญาณ เพื่อลดขนาดของอัตราบิตที่ต้องใช้ลงโดยที่คุณภาพของเสียงยังคงอยู่ในระดับที่ใช้งานได้ (RPE-LTP encoder) สัญญาณที่ได้นี้จะผ่านกระบวนการเข้ารหัสช่องสัญญาณ เช่น การเข้ารหัสคอนโวลูชันและการทำอินเทอร์ลีฟ ก่อนที่จะทำการส่งออก ทั้งนี้เพื่อป้องกันสัญญาณจากช่องสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวนมาก การรหัสช่องสัญญาณนี้ มีข้อเสียอย่างหนึ่ง คือทำให้อัตราบิตของข้อมูลมีขนาดสูงขึ้น ซึ่งทำให้การส่งผ่านสัญญาณจำเป็นต้องใช้แบนด์วิดท์ที่มีขนาดกว้างขึ้น จากนั้นสัญญาณนี้จะถูกส่งออกโดยใช้วิธีการมอดูเลตแบบ GSMK (Gaussian Minimum Shift Keying)

เมื่อสัญญาณนี้เดินทางถึงภาครับซึ่งคือสถานีฐาน ก็จะถูกนำไปผ่านกระบวนการที่กลับกันกับที่ภาคส่งเพื่อดึงสัญญาณที่ต้องการออกมา สัญญาณที่ได้ซึ่งจะอยู่ในรูปของสัญญาณดิจิทัลก็จะถูกสวิตช์เพื่อเชื่อมต่อโทรศัพท์เครื่องนี้กับอีกเครื่องหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือเป็นโทรศัพท์พื้นฐานธรรมดาก็ได้โดยอาศัยส่วนที่เรียกว่า Mobile Switching Center (MSC) ในทางกลับกันสัญญาณที่ได้ก็ออกจากส่วนของวงจรสวิตช์ จะถูกส่งกลับไปทีเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยใช้วิธีและขั้นตอนที่คล้ายคลึงกับในทิศทางการส่งจากเครื่องโทรศัพท์ไปที่สถานีฐาน

### 2.2.3 โครงสร้างของเฟรมในระบบ GSM

สำหรับคลื่นพาหะหนึ่งความถี่ซึ่งมีขนาดแบนวิดท์เท่ากับ 200 kHz นั้นระบบ GSM ได้นำมาใช้ส่งข้อมูลดิจิทัลในอัตรา 270.833 kbps โดยได้จัดรูปแบบของข้อมูลเป็นลักษณะของเฟรม (Frame) ซึ่งใน 1 เฟรมมีความยาวเท่ากับ 4.62 ms และแต่ละเฟรมประกอบด้วย 8 ไทม์สล็อต (Time slot) โดยที่แต่ละไทม์สล็อตมีความยาวเท่ากับ 577 us ซึ่งมีไว้สำหรับรับและส่งข้อมูลระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กับสถานีรับส่งสัญญาณหนึ่งคู่ เมื่อนำเฟรมจำนวน 26 เฟรมมาประกอบกันก็จะได้เป็นหนึ่งมัดติเฟรม (Multi-frame) ที่มีความยาวเท่ากับ 120 ms ภายใน 1 มัดติเฟรมจะมีเพียง 24 เฟรมเท่านั้นที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลของผู้ใช้ และที่เหลืออีก 2 เฟรมคือ เฟรมที่ 12 และ 25 โดยเฟรมที่ 12 มีไว้สำหรับส่งสัญญาณซิงแนลลิงที่เรียกว่า SACCH และเฟรมที่ 25 เป็นเฟรมแบบ Idle/SACCH คุณภาพที่ 2.8 ประกอบ



ภาพที่ 2.8 โครงสร้างของมัดติเฟรม เฟรมและไทม์สล็อตในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

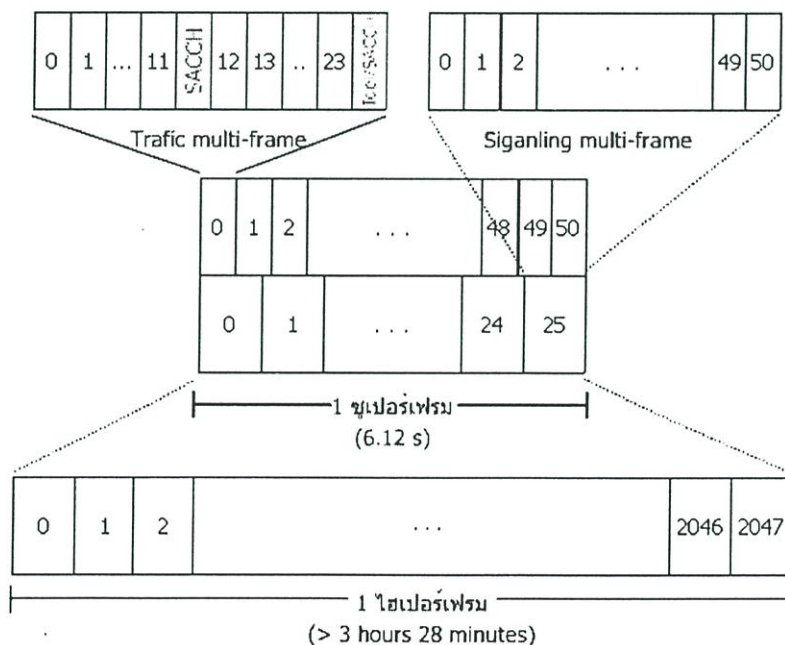
#### โครงสร้างของหนึ่งไทม์สล็อตประกอบด้วย

1. The tail bits จำนวน 2 ชุด โดยมีไว้สำหรับทำหน้าที่เป็นตัวกำกับจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของแต่ละไทม์สล็อต tail bit แต่ละชุดมีขนาดเท่ากับ 3 บิตและมีค่าเป็น 0 ทั้งหมด
2. The encrypted bit ประกอบด้วยข้อมูลที่ผ่านการเข้ารหัสจำนวน 57 บิต 2 ชุด และมี stealing flag 1 บิตอีก 2 ชุดต่ออยู่ด้วย บิตเหล่านี้มีไว้สำหรับบรรจุข้อมูลเสียงหากแต่่าในบางโอกาส อาจถูกนำไปใช้ส่งสัญญาณซิงแนลลิง FACCH ชั่วคราว ดังนั้นจึงใช้ stealing flag เป็นตัวบอกว่าช่อง data bit ขณะนั้น ๆ กำลังถูกนำไปใช้สำหรับส่งข้อมูลเสียงหรือสัญญาณซิงแนลลิงอยู่

3. The training sequence ขนาด 26 บิตมีไว้สำหรับส่งค่าพารามิเตอร์ของช่องสัญญาณสื่อสารในขณะเวลานั้น ๆ เพื่อให้อุปกรณ์อีควอไลเซอร์ปรับค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมกับสภาพของช่องสัญญาณสื่อสารซึ่งมักจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ๆ

4. The guard bits เป็นบริเวณว่างเปล่ามีเพื่อไว้เพื่อป้องกันการทับกันของสัญญาณใน 2 ไทม์สล็อตที่ติดกันที่ส่งจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ 2 ตัว โดยสาเหตุหลักเกิดจากการที่โทรศัพท์มีการเคลื่อนที่ในระหว่างใช้งาน ทำให้จังหวะเวลาที่สัญญาณถูกส่งออกมีการคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น จำนวนบิตของ guard bits ได้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 8.25 บิต ซึ่งคิดเป็นช่วงเวลาเท่ากับ 30  $\mu$ s

โครงสร้างมัลติเฟรมที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับการรับส่งข้อมูลของผู้ใช้เป็นหลัก มัลติเฟรมประเภทนี้มีชื่อเรียกว่า traffic multi-frame นอกจากสัญญาณข้อมูลของผู้ใช้แล้ว ระบบจำเป็นต้องมีการรับส่งสัญญาณประเภทซิกแนลลิง (Signaling) ด้วย ซึ่งในส่วนของ การรับส่งสัญญาณซิกแนลลิงนั้นระบบ GSM ได้กำหนดมัลติเฟรมอีกประเภทหนึ่งไว้ที่เรียกว่า signaling multi-frame โดยที่มัลติเฟรมแบบนี้ประกอบด้วยจำนวนเฟรมทั้งหมด 51 เฟรมหรือมีความยาวเท่ากับ 235.4 ms ภาพที่ 2.9 ประกอบจะเห็นว่า ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM มี 2 ประเภท



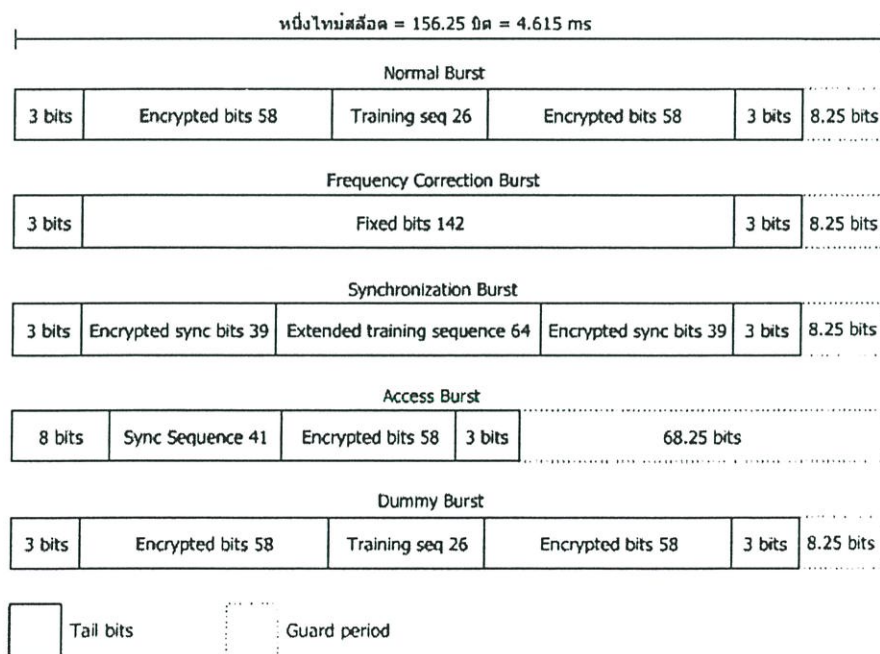
ภาพที่ 2.9 โครงสร้างของไฮเปอร์เฟรม ซูเปอร์เฟรม และมัลติเฟรม  
ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

นอกจากมัลติเฟรมแล้ว ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ยังได้กำหนดซูเปอร์เฟรม (Super frame) ไว้ด้วยซึ่งสามารถสร้างขึ้นได้ 2 วิธี คือ สร้างจากมัลติเฟรมที่ใช้สำหรับรับส่งข้อมูลผู้ใช้ทั้งหมด 51 ชุด หรือสร้างจากมัลติเฟรมที่ใช้สำหรับส่งสัญญาณซิงแนลลิงทั้งหมด 26 ชุด ดังนั้นคาบเวลาของซูเปอร์เฟรมมีค่าเท่ากับ 6.12 วินาที

โครงสร้างของเฟรมที่ใหญ่ที่สุดในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM คือ ไฮเปอร์เฟรม (Hyper frame) ซึ่งประกอบขึ้นจากซูเปอร์เฟรมจำนวนทั้งสิ้น 2,048 ชุด ดังนั้นคาบเวลาของ 1 ไฮเปอร์เฟรมมีค่าเท่ากับ 3 ชั่วโมง 28 นาที 53 วินาที 760 มิลลิวินาที

#### 2.2.4 ประเภทของเบิสต์ (Burst)

จากข้างต้นเราได้อธิบายถึงโครงสร้างของไทม์สล็อตเพียงประเภทเดียวที่มีชื่อเรียกว่า Normal burst เท่านั้น ที่จริงแล้วระบบ GSM ได้มีการกำหนดโครงสร้างของไทม์สล็อตหรือที่เรียกว่าเบิสต์ (Burst) ไว้ทั้งหมด 5 ชนิด เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในการส่งสัญญาณชนิดต่างๆ ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป



ภาพที่ 2.10 โครงสร้างของเบิสต์แบบต่างๆ ที่ใช้ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

#### เบิสต์ปกติ (Normal Burst)

Normal Burst เป็นเบิสต์ที่มีโครงสร้างดังที่อธิบายไว้ข้างต้น มีไว้สำหรับรองรับสัญญาณประเภท TCH และสัญญาณอื่น ๆ ยกเว้นสัญญาณ RACH, SCH และ FCCH ซึ่งจะใช้เบิสต์แบบอื่น

### เบิสต์ปรับแก้ความถี่ (Frequency Correction Burst)

Frequency Correction Burst เบิสต์ประเภทนี้มีไว้สำหรับส่งสัญญาณ FCCH โดยเฉพาะเพื่อช่วยให้เครื่องโทรศัพท์สามารถซิงโครไนซ์ความถี่ของคลื่นพาห้ได้อย่างถูกต้อง ค่าของ Fixed bits ได้กำหนดให้มีค่าเป็นศูนย์ทั้งหมด นั่นหมายความว่าส่วนของคลื่นพาห้จะไม่มีข้อมูลมอดูเลตอยู่เลย ดังนั้นสัญญาณที่ได้ก็คือสัญญาณรูปไซน์นั่นเอง

### เบิสต์สำหรับการซิงโครไนซ์ (Synchronization Burst)

Synchronization Burst เป็นเบิสต์ที่มีไว้สำหรับส่งสัญญาณ SCH ซึ่งช่วยในการซิงโครไนซ์จังหวะเวลาการรับส่ง (Time synchronization) ของเครื่องโทรศัพท์ โดยจะมีข้อมูลต่าง ๆ เช่น หมายเลขเฟรมของ TDMA และ BSIC (Base Station Identity Code) ในส่วนของหมายเลขเฟรมนั้น GSM ได้กำหนดให้แต่ละเฟรมมีหมายเลขติดอยู่โดยจะใช้ทั้งหมด 2,715,648 หมายเลข และจะมีการเริ่มหมายเลขเดิมใหม่เมื่อครบหนึ่งรอบซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 ไฮเปอร์เฟรมหรือประมาณทุก ๆ 3 ชั่วโมงครึ่ง ในส่วนของโค้ด BSIC นั้นจะช่วยให้เครื่องโทรศัพท์สามารถตรวจสอบได้ว่าสัญญาณที่รับได้นั้นมาจากสถานีฐานใด เพื่อมิให้เกิดความสับสนกับสัญญาณจากแหล่งอื่นที่ใช้ความถี่เดียวกัน

### เบิสต์แอกเซส (Access Burst)

Access Burst เป็นเบิสต์ที่มีขนาดของ guard period ยาวกว่าเบิสต์แบบอื่น ๆ ทั้งนี้เพราะมีไว้สำหรับการส่งสัญญาณในการติดต่อครั้งแรกของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งเครื่องโทรศัพท์นั้นจะไม่ทราบถึงจังหวะเวลาการส่งที่ถูกต้อง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการเผื่อช่วงเวลา guard period ไว้ให้กว้างเพียงพอ โดยเฉพาะในกรณีที่ตัวโทรศัพท์อยู่ห่างจากสถานีฐานมาก ๆ ทั้งนี้เพราะสัญญาณจะต้องใช้เวลาเดินทางระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งอาจจะนานพอที่ทำให้ขณะที่สัญญาณเดินทางถึงสถานีฐานส่วนปลายของสัญญาณอาจจะไปทับกับส่วนต้น ของสัญญาณของไทม์สล็อตถัดมาของโทรศัพท์อีกเครื่องหนึ่งที่อยู่ใกล้กับสถานีฐาน

### เบิสต์คัมมี่ (Dummy Burst)

Dummy Burst เบิสต์แบบนี้จะส่งโดย BTS ในบางโอกาสเท่านั้น โดยมิได้บรรจุข้อมูลใด ๆ ในส่งออกเลข โครงสร้างของ Dummy Burst มีลักษณะคล้ายคลึงกับ โครงสร้างของ Normal Burst ยกเว้นในส่วนของ encrypted bits ซึ่งจะมีชุดบิตที่เรียกว่า mixed bits ซึ่งมีรูปแบบที่แน่นอนและตายตัวมาแทน

## 2.3 บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

### 2.3.1 ความหมายของการสอนบนเว็บ

ราชบัณฑิตได้บัญญัติคำศัพท์ “Web Based Instruction” ไว้ว่า “การสอนโดยใช้เว็บเป็นฐาน” หรือ “การสอนบนเว็บ” แต่คำว่า “การสอนบนเว็บ” เป็นคำที่นิยมใช้กันมากกว่า นอกจากนี้

ยังพบการใช้คำว่า “การเรียนการสอนผ่านเว็บ ” “ การสอนผ่านเว็บ ” “ คอร์สออนไลน์ ” และ “ โหมดเพจรายวิชา ” ในเอกสารวิชาการอื่นๆ ที่ให้ความหมายเดียวกันกับการสอนบนเว็บด้วย (ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2544 : 87) นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของ “ การสอนบนเว็บ ” ดังนี้

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2544 : 87) กล่าวว่า การสอนบนเว็บ (Web Based Instruction :WBI) เป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลา โดยการสอนบนเว็บจะประยุกต์ใช้คุณสมบัติและทรัพยากรของเว็ลด์ ไซด์ เว็บ ในการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งการเรียนการสอนที่จัดขึ้นผ่านเว็บนี้อาจเป็นบางส่วนหรือทั้งหมดของกระบวนการเรียนการสอนก็ได้

กิดานันท์ มลิทอง (2543) กล่าวว่า การเรียนการสอนบนเว็บเป็นการใช้เว็บ ในการเรียนการสอน โดยอาจใช้เว็บเพื่อนำเสนอบทเรียนในลักษณะสื่อหลายมิติของวิชาทั้งหมด ตามหลักสูตร หรือใช้เพียงการเสนอ ข้อมูลบางอย่างเพื่อประกอบการสอนก็ได้ รวมทั้งใช้ประโยชน์ จากคุณลักษณะต่างๆ ของการสื่อสารที่มีอยู่ในระบบ อินเทอร์เน็ต เช่น การเขียนโต้ตอบกัน ทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์และการพูดคุยสดด้วยข้อความและเสียง มาใช้ประกอบด้วยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ปรีชญนันท์ นิลสุข (2545 : 20) กล่าวว่า การสอนบนเว็บ (Web Based Instruction) เป็นโปรแกรมไฮเปอร์มีเดียที่ช่วยในการสอน โดยการใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะและทรัพยากรของอินเทอร์เน็ต มาสร้างให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ในทุกทาง (Khan, 1997) การเรียนการสอนโดยการใช้การสอนบนเว็บผ่านระบบอินเทอร์เน็ตจัดเป็นการศึกษาทางไกล (Distance Education) ประเภทหนึ่ง เพราะระบบเครือข่ายที่เชื่อมโยงต่อกันโดยผู้เรียนอยู่ต่างสถานที่และห่างไกลกัน แต่การเรียนรู้ในแบบเครือข่ายลักษณะนี้ที่มีทั้งภาพ เสียง และข้อมูลให้กับผู้เรียน

Carlson et al (1998) กล่าวว่า การสอนบนเว็บเป็นภาพที่ ชัดเจน ของการผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีในยุคปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน (Instructional Design) ซึ่งก่อให้เกิดโอกาสที่ชัดเจนในการนำการศึกษาไปสู่ที่ด้อยโอกาส เป็นการจัดหา เครื่องมือใหม่ๆ สำหรับส่งเสริมการเรียนรู้และเพิ่มเครื่องมืออำนวยความสะดวกที่ช่วยขจัดปัญหาเรื่องสถานที่และเวลา

Camplese and Camplese (1998) ให้ความหมายของการสอนบนเว็บว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนทั้งกระบวนการหรือบางส่วน โดยใช้เว็ลด์ไซด์เว็บ เป็น สื่อกลางในการถ่ายทอดความรู้แลกเปลี่ยนข่าวสารข้อมูลระหว่างกัน เนื่องจากเว็ลด์ไซด์เว็บมีความ สามารถในการถ่ายทอด

ข้อมูลได้หลายประเภทไม่ว่าจะเป็น ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง จึงเหมาะแก่การเป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดเนื้อหาการเรียนการสอน

Colleen (1996) กล่าวว่า การสอนบนเว็บ ว่าเป็นสื่อใหม่ซึ่งรวมคุณประโยชน์ของไฮเปอร์มีเดียซึ่งประกอบไปด้วย ข้อความ เสียง วิดีโอ ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหว เป็นการสอนรายบุคคล โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การออกแบบการสอนต้องใช้ หลักทฤษฎีเพื่อการออกแบบเพื่อให้เกิดประโยชน์ทางการศึกษาแก่ผู้เรียน

จากความหมายต่างสรุปได้ว่า การสอนบนเว็บ หมายถึง เป็นการจัดสภาพ การเรียนการสอนที่ได้รับ การออกแบบอย่างมีระบบโดยอาศัยคุณสมบัติและทรัพยากรของเวปค์ไวค์เว็บ มาเป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดเพื่อส่งเสริมสนับสนุนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ โดยอาจจัด เป็น การเรียนการสอนทั้งกระบวนการ หรือนำมาใช้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของกระบวนการทั้งหมด การเรียน การสอนผ่านเว็บจึงถือเป็นวิธีการใหม่ที่ช่วยส่งเสริมพัฒนาให้เกิดการเรียนรู้ และช่วยขจัด ปัญหาเรื่องอุปสรรคของการเรียนการสอนทางด้านสถานที่และเวลาอีกด้วย

### 2.3.2 การนำการสอนบนเว็บไปใช้ในการเรียนการสอน/การอบรม

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2545 : 16-17) กล่าวว่า การนำการสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction : WBI) หรือ e-Learning ไปใช้ประกอบการเรียนการสอนทำได้ 3 ลักษณะดังนี้

#### 1. สื่อเสริม (Supplementary)

สื่อเสริม (Supplementary) หมายถึง การนำ e-Learning ไปใช้ในลักษณะสื่อเสริม กล่าวคือ นอกจากเนื้อหาที่ปรากฏในลักษณะ e-Learning แล้วผู้เรียนยังสามารถศึกษาเนื้อหาเดียวกันนี้ในลักษณะอื่นๆ เช่น จากเอกสารประกอบการสอนจากวีดิทัศน์ (Videotape) ฯลฯ การใช้ e-Learning ในลักษณะนี้เท่ากับว่าผู้สอนเพียงต้องการจัดหาทางเลือกใหม่อีกทางหนึ่งสำหรับผู้เรียนในการเข้าถึงเนื้อหาเพื่อให้ประสบการณ์พิเศษ เพิ่มเติมแก่ผู้เรียน

#### 2. สื่อเติม (Complementary)

สื่อเติม (Complementary) หมายถึง การนำ e-Learning ไปใช้ในลักษณะเพิ่มเติมจากวิธีการสอนในลักษณะอื่นๆ เช่น นอกจากบรรยายในห้องเรียนแล้ว ผู้สอนยังออกแบบเนื้อหาให้ผู้เรียนเข้าไปศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมจาก e-Learning ในประเทศไทยหากสถาบันใด ต้องการที่จะลงทุนในการนำ e-Learning ไปใช้กับการเรียนการสอนตามปกติ (ไม่ใช่ทางไกล) อย่างน้อยควรตั้งวัตถุประสงค์ ในลักษณะของสื่อเติม (Complementary) มากกว่าแค่เป็นสื่อเสริม (Supplementary) เช่น ผู้สอนต้องการจะให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาจาก e-Learning เพื่อวัตถุประสงค์ใดประสงค์หนึ่ง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะผู้เรียนในบ้านเรา ซึ่งยังต้องการคำแนะนำจากครูผู้สอน รวมทั้งการที่ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังขาดการปลูกฝังให้มีความใฝ่รู้ โดยธรรมชาติ

### 3. สื่อหลัก (Comprehensive Replacement)

สื่อหลัก (Comprehensive Replacement) หมายถึงการนำ e-Learning ไปใช้ในลักษณะการแทนที่การบรรยายในห้องเรียน ผู้เรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาทั้งหมดออนไลน์ ในปัจจุบัน e-Learning ส่วนใหญ่ในต่างประเทศจะได้รับการพัฒนาขึ้น เพื่อวัตถุประสงค์ในการใช้งานสำหรับแทนครูในการสอนทางไกล ด้วยแนวคิดที่ว่ามัลติมีเดียที่นำเสนอทาง e-Learning สามารถช่วยในการถ่ายทอดเนื้อหาได้ใกล้เคียงกับการสอนจริงของครูผู้สอนโดยสมบูรณ์ได้

#### 2.3.3 ลักษณะของการสอนบนเว็บ

เนื่องจากอินเทอร์เน็ตเป็นแหล่งทรัพยากรที่มีคุณสมบัติหลากหลายต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษา ดังนั้นการเรียนการสอนบนเว็บจึงสามารถทำได้ในหลายลักษณะ แต่ละสถาบันและแต่ละเนื้อหาของหลักสูตร ก็จะมีวิธีการจัดการเรียนการสอนบนเว็บที่แตกต่างกันออกไป

Doherty (1998) กล่าวว่าวิธีการเรียนการสอนบนเว็บ มีวิธีการใช้ใน 3 ลักษณะ คือ

1. การนำเสนอ (Presentation) ในลักษณะของเว็บไซต์ที่ประกอบไปด้วยข้อความ ภาพกราฟิกโดยมีวิธีการนำเสนอคือ

1.1 การนำเสนอแบบสื่อเดียว เช่น ข้อความ

1.2 การนำเสนอแบบสื่อคู่ เช่น ข้อความกับรูปภาพ

1.3 การนำเสนอแบบมัลติมีเดีย คือ ประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง

2. การสื่อสาร (Communication) การสื่อสารเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องใช้ทุกวันในชีวิตซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของอินเทอร์เน็ต โดยมีการสื่อสารบนอินเทอร์เน็ตหลายแบบ ได้แก่

2.1 การสื่อสารทางเดียว เช่น การดูข้อมูลจากเว็บเพจ

2.2 การสื่อสารสองทาง เช่น การส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์โต้ตอบกัน

2.3 การสื่อสารแบบหนึ่งแหล่งไปหลายที่ เป็นการส่งข้อความจากแหล่งเดียว แพร่กระจายไปหลายแห่ง เช่น การอภิปรายจากคนเดียวให้คนอื่น ๆ ได้รับฟังด้วย หรือการประชุมผ่านคอมพิวเตอร์ (Computer conferencing)

2.4 การสื่อสารหลายแหล่งไปสู่หลายแหล่ง เช่น การใช้กระบวนการกลุ่มในการสื่อสาร บนเว็บ โดยมีคนใช้หลายคนและคนรับหลายคนเช่นกัน

3. การทำให้เกิดความสัมพันธ์ (Dynamic Interaction) เป็นคุณลักษณะที่สำคัญของอินเทอร์เน็ตและสำคัญที่สุด ซึ่งมี 3 ลักษณะคือ

3.1 การสืบค้นข้อมูล

3.2 การหาวิธีการเข้าสู่เว็บ

3.3 การตอบสนองของมนุษย์ต่อการใช้เว็บ

### 2.3.4 ประเภทของการสอนบนเว็บ

Parson (1997) ได้แบ่งประเภทของการสอนบนเว็บ ออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. การสอนบนเว็บแบบรายวิชาเดี่ยว (Stand - Alone Courses) เป็นรายวิชาที่มี เครื่องมือ และแหล่งที่เข้าไปถึงและเข้าหาได้โดยผ่านระบบอินเทอร์เน็ตอย่างมากที่สุด ถ้าไม่มีการสื่อสาร ก็ สามารถที่จะไปผ่านระบบคอมพิวเตอร์สื่อสารได้ (Computer Mediated Communication : CMC) ลักษณะของการสอนบนเว็บแบบนี้มีลักษณะเป็นแบบวิทยาเขตมีนักศึกษาจำนวนมากที่เข้ามาใช้ จริง แต่จะมีการส่งข้อมูลจากรายวิชาทางไกล

2. การสอนบนเว็บแบบเว็บสนับสนุนรายวิชา (Web Supported Courses) เป็นรายวิชาที่มี ลักษณะเป็นรูปธรรมที่มีการพบปะระหว่างครูกับนักเรียน และมีแหล่งให้มากเช่น การกำหนดงานที่ ให้ทำบนเว็บ การกำหนดให้อ่าน การสื่อสารผ่านระบบคอมพิวเตอร์ หรือการมีเว็บที่สามารถชี้ ตำแหน่งของแหล่งบนพื้นที่ของเว็บไซต์โดยรวมกิจกรรมต่างๆ เอาไว้

3. การสอนบนเว็บแบบศูนย์การศึกษา (Web Pedagogical Resources) เป็นชนิดของ เว็บไซต์ ที่มีวัตถุประสงค์ เครื่องมือซึ่งสามารถรวบรวมรายวิชาขนาดใหญ่เข้าไว้ด้วยกัน หรือเป็นแหล่ง สนับสนุนกิจกรรม ทางการศึกษาซึ่งผู้ที่เข้ามาใช้ก็จะมีสื่อให้บริการหลายรูปแบบเช่น ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และการสื่อสาร ระหว่างบุคคล เป็นต้น

Hannum (1998) ได้แบ่งประเภทของการสอนบนเว็บ ออกเป็น 4 ลักษณะ ใหญ่ๆ คือ

1. รูปแบบการเผยแพร่ รูปแบบนี้สามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 ชนิด คือ

1.1 รูปแบบห้องสมุด (Library Model) เป็นรูปแบบที่ใช้ประโยชน์จากความสามารถ ในการเข้าไปยังแหล่งทรัพยากรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีอยู่หลากหลาย โดยวิธีการจัดหาเนื้อหาให้ผู้เรียน ผ่านการเชื่อมโยงไปยังแหล่งเสริมต่างๆ เช่น สารานุกรม วารสาร หรือ หนังสือออนไลน์ทั้งหลาย ซึ่งถือได้ว่าเป็นการนำเอาลักษณะทางกายภาพของห้องสมุดที่มีทรัพยากรจำนวนมากมา ประยุกต์ใช้ ส่วน ประกอบของรูปแบบนี้ ได้แก่ สารานุกรมออนไลน์ วารสารออนไลน์ หนังสือ ออนไลน์ สารบัญการอ่านออนไลน์ (Online Reading List) เว็บห้องสมุด เว็บงานวิจัย รวมทั้งการ รวบรวมรายชื่อเว็บที่สัมพันธ์กับวิชาต่าง ๆ

1.2 รูปแบบหนังสือเรียน (Textbook Model) การสอนบนเว็บรูปแบบนี้ เป็น การจัด เนื้อหาของหลักสูตรในลักษณะออนไลน์ให้แก่ผู้เรียน เช่น คำบรรยาย สไลด์ นิยาม คำศัพท์และ ส่วนเสริม ผู้สอนสามารถเตรียมเนื้อหาออนไลน์ที่ใช้เหมือนกับที่ใช้ในการเรียนในชั้นเรียนปกติ และ สามารถทำสำเนาเอกสารให้กับผู้เรียนได้ รูปแบบนี้ต่างจากรูปแบบห้องสมุดคือ รูปแบบนี้จะ เตรียมเนื้อหา สำหรับการเรียนการสอนโดยเฉพาะ ขณะที่รูปแบบห้องสมุดช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึง

เนื้อหาที่ต้องการจาก การเชื่อมโยงที่ได้เตรียมเอาไว้ ส่วนประกอบของรูปแบบหนังสือเรียนนี้ ประกอบด้วยบันทึกของหลักสูตร บันทึกคำบรรยาย ข้อเสนอแนะของห้องเรียน สไลด์ที่นำเสนอ วิดีโอและภาพ ที่ใช้ในชั้นเรียน เอกสารอื่นที่มี ความสัมพันธ์กับชั้นเรียน เช่น ประมวลรายวิชา รายชื่อในชั้น กฎเกณฑ์ข้อตกลงต่างๆ ตารางการสอบ และตัวอย่างการสอบครั้งที่แล้ว ความคาดหวังของชั้นเรียน งานที่มอบหมาย เป็นต้น

1.3 รูปแบบการสอนที่มีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Instruction Model) รูปแบบนี้จัดให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาที่ได้รับ โดยนำลักษณะของ บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มาประยุกต์ใช้ เป็นการสอนแบบออนไลน์ที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ มีการให้ คำแนะนำ การปฏิบัติ การให้ผลย้อนกลับ รวมทั้งการให้สถานการณ์จำลอง

2. รูปแบบการสื่อสาร (Communication Model) การสอนบนเว็บรูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่อาศัยคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อเพื่อการสื่อสาร (Computer - Mediated Communications Model) ผู้เรียนสามารถที่จะสื่อสารกับผู้เรียนคนอื่นๆ ผู้สอนหรือกับผู้เชี่ยวชาญได้ โดยรูปแบบการสื่อสารที่หลากหลายในอินเทอร์เน็ต ซึ่งได้แก่ จดหมาย อิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มอภิปราย การสนทนาและการอภิปรายและการประชุมผ่านคอมพิวเตอร์ เหมาะสำหรับการเรียนการสอนที่ต้องการส่งเสริม การสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ที่มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน

3. รูปแบบผสม (Hybrid Model) รูปแบบการสอนบนเว็บรูปแบบนี้เป็นการนำเอารูปแบบ 2 ชนิด คือ รูปแบบการเผยแพร่ กับรูปแบบการสื่อสารมารวมเข้าไว้ด้วยกัน เช่น เว็บไซต์ที่รวมเอา รูปแบบห้องสมุดกับรูปแบบหนังสือเรียน ไว้ด้วยกัน เว็บไซต์ที่รวบรวมเอาบันทึกของหลักสูตร รวมทั้งคำบรรยายไว้กับกลุ่มอภิปราย หรือเว็บไซต์ที่รวมเอารายการแหล่งเสริมความรู้ต่างๆ และความสามารถของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ไว้ด้วยกัน เป็นต้น รูปแบบนี้มีประโยชน์เป็นอย่างมากกับผู้เรียน เพราะผู้เรียนจะได้ใช้ประโยชน์ของทรัพยากรที่มีใน อินเทอร์เน็ตในลักษณะที่หลากหลาย

4. รูปแบบห้องเรียนเสมือน (Virtual classroom model) รูปแบบห้องเรียนเสมือนเป็นการนำเอาลักษณะเด่นหลายๆ ประการของแต่ละรูปแบบที่กล่าวมาแล้วข้างต้นมาใช้ (Hiltz, 1993) ให้นิยามว่าห้องเรียนเสมือนเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน ที่นำแหล่งทรัพยากรออนไลน์มาใช้ ในลักษณะการเรียนการสอนแบบร่วมมือ โดยการร่วมมือระหว่าง นักเรียนด้วยกัน นักเรียนกับผู้สอน ชั้นเรียนกับสถาบันการศึกษาอื่น และกับชุมชนที่ไม่เป็นเชิงวิชาการ (Khan, 1997) ส่วน (Turoff, 1995) กล่าวถึงห้องเรียนเสมือนว่า เป็น สภาพแวดล้อมการเรียน การสอนที่ตั้งขึ้นภายใต้ระบบการสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ในลักษณะของการเรียนแบบร่วมมือ ซึ่งเป็น กระบวนการที่เน้นความสำคัญของกลุ่มที่จะร่วมมือทำกิจกรรมร่วมกัน นักเรียน และผู้สอนจะได้รับ ความรู้ใหม่ ๆ จากกิจกรรม การสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและข้อมูล ลักษณะเด่นของการเรียนการสอนรูปแบบนี้ก็คือ ความสามารถในการลอกเลียนลักษณะของห้องเรียนปกติมาใช้ในการออกแบบ การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยอาศัยความสามารถต่างๆ ของอินเทอร์เน็ต โดยมี

ส่วนประกอบคือ ประมวลรายวิชา เนื้อหาในหลักสูตร รายชื่อแหล่งเนื้อหาเสริมกิจกรรมระหว่างผู้เรียนผู้สอน คำแนะนำและการให้ผลป้อนกลับ การนำเสนอในลักษณะมัลติมีเดีย การเรียนแบบร่วมมือ รวมทั้งการสื่อสารระหว่างกัน รูปแบบนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการเรียน โดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่

### 2.3.5 ข้อดีของการสอนบนเว็บ

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2544 : 88-89) ได้สรุปข้อดีของการสอนบนเว็บไว้ดังนี้

1. การสอนบนเว็บเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่อยู่ห่างไกล หรือไม่มีเวลาในการมาเข้าชั้นเรียนได้เรียนในเวลา และสถานที่ ๆ ต้องการ ซึ่งอาจเป็นที่บ้าน ที่ทำงาน หรือสถานศึกษาใกล้เคียงที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปใช้บริการทางอินเทอร์เน็ตได้ การที่ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเดินทางมายังสถานศึกษาที่กำหนดไว้ จึงสามารถช่วยแก้ปัญหาในด้านของข้อจำกัดเกี่ยวกับเวลาและสถานที่ศึกษาของผู้เรียนเป็นอย่างดี

2. การสอนบนเว็บยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดความเท่าเทียมกันทางการศึกษา ผู้เรียนที่ศึกษาอยู่ในสถาบันการศึกษาในภูมิภาค หรือในประเทศหนึ่งสามารถที่จะศึกษา ถกเถียง อภิปรายกับอาจารย์ ครูผู้สอนซึ่งสอนอยู่ที่สถาบันการศึกษาในนครหลวง หรือในต่างประเทศก็ตาม

3. การสอนบนเว็บนี้ ยังช่วยส่งเสริมแนวคิดในเรื่องของการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากเว็บเป็นแหล่งความรู้ที่เปิดกว้างให้ผู้ที่ต้องการศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สามารถเข้ามาค้นคว้าหาความรู้ได้อย่างต่อเนื่อง และตลอดเวลา การสอนบนเว็บ สามารถตอบสนองต่อผู้เรียนที่มีความใฝ่รู้ รวมทั้งมีทักษะในการตรวจสอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Meta-cognitive Skills) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การสอนบนเว็บ ช่วยทำลายกำแพงของห้องเรียนและเปลี่ยนจากห้องเรียน 4 เหลี่ยม ไปสู่โลกกว้างแห่งการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ สนับสนุนสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับปัญหาที่พบในความเป็นจริง โดยเน้นให้เกิดการเรียนรู้ตามบริบทในโลกแห่งความเป็นจริง (Contextualization) และการเรียนรู้จากปัญหา (Problem-based Learning) ตามแนวคิดแบบ Constructivism

5. การสอนบนเว็บเป็นวิธีการเรียนการสอนที่มีศักยภาพ เนื่องจากที่เว็บได้กลายเป็นแหล่งค้นคว้าข้อมูลทางวิชาการรูปแบบใหม่ ครอบคลุมสารสนเทศทั่วโลก โดยไม่จำกัดภาษา การสอนบนเว็บช่วยแก้ปัญหาของข้อจำกัดของแหล่งค้นคว้าแบบเดิมจากห้องสมุด อันได้แก่ ปัญหาทรัพยากรการศึกษาที่มีอยู่จำกัด และเวลาที่ใช้ในการค้นหาข้อมูล เนื่องจากเว็บมีข้อมูลที่หลากหลายและเป็นจำนวนมาก รวมทั้งการที่เว็บใช้การเชื่อมโยงในลักษณะของไฮเปอร์มีเดีย (สื่อหลายมิติ) ซึ่งทำให้การค้นหาทำได้สะดวกและง่ายกว่าการค้นหาข้อมูลแบบเดิม

6. การสอนบนเว็บจะช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น ทั้งนี้เนื่องจากคุณลักษณะของเว็บที่เอื้ออำนวยให้เกิดการศึกษา ในลักษณะที่ผู้เรียนถูกกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นได้อยู่ตลอดเวลา โดยไม่จำเป็นต้องเปิดเผยตัวตนที่แท้จริง ตัวอย่างเช่น การให้ผู้เรียนร่วมมือกันในการทำกิจกรรมต่าง ๆ บนเครือข่าย การให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและแสดงไว้บนเว็บบอร์ด หรือการให้ผู้เรียนมีโอกาสเข้ามาพบปะกับผู้เรียนคนอื่น ๆ อาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญในเวลาเดียวกัน ที่ห้องสนทนา เป็นต้น

7. การสอนบนเว็บเอื้อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ ซึ่งการเปิดปฏิสัมพันธ์นี้อาจทำได้ 2 รูปแบบ คือ ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วยกันและ/หรือผู้สอน, ปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนในเนื้อหาหรือสื่อการสอนบนเว็บ ซึ่งลักษณะแรกนี้ จะอยู่ในรูปของการเข้าไปพูดคุย พบปะ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ส่วนในลักษณะหลังนั้น จะอยู่ในรูปแบบของการเรียนการสอน แบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบที่ผู้สอนได้จัดหาไว้ให้แก่ผู้เรียน

8. การสอนบนเว็บ ยังเป็นการเปิดโอกาสสำหรับผู้เรียน ในการเข้าถึงผู้เชี่ยวชาญสาขาต่าง ๆ ทั้งในและนอกสถาบัน จากในประเทศและต่างประเทศทั่วโลก โดยผู้เรียนสามารถติดต่อสอบถามปัญหาขอข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญจริงโดยตรง ซึ่งไม่สามารถทำได้ในการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ยังประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย เมื่อเปรียบเทียบกับการติดต่อสื่อสารในลักษณะเดิม ๆ

9. การสอนบนเว็บเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงผลงานของตนสู่สายตาผู้อื่นอย่างง่ายดาย ทั้งนี้ไม่ได้จำกัดเฉพาะเพื่อน ๆ ในชั้นเรียนหากแต่เป็นบุคคลทั่วไปทั่วโลกได้ ดังนั้น จึงถือเป็นการสร้างแรงจูงใจภายนอก ในการเรียนอย่างหนึ่งสำหรับผู้เรียน ผู้เรียนจะพยายามผลิตผลงานที่ดีเพื่อไม่ให้เสียชื่อเสียงตนเอง นอกจากนี้ ผู้เรียนยังมีโอกาสได้เห็นผลงานของผู้อื่น เพื่อนำมาพัฒนาผลงานของตนเองให้ดียิ่งขึ้น

10. การสอนบนเว็บเปิดโอกาสให้ผู้สอนสามารถปรับปรุงเนื้อหาหลักสูตรให้ทันสมัยได้อย่าง สะดวกสบายเนื่องจากข้อมูลบนเว็บมีลักษณะ เป็นพลวัต (Dynamic) ดังนั้นผู้สอนสามารถอัปเดตเนื้อหาหลักสูตรที่ทันสมัยแก่ผู้เรียน ได้ตลอดเวลา นอกจากนี้การให้ผู้เรียนได้สื่อสารและแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ทำให้เนื้อหาการเรียนมีความยืดหยุ่นมากกว่าการเรียนการสอนแบบเดิม และเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ

11. การสอนบนเว็บสามารถนำเสนอเนื้อหาในรูปของมัลติมีเดีย ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ ภาพ 3 มิติ โดยผู้สอนและผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบของการนำเสนอ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดทางการเรียน

### 2.3.6 ข้อจำกัดของการสอนบนเว็บเมื่อเปรียบเทียบการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม

1. รูปแบบที่อ่อน (Format Weaknesses) รูปแบบการเข้าถึงมัลติมีเดีย และประสิทธิภาพของ รูปแบบการเรียนส่วนบุคคล ทั้งสองสิ่งนี้เป็นข้อได้เปรียบที่จะนำการเรียนการสอนผ่านเว็บมาใช้งาน ข้อความที่อ่านได้ง่ายและใช้ในรูปแบบของสิ่งพิมพ์ วิดีทัศน์แบบออนไลน์ที่ช้ากว่าแถบบันทึกเสียง หรือโทรทัศน์ และการสื่อสารโดยทันทีที่ไม่สามารถจับเสียงมนุษย์ได้เหมือนกับการใช้โทรศัพท์ (Hall, 1997) ขณะที่นักเรียนกำลังพิมพ์เนื้อหาออกมา หรือรอขณะที่วิดีโอทัศน์กำลังดาวน์โหลดจะสูญเสียความสนใจจากการเรียน

2. ปัญหาของเส้นทางการเข้าสู่เนื้อหา (Navigational Problems) รูปแบบข้อความหลายมิติจะให้นักเรียนได้ย้ายจากสภาพแวดล้อมของห้องเรียน และไปยังสภาพแวดล้อมของเว็บด้วยการเชื่อมโยงไปยังแหล่งต่างๆ การควบคุมผู้เรียนสามารถจำกัดได้ ถ้าผู้เรียนหลงทางในสภาพแวดล้อมของเว็บ การหลงทางและสูญเสียความสนใจเป็นปัญหาใหญ่สำหรับผู้เรียน การใช้ส่วนชี้นำจะเป็นการช่วยเหลือให้ผู้เรียนลดปัญหาเหล่านี้ลงไปได้ (Hall, 1997; Hiles and Ewing, 1997; Khan, 1997)

3. การขาดการติดต่อ (Lack of Human Contact) ผู้เรียนบางคนชอบสภาพของการเรียนแบบดั้งเดิม ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนและเพื่อนนักเรียนด้วยกันผู้สอนจะได้รับทราบปฏิกิริยาของผู้เรียนว่าเป็นอย่างไร แต่ผู้สอนในรูปแบบการเรียนการสอนผ่านเว็บนี้จะไม่สามารถรู้ได้เลยว่าผู้เรียนกำลังสับสนหรือเข้าใจในเนื้อหาหรือไม่ถ้าไม่ได้ติดต่อสื่อสารกัน สภาพการเรียนการสอนผ่านเว็บผู้เรียนมีโอกาสจะได้มีปฏิสัมพันธ์เช่นเดียวกับการเรียนแบบดั้งเดิมแต่จะมีวิธีการต่างไป โดยจะอาศัยจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ การอภิปราย หรือวิธีการอื่นๆ ได้ แต่ผู้เรียนบางคนก็อาจขาดการติดต่อและขาดปฏิสัมพันธ์กับชั้นเรียนซึ่งประเด็นนี้ก็ยังเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่บ่อยครั้ง

4. แรงจูงใจ (Motivation) นักเรียนในชั้นเรียนการเรียนการสอนผ่านเว็บต้องมีแรงจูงใจส่วนตัว และจัดระบบการเรียน การขาดการวางแผนการเรียนจะทำให้นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จกับการเรียน และอาจสอบไม่ผ่านในหลักสูตรนั้นๆ ได้

5. เนื้อหาที่กระจายไม่มีข้อยุติ (Open-ended Content) เนื้อหาของการเรียนการสอนผ่านเว็บที่เสนอให้กับผู้เรียนนั้น บางครั้งผู้เรียนจะไม่รู้ว่าขอบเขตของเนื้อหาสิ้นสุดที่ใด หากหัวข้อหรือหลักสูตรของการเรียนเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้งทำให้ผู้เรียนเกิดอุปสรรคต่อการเรียนได้

### 2.3.7 หลักการออกแบบการสอนบนเว็บ

จะเห็นได้ว่า การสอนบนเว็บเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดความเท่าเทียมกันไม่ว่าผู้เรียนจะอยู่ที่ใดก็ตาม อีกทั้งยังสนับสนุนให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใฝ่หาความรู้ได้มากยิ่งขึ้น รับรู้ได้กว้างขวางมากยิ่งขึ้นแทนการจำกัดด้านเวลาและสถานที่เรียน (Brown Collins and Duguid, 1989) การสอนบนเว็บจะมีประสิทธิภาพมากน้อยแค่ไหนนั้น ยัง

ต้องขึ้นอยู่กับหลักการออกแบบและพัฒนาเว็บเพจเพื่อการเรียนการสอน ซึ่งเปรียบได้ว่าเป็นหัวใจหลักสำคัญในการจัดการสอนบนเว็บ

Hoffman (1997) ได้เสนอแนะว่า ในการออกแบบการสอนบนเว็บเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด ควรอาศัยหลักกระบวนการเรียนการสอน 7 ขั้น ดังนี้

1. การสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน (Motivating the Learner) การออกแบบควรสร้างความสนใจ โดยการใช้ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว สีและเสียงประกอบเพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้อยากเรียนรู้ ควรใช้กราฟิกขนาดใหญ่ไม่ซับซ้อน การเชื่อมโยงไปยังเว็บอื่นต้องน่าสนใจ เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Identifying what is to be Learned) เพื่อเป็นการบอกให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาและเป็นการบอกถึงเค้าโครงของเนื้อหาซึ่งจะเป็นผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น อาจบอกเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือวัตถุประสงค์ทั่วไปโดยใช้คำสั้นๆ หลีกเลี่ยงคำที่ไม่เป็นที่รู้จัก ใช้กราฟิกง่ายๆ เช่น กรอบ หรือลูกศร เพื่อให้การแสดงผล วัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น การเชื่อมโยงไปยังเว็บภายนอกอาจทำให้ผู้เรียนลืมวัตถุประสงค์ของบทเรียน การแก้ไขปัญหานี้คือ ผู้ออกแบบควรเลือกที่จะเชื่อมโยงลิงค์ภายนอกที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนเท่านั้น

3. ทบทวนความรู้เดิม (Reminding Learners of Past Knowledge) เพื่อเป็นการเตรียมพื้นฐานผู้เรียนสำหรับรับความรู้ใหม่ การทบทวนไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป อาจใช้การกระตุ้นให้ผู้เรียนนึกถึงความรู้ที่ได้รับมาก่อนเรื่องนี้โดยใช้เสียงพูด ข้อความ ภาพ หรือใช้หลายๆ อย่างผสมผสานกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหา มีการแสดงความเหมือน ความแตกต่างของโครงสร้างบทเรียน เพื่อที่ผู้เรียนจะได้รับความรู้ใหม่ได้เร็วนอกจากนั้นผู้ออกแบบควรต้องทราบบทมูลหลังของผู้เรียนและทัศนคติของผู้เรียน

4. ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ (Requiring Active Involvement) นักการศึกษาต่างเห็นพ้องต้องกันว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนมีความตั้งใจที่จะรับความรู้ใหม่ ผู้เรียนที่มีลักษณะกระตือรือร้นจะรับความรู้ได้ดีกว่าผู้เรียนที่มีลักษณะเฉื่อย ผู้เรียนจะจดจำได้ดี ถ้ามีการนำเสนอเนื้อหาดี สัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ผู้ออกแบบบทเรียนควรรหาเทคนิคต่างๆ เพื่อใช้กระตุ้นผู้เรียนให้ นำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ รวมทั้งต้องพยายามหาทางทำให้การศึกษาคำรู้ใหม่ของผู้เรียนกระจำชัดมากขึ้น พยายามให้ผู้เรียนรู้จักเปรียบเทียบ แบ่งกลุ่มหาเหตุผล ค้นคว้าวิเคราะห์หา คำตอบด้วยตนเอง โดยผู้ออกแบบบทเรียนต้องค่อยๆ ชี้แนวทางจากมุมกว้างแล้วรวมรัดให้แคบลง รวมทั้งใช้ข้อความกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด เป็นต้น

5. ให้คำแนะนำและให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Guidance and Feedback) การให้คำแนะนำและให้ข้อมูลย้อนกลับในระหว่างที่ผู้เรียนศึกษาอยู่ในเว็บ เป็นการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้ดี ผู้เรียนจะทราบความก้าวหน้าในการเรียนของตนเอง การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมคิด ร่วม กิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา การถาม การตอบ จะทำให้ผู้เรียนจดจำได้มากกว่าการ

อ่านหรือลอกข้อความเพียงอย่างเดียว ควรให้ผู้เรียนตอบสนองวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นครั้งคราว หรือตอบคำถามได้หลายๆ แบบ เช่นเติมคำลงในช่องว่าง จับคู่ แบบฝึกหัดแบบปรนัย โดยใช้ความสามารถของโปรแกรม CGI (Common Gateway Interface) ซึ่งเป็นโปรแกรมการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบ

6. ทดสอบความรู้ (Testing) เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนได้รับความรู้ ผู้ออกแบบสามารถออกแบบ แบบทดสอบแบบออนไลน์ หรือออฟไลน์ก็ได้ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนของตนเองได้ อาจจัดให้มีการทดสอบระหว่างเรียน หรือทดสอบท้ายบทเรียน ทั้งนี้ควรสร้าง ข้อสอบให้ตรงกับจุดประสงค์ของบทเรียน ข้อสอบ คำตอบและข้อมูลย้อนกลับควรอยู่ในกรอบเดียวกัน และแสดงต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป ควรบอกผู้เรียนถึงวิธีตอบให้ชัดเจนคำนึงถึงความแม่นยำและความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ

7. การนำความรู้ไปใช้ (Providing Enrichment and Remediation) เป็นการสรุปแนวคิดสำคัญควรให้ผู้เรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไรควรเสนอแนะสถานการณ์ ที่จะนำความรู้ใหม่ไปใช้และบอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่จะใช้อ้างอิงหรือค้นคว้าต่อไป

ธนอมพร เลหาจรัสแสง (2544 : 90-94) กล่าวถึง หลักการในการออกแบบการสอนบนเว็บ ไว้ดังนี้

1. ตัดสินใจลักษณะในการสอนบนเว็บ
2. กำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตรที่จัดการสอนบนเว็บ
3. ศึกษาคุณลักษณะของผู้เรียน
4. ออกแบบโครงสร้างของเว็บ โดยการกำหนดโครงสร้างของเว็บคร่าวๆ ก่อนที่จะกำหนดรายละเอียด โดยพิจารณาจากวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ในข้อ 2
5. หาความรู้และทักษะการใช้โปรแกรมต่าง ๆ ที่จำเป็นดังต่อไปนี้
  - 5.1 โปรแกรมช่วยในการจัดการสอนบนเว็บ
  - 5.2 โปรแกรมในการสร้างโฮมเพจรายวิชา เช่น Microsoft FrontPage, DreamWeaver, Navigator Gold เป็นต้น
  - 5.3 โปรแกรมอ่านข้อมูลบนเว็บ (Web Browser) เช่น Internet Explorer, Netscape Navigator, Opera เป็นต้น
  - 5.4 โปรแกรมไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) เช่น เว็บเมล เป็นต้น
  - 5.5 โปรแกรมการประชุมทางคอมพิวเตอร์ เช่น Web Board เป็นต้น
6. เตรียมเนื้อหาในรูปแบบการสอนบนเว็บ ซึ่งครอบคลุมเว็บเพจ ต่าง ๆ ดังนี้
  - 6.1 โฮมเพจ หรือเว็บเพจแรกของเว็บไซต์ ซึ่งควรจะมีข้อความทักทายต้อนรับ มีกล่องสำหรับใส่ชื่อผู้เรียนและรหัสลับ (ในกรณีที่ต้องการให้มีการลงทะเบียนก่อนเข้าเรียน) นอกจากนี้

อาจเสนอเนื้อหาสั้นๆ ที่จำเป็นเกี่ยวกับคอร์ส ประกอบด้วย ชื่อคอร์ส ชื่อหน่วยงาน หรือผู้รับผิดชอบ รวมทั้งรายชื่อผู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอนคอร์สนี้ และเชื่อมโยงไปยังเว็บเพจที่อยู่ของผู้เกี่ยวข้อง

6.2 เว็บเพจแสดงภาพรวมของคอร์ส (Course Overview) แสดงสังเขปรายวิชา และเชื่อมโยงไปยังรายละเอียดของหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ควรมีคำอธิบายสั้น ๆ เกี่ยวกับหน่วยการเรียนรู้ วิธีการเรียน วัตถุประสงค์ และเป้าหมายของวิชา

6.3 เว็บเพจแสดงสิ่งจำเป็นในการเรียน (Course Requirements) เช่น เอกสาร ตำรา บทความ วิชาการ และทรัพยากรการศึกษาแบบเครือข่าย (On-line Resource) รวมทั้งเครื่องมือต่าง ๆ ทั้งฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ โปรแกรมอ่านเว็บที่จำเป็น

6.4 เว็บเพจที่แสดงข้อมูลสำคัญ ๆ เช่น การติดต่อผู้สอน การเชื่อมโยงไปยังเว็บเพจคำประกาศ/คำแนะนำการเรียน การเชื่อมโยงไปยังการใช้ห้องสมุด หรือนโยบายของสถาบันการศึกษา

6.5 เว็บเพจแสดงบทบาทหน้าที่ และความรับผิดชอบของผู้ที่เกี่ยวข้อง (Responsibilities) ได้แก่ สิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนในการเรียน กำหนดการสั่งงานที่ได้รับมอบหมาย วิธีหรือเกณฑ์การประเมิน เป็นต้น

6.6 เว็บเพจกิจกรรมที่มอบให้ทำการบ้าน (Assignment) แสดงงานที่มอบหมายให้ผู้เรียนทำในคอร์ส กำหนดส่งงาน การตรวจงาน และกิจกรรมเสริมต่าง ๆ ที่เหมาะสม

6.7 เว็บเพจที่แสดงกำหนดการเรียน (Course Schedule)

6.8 เว็บเพจสนับสนุนการเรียน (Resources)

6.9 เว็บเพจการอภิปรายสำหรับการสนทนา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น สอบถามปัญหาการเรียนระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนทั้งในรูปแบบ Asynchronous เช่น Web Board หรือ Synchronous เช่น Chat เป็นต้น

6.10 เว็บเพจคำถามคำตอบที่พบบ่อย (FAQ)

7. การออกแบบและพัฒนากิจกรรมการสอน ที่เหมาะสมกับการสอนบนเว็บ ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมการสอนบนเว็บ ได้แก่

7.1 การจัดเตรียมแหล่งความรู้บนเว็บที่เหมาะสมในแต่ละหัวข้อ สำหรับผู้เรียนในการเข้าไปศึกษา รวมทั้งข้อมูลทางวิชาการอื่น ๆ ที่เหมาะสม

7.2 การใช้ประโยชน์จากการประชุมทางคอมพิวเตอร์ ทั้งในรูปแบบ Asynchronous เช่น Web Board หรือ Synchronous เช่น Chat เป็นต้น ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน โดยผู้สอนสามารถเปิดสัมมนาในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในคอร์ส ซึ่งอาจอยู่ในรูปของการบรรยาย อาจสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การเปิดอภิปราย เป็นต้น

7.3 การใช้ประโยชน์จากไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อการติดต่อสื่อสารกับผู้สอน หรือ ผู้เรียนอื่น ๆ ในลักษณะรายบุคคล การส่งข้อสอบและผลการสอนให้ผู้เรียน การให้คำแนะนำปรึกษาแก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคล ทั้งนี้ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียน อย่างต่อเนื่อง และขณะเดียวกันสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ โดยผู้สอน จะต้องใช้เวลาและมีส่วนร่วมในการให้แสดงความคิดเห็นและผลป้อนกลับที่ทันต่อเหตุการณ์

7.4 การกำหนดกิจกรรมหรืองานให้ผู้เรียนทำเป็นรายบุคคลหรือ กลุ่มย่อย โดยที่ผู้สอนจะต้องแจ้งให้ผู้เรียนทราบล่วงหน้าเกี่ยวกับกิจกรรม/งานต่าง ๆ รวมทั้งสรุปประเด็นสำคัญ ๆ ให้แก่ผู้เรียน และมีการกำหนดวันและเวลาการส่งงานอย่างชัดเจน

8. ออกแบบการประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

9. เตรียมความพร้อมในด้านปัญหาเทคนิค เช่น การเตรียมการเพื่อสนับสนุน ส่งเสริมและให้ความช่วยเหลือทางด้านเทคนิคแก่ผู้เรียน

10. เตรียมความพร้อมในด้านการเข้าถึงเครือข่ายสำหรับผู้เรียน เช่นการจัดให้มีคอมพิวเตอร์ที่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายที่สะดวกและทั่วถึง

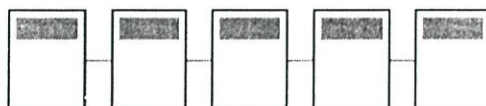
11. ทดลองใช้งาน เพื่อหาข้อผิดพลาด และปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปใช้จริง

12. หลังจากที่ได้จัดการสอนบนเว็บจริงแล้ว ควรประเมินผลการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้มี ประสิทธิภาพ ยิ่งขึ้นต่อไป

### 2.3.7.1 โครงสร้างของเว็บ

Lynch and Horton (1999) แห่งศูนย์สื่อการเรียนการสอนระดับสูง มหาวิทยาลัยเยล (Yale University) ซึ่งมีชื่อเสียงในด้านการออกแบบเว็บ มีความชัดเจนและครอบคลุมมากที่สุด สรุปโครงสร้างของเว็บออกเป็น 4 รูปแบบใหญ่ๆ ได้ดังนี้

1. **เว็บที่มีโครงสร้างแบบเรียงลำดับ (Sequential Structure)** เป็นโครงสร้างแบบธรรมดาที่ใช้กันมากที่สุดเนื่องจากง่ายต่อการจัดระบบข้อมูล ข้อมูลที่นิยมจัดด้วยโครงสร้างแบบนี้มักเป็นข้อมูลที่มีลักษณะเป็นเรื่องราวตามลำดับของเวลา หรือในลักษณะการดำเนินเรื่องจากเรื่องต่างๆ ไป ไปสู่การเฉพาะเจาะจงเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือแม้กระทั่งลักษณะ การเรียงลำดับตามตัวอักษร อาทิ วรรณคดี สารานุกรม หรืออภิธานศัพท์ อย่างไรก็ตาม โครงสร้างแบบนี้ เหมาะกับเว็บที่มีขนาดเล็ก เนื้อหาไม่ซับซ้อน แต่ในกรณีที่ต้องใช้โครงสร้างแบบนี้กับเว็บที่มีเนื้อหาซับซ้อน สิ่งที่ต้องมีคือการเพิ่มเติมหน้าเนื้อหาเข้าไปในแต่ละส่วน หรืออาจจะทำการเชื่อมโยง ไปยังข้อมูลในเว็บอื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นการรองรับเนื้อหาที่มีความซับซ้อนเหล่านั้น

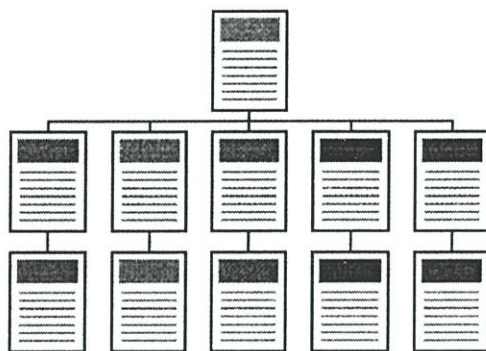


ภาพที่ 2.11 โครงสร้างแบบเรียงลำดับ (Sequential Structure)

เว็บที่มีโครงสร้างประเภทนี้ มีการจัดเรียงของเนื้อหาในลักษณะที่ชัดเจนตายตัว ตามความคิดของผู้สร้าง พื้นฐานแนวคิดเหมือนกับกระบวนการของหนังสือเล่มหนึ่งๆ นั่นคือต้องอ่านผ่านไปทีละหน้า ทิศทางของการเข้าสู่เนื้อหา (Navigation) ภายในเว็บจะเป็นการดำเนินเรื่องในลักษณะเส้นตรง โดยมี ปุ่มเดินหน้า-ถอยหลังเป็นเครื่องมือหลักในการกำหนดทิศทาง เริ่มจากหน้าเริ่มต้น (Start Page) ซึ่งโดยปกติเป็นหน้าต้อนรับหรือแนะนำให้ผู้ใช้ทราบถึงรายละเอียดของเว็บ รวมทั้งอธิบายให้ทราบถึงวิธีการเข้าสู่เนื้อหาและการใช้งานของปุ่มต่างๆ เมื่อผู้ใช้งานจากหน้าเริ่มต้นเข้าไปสู่ภายในจะพบกับหน้าเนื้อหา (Topic Page) ต่างๆ โดยในแต่ละหน้าหากมีเนื้อหาที่ซับซ้อนเกินกว่าหนึ่งหน้าก็สามารถเพิ่มเติมรายละเอียดเนื้อหาโดยจัดทำเป็นหน้าเนื้อหาย่อย (Sub Topic/ Detour) และทำการเชื่อมโยงกับหน้าเนื้อหาหลักนั้นๆ ซึ่งหน้าเนื้อหาย่อยเหล่านี้มีลักษณะเป็นหน้าเดี่ยวที่เมื่อเข้าไปดูรายละเอียดของเนื้อหาแล้ว ต้องกลับมายังหน้าหลักหน้าเดิมเท่านั้น ไม่สามารถข้ามไปยังเนื้อหาอื่นๆ ได้ และเมื่อผู้ใช้งานไป จนจบเนื้อหาทั้งหมดแล้วก็จะมาถึงหน้าสุดท้าย (End Page) ซึ่งอาจจะเป็นหน้าที่ใช้สรุปเนื้อหาทั้งหมด การเชื่อมโยงระหว่างหน้าแต่ละหน้าใช้ลักษณะของการใช้ปุ่มหน้าต่อไป (Next Topic) เพื่อเดินหน้าไปสู่หน้าต่อไป ปุ่มหน้าที่แล้ว (Previous Topic) เพื่อต้องการกลับไปสู่หน้าที่ผ่านมา ในส่วนของการเข้าไปสู่หน้าเนื้อหาย่อยอาจใช้ลักษณะของไฮเปอร์เท็กหรือไฮเปอร์มีเดีย ที่ทำไว้ในหน้าเนื้อหาหลักเชื่อมโยงไปสู่หน้าเนื้อหาย่อย และใช้ปุ่มกลับมายังหน้าหลัก (Main Topic) ในกรณีที่อยู่ในหน้าเนื้อหาย่อยและต้องการกลับไปยังหน้าเนื้อหาหลัก

ข้อดีของโครงสร้างประเภทนี้คือ ง่ายต่อผู้ออกแบบ ในการจัดระบบโครงสร้าง และง่ายต่อการปรับปรุงแก้ไข เนื่องจากมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน การเพิ่มเติม เนื้อหาเข้าไปสามารถทำได้ง่ายเพราะมีผลกระทบต่อบางส่วนของโครงสร้างเท่านั้น แต่ข้อเสียของ โครงสร้างระบบนี้คือ ผู้ใช้ไม่สามารถกำหนดทิศทางการเข้าสู่เนื้อหาของตนเองได้ ในกรณีที่ต้องการ เข้าไปสู่เนื้อหาเพียงหน้าใดหน้าหนึ่งนั้นจำเป็นต้องผ่านหน้าที่ไม่ต้องการหลายหน้าเพื่อ ไปสู่หน้าที่ต้องการ ทำให้เสียเวลา ซึ่งปัญหานี้อาจแก้ไขโดยการเพิ่มส่วนที่เป็นหน้าสารบัญ (Index Page) ซึ่งประกอบด้วยรายชื่อของหน้าเนื้อหาทุกหน้าที่มีในเว็บและสามารถเชื่อมโยงไปสู่หน้านั้นๆ โดยการคลิกเมาส์ที่ชื่อของหน้าที่ผู้ใช้ต้องการ เข้าไปไว้ในหน้าเนื้อหาแต่ละหน้า เพื่อทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการเข้าสู่เนื้อหาแก่ผู้ใช้

2. เว็บที่มีโครงสร้างแบบลำดับชั้น (Hierarchical Structure) เป็นวิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งในการจัดระบบโครงสร้างที่มีความซับซ้อนของข้อมูล โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนต่างๆ และมีรายละเอียดย่อยๆ ในแต่ละส่วนลดหลั่นกันมาในลักษณะแนวคิดเดียวกับแผนภูมิองค์กร เนื่องจากผู้ใช้ส่วนใหญ่จะคุ้นเคยกับลักษณะของแผนภูมิแบบองค์กรทั่วๆ ไปอยู่แล้ว จึงเป็นการง่ายต่อการทำความเข้าใจกับโครงสร้างของเนื้อหาในเว็บลักษณะนี้ ลักษณะเด่นเฉพาะของเว็บประเภทนี้คือการมีจุดเริ่มต้นที่จุดร่วมจุดเดียว นั่นคือ โฮมเพจ (Homepage) และเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหา ในลักษณะเป็นลำดับจากบนลงล่าง



ภาพที่ 2.12 โครงสร้างแบบลำดับชั้น (Hierarchical Structure)

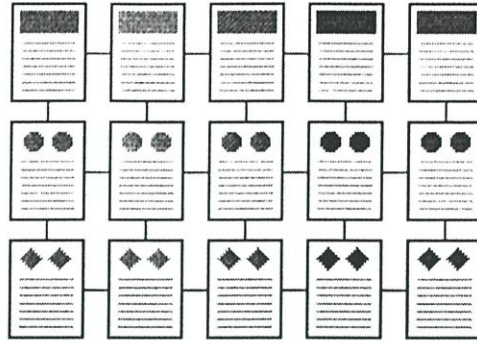
เว็บที่มีโครงสร้างประเภทนี้ จัดเป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่ย่างต่อการใช้งาน ซึ่งรูปแบบโครงสร้างคล้ายกับต้นไม้ต้นหนึ่งที่มีการแตกกิ่งออกไปเป็น กิ่งใหญ่ กิ่งเล็ก ใบไม้ ดอก และผล เป็นต้น หลักการออกแบบคือแบ่งเนื้อหาทั้งหมดออกเป็นหมวดหมู่ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน โดยที่เนื้อหาทั้งหมดจะถูกเชื่อมโยงร่วมกันภายใต้โฮมเพจ ซึ่งมักจะเป็นหน้าที่ใช้ต้อนรับและแนะนำผู้ใช้ถึงวิธีการที่จะเข้าไปสู่หัวข้อต่างๆ โดยผู้ใช้สามารถเลือกที่จะเข้าไปสู่เนื้อหาส่วนใดก่อนก็ได้ตามความสนใจ เมื่อเข้าไปสู่ เนื้อหาส่วนต่างๆ แล้ว หน้าแรก (Topic Overview) ของแต่ละส่วนมักจะเป็นหน้าที่ใช้อธิบายหัวข้อนั้นๆ เพื่อเป็นการนำเข้าไปสู่เนื้อหาย่อย (Topic Detail) ด้านล่าง โดยหน้าเนื้อหาด้านล่างที่เป็นรายละเอียดย่อยสามารถจัดให้มีการเชื่อมโยงโดยโครงสร้างทั้งแบบเรียงลำดับหรือแม้กระทั่งแบบลำดับชั้นเองก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหา เมื่อผู้ใช้ดูเนื้อหาในส่วนนั้นๆ หหมดแล้วต้องกลับไปทหน้าโฮมเพจ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาส่วนต่อไป

การเชื่อมโยงภายในเว็บเริ่มที่หน้าโฮมเพจซึ่งเป็นศูนย์กลางหรือจุดเริ่มต้น โดยภายในจะมีการสร้างไฮเปอร์เท็กหรือไฮเปอร์มีเดีย ในลักษณะที่เป็นรายการ (Menu) เพื่อให้ผู้ใช้เลือกที่จะเข้าไปสู่เนื้อหาส่วนต่างๆ เมื่อผู้ใช้เข้าไปสู่หน้าแรก (Topic Overview) ของเนื้อหาส่วนใดส่วนหนึ่งแล้วนั้น ถ้าเนื้อหาส่วนนั้นเป็นลักษณะที่ควรจัดด้วยโครงสร้างแบบเรียงลำดับ หน้าแรก (Topic Overview) ก็จะทำหน้าที่ เป็นหน้าเริ่มต้น (Start Page) เข้าไปสู่เนื้อหาย่อยโดยใช้ปุ่มหน้า

ต่อไปหรือหน้าที่แล้ว (Next/Previous Topic) ในการดูเนื้อหาย่อที่ละหน้า เมื่อถึงหน้าสุดท้ายก็ใช้ปุ่มกลับขึ้นไปสู่หน้าเนื้อหาหลัก (Up to Topic Overview) ในกรณีที่มีการแบ่งเนื้อหาย่อเป็นส่วนต่างๆ ควรจัดระบบเนื้อหาของส่วนนั้นๆ ในลักษณะโครงสร้างแบบลำดับขั้นอีกชั้นหนึ่ง โดยที่หน้าแรก (Topic Overview) ของเนื้อหาส่วนนั้น จัดทำในลักษณะเดียวกับหน้าโฮมเพจนั่นคือเป็นหน้ารายการ (Menu Page) ที่แสดงหน้าเนื้อหาย่อส่วนต่างๆ จากนั้นก็กำหนดลักษณะการเข้าสู่เนื้อหาในลักษณะเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว และสุดท้าย เมื่อกลับจากเนื้อหาย่อมาที่หน้าแรกของเนื้อหาหลักแล้ว ก็จะมีปุ่มกลับไปหน้าโฮมเพจ (Home Page) เมื่อต้องการกลับไปหน้าโฮมเพจเพื่อเลือกเนื้อหาหลักส่วนต่อไป

ข้อดีของโครงสร้างรูปแบบนี้ก็คือ ง่ายต่อการแยกแยะเนื้อหาของผู้ใช้และจัดระบบข้อมูลของผู้ออกแบบ นอกจากนี้สามารถดูแลและปรับปรุงแก้ไขได้ง่ายเนื่องจากการแบ่งเป็นหมวดหมู่ที่ชัดเจน ส่วนข้อเสียคือในส่วนของกรอกแบบโครงสร้างต้องระวังอย่าให้โครงสร้างที่ไม่สมดุล นั่นคือ มีลักษณะที่ลึกเกินไป (Too Deep) หรือตื้นเกินไป (Too Shallow) โครงสร้างที่ลึกเกินไปเป็นลักษณะของโครงสร้างที่เนื้อหาในแต่ละส่วนมากเกินไป ทำให้ผู้ใช้ต้องเสียเวลานานในการเข้าสู่เนื้อหาที่ต้องการ เพราะต้องคลิกปุ่มหน้าต่อไป (Next) หลายครั้ง วิธีการแก้ไขคือการสร้างวิธีเชื่อมโยงจากหน้าเนื้อหาหลัก ไปสู่หน้าเนื้อหาย่อแต่ละหน้า โดยทำเป็นรายการ (Menu) ย่อยๆ หรืออาจเป็นลักษณะการสร้างเป็น หน้าสารบัญ (Index Page) เช่นเดียวกับวิธีการแก้ไขปัญหาของโครงสร้างแบบเรียงลำดับ ดังที่กล่าว มาแล้ว ส่วนโครงสร้างที่ตื้นเกินไปเป็นลักษณะของโครงสร้างที่เนื้อหาในแต่ละส่วนน้อยเกินไป ทำให้เกิด หน้ารายการ (Menu Page) มากเกินความจำเป็น หลายๆ ครั้งที่ผู้ใช้ต้องผ่านหน้ารายการเข้าไปเพื่อไปสู่เนื้อหาเพียงหน้าเดียว วิธีการแก้ปัญหาคือควรตัดหน้ารายการที่ไม่จำเป็นออกไปหรือเพิ่มเนื้อหาในส่วนนั้นให้มากขึ้น

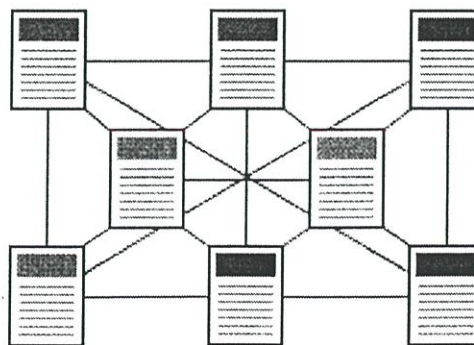
3. เว็บที่มีโครงสร้างแบบตาราง (Grid Structure) โครงสร้างรูปแบบนี้มีความซับซ้อนมากกว่ารูปแบบที่ผ่านมา การออกแบบเพิ่มความยืดหยุ่น ให้แก่การเข้าสู่เนื้อหาของผู้ใช้ โดยเพิ่มการเชื่อมโยงซึ่งกันและกันระหว่างเนื้อหาแต่ละส่วน เหมาะแก่ การแสดงให้เห็นความสัมพันธ์กันของเนื้อหา การเข้าสู่เนื้อหาของผู้ใช้จะไม่ใช่เป็นลักษณะเชิงเส้นตรง เนื่องจากผู้ใช้สามารถเปลี่ยนทิศทางการเข้าสู่เนื้อหาของตนเองได้ เช่น ในการศึกษาข้อมูลประวัติศาสตร์ สมัยสุโขทัย อยุธา ธนบุรี และรัตนโกสินทร์ โดยในแต่ละสมัยแบ่งเป็นหัวข้อย่อเหมือนกันคือ การปกครอง ศาสนา วัฒนธรรม และภาษา ในขณะที่ผู้กำลังศึกษาข้อมูลทางประวัติศาสตร์เกี่ยวกับการปกครองในสมัยอยุธยา ผู้ใช้อาจศึกษาหัวข้อศาสนาเป็นหัวข้อต่อไปก็ได้ หรือจะข้ามไปดูหัวข้อการปกครองในสมัยรัตนโกสินทร์ก่อนก็ได้เพื่อเปรียบเทียบลักษณะข้อมูลที่เกิดขึ้นคนละสมัยกัน



ภาพที่ 2.13 โครงสร้างแบบตาราง (Grid Structure)

ในการจัดระบบโครงสร้างแบบนี้ เนื้อหาที่นำมาใช้แต่ละส่วนควรมีลักษณะที่เหมือนกัน และสามารถใช้รูปแบบร่วมกัน หลักการออกแบบก็นำหัวข้อทั้งหมดมาบรรจุลงในที่เดียวกันซึ่งโดยทั่วไป จะเป็นหน้าแผนภาพ (Map Page) ที่แสดงในลักษณะเดียวกับโครงสร้างของเว็บ เมื่อผู้ใช้คลิกเลือก หัวข้อใด ก็จะเข้าไปสู่หน้าเนื้อหา (Topic Page) ที่แสดงรายละเอียดของหัวข้อนั้นๆ และภายในหน้านั้น ก็จะมีการเชื่อมโยงไปยังหน้ารายละเอียดของหัวข้ออื่นที่เป็นเรื่องเดียวกัน นอกจากนี้ยังสามารถนำ โครงสร้างแบบเรียงลำดับและแบบลำดับขั้นมาใช้ร่วมกันได้อีกด้วย ถึงแม้โครงสร้างแบบนี้ อาจจะสร้างความยุ่งยากในการเข้าใจได้ และอาจเกิดปัญหาการคงค้างของหัวข้อ (Cognitive Overhead) ได้ แต่จะเป็นประโยชน์ที่สุดเมื่อผู้ใช้ได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ในส่วนของการออกแบบจำเป็นจะต้องมีการวางแผนที่ดี เนื่องจากมีการเชื่อมโยงที่เกิดขึ้นได้หลายทิศทาง

4. เว็บที่มีโครงสร้างแบบใยแมงมุม (Web Structure) โครงสร้างประเภทนี้จะมี ความยืดหยุ่นมากที่สุด ทุกหน้าในเว็บสามารถจะเชื่อมโยงไปถึงกันได้หมด เป็นการสร้างรูปแบบ การเข้าสู่เนื้อหาที่เป็นอิสระ ผู้ใช้สามารถกำหนดวิธีการเข้าสู่เนื้อหาได้ด้วยตนเอง การเชื่อมโยง เนื้อหาแต่ละหน้าอาศัยการโยงใยข้อความที่มีมโนทัศน์ (Concept) เหมือนกัน ของแต่ละหน้าใน ลักษณะของไฮเปอร์เท็กซ์หรือไฮเปอร์มีเดีย โครงสร้างลักษณะนี้จัดเป็นรูปแบบที่ไม่มีโครงสร้างที่แน่นอนตายตัว (Unstructured) นอกจากนี้การเชื่อมโยงไม่ได้จำกัดเฉพาะเนื้อหา ภายในเว็บนั้นๆ แต่สามารถเชื่อมโยงออกไปสู่เนื้อหาจากเว็บภายนอกได้



ภาพที่ 2.14 โครงสร้างแบบใยแมงมุม (Web Structure)

ลักษณะการเชื่อมโยงในเว็บนั้น นอกเหนือจากการใช้ไฮเปอร์เท็กซ์หรือไฮเปอร์มีเดีย กับข้อความที่มีมโนทัศน์ (Concept) เหมือนกันของแต่ละหน้าแล้ว ยังสามารถใช้ลักษณะการเชื่อมโยง จากรายการที่รวบรวมชื่อหรือหัวข้อของเนื้อหาแต่ละหน้าไว้ ซึ่งรายการนี้จะปรากฏอยู่บริเวณใดบริเวณหนึ่งในหน้าจอ ผู้ใช้สามารถคลิกที่หัวข้อใดหัวข้อหนึ่งในรายการเพื่อเลือกที่จะเข้าไปสู่หน้าใดๆ ก็ได้ตามความต้องการ

ข้อดีของรูปแบบนี้คือง่ายต่อผู้ใช้ในการท่องเที่ยวนบนเว็บ โดยผู้ใช้สามารถกำหนดทิศทาง การเข้าสู่เนื้อหาได้ด้วยตนเอง แต่ข้อเสียคือถ้ามีการเพิ่มเนื้อหาใหม่ๆ อยู่เสมอจะเป็นการยากในการปรับปรุง นอกจากนี้การเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่มีมากมายนั้นอาจทำให้ผู้ใช้เกิดการสับสนและ เกิดปัญหาการคงค้างของหัวข้อ (Cognitive Overhead) ได้

### 2.3.7.2 หลักการออกแบบเว็บ

Jones and Farquar (1997) ได้แนะนำหลักการออกแบบเบื้องต้น ที่จะเริ่มในการพัฒนาเว็บเพื่อการเรียนการสอนดังนี้

1. ควรมีการจัดโครงสร้างหรือจัดระเบียบข้อมูลที่ชัดเจน การที่เนื้อหาที่มีความต่อเนื่องไปไม่สิ้นสุดหรือกระจายมากเกินไป อาจทำให้เกิดความสับสนต่อผู้ใช้ได้ ฉะนั้นจึงควรออกแบบให้มีลักษณะที่ชัดเจนแยกย่อยออกเป็นส่วนต่างๆ จัดหมวดหมู่ในเรื่องที่สัมพันธ์กัน รวมทั้งอาจมีการแสดงให้ผู้ใช้เห็นแผนที่โครงสร้างเพื่อป้องกันความสับสนได้

2. กำหนดพื้นที่สำหรับการเลือก (Selectable Areas) ให้ชัดเจน ซึ่งโดยทั่วไปจะมีมาตรฐานที่ชัดเจนอยู่แล้ว เช่น ลักษณะของไฮเปอร์เท็กซ์ที่เป็นคำสีฟ้าและขีดเส้นใต้ พยายามหลีกเลี่ยงการออกแบบที่ขัดแย้งกับมาตรฐานทั่วไปที่คนส่วนใหญ่ใช้ ยกเว้นจะมีความจำเป็นที่ต้องใช้ นอกจากนี้ยัง รวมไปถึงการทำให้ตัวเลือกเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งปกติเมื่อมีการคลิกคำหรือข้อความใดๆ เมื่อกลับมา ที่หน้าเดิมคำหรือข้อความนั้นๆ ก็จะเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีแดงเข้มเพื่อบอกให้ทราบว่าผู้ใช้ได้เลือกส่วนนั้นไปแล้ว ในการออกแบบจึงควรใช้มาตรฐานเดิมแบบนี้เช่นกัน

3. กำหนดให้แต่หน้าจอภาพสั้นๆ ทั้งนี้จากการวิจัยพบว่าผู้ใช้ไม่ชอบการเลื่อนขึ้นลง (Scroll) (Nielsen, 1996 อ้างถึงใน Jones and Farquar, 1997) อีกทั้งยังเสียเวลาในการโหลดนาน และยุ่งยากต่อการพิมพ์ที่ผู้ใช้ต้องการเนื้อหาเพียงบางส่วน แต่ถ้ามีความจำเป็นต้องใช้หน้ายาวก็ควรกำหนด เป็นพื้นที่แต่ละส่วนของหน้า โดยให้ผู้ใช้สามารถเลือกไปยังจุดต่างๆ ได้ในหน้าเดียวในลักษณะของบุ๊กมาร์ก (Bookmark)

4. ลักษณะการเชื่อมโยงที่ปรากฏในแต่ละหน้า หากมีทั้งการเชื่อมโยงในหน้าเดียวกัน และการเชื่อมโยงไปยังหน้าอื่นๆ หรือออกจากหน้าจอไปยังหน้าจอใหม่ จะก่อให้เกิดการสับสนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าผู้ใช้เรียนใช้ปุ่มมาตรฐานที่มีอยู่ในโปรแกรมค้นผ่าน (Web Browser) อาจทำให้ผู้ใช้เรียนหลงทางได้ ฉะนั้นจึงต้องออกแบบให้มีความแตกต่างและชัดเจน

5. ต้องระวังเรื่องของตำแหน่งในการเชื่อมโยง การที่จำนวนการเชื่อมโยงมาก และกระจัดกระจายอยู่ทั่วไปในหน้าอาจก่อให้เกิดความสับสน การออกแบบที่ดีควรจัดการเชื่อมโยงไปยังหน้าอื่นๆ อยู่รวมกันเป็นสัดส่วน มีลำดับก่อนหลัง หรือมีหมายเหตุประกอบ เช่น จัดรวมไว้ส่วนล่างของหน้าจอก็เป็นต้น

6. ความเหมาะสมของคำที่ใช้เชื่อมโยง คำที่ใช้สำหรับการเชื่อมโยงจะต้องเข้าใจง่ายมีความชัดเจนและไม่สั้นจนเกินไป

7. ความสำคัญของข้อมูลควรอยู่ส่วนบนของหน้าจอภาพ หลีกเลี่ยงการใช้กราฟิกด้านบนของหน้าจอเพราะถึงแม้จะดูดีแต่ผู้เรียนจะเสียเวลาในการได้รับข้อมูลที่ต้องการ

กิดานันท์ มลิทอง (2542) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบต่างๆ ที่ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบเว็บ เพื่อการเรียนการสอนดังนี้

1. ขนาดของเว็บเพจ จำกัดขนาดเพิ่มของแต่ละหน้า โดยการกำหนดขีดจำกัดเป็นกิโลไบต์ สำหรับขนาด “น้ำหนัก” ของแต่ละหน้า ซึ่งหมายถึง จำนวนรวมกิโลไบต์ของภาพกราฟิกทั้งหมดในหน้า โดยรวมภาพพื้นหลัง ด้วยใช้แคช (Cash) ของโปรแกรมค้นผ่าน (Web Browser) โปรแกรมค้นผ่านที่ใช้กันทุกวันนี้จะเก็บบันทึกภาพกราฟิกไว้ในแคช ซึ่งหมายถึงการที่โปรแกรมเก็บภาพกราฟิกไว้ในฮาร์ดดิสก์ เพื่อที่โปรแกรมจะได้ไม่ต้องบรรจุภาพเดียวกันนั้นมากกว่าหนึ่งครั้ง จึงเป็นการดีที่จะนำภาพนั้นมาเสนอซ้ำเมื่อใดก็ได้บนเว็บไซต์ นับเป็นการประหยัดเวลาการบรรจุลงสำหรับผู้อ่านและลดภาระให้แก่เครื่องให้บริการด้วย

## 2. การจัดหน้า

2.1 กำหนดความยาวของหน้าให้สั้น ไม่ให้แต่ละหน้ายาวจนเกินไป

2.2 ใส่สารสนเทศที่สำคัญที่สุดในส่วนบนของหน้า ถ้าเปรียบเทียบเว็บไซต์กับสถานที่แห่งหนึ่ง เนื้อหาที่มีค่าที่สุดจะอยู่ในส่วนหน้าซึ่งก็คือส่วนบนสุดของหน้าจอภาพนั่นเอง ทุกคนที่เข้ามาในเว็บไซต์จะมองเห็นส่วนบนของจอภาพได้เป็นลำดับแรก ถ้าผู้อ่านไม่ยากที่จะใช้แถบเลื่อน เพื่อเลื่อนจอภาพลงมาก็จะยังคงเห็นส่วนบนของจอภาพอยู่ได้ตลอดเวลา ดังนั้นถ้าไม่ต้องการจะให้ ผู้อ่านพลาดสาระสำคัญของเนื้อหา ก็ควรใส่ไว้ส่วนบนของหน้าซึ่งอยู่ภายในประมาณ 300 จุดภาพ

2.3 ใช้ความได้เปรียบของตาราง ซึ่งตารางจะเป็นสิ่งที่อำนวยความสะดวกและช่วย นักออกแบบได้เป็นอย่างมาก การใช้ตารางจะจำเป็นสำหรับการสร้างหน้าที่ซับซ้อนหรือที่ไม่เรียบร้อยธรรมดา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเราต้องการใช้คอลัมน์ ตารางจะใช้ได้เป็นอย่างดีเมื่อใช้ในการจัดระเบียบหน้า เช่น การแบ่งแยกภาพกราฟิกหรือเครื่องมือนำทางออกจากข้อความ หรือการจัดแบ่งข้อความออกเป็นคอลัมน์

## 3. พื้นหลัง

3.1 ความยาก-ง่ายในการอ่าน พื้นหลังที่มีลวดลายมากจะทำให้หน้าเว็บเพจมีความยากลำบากในการอ่านเป็นอย่างยิ่ง การใช้สีร้อนที่มีความเปรียบต่างสูงจะทำให้ไม่สบายตาในการอ่านเช่นกัน ดังนั้นจึง

3.2 ทดสอบการอ่าน การทดสอบที่ดีที่สุดในเรื่องของความสามารถในการอ่านเมื่อใช้พื้นหลัง คือ ให้ผู้ใดก็ได้ที่ไม่เคยอ่านเนื้อหาของเรามาก่อนลองอ่านข้อความที่อยู่บนพื้นหลังที่จัดทำไว้ หรืออีกวิธีหนึ่งคือ ทดสอบการอ่านด้วยตัวเอง ถ้าอ่านได้แสดงว่าสามารถใช้พื้นหลังนั้นได้

#### 4. ศิลปะการใช้ตัวพิมพ์

4.1 ความจำกัดของการใช้ตัวพิมพ์ นักออกแบบจะถูกจำกัดในเรื่องของศิลปะ การใช้ตัวพิมพ์บนเว็บมากกว่าในสื่อสิ่งพิมพ์ โปรแกรมค้นผ่านรุ่นเก่าๆ จะสามารถใช้อักษรได้เพียง 2 แบบเท่านั้น อย่างไรก็ตาม โปรแกรมรุ่นใหม่จะสามารถใช้แบบอักษรได้หลายแบบมากขึ้น นอกจากนี้การพิมพ์ในเว็บจะไม่สามารถควบคุมช่วงบรรทัดซึ่งเป็นเนื้อที่ระหว่างบรรทัดหรือช่องไฟระหว่างตัวอักษรได้

4.2 ความแตกต่างระหว่างระบบและการใช้โปรแกรมค้นผ่าน (Web Browser) แต่ละตัว จะมีตัวเลือกในการใช้แบบตัวอักษรที่แตกต่างกัน ซึ่งตรงนี้ผู้อ่านสามารถเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ ของแบบตัวอักษรได้ด้วยตัวเอง

4.3 สร้างแบบการพิมพ์เป็นแนวทางไว้ ถึงแม้จะมีข้อจำกัดในเรื่องการใช้ตัวพิมพ์ บนเว็บก็ตาม แต่นักออกแบบก็สามารถระบุระดับของหัวเรื่องและเนื้อหาไว้ได้เช่นเดียวกับการพิมพ์ในหนังสือ

4.4 ใช้ลักษณะกราฟิกแทนตัวอักษรธรรมดาให้น้อยที่สุด ถึงแม้จะสามารถใช้ลักษณะ กราฟิกแทนตัวอักษรธรรมดาได้ก็ตาม แต่ไม่ควรใช้มากเกินไป 2-3 บรรทัด ทั้งนี้เพราะจะทำให้เสียเวลา ในการดาวน์โหลดมากกว่าปกติ

### 2.4 การหาประสิทธิภาพบทเรียน

ประสิทธิภาพของบทเรียนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจโดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ผลเฉลี่ยของคะแนนการประกอบกิจกรรมทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด หรือ ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละในการทำแบบฝึกหัดทำขบบทเรียนแต่ละบทเรียนในระหว่างเรียน ต่อ ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนบทเรียนครบทุกบทเรียน นั่นคือ  $E_1/E_2$  หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (อิทธิพร ศรียมก, 2532 : 245-253) ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

และเป็นระดับที่ผู้สอน พอใจว่าหากบทเรียนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นก็มีความน่าพอใจ เราเรียกระดับประสิทธิภาพที่น่าพอใจนั้นว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ

ตัวอย่าง 80 / 80 หมายความว่าเมื่อเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกหัดหรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ย 80%

#### 2.4.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

การที่จะกำหนดเกณฑ์  $E_1/E_2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักตั้งไว้ 80 / 80 85 / 85 หรือ 90 / 90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้เช่น 75 / 75 เป็นต้น อย่างไรก็ตามไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำเพราะตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใด ก็มักได้ผลเท่านั้น (อิทธิพร ศรียมก, 2532 : 245-253)

จะเห็นว่าการกำหนดประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนั้น มีเกณฑ์ไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาวิชาที่นำมาจัดสร้างเป็นบทเรียนว่าเป็นเนื้อหาประเภทใด การกำหนดประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในส่วนที่เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ความจำ จะตั้งค่าประสิทธิภาพไว้สูงกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับทักษะหรือเจตคติ ดังนั้นการค้นคว้าครั้งนี้ผู้ทำการค้นคว้า จึงตั้งค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้เป็น 80 / 80

#### 2.4.2 การหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีนั้น เมื่อทำการสร้างเสร็จสมบูรณ์ต้องผ่านการทดลองใช้ (Try Out) ตามขั้นตอนและวิธีการที่กำหนด แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ได้ตามเกณฑ์มากที่สุดเพียงใด มีสิ่งใดที่ยังบกพร่องความแก้ไขอยู่บ้าง โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม ที่ได้จากประชากรที่จะใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้จริง (สุโขทัย ธรรมาธิราช, 2527) คือทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ทดลองแบบกลุ่มเล็ก และทดลองภาคสนาม ข้อมูลที่นำมาใช้ในการหาประสิทธิภาพได้จาก การทดลองแบบกลุ่มเล็กและการทดลองภาคสนาม โดยใช้สูตร

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

เมื่อ

$E_1$  แทน ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละในการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนแต่ละบทเรียนในระหว่างเรียน

$\sum x$  แทน คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

N	แทน จำนวนนักเรียน
A	แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชุดรวมกัน

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

เมื่อ

$E_2$	แทน ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนบทเรียนครบทุกบทเรียน
$\sum F$	แทน คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
N	แทน จำนวนนักเรียน
B	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

หลังจากคำนวณหาค่า  $E_1$  และ  $E_2$  แล้วผลลัพธ์ที่ได้มักจะใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวชี้ที่ชี้ชัดได้ว่า นักเรียนได้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้นหรือไม่ก่อนจะมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (อิทธิพร ศรียมก. 2532 : 245-253)

โดยปกติในการทดลองแบบกลุ่มเล็ก ค่าประสิทธิภาพที่ได้จะเกือบเท่าเกณฑ์ โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% ส่วนค่าประสิทธิภาพที่ได้จากการทดลองภาคสนาม ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมากผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพใหม่ โดยยึดสภาพความเป็นจริงเป็นเกณฑ์ เช่น ทดสอบหาประสิทธิภาพแล้วได้ 83.5 / 84.5 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับเกณฑ์ 85 / 85 ที่ตั้งไว้ แต่ถ้าตั้งเกณฑ์ไว้ 75 / 75 เมื่อผลการทดลองเป็น 83.5 / 85.5 ก็อาจเลื่อนเกณฑ์ขึ้นมาเป็น 85 / 85

## 2.5 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุราษฎร์ พรหมจันทร์ (2530 : 95) กล่าวไว้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้

### 1. วิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอนทั้งหมดของวิชา

การวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอนมีจุดประสงค์ในการทำ เพื่อตรวจสอบดูว่า วัตถุประสงค์การสอนแต่ละข้อ ต้องการเน้นให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมสูงถึงระดับใด มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนเพียงใด ในการวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอนจะพิจารณาสิ่งต่างๆ ดังนี้

### 1.1 ระดับความสามารถทางสติปัญญาที่ระบุไว้ตามวัตถุประสงค์การสอน

Re หมายถึง วัตถุประสงค์ระดับ Recalled Knowledge

Ap หมายถึง วัตถุประสงค์ระดับ Applied Knowledge

Tr หมายถึง วัตถุประสงค์ระดับ Transferred Knowledge

การพิจารณาระดับของวัตถุประสงค์การสอน ดูจากสิ่งต่างๆ ดังนี้

1. ดูจาก Action Verbs เปรียบเทียบกับตารางการใช้คำ Action Verbs ในระดับต่างๆ คือ

Re ใช้คำ เช่น นิยาม บอก เขียนชื่อ พรรณนา ฯลฯ นำ

Ap ใช้คำ เช่น เลือก อธิบาย เปรียบเทียบ ยกตัวอย่าง ฯลฯ นำ

Tr ใช้คำ เช่น วิเคราะห์ สังเคราะห์ แยกแยะ สรุปผล ฯลฯ นำ

2. ดูจากข้อความของ Task และ Condition ของวัตถุประสงค์ ซึ่งระบุเอาไว้คือ ถ้าเป็นวัตถุประสงค์ระดับ

Re หมายถึง ต้องการให้ผู้เรียนฟื้นคืนความรู้เกี่ยวกับ คำจำกัดความ กฎ ชื่อ ส่วนประกอบ ศัพท์ หน้าที หรือสิ่งอื่นๆ ซึ่งจดจำได้ง่าย

Ap หมายถึง ต้องการให้ผู้เรียนสามารถแปลความ ขยายความจากข้อมูลเดิม และเรียบเรียงขึ้นใหม่ด้วยตัวเอง เพื่อนำมาหาวิธีการ ความสัมพันธ์เกี่ยวข้อง ฯลฯ ซึ่งต้องใช้ความคิดที่ละเอียดลึกซึ้งมากกว่าการจดจำแต่เพียงอย่างเดียว

Tr หมายถึง ต้องการให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาในสภาพการณ์ใหม่ๆ ซึ่งแตกต่างจากเดิมที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และสรุปผลถึงการแก้ปัญหา การปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำงาน การวางแผนงานใหม่ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ละเอียดลึกซึ้ง

### 1.2 ระดับความสำคัญของวัตถุประสงค์การสอน

X หมายถึง วัตถุประสงค์มีความสำคัญมากในการเรียนรู้ในวิชานั้นๆ หรือวิชาอื่นๆ ที่จะเรียนรู้ต่อไป ตลอดจนการทำงานในวันข้างหน้า

I หมายถึง วัตถุประสงค์มีความสำคัญในการเรียนรู้ที่จะช่วยในการเรียนรู้เนื้อหาเรื่องนั้นๆ ได้ลึกซึ้ง และสะดวกรวดเร็วขึ้น

O หมายถึง วัตถุประสงค์มีความสำคัญน้อย เป็นแต่เพียงการช่วยแนะนำถึงเรื่องราวของสิ่งที่เรียนในบางส่วนให้รวดเร็วขึ้นเท่านั้น

### 1.3 แด้มหรือนำหนักแทนความสำคัญของวัตถุประสงค์การสอน

3 คือ วัตถุประสงค์การสอนมีความสำคัญ ระดับ X

2 คือ วัตถุประสงค์การสอนมีความสำคัญ ระดับ I

1 คือ วัตถุประสงค์การสอนมีความสำคัญ ระดับ O

## 2. สร้างตารางวิเคราะห์ห้ออกข้อสอบ (Test Blueprint)

ตารางวิเคราะห์ห้ออกข้อสอบ เป็นแผนผังสำหรับครูใช้ในการพิจารณาถึงความเหมาะสมในการออกข้อสอบวัดผลตามวัตถุประสงค์ต่างๆ ของแต่ละหัวข้อเรื่อง ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

2.1 Content ได้แก่ Topic และวัตถุประสงค์การสอนต่างๆ ที่ระบุเอาไว้ในแต่ละ Topic

2.2 รายการความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill) ระดับต่างๆ ซึ่ง วัตถุประสงค์การสอนแต่ละข้อต้องการ

2.3 จำนวนข้อของข้อสอบ ซึ่งวัดพฤติกรรมตามระดับและจำนวนวัตถุประสงค์การ สอนต่างๆ

### ข้อสังเกต

ในการสร้างตารางวิเคราะห์ห้ออกข้อสอบ (Test Blueprint) มีข้อสังเกตดังต่อไปนี้

1. หัวข้อที่มีน้ำหนักหรือเต็มมาก ไม่จำเป็นว่าจะต้องมีวัตถุประสงค์มากข้อ แต่ ขึ้นอยู่กับความสำคัญของวัตถุประสงค์การสอนในหัวข้อนั้นๆ

2. จำนวนข้อที่วัดในแต่ละหัวข้อจะสัมพันธ์กับคะแนนในหัวข้อนั้นๆ คือ คะแนนมากจะต้องใช้ข้อสอบวัดมากข้อด้วย

3. วัตถุประสงค์การสอนของวิชา วัดความสามารถทางสติปัญญาทางด้านไหน มาก จำนวนข้อสอบที่วัดก็จะมากข้อในด้านนั้นด้วย

## 3. ชนิดของข้อสอบที่เหมาะสมกับการวัดผล

ข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถทางสติปัญญาของผู้เรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ใหญ่ๆ คือ ข้อสอบอัตนัย (Essay Item) และข้อสอบปรนัย (Objective Item) ซึ่งมีความเหมาะสม ในการใช้วัดผลที่แตกต่างกันอยู่บ้าง ดังนี้

3.1 ข้อสอบปรนัย ใช้วัดความสามารถทางสติปัญญาในระดับ Recall และ Applied Knowledge ได้ดี อาจใช้ข้อสอบถูกผิด จับคู่ หรือเลือกตอบก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม ของวิชาที่จะวัด

3.2 ข้อสอบอัตนัย ใช้วัดความสามารถทางสติปัญญาได้ทุกระดับ โดยเฉพาะ อย่างยิ่ง ระดับ Transferred Knowledge การใช้ข้อสอบอัตนัยวัดจะทำได้ค่อนข้างง่าย ตัดปัญหา การเดาของผู้เรียนได้เป็นอย่างดีอีกด้วย รวบรวมข้อสอบจัดเป็นชุดแบบทดสอบที่สมบูรณ์

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM สำหรับในประเทศไทยเริ่มมีการนำอินเทอร์เน็ตมาใช้ในสถานศึกษาบ้างแล้ว แต่ยังไม่มีการศึกษาอย่างจริงจัง มีเพียงการศึกษาแนวโน้มทางเทคโนโลยีการศึกษา เช่น

ยุทธนา สุวรรณลักษณ์ (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการโปรแกรมและการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ทำการวิเคราะห์เนื้อหาบทเรียนให้มีการครอบคลุมจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 9 หน่วย 16 สัปดาห์ และสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนำบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาทดลองหาประสิทธิภาพกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 สาขาวิชาช่างกลไฟฟ้าแผนกช่างไฟฟ้ากำลัง ภาคอุตสาหกรรม โรงเรียนเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อีเทค) จังหวัดชลบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการโปรแกรมและการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวมทั้งฉบับเท่ากับ 4.5 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.4 ส่วนคุณภาพด้านสื่อการสอนของบทเรียนอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวมทั้งฉบับเท่ากับ 4.22 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.43 และบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สร้างและพัฒนาขึ้นมามีประสิทธิภาพจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนผลปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.5 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ธวัชชัย จิตต์สนธิ์ (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาไมโคร โปรเซสเซอร์ 1 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ โดยแบ่งเนื้อหาบทเรียนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 1 จำนวน 12 บทเรียน โดยมีเนื้อหาครอบคลุมหลักสูตร ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหาแต่ละบทเรียนแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ โดยนำบทเรียนไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 1 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.52/82.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

นงนุช เพ็ชรรัตน์ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องความปลอดภัยของโปรแกรม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 4 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 คณะ

วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 39 คน ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องความปลอดภัยของโปรแกรม ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.88/82.22 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

อัคราพร พงษาปาน (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยให้กลุ่มตัวอย่างเรียนเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมและทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เมื่อเรียนจบให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.40/83.83 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จินตนา กงบุญ (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่อง การใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์โปรแกรม Netscape Messenger สำหรับบุคลากรของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่อง การใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์โปรแกรม Netscape Messenger และแบบประเมินการวัดความสามารถในการใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์โปรแกรม Netscape Messenger มีลักษณะเป็นแบบสำรวจรายการ ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่อง การใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์โปรแกรม Netscape Messenger สำหรับบุคลากรของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีประสิทธิภาพ 91.56/89.69 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

กุล อักษรนุ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาทฤษฎีวงจรถอด 1 เรื่องโลจิก ไดอะแกรม ผลการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น พบว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 78.409/79.545 และจากผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดขึ้นจากวิธีการเรียนทั้ง 2 วิธีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพจะทำให้ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้เช่นเดียวกับการเรียนการสอนแบบปกติตามคู่มือครู

ปราณี ทิพย์สุวรรณ (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เฟต กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก จำนวน 60 คน ให้ได้ 40 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน โดยกลุ่มที่ 1

คือ กลุ่มทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มควบคุม เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยให้กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน ผลการวิจัยสรุปว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เฟด มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.33:82.00 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

กิตต์สิณี นุ่นภักดี (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการเขียนโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล ผลการวิจัยสรุปว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้น วิชาการเขียนโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล มีประสิทธิภาพสูงตามผลการประเมินขอผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้ง 2 ด้านคือ ด้านเนื้อหา ได้ค่าผลการประเมินเท่ากับ 4.78 และผลการประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้ผลการประเมินเท่ากับ 4.72 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากทั้งสองด้าน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการเขียนโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหัวข้อดังต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีดังต่อไปนี้ คือ

1. ประชากร คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 ที่เรียนวิชาเทคนิคระบบโทรศัพท์ (รหัส 3105-2306) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี ในสถาบันอาชีวศึกษาภาคกลาง 1
2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 ที่เรียนวิชาเทคนิคระบบโทรศัพท์ (รหัส 3105-2306) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี จำนวน 20 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

- บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

##### 3.2.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM เพื่อเป็นสื่อสอนเสริมในวิชาเทคนิคระบบโทรศัพท์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

## 1. ตัดสินใจในลักษณะการสอนบนเว็บ

ผู้วิจัยเลือกประเภทของการสอนบนเว็บในลักษณะ รูปแบบผสม (Hybrid Model) เพื่อผลิตบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

## 2. กำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตรที่จัดการสอนบนเว็บ

### 2.1. การวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหาของบทเรียน

ศึกษาเรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM วิเคราะห์เนื้อหา เพื่อให้ได้โครงสร้างเนื้อหา โดยแบ่งออกเป็นหน่วยย่อย ๆ ซึ่งประกอบไปด้วย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ความรู้พื้นฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบเซลลูลาร์ (Cellular)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โครงสร้างระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การรับส่งสัญญาณวิทยุในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 หลักการทำงานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

### 2.2. การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน

โดยกำหนดจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ของหน่วยการเรียนรู้ในเรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

## 3. ออกแบบโครงสร้างของเว็บ

ผู้วิจัยได้เลือกโครงสร้างของเว็บ แบบโครงสร้างแบบลำดับชั้น (Hierarchical Structure) เพื่อสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบ โทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

### 3.1 การเขียนผังงาน (Flowchart Lesson)

ผังงาน (Flowchart) ของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบ โทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ซึ่งมีลักษณะ โครงสร้างแบบลำดับชั้น (Hierarchical Structure) ดังในภาพที่ 3.1

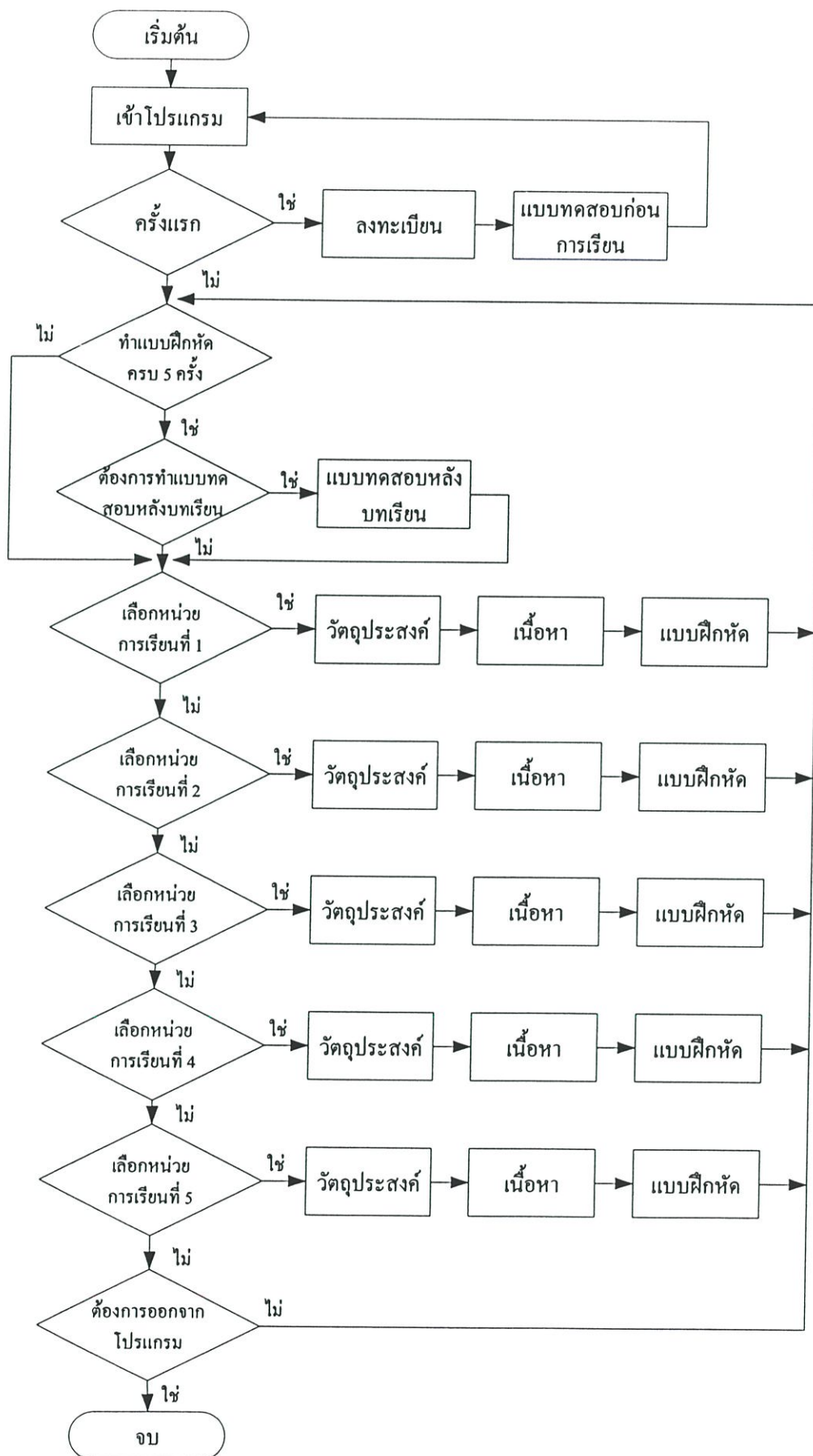
## 4. หาความรู้และทักษะการใช้โปรแกรมต่าง ๆ

ในการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบ โทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM จะต้องศึกษาโปรแกรมช่วยในการจัดการสอนบนเว็บ โปรแกรมในการสร้างโฮมเพจรายวิชา เช่น, DreamweaverMX, FlashMX, PHP, MySQL, Apache โปรแกรมอ่านข้อมูลบนเว็บ (Web Browser) เช่น Internet Explorer, Netscape Navigator, Opera โปรแกรมไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) เช่น เว็บเมล เป็นต้น โปรแกรมการประชุมทางคอมพิวเตอร์ เช่น Web Board เป็นต้น

## 5. เตรียมเนื้อหาในรูปแบบการสอนบนเว็บ ซึ่งครอบคลุมเว็บเพจต่าง ๆ

## 6. การออกแบบและพัฒนากิจกรรมการสอน

ในการเตรียมเนื้อหาในรูปแบบการสอนบนเว็บให้ครอบคลุมเว็บเพจต่างๆ และการออกแบบและพัฒนากิจกรรมการสอนในการสอนบนเว็บนั้นจะต้องดำเนินการไปพร้อมกัน ผู้วิจัยจึงได้สรุปขั้นตอนการดำเนินการดังนี้



ภาพที่ 3.1 ผังงานการใช้โปรแกรมบทเรียนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต GSM

## 6.1 การออกแบบบทเรียนขั้นแรก

ในการออกแบบบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

6.1.1 ออกแบบโฮมเพจเรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM เพื่อให้นักศึกษาสามารถเข้าสู่รายละเอียดต่างๆ ของบทเรียน

6.1.2 ออกแบบหน้าจอสำหรับป้อนข้อมูลส่วนตัวของนักศึกษา เช่น ชื่อ-นามสกุล รหัสผ่าน (Password) เป็นต้น

6.1.3 ออกแบบหน้าจอคำแนะนำการใช้งาน บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

6.1.4 ออกแบบหน้าจอหัวข้อหน่วยการเรียนรู้แต่ละหัวข้อ

6.1.5 เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เมื่อนักศึกษาเลือกเรียนแล้วจะเข้าสู่เนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ต่างๆ

6.1.6 ในแต่ละหน้าจะมีปุ่มก่อนหน้า และปุ่มต่อไปเพื่อเรียนเนื้อหาต่อไป

6.1.7 การนำเสนอจะมีภาพเคลื่อนไหว และรูปภาพประกอบ เพื่อให้นักศึกษาสามารถเข้าใจเนื้อหาเรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

6.1.8 เมื่อนักศึกษาเรียนจบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะมีแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนให้ทำ

## 6.2. การสร้างสตอรี่บอร์ด

การสร้างสตอรี่บอร์ดสำหรับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

6.2.1 ศึกษารูปแบบของสตอรี่บอร์ด

6.2.2 นำเอาข้อมูลในบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM มาเขียนสตอรี่บอร์ด

6.2.3 สร้างสตอรี่บอร์ด

6.2.4 นำสตอรี่บอร์ดที่สร้างเสร็จไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ

6.2.5 ปรับปรุงรายละเอียดของสตอรี่บอร์ดตามคำแนะนำ

## 6.3 การสร้างบทเรียน

เป็นขั้นตอนการดำเนินการสร้างบทเรียน โดยแปลงบทหรือสตอรี่บอร์ด ให้เป็นบทเรียนที่จะสามารถนำไปใช้ได้จริง โดยมีขั้นตอนดังนี้

6.3.1 การสร้างบทเรียน โดยใช้ภาษาหรือโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีโปรแกรม Macromedia FLASH MX, Adobe Photoshop 7, Macromedia DreamweaverMX ,PHP, MySQL และ โปรแกรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

6.3.2 การผลิตเอกสารประกอบการเรียน ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือเพื่อแนะนำการใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายเพื่อช่วยให้ผู้สอนและผู้เรียนสามารถนำบทเรียนไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 7. ออกแบบการประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบการประเมินผลการเรียนของผู้เรียน โดยออกแบบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## 8. ทดลองใช้งาน เพื่อหาข้อผิดพลาดและปรับปรุงแก้ไข

ออกแบบการประเมินผลการเรียนของผู้เรียน และทดลองใช้งาน เพื่อหาข้อผิดพลาดและปรับปรุงแก้ไข ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

การประเมินและแก้ไขบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีลำดับขั้นตอนดังนี้

### 8.1 ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM แบ่งออกเป็นแบบประเมินสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านการผลิตสื่อซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

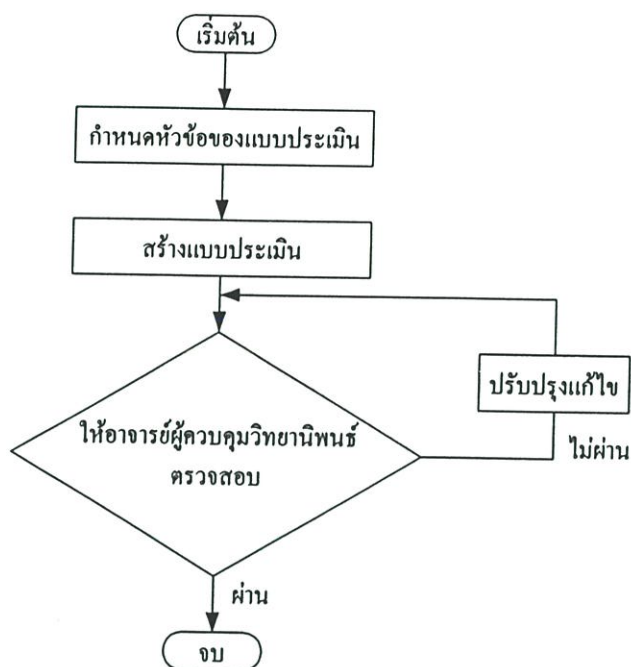
#### 1. กำหนดหัวข้อของแบบประเมิน

2. สร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านการผลิตสื่อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5	หมายถึง	ระดับคุณภาพดีมาก
4	หมายถึง	ระดับคุณภาพดี
3	หมายถึง	ระดับคุณภาพปานกลาง
2	หมายถึง	ระดับคุณภาพพอใช้
1	หมายถึง	ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

3. นำแบบประเมินที่สร้างแล้วให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไข

4. จากนั้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ตามรายการที่กำหนด



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

8.2 นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สร้างเสร็จแล้ว ให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ โดยผู้ทรงคุณวุฒิประกอบด้วย

#### 8.1.1 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ รองคณบดีฝ่ายพัฒนาและผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ผศ.ดร.สุทธิชัย นพนาสีพงษ์ ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. รศ.สมยศ จุณณะปิยะ ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลจากการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาสามารถสรุปได้ดังตาราง

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าสรุปในการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

หน่วยการเรียนรู้	$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความรู้พื้นฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่	4.48	0.64	ดี
2. ระบบเซลลูลาร์ (Cellular)	4.44	0.52	ดี
3. โครงสร้างระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM	4.41	0.51	ดี
4. การรับส่งสัญญาณวิทยุในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM	4.44	0.52	ดี
5. หลักการทำงานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM	4.33	0.45	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.42	0.53	ดี

### 8.1.2 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อ

1. ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ดร.สมศักดิ์ ภูหาสวรรค์เวช ภาควิชาเทคนิคการเกษตร  
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. อาจารย์ธีระรุช ชมใจ อาจารย์ 2 ระดับ 7 หัวหน้างานสื่อการเรียน  
การสอน วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี

ผลจากการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยผู้ทรงคุณวุฒิ  
ทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อสามารถสรุปได้ดังตาราง

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าสรุปในการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

หน่วยการเรียนรู้	$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความรู้พื้นฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่	4.64	0.29	ดีมาก
2. ระบบเซลลูลาร์ (Cellular)	4.78	0.15	ดีมาก
3. โครงสร้างระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM	4.78	0.19	ดีมาก
4. การรับส่งสัญญาณวิทยุในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM	4.81	0.15	ดีมาก
5. หลักการทำงานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM	4.69	0.24	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.74	0.20	ดีมาก

จากนั้นผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากแบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
ด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อโดยใช้สูตรดังนี้

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (กานดา พูนลาภทวี. 2533 : 44)

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

เมื่อ	$\bar{x}$	คือ	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$\sum x$	คือ	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
	$n$	คือ	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

เกณฑ์ของการประเมินคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ช่วงค่าเฉลี่ย	หมายถึง	ระดับคุณภาพ
4.50-5.00	หมายถึง	ระดับคุณภาพดีมาก
3.50-4.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพดี
2.50-3.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพพอใช้
1.00-1.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

ค่าเฉลี่ยของคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 163)

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

เมื่อ	S.D.	คือ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$x$	คือ	คะแนนแต่ละจำนวนที่ประเมิน
	$\bar{x}$	คือ	ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ประเมิน
	$n - 1$	คือ	ค่าของชั้นแห่งความเป็นอิสระ

8.3 ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

8.4 นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 6 คน เพื่อทดลองหาประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ซึ่งสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ได้เท่ากับ 79.2/78.61 เพื่อหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไข ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข

การทดลองครั้งที่ 1 จุดมุ่งหมายของการทดลองในครั้งนี้ เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

8.4.1 ทำการทดลองกับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 6 คน โดยให้ 1 คนต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง เพื่อทดลองใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

8.4.2 ชี้แจงวัตถุประสงค์ และอธิบายวิธีการใช้งานบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

8.4.3 ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนการเรียน

8.4.4 ให้นักศึกษาใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

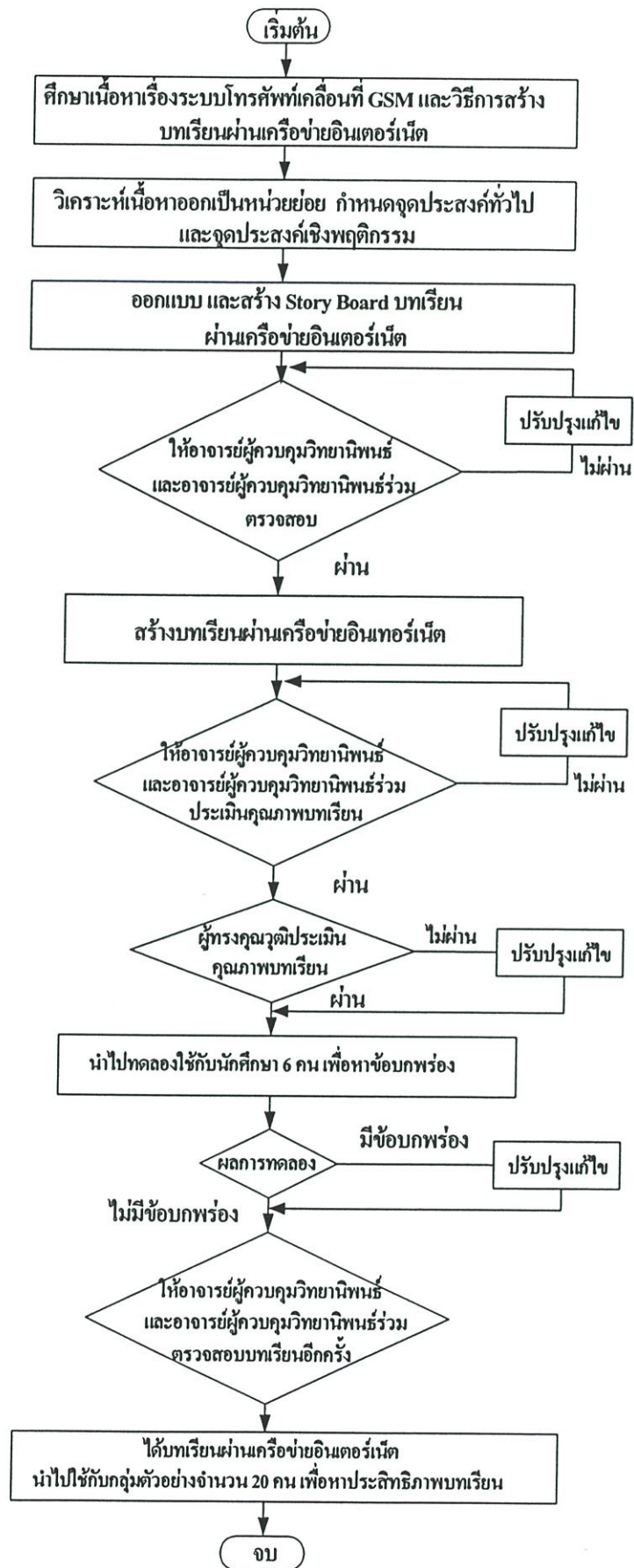
8.4.5 ขณะที่นักศึกษาทดลองใช้ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยตนเองอยู่นั้น ถ้าเกิดปัญหาหรือไม่เข้าใจสามารถซักถามได้ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

8.4.6 เมื่อนักศึกษาเรียนบทเรียนสอนผ่านอินเทอร์เน็ตครบทุกหน่วยการเรียนแล้ว นักศึกษาจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

8.4.7 แจกแบบสอบถาม เพื่อให้ให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

8.4.8 นำแบบสอบถามมารวบรวมข้อบกพร่อง และข้อเสนอแนะ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตครั้งที่ 1

8.5 จากนั้นนำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ต่อไป



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

### 3.2.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนี้เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารต่างๆ
2. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM
3. สร้างตาราง Test Blueprint ของเนื้อหาเรื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM
4. จัดสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตาม Test Blueprint ในข้อที่ 3
5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม, ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและตรวจแบบทดสอบเพื่อประเมินหาค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) จำนวน 4 ท่าน ดังนี้

1. ผศ. พิระวุฒิ สุวรรณจันทร์ รองคณบดีฝ่ายพัฒนา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ผศ.ดร.สุทธิชัย นพนาถพิงษ์ ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. รศ.สมยศ จุณณะปิยะ ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4. ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 4 ท่าน จะตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมในการตั้งคำถาม การกำหนดตัวเลือก ความครอบคลุมเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้หลักเกณฑ์ ดังนี้

- |       |    |  |
|-------|----|--|
| คะแนน | 1  | สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม           |
| คะแนน | 0  | สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่แน่ใจว่ามีควาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม |
| คะแนน | -1 | สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แน่ใจว่าไม่มีควาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม |

โดยนำผลการพิจารณาแต่ละข้อของผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่านไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้สูตร (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2526 : 88-90)

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$  คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

จากนั้นจึงเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ไปจำนวนทั้งหมด 100 ข้อ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบ โดยแบบทดสอบก่อนเรียนมีจำนวน 60 ข้อ แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนมีทั้งหมด 60 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีจำนวน 60 ข้อ

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 30 คน

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปหาคุณภาพ ดังนี้

7.1 ค่าความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบ โดยเลือกระดับความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20 ถึง 0.80 (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237)

0.80 – 1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.60 – 0.79	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.40 – 0.59	เป็นข้อสอบที่ยาก – ง่ายพอเหมาะ (ใช้ได้)
0.20 – 0.39	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.00 – 0.19	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

$$p = \frac{f_H + f_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ	p	คือ	ดัชนีความยากง่ายของแบบทดสอบ
	$f_H$	คือ	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$f_L$	คือ	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	$N_H$	คือ	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง
	$N_L$	คือ	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

ผลจากการหาค่าความยากง่าย (p) ของข้อสอบแต่ละข้อ ค่าที่คำนวณได้อัอยู่ระหว่าง 0.2-0.77 หมายความว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก, ข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ และเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย ดังในรายละเอียดภาคผนวก ข

7.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบ โดยเลือกข้อที่ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237)

0.40 ขึ้นไป	อำนาจจำแนกสูง	คุณภาพของข้อสอบดีมาก
0.30 – 0.39	อำนาจจำแนกปานกลาง	คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
0.20 – 0.29	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	คุณภาพของข้อสอบดีพอใช้ได้
0.00 – 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ	คุณภาพของข้อสอบใช้ไม่ได้

$$r = \frac{f_H - f_L}{N_H}$$

เมื่อ	r	คือ	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
	$f_H$	คือ	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$f_L$	คือ	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	$N_H$	คือ	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

ผลจากการหาค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ค่าที่คำนวณได้อัอยู่ระหว่าง 0.24-0.6 หมายความว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าอำนาจจำแนกสูง คุณภาพข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ดังในรายละเอียดภาคผนวก ข

7.3 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ. 2523 : 168)

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

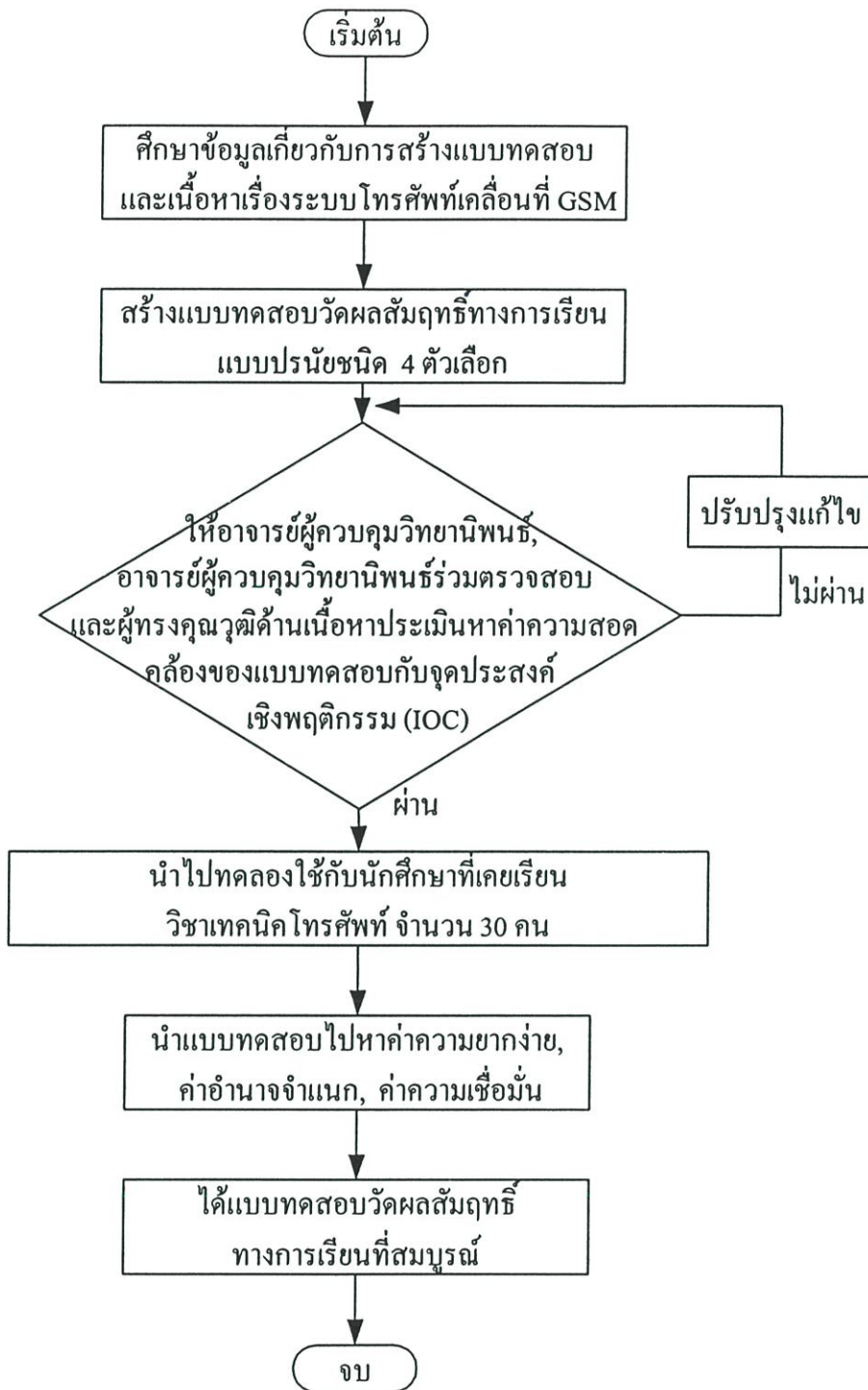
$$S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ

- $r_{tt}$  คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- $n$  คือ จำนวนข้อในแบบทดสอบ
- $p$  คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ = (จำนวนคนที่ทำถูก / จำนวนคนทั้งหมด)
- $q$  คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด หรือคือ  $1-p$
- $S_t^2$  คือ ความแปรปรวนของแบบทดสอบนั้น
- $N$  คือ จำนวนผู้เข้าสอบ
- $\sum X$  คือ คะแนนของผู้เข้าสอบ

ผลจากการค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ค่าที่คำนวณเท่ากับ 0.94 หมายความว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความเชื่อมั่นสูง ดังในรายละเอียดภาคผนวก ช

8. ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สมบูรณ์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 3.3 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการและเก็บข้อมูลนั้นผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ

3.3.1 นำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากงานบัณฑิตศึกษา ไปติดต่อหัวหน้าคณะวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี เพื่อขออนุญาต และประสานงานในการทำวิจัยครั้งนี้

3.3.2 นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ที่สร้างขึ้นมาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน  $E_1/E_2$  โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 ทำการทดลองกับนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 20 คน โดยให้ 1 คนต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง เพื่อใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ที่สร้างขึ้น

3.3.2.2 ชี้แจงวัตถุประสงค์ และอธิบายวิธีการใช้งานบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3.3.2.3 ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนการเรียน

3.3.2.4 ให้นักศึกษาใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3.3.2.5 เมื่อนักศึกษาเรียนบทเรียนผ่านอินเทอร์เน็ตครบทุกบทเรียนแล้ว นักศึกษาจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.5 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM โดยใช้  $E_1/E_2$

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.4.1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผู้วิจัยได้นำผลของการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยแยกเป็นคะแนนของแบบฝึกหัดทำยบทเรียนแต่ละหน่วยการเรียน และคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียน เพื่อนำมาหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 จากการประเมินผลของคะแนนแบบฝึกหัดในระหว่างเรียน กับคะแนนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครบทุกบทเรียนแล้วโดยใช้สูตร  $E_1/E_2$

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

- $E_1$  แทน ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละในการทำแบบฝึกหัดทำขบทเรียนแต่ละขบทเรียนในระหว่างเรียน
- $\sum x$  แทน คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากแบบฝึกหัด
- $N$  แทน จำนวนนักเรียน
- $A$  แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชุดรวมกัน

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

- $E_2$  แทน ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนขบทเรียนครบทุกขบทเรียน
- $\sum F$  แทน คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
- $N$  แทน จำนวนนักเรียน
- $B$  แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

### 3.4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของขบทเรียน

ผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากการประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหา และเทคนิคการผลิตสื่อ นำใช้ในสูตรดังนี้

การหาค่าเฉลี่ย

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

- $\bar{x}$  คือ ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ประเมิน
- $x$  คือ คะแนนแต่ละตัวที่ประเมิน
- $\sum x$  คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ประเมิน
- $n$  คือ จำนวนผู้ประเมิน

การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบประเมิน (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 163)

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

เมื่อ	S.D.	คือ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	x	คือ	คะแนนแต่ละจำนวนที่ประเมิน
	$\bar{x}$	คือ	ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ประเมิน
	n - 1	คือ	ค่าของชั้นแห่งความเป็นอิสระ

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพบทเรียน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนผ่านเครือข่าย

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ คุณภาพทางด้านเนื้อหา และคุณภาพทางด้านการผลิต คือ

ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทางด้านเนื้อหาที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ( $\bar{x}=4.42$ , S.D=0.18) ส่วนด้านการผลิตสื่อมีคุณภาพอยู่ระดับดีมาก ( $\bar{x}=4.74$  S.D=0.11) รายละเอียดค่าเฉลี่ยแสดงในตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	หน่วยการเรียนรู้					$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
	1	2	3	4	5			
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.67	4.67	4.33	4.33	4.33	4.47	0.18	ดี
2. เนื้อหาเหมาะสมกับระดับนักศึกษา	4.67	4.33	4.33	4.33	4.33	4.40	0.15	ดี
3. การนำเข้าสู่บทเรียน	4.33	4.00	4.00	4.67	4.00	4.20	0.30	ดี
4. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.67	4.33	4.67	4.67	4.67	4.60	0.15	ดีมาก
5. ลำดับขั้นการนำเสนอเนื้อหา	4.67	4.33	4.67	4.67	4.33	4.53	0.18	ดีมาก
6. ความชัดเจนในการอธิบายและสรุปเนื้อหา	4.33	4.67	4.67	4.33	4.33	4.47	0.18	ดี
7. นักศึกษาสามารถทำความเข้าใจบทเรียนได้ง่าย แม้ไม่เคยศึกษาเนื้อหาวิชานี้มาก่อน	4.33	4.33	4.00	4.00	4.00	4.13	0.18	ดี
8. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ และน่าสนใจในการเรียน	4.33	4.67	4.33	4.33	4.33	4.40	0.15	ดี
9. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนทั่วไปได้	4.33	4.67	4.67	4.67	4.67	4.60	0.15	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	4.48	4.44	4.41	4.44	4.33	4.42	0.18	ดี

จากตารางที่ 4.1 คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้านเนื้อหา พบว่า ภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.18 เมื่อพิจารณาแต่ละรายการ พบว่า รายการที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มี 3 รายการ เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยดังนี้ ความถูกต้องของเนื้อหา ( $\bar{x} = 4.60, S.D=0.15$ ) บทเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนทั่วไปได้ ( $\bar{x} = 4.60, S.D=0.15$ ) ลำดับขั้นการนำเสนอเนื้อหา ( $\bar{x} = 4.53, S.D=0.18$ ) ส่วนรายการที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมี 6 รายการ เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยดังนี้ เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ( $\bar{x} = 4.47, S.D=0.18$ ) ความชัดเจนในการอธิบายและสรุปเนื้อหา ( $\bar{x} = 4.47, S.D=0.18$ ) เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา ( $\bar{x} = 4.40, S.D=0.15$ ) บทเรียนมีลักษณะจูงใจ และ น่าสนใจในการเรียน ( $\bar{x} = 4.40, S.D=0.15$ ) การนำเข้าสู่บทเรียน ( $\bar{x} = 4.20, S.D=0.30$ ) นักศึกษา สามารถทำความเข้าใจบทเรียนได้ง่ายแม้ไม่เคยศึกษาเนื้อหาวิชานี้มาก่อน ( $\bar{x} = 4.13, S.D=0.18$ )

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านการผลิตสื่อ

รายการประเมิน	หน่วยการเรียนรู้					$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
	1	2	3	4	5			
1.ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	4.33	4.33	4.67	4.67	4.67	4.53	0.18	ดีมาก
2. ความเหมาะสมของวิธีการนำเสนอ	4.67	5.00	5.00	5.00	5.00	4.93	0.15	ดีมาก
3. การวางรูปแบบของหน้าจอ	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	ดีมาก
4. ความถูกต้องและความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	ดีมาก
6.ความเหมาะสมของรูปภาพในการสื่อความหมายของเนื้อหา	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	ดีมาก
7. การจัดวางตำแหน่งรูปภาพ	4.67	5.00	4.67	5.00	4.67	4.80	0.18	ดีมาก
8. ขนาดของรูปภาพและตัวอักษรที่นำมาใช้	4.00	4.33	4.33	4.00	4.00	4.13	0.18	ดี
9. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร และสีที่ใช้	4.00	4.00	4.00	4.33	4.00	4.07	0.15	ดี
10. ความเหมาะสมของภาพกราฟิก	4.67	5.00	5.00	5.00	4.67	4.87	0.18	ดีมาก
11. บทเรียนมีลักษณะจูงใจน่าสนใจในการเรียน	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67	4.93	0.15	ดีมาก
12. ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้	4.67	5.00	5.00	5.00	5.00	4.93	0.15	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	4.64	4.78	4.78	4.81	4.69	4.74	0.11	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ พบว่าภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.11 เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่า รายการที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มี 11 รายการ เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยดังนี้ ความถูกต้องและความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา ( $\bar{x} = 5.00, S.D=0.00$ ) ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา ( $\bar{x} = 5.00, S.D=0.00$ ) ความเหมาะสมของรูปภาพในการสื่อความหมายของเนื้อหา

( $\bar{x} = 5.00$ ,  $S.D=0.00$ ) ความเหมาะสมของวิธีการนำเสนอ ( $\bar{x} = 4.93$ ,  $S.D=0.15$ ) บทเรียนมีลักษณะจูงใจน่าสนใจในการเรียน ( $\bar{x} = 4.93$ ,  $S.D=0.15$ ) ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ ( $\bar{x} = 4.93$ ,  $S.D=0.15$ ) ความเหมาะสมของภาพกราฟิก ( $\bar{x} = 4.87$ ,  $S.D=0.18$ ) การจัดวางตำแหน่งรูปภาพ ( $\bar{x} = 4.80$ ,  $S.D=0.18$ ) การวางรูปแบบของหน้าจอ ( $\bar{x} = 4.67$ ,  $S.D=0.00$ ) ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา ( $\bar{x} = 4.53$ ,  $S.D=0.18$ ) ขนาดของรูปภาพและตัวอักษรที่นำมาใช้ ( $\bar{x} = 4.13$ ,  $S.D=0.15$ ) ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร และสีที่ใช้ ( $\bar{x} = 4.07$ ,  $S.D=0.15$ )

## 4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ตารางที่ 4.3 แสดงประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน	20	60	50.45	$E_1 = 84.08$
คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	20	60	49.10	$E_2 = 81.83$

จากตารางที่ 4.3 ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 20 คน จำนวน 5 หน่วยการเรียน คิดเป็นร้อยละ 84.08 โดยคะแนนสูงสุดของกลุ่มตัวอย่าง คือ 56 คะแนน จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 93.33 มีจำนวน 1 คน และคะแนนต่ำที่สุดของกลุ่มตัวอย่าง คือ 47 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.33 มีจำนวน 1 คน

ส่วนผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 หน่วยการเรียน ปรากฏว่ามีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 81.83 โดยคะแนนสูงสุดของกลุ่มตัวอย่างคือ 53 คะแนน จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.33 มีจำนวน 2 คน และคะแนนต่ำที่สุดของกลุ่มตัวอย่างคือ 46 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.67 มีจำนวน 1 คน

ผลจากคะแนนรวมนำมาคิดเป็นค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ในตารางที่ 4.3 ปรากฏว่าคะแนนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีค่าร้อยละ 84.08 และคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง มีค่าร้อยละ 81.83 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 แสดงว่าคะแนนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้าง และหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM เพื่อนำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาวิชาเทคนิคระบบโทรศัพท์ รหัสวิชา 3105-2306 (2-3-3) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และในสาขาวิชาหรือหลักสูตรอื่นๆ ที่มีรายละเอียดเนื้อหาวิชาที่คล้ายคลึงกัน

#### 5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

#### 5.1.2 สมมุติฐานการวิจัย

บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ที่สร้างขึ้นเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

#### 5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็น นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 20 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

#### 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM และแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ประกอบด้วยเนื้อหาบทเรียน, แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 60 ข้อ โดยมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.5-1 ค่าดัชนีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2-0.77 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.24-0.6 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94
3. แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหา เกี่ยวกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM
4. แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านการผลิตสื่อ เกี่ยวกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

### 5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี จำนวนทั้งหมด 20 คน โดยหลังจากเรียนจบบทเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนแล้ว ได้ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน เพื่อวัดผลการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรวมจำนวน 5 หน่วยการเรียน หลังจากนั้นได้ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีจำนวน 60 ข้อ จากนั้นจึงนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ

### 5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหา
2. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านการผลิตสื่อ
3. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM จากคะแนนการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้เกณฑ์ 80/80

### 5.1.7 สรุปผลการวิจัย

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพที่ค่าร้อยละ 84.08/81.83 เป็นไปตามสมมติฐาน การวิจัยที่กำหนดไว้ที่ค่าร้อยละ 80/80

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิจากแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.42 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี ด้านการผลิตสื่อมีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.74 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก แสดงว่า ผู้ทรงคุณวุฒิยอมรับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย โดยค่าประสิทธิภาพตัวแรกที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดหลังบทเรียน มีค่าคะแนนคิดเป็นร้อยละ 84.08 เป็นไปตามเกณฑ์กำหนดร้อยละ 80 และค่าประสิทธิภาพตัวหลังซึ่งเป็นคะแนนจากการทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์มีค่าคะแนนคิดเป็นร้อยละ 81.83 เป็นตามเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 เช่นเดียวกัน จัดอยู่ในระดับเป็นตามเกณฑ์ที่กำหนด และยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ที่ได้ผ่านการปรับปรุง และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้สามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภท และระดับการศึกษา หรือบุคคลทั่วไปที่สนใจ

จากผลการวิจัยค่าประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้มีค่า เป็นตามเกณฑ์กำหนด ทั้งนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการ ดังต่อไปนี้

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM มีน้ำหนักความสนใจต่อการเรียน เนื่องจากบทเรียนผ่านการพัฒนาอย่างมีระบบ ลักษณะของการสร้างเนื้อหาได้นำหลักการพื้นฐานทางจิตวิทยาของกลุ่มพฤติกรรมนิยม คือ ทฤษฎีการเรียนรู้มาช่วยเสริมสร้างให้บทเรียนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น ผู้เรียนจึงมีความพอใจกับวิธีการเรียนที่แตกต่างไปจากสภาพห้องเรียน สร้างจินตนาการได้ดีเนื่องจากมีการนำเสนอ และภาพกราฟฟิกมาประกอบบทเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในความแปลกใหม่ของตัวบทเรียน (ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541:7)

2. รูปแบบของการเรียนที่เป็นอิสระ ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปเรียนเนื้อหาเดิมได้ หรือทำความเข้าใจกับเนื้อหานั้นๆ ได้นานเท่าที่ต้องการ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Warner และ Burns (อ้างใน รัชชศิลป์ แผ่นตระกูล, 2528 : 91-93) ที่กล่าวถึงการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้เรียน จะได้ผลดียิ่งขึ้น เพราะบทเรียนผ่านเครือข่ายสามารถให้ผู้เรียนเรียนได้ซ้ำแล้วซ้ำอีกเท่าที่ผู้เรียน ต้องการ โดยไม่มีแรงกดดันจากกลุ่มเพื่อน ไม่มีอารมณ์จากผู้สอนเข้ามาเกี่ยวข้อง และการรู้ผลคะแนนของการทำแบบทดสอบ ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจในตัวเองมากขึ้น เพราะต้องการรู้ว่าตนเองสามารถทำคะแนนได้มากน้อยเท่าไร

3. ความสะดวกในการศึกษาเนื้อหาของบทเรียนทำได้ง่าย เนื่องจากการเรียนการสอนผ่านเว็บ โดยอาศัยศักยภาพและความสามารถของอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นการสื่อสารที่มีเทคโนโลยีสูงสุดในขณะนี้ให้มาช่วยเอื้ออำนวยและเป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนการสอน ให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เชื่อมโยงเครือข่ายที่สามารถเรียนได้ทุกสถานที่และทุกเวลา

4. ผลการวิเคราะห์จากแบบประเมินคุณภาพ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.42 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี และด้านการผลิตสื่อมีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.77 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นซึ่งประกอบด้วย เนื้อหาและ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยสามารถนำ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้จากการหาประสิทธิภาพ มีค่าเป็นตามเกณฑ์ที่กำหนด

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลวิจัยไปใช้

1. จากผลการทำวิจัยสามารถนำ เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ไปใช้ในการเรียนการสอนในวิชาที่เกี่ยวข้อง หรือนำไปใช้ในการอบรม รวมทั้งผู้ที่สนใจเรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM สามารถศึกษาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

2. ควรมีการจัดเตรียมความพร้อมด้านอุปกรณ์ และระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หากอุปกรณ์และระบบเครือข่ายไม่มีประสิทธิภาพ อาจส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการเข้าสู่บทเรียน ส่งผลให้ความสนใจเรียนและความตั้งใจเรียนลดลง

3. ในการดูแลรักษาระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตควรมีการบำรุงรักษาและปรับปรุงเนื้อหาในบทเรียนให้ทันต่อเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลง

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์นำเสนอภาพเคลื่อนไหว เป็นภาพแบบ 3 มิติ ประกอบเสียงบรรยาย และพัฒนาเป็นสื่อแบบตอบสนองต่อผู้เรียนได้ (Interactive) เพื่อให้สื่อการสอนสามารถใช้ในการเรียนรู้ได้ ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงมากขึ้น แต่การสร้างสื่อการสอนในลักษณะนี้จะต้องใช้เวลาในการสร้างเป็นเวลามาก และต้องใช้ผู้มีความรู้เฉพาะในด้านโปรแกรมทางด้านการสร้างภาพ 3 มิติ จึงควรมีการวิเคราะห์บทเรียนที่มีเนื้อหาที่เหมาะสมเพื่อเลือกสร้างเฉพาะในบางบทเรียนซึ่งจะเป็นสื่อที่ช่วยเพิ่มความสนใจให้ผู้เรียนได้มากยิ่งขึ้น และส่งผลให้บทเรียนมีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น

2. ควรเน้นเรื่องของการช่วยจำ ด้วยการออกแบบสรุปเนื้อหาที่สำคัญด้วยการใช้อักษรสีแดง การขีดเส้นใต้ข้อความที่สำคัญ หรือมีการสรุปเนื้อหาเป็นช่วงๆ ตามความเหมาะสม เพื่อช่วยเรื่องการจำของผู้เรียน

3. ขนาดตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียนผ่านเครือข่ายมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นอย่างมาก ไม่ควรใช้ขนาดตัวอักษรที่เล็กเกินไป

4. ควรมีการสร้างจุดเชื่อมโยง (Link) ไปยังเว็บไซต์อื่นที่มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมและได้ความรู้ที่หลากหลาย

5. ควรมีระบบป้องกันการใช้อ้อยคำไม่สุภาพ ในการตั้งกระทู้ถามตอบ (Webboard)

## บรรณานุกรม

- กานดา พูนลาภทวี. 2533. สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : เซ็นเตอร์การพิมพ์.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2535. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เอ็ดดิสันเพรสโปรดักส์.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2540. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตต์สิณี นุ่นภักดี. 2544. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการเขียนโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล". วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางอาชีพและเทคโนโลยีศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- กุล อักษรนุ. 2543. "การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาทฤษฎีวงจรถอด 1 เรื่อง โลจิกไดอะแกรม". วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางอาชีพและเทคโนโลยีศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ขนิษฐา ชานนท์. 2532. "เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน". เทคโนโลยีทางการศึกษา. 1(1) : 8
- จินตนา คงบุญ. 2545. "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริมเรื่องการใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์โปรแกรม NETSCAPE MESSENGER สำหรับบุคลากรของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง". วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชิงชัย วรรณรักษณ์. 2544. "คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ". วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางอาชีพและเทคโนโลยีศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ถนอมพร ดันพิพัฒน์. 2539. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : วงกลมโปรดักชั่น.
- ถนอมพร ดันพิพัฒน์. 2545. Designing e-Learning หลักการออกแบบและสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

- ธวัชชัย จิตต์สนธิ. 2545. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 1 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ". วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นงนุช เพ็ชรรัตน์. 2543. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องความปลอดภัยของโปรแกรม". วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2528. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- ประเสริฐ จริงโพธิ์ และพงษ์ศักดิ์ สุสัมพันธ์ไพบูลย์. 2543. เรื่องนำรู้โมบายล์โทรคมนาคม. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ปราณี ทิพสุวรรณย์. 2545. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เฟด" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ผดุง อารยะวิญญู. 2537. ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- พงษ์ศักดิ์ สุสัมพันธ์ไพบูลย์. 2542. ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่. กรุงเทพฯ : ดวงกลม(2520).
- ภักจีรา กลิ่นชะเอม. 2545 "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฐานข้อมูลเบื้องต้น เรื่องการสร้างฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอกเซล". วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- บุรุษนา สุวรรณลักษณ์. 2545. "บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า". วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538. วิธีวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- ถัญญกร วุฒิสัทติกุลกิจ. 2546. หลักการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิภา เพิ่มทรัพย์ และวสิน เพิ่มทรัพย์. 2546. ครบเครื่องเรื่องอินเทอร์เน็ต ฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ : โปรวิชั่น.
- วีระ ไทยพานิช. 2529. การออกแบบและพัฒนาระบบการสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศน

ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สมใจ บุญศิริ. 2538. อินเทอร์เน็ตนานาชาติแห่งการบริการ. กรุงเทพฯ : สถาบันวิทยบริการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2532. คอมพิวเตอร์ดีกว่าตำราเรียนตรงไหน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรชาติ เลียงสุนทรสิทธิ์. 2541. "เอกสารประกอบอบรม เรื่อง Introduction to Electronic Mail." กรุงเทพฯ : สำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุราษฎร์ พรหมจันทร์. 2530. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เสาวคนธ์ กงสุข. 2544. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ต. กรุงเทพฯ : เอมพันธ์

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรื. 2545. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่เก้า พ.ศ. 2545-2549 . กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรื

อชิพร ศรียมก. 2532. "การประเมินผลสื่อการสอน". ในเอกสารประกอบการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับมัธยมศึกษา หน่วยที่ 11-15, หน้า 245-253. สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช

Chamber, J.A. & Sprecher, J.W. 1993. **Computer-Assisted Instruction**. New Jersey : Printice Hall.

Dick, W. & Carey, L. 1985. **The System Design of Instruction**. 2<sup>nd</sup>. Ed. Glenview, IL : Scott, Foresman.

Hannafin, M.J. & Peck, K.L. 1988. **The Design, Development and Evaluation of Instructional Software**. New York : Macmillan

Price, R.V. 1991. **Computer-Aided Instruction : A Guide for Authors**. Pacific Grove, California : Brooks/ Cole Publishing

## ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก หนังสือราชการ
- ภาคผนวก ข รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ
- ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพบทเรียนสอนเสริมผ่านเครือข่าย  
อินเทอร์เน็ต (ด้านเนื้อหา)
- ภาคผนวก ง แบบประเมินคุณภาพบทเรียนสอนเสริมผ่านเครือข่าย  
อินเทอร์เน็ต (ด้านการผลิตสื่อ)
- ภาคผนวก จ แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน
- ภาคผนวก ฉ ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์ และตารางวิเคราะห์  
ข้อสอบ
- ภาคผนวก ช แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ  
แบบฝึกหัดท้ายการเรียน
- ภาคผนวก ซ การคำนวณค่าสถิติที่เกี่ยวข้อง
- ภาคผนวก ฌ คู่มือการใช้งาน

**ภาคผนวก ก**

**หนังสือราชการ**



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นางสาวภาวิณี ปานันตา รหัสประจำตัว 42064602 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "บทเรียนสอน เสริมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM (TUTORIAL WEB BASED INSTRUCTION ON GSM MOBILE TELEPHONE SYSTEM)" โดยมี ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม เป็น อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.สุรสิทธิ์ ชาติรี เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 10 สิงหาคม 2546

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้ เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ ๑๕ กันยายน พ.ศ. 2546

(รองศาสตราจารย์ผ่องพรรณ รัตนธนาวันต์)

รองคณบดีฝ่ายบริหาร

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ศธ 0524.04/ 0681

วันที่ ๖ กันยายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.สุทธิชัย นพนาถิพงษ์

ด้วย นางสาวภาวิณี ปานันตา นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร วิทยาลัย  
วิชาณพนธ์ เรื่อง บทเรียนสอนเสริมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี  
จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด  
ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นางสาวภาวิณี ปานันตา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น  
พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบสอบถามและแบบทดสอบ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณ  
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ภาคผนวก ข

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

## รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา และตรวจแบบทดสอบ

1. ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ รองคณบดีฝ่ายพัฒนาและผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
2. ผศ.ดร.สุทธิชัย นพนาถิพงษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. รศ.สมยศ จุณณะปิยะ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิทางการผลิตสื่อ

1. ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ดร.สมศักดิ์ กุหาสวรรค์เวช อาจารย์ประจำภาควิชาเทคนิคการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. อาจารย์ธีระวุธ ชมใจ อาจารย์ 2 ระดับ7 หัวหน้างานสื่อการเรียนการสอน วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี

## ภาคผนวก ค

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
(ด้านเนื้อหา)

**แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
(ด้านเนื้อหา)**

แบบประเมินชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับบทเรียนผ่าน  
เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

**คำชี้แจง**

แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

- ตอนที่ 1** แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านความ  
เหมาะสม และความถูกต้องของเนื้อหาวิชา
- ตอนที่ 2** แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

**การประเมิน**

- ตอนที่ 1** กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนน  
จะแสดงความหมายดังต่อไปนี้

ระดับคะแนน 5	หมายถึง	ดีมาก
ระดับคะแนน 4	หมายถึง	ดี
ระดับคะแนน 3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับคะแนน 2	หมายถึง	พอใช้
ระดับคะแนน 1	หมายถึง	ปรับปรุง

- ตอนที่ 2** โปรดเขียนแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ โดยลำดับหัวข้อตามระดับความสำคัญ

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของเนื้อหาวิชา

เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM					
หน่วยการเรียนรู้.....เรื่อง.....					
รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5 ดีมาก	4 ดี	3 ปานกลาง	2 พอใช้	1 ควรปรับปรุง
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2. เนื้อหาเหมาะสมกับระดับผู้เรียน					
3. การนำเข้าสู่บทเรียน					
4. ความถูกต้องของเนื้อหา					
5. ลำดับชั้นการนำเสนอเนื้อหา					
6. ความชัดเจนในการอธิบาย และสรุปเนื้อหา					
7. ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจบทเรียนได้ง่าย แม้ไม่เคยศึกษาในเนื้อหาวิชานี้มาก่อน					
8. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ และน่าสนใจในการเรียน					
9. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนต่างๆ ไปได้					

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

## ภาคผนวก ง

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
(ด้านการผลิตสื่อ)

**แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
(ด้านการผลิตสื่อ)**

แบบประเมินชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับบทเรียนผ่าน  
เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

**คำชี้แจง**

แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

- ตอนที่ 1** แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
เรื่อง ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านความ  
เหมาะสม และความถูกต้องของสื่อการเรียนการสอน
- ตอนที่ 2** แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

**การประเมิน**

- ตอนที่ 1** กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับ  
คะแนน จะแสดงความหมายดังต่อไปนี้

ระดับคะแนน 5	หมายถึง	ดีมาก
ระดับคะแนน 4	หมายถึง	ดี
ระดับคะแนน 3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับคะแนน 2	หมายถึง	พอใช้
ระดับคะแนน 1	หมายถึง	ปรับปรุง

- ตอนที่ 2** โปรดเขียนแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ โดยลำดับหัวข้อตามระดับความสำคัญ

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้อง ของสื่อการเรียนการสอน

เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM					
หน่วยการเรียนรู้.....เรื่อง.....					
รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5 ดีมาก	4 ดี	3 ปาน กลาง	2 พอ ใช้	1 ควรปรับ ปรุง
1. ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา					
2. ความเหมาะสมของวิธีการนำเสนอ					
3. การวางรูปแบบของหน้าจอ					
4. ความถูกต้องและความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
5. ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา					
6. ความเหมาะสมของรูปภาพในการสื่อความหมาย ของเนื้อหา					
7. การจัดวางตำแหน่งของรูปภาพ					
8. ขนาดของรูปภาพและตัวอักษรที่นำมาใช้					
9. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรและสีที่นำมาใช้					
10. ความเหมาะสมของภาพกราฟิก					
11. บทเรียนมีลักษณะจูงใจน่าสนใจในการเรียน					
12. ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้					

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

## ภาคผนวก จ

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน

**คำชี้แจง**

แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

**การประเมิน**

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนน จะแสดงความหมายดังต่อไปนี้

ระดับคะแนน 5	หมายถึง	ดีมาก
ระดับคะแนน 4	หมายถึง	ดี
ระดับคะแนน 3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับคะแนน 2	หมายถึง	พอใช้
ระดับคะแนน 1	หมายถึง	ปรับปรุง

ตอนที่ 2 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ โดยลำดับหัวข้อตามระดับความสำคัญ

ตอนที่ 1 ให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ในด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของบทเรียน

รายการแสดงความคิดเห็น	ระดับแสดงความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. การนำเข้าสู่บทเรียน					
2. การวางรูปแบบของหน้าจอ					
3. ข้อความบนหน้าจอมีความชัดเจน อ่านง่าย					
4. ข้อเสนอแนะในการใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์สอนเสริมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต					
5. ลำดับของเนื้อหาที่เรียนเหมาะสม					
6. เนื้อหาของบทเรียนมีความเหมาะสมกับผู้เรียน					
7. ภาพประกอบในบทเรียนความน่าสนใจและสื่อความหมายได้					
8. คำถามในแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
9. ภาพที่ใช้ประกอบบทเรียนสื่อความหมายได้ชัดเจน					
10. ความชัดเจนของข้อความและตัวอักษรของหน้าจอ					
11. ขนาด และสีของตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียน					
12. การมีส่วนร่วมในบทเรียน					
13. บทเรียนใช้ง่ายและสามารถควบคุมได้ด้วยตนเอง					
14. ข้อคำถามหรือคำสั่งมีความชัดเจนและเหมาะสม					

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้แสดงความคิดเห็น

## ภาคผนวก ฉ

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์ และตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

## ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ 6.1 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)

หัวข้อ	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)	LS	XIO	คะแนน
1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- บอกวิวัฒนาการของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่ 1 ได้</li> <li>- บอกวิวัฒนาการของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่ 2 ได้</li> <li>- บอกวิวัฒนาการของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่ 3 ได้</li> <li>- บอกวิวัฒนาการของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทยได้</li> </ul>	Re Re Re Re	I I I I	8
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายพื้นฐานระบบเซลลูลาร์ได้</li> <li>- อธิบายหลักการของ Frequency reuse ได้</li> <li>- อธิบายการแทรกสอดของสัญญาณ (Interference) ได้</li> <li>- อธิบายการขยายความจุของเซลลูลาร์ได้</li> <li>- อธิบายการทำแฮนด์โอเวอร์ (Handover) ได้</li> </ul>	Ap Ap Ap Ap Ap	I X X X X	14
3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ได้</li> <li>- อธิบายคุณลักษณะของโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้</li> <li>- อธิบายหน้าที่ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้</li> <li>- อธิบายหน้าที่ส่วนของสถานีฐานได้</li> <li>- อธิบายระบบเน็ตเวิร์กและสวิตชิงของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ได้</li> </ul>	Ap Ap Ap Ap Ap	X X X X X	15
4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายการรับส่งสัญญาณวิทยุในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ได้</li> <li>- อธิบายการมอดูเลตสัญญาณของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ได้</li> <li>- อธิบายโครงสร้างของเฟรมในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ได้</li> <li>- อธิบายความหมายและประเภทของเบิรสต์ได้</li> <li>- อธิบายประเภทของสัญญาณในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ได้</li> </ul>	Ap Ap Ap Ap Ap	X X X X I	14
5.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายการใช้งานหมายเลขต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ได้</li> <li>- อธิบายหลักการทำงานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ได้</li> <li>- บอกบริการพื้นฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ได้</li> <li>- บอกบริการเสริมของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ได้</li> </ul>	Re Ap Re Re	I X I I	9
<b>รวม</b>				<b>60</b>

ตารางที่ 6.2 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

เนื้อหา	ระดับความ			คะแนน	จำนวนข้อสอบ
	Recall	Apply	Transfer		
หัวข้อ 1					
1	I(2)			8	8
2	I(2)				
3	I(2)				
4	I(2)				
หัวข้อ 2					
1	I(2)			14	14
2		X(3)			
3		X(3)			
4		X(3)			
5		X(3)			
หัวข้อ 3					
1		X(3)		15	15
2		X(3)			
3		X(3)			
4		X(3)			
5		X(3)			
หัวข้อ 4					
1		X(3)		14	14
2		X(3)			
3		X(3)			
4		X(3)			
5		X(2)			
หัวข้อ 5					
1		X(2)		9	9
2		X(3)			
3		X(2)			
4		X(2)			
คะแนนรวม	10	50	-	60	-
จำนวนข้อสอบ	10	50	-	-	60

## ภาคผนวก ช

### แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### ข้อสอบเรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

1. ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่ 1 นั้น ใช้วิธีการแบ่งช่องสัญญาณโดยวิธีการใด
 

<input checked="" type="radio"/> ก. FDMA	<input type="radio"/> ข. TDMA
<input type="radio"/> ค. CDMA	<input type="radio"/> ง. WCDMA
2. สัญญาณที่ใช้ในการรับส่งข้อมูล ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 1 คือสัญญาณประเภทใด
 

<input type="radio"/> ก. ดิจิทัล	<input checked="" type="radio"/> ข. แอนะล็อก
<input type="radio"/> ค. แอนะล็อกและดิจิทัล	<input type="radio"/> ง. ไม่มีข้อถูก
3. ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่ 2 ใช้วิธีการแบ่งช่องสัญญาณโดยวิธีการใด
 

<input type="radio"/> ก. FDMA	<input type="radio"/> ข. CDMA
<input checked="" type="radio"/> ค. TDMA และ CDMA	<input type="radio"/> ง. WCDMA
4. ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่ 2 เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ โดยใช้มาตรฐานสากลหรือ โปรโตคอลใด
 

<input checked="" type="radio"/> ก. WAP	<input type="radio"/> ข. TCP/IP
<input type="radio"/> ค. www	<input type="radio"/> ง. GPRS
5. ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่ 3 ใช้วิธีการแบ่งช่องสัญญาณโดยวิธีการใด
 

<input type="radio"/> ก. FDMA	<input type="radio"/> ข. TDMA
<input type="radio"/> ค. CDMA	<input checked="" type="radio"/> ง. WCDMA
6. ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่ 3 ใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มความเร็วการส่งข้อมูลได้สูงถึง 384 kbps เทคโนโลยีนี้มีชื่อเรียกว่าอะไร
 

<input type="radio"/> ก. GPRS	<input checked="" type="radio"/> ข. EDGE
<input type="radio"/> ค. WCDMA	<input type="radio"/> ง. WAP
7. ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทย ระบบโทรศัพท์แอนะล็อก ระบบใดที่นำมาใช้ใน ประเทศไทยเป็นระบบแรก
 

<input checked="" type="radio"/> ก. NMT 470 MHz	<input type="radio"/> ข. NMT 900 MHz
<input type="radio"/> ค. AMPS 800 MHz	<input type="radio"/> ง. TACS
8. ไทยโมบาย (Thai Mobile) ซึ่งเป็นระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบดิจิทัล ใช้เทคโนโลยีระบบใด เป็นหลักในโครงข่าย
 

<input checked="" type="radio"/> ก. GSM 1900 MHz	<input type="radio"/> ข. GSM 900 MHz
<input type="radio"/> ค. GSM 1800 MHz	<input type="radio"/> ง. AMPS 800 MHz





22. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับการทำแฮนด์โอเวอร์ (Handover)
- ก. เกิดขึ้นเมื่อโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีการใช้งานอยู่ในเซลล์ปัจจุบันมีการเคลื่อนที่ไปยังเซลล์อื่น
  - ข. การตัดสินใจการทำแฮนด์โอเวอร์ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างเซลล์
  - ค. การตัดสินใจการทำแฮนด์โอเวอร์ขึ้นอยู่กับกำลังของสัญญาณเป็นปัจจัยหลัก
  - ง. การทำแฮนด์โอเวอร์จะเกิดขึ้นโดยผู้ใช้บริการไม่ทราบเลย
23. ข้อใดไม่ใช่โครงสร้างของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM
- ก. เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่
  - ข. ส่วนของสถานีฐาน (BSS)
  - ค. ระบบปฏิบัติการ
  - ง. ขุมสายโทรศัพท์ PSTN
24. GSM ย่อมาจากอะไร
- ก. Group Special for Mobile Communications
  - ข. Global System for Mobile Communications
  - ค. Group System Mobile Phone
  - ง. Global Special for Mobile System
25. The Mobile Station (MS) คืออะไร
- ก. สถานีฐาน
  - ข. ขุมสายโทรศัพท์
  - ค. เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่
  - ง. ระบบปฏิบัติการ
26. อุปกรณ์ภายในเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ ประกอบด้วย 2 ส่วน คืออะไร
- ก. MS และ SIM
  - ข. ME และ SIM
  - ค. MS และ ME
  - ง. EM และ SIM
27. ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM 900 แบ่งชนิดของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ตามขนาดกำลังส่งสูงสุด ใน Power class 1 ใช้กำลังในการส่งสูงสุดได้กี่วัตต์ (W)
- ก. 0.2 W
  - ข. 0.8 W
  - ค. 8 W
  - ง. 20 W
28. SIM ทำหน้าที่อะไร
- ก. เก็บข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้บริการ
  - ข. รับส่งคลื่นวิทยุระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กับสถานีฐาน
  - ค. บันทึกการใช้งานของผู้ใช้บริการ
  - ง. ควบคุมระบบเน็ตเวิร์ก
29. ส่วนของสถานีฐาน (BSS) ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือข้อใด
- ก. BTS และ BCS
  - ข. BTS และ BSC
  - ค. OSS และ BTS
  - ง. BTS และ MSC

30. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับ BTS (Base Transceiver Station)
- ก. BTS 1 ตัว สามารถควบคุม BSC ได้จำนวนหลายสิบหรือหลายร้อยชุด
  - ข. BTS มีกำลังส่งไม่เกิน 20 W
  - ค. BTS 1 ตัว ควบคุมครอบคลุมบริเวณพื้นที่ 1 เซลล์
  - ง. BTS จะเชื่อมต่อกับ MSC (Mobile Services switching Center)
31. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของ Base Station Controller (BSC)
- ก. ควบคุมการทำงานของ BTS ทุกตัวที่อยู่ภายใต้การดูแล
  - ข. ควบคุมกำลังส่งของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่
  - ค. เป็นฐานข้อมูลเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของผู้ใช้บริการ
  - ง. การทำแฮนด์โอเวอร์ระหว่างเซลล์
32. ระบบเน็ตเวิร์กและสวิตซิง (NSS) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือข้อใด
- ก. MSC และ BSC
  - ข. MSC และ OMC
  - ค. OMC และ ฐานข้อมูลของผู้ใช้บริการ
  - ง. MSC และ ฐานข้อมูลของผู้ใช้บริการ
33. ฐานข้อมูลใด ภายในระบบเน็ตเวิร์กและสวิตซิง (NSS) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับผู้ใช้บริการ เช่น การใช้งานโทรออก
- ก. AUC
  - ข. HLR
  - ค. VLR
  - ง. MSC
34. ระบบเน็ตเวิร์กและสวิตซิง (NSS) ส่วนใดที่ทำหน้าที่สวิตซ์และเชื่อมต่อคู่สายระหว่างผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่กับผู้ใช้บริการโทรศัพท์พื้นฐานธรรมดาหรือโครงข่ายประเภทอื่นๆ
- ก. HLR
  - ค. MSC
  - ข. VLR
  - ง. AUC
35. Operations and Maintenance Center (OMC) ทำหน้าที่อะไร
- ก. ดูแลและจัดการเรื่องการปฏิบัติการของระบบ
  - ข. เป็นฐานข้อมูลเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของผู้ใช้บริการ
  - ค. ควบคุมการทำงานของ BTS ทุกตัวที่อยู่ภายใต้การดูแล
  - ง. ควบคุมกำลังส่งของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่

36. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่การทำงานของ Operations and Maintenance Center (OMC)
- ก. การจัดการกับปัญหาของอุปกรณ์บางส่วนที่เกิดความเสียหาย  
ข. ปรับตั้งค่าต่าง ๆ ภายในระบบให้เหมาะสม  
ค.  ดูแลการรับส่งสัญญาณระหว่างสมาชิกผู้ใช้บริการกับส่วนของโครงข่าย  
ง. การคิดค่าบริการและการออกบิลเก็บค่าบริการ
37. Operations and Maintenance Center (OMC) ส่วนใหญ่แล้วจะติดต่อกับฐานข้อมูลใด
- ก. VLR  
ข. AUC  
ค. NSS  
ง.  HLR
38. ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM 900 ใช้ความถี่ในย่านใด ส่งสัญญาณขาขึ้น (Up-Link Transmission)
- ก.  890 - 915 MHz  
ข. 935 - 960 MHz  
ค. 890 - 960 MHz  
ง. 890 - 935 MHz
39. ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM 900 ในแต่ละคลื่นพาห์แบ่งช่องสัญญาณได้ 8 ไทม์สล็อต ซึ่งใช้วิธีการใดในการแบ่งช่องสัญญาณ
- ก. FDMA  
ข. CDMA  
ค.  TDMA  
ง. WCDMA
40. ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM 900 ในการส่งสัญญาณขาขึ้น (Up- Link Transmission) และส่งสัญญาณขาลง(Down- Link Transmission) รวมกันทั้งหมดมีขนาดแบนด์วิดท์เท่าใด
- ก. 25 KHz  
ข.  50 KHz  
ค. 75 KHz  
ง. 150 KHz
41. ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ใช้วิธีการมอดูเลตสัญญาณ แบบใด
- ก. FSK  
ข. PSK  
ค. ASK  
ง.  GMSK
42. การมอดูเลตแบบ GMSK สามารถส่งสัญญาณดิจิทัลด้วยอัตราความเร็วเท่าใด
- ก. 170.833 kbps  
ข.  270.833 kbps  
ค. 370.833 kbps  
ง. 470.833 kbps
43. การมอดูเลตแบบ MSK ถ้าข้อมูลในบิตคู่และบิตคี่เหมือนกัน ผลลัพธ์ของสัญญาณที่ผ่านการมอดูเลตจะเป็นอย่างไร
- ก.  ความถี่สูง  
ข. ความถี่ต่ำ  
ค. บิตคู่  
ง. บิตคี่



52. หมายเลขเฉพาะของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งในระบบโครงข่ายใช้สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ คือข้อใด
- ก. IMSI  
ข. TMSI  
ค.  IMEI  
ง. BSIC
53. หมายเลข CGI (Cell Global Identity) ที่ใช้ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM คือข้อใด
- ก. หมายเลขชั่วคราวที่ใช้ในการจัดเส้นทางของข้อมูลเสียง  
ข.  หมายเลขประจำเซลล์ ที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งเซลล์  
ค. หมายเลขที่ใช้ในการแยกแยะสถานีฐานที่ส่งออกอากาศสัญญาณ BCCH เดียวกัน  
ง. หมายเลขประจำตัวของสมาชิกผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM
54. กรณีที่เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ ไม่มีการติดต่อสื่อสารกับโครงข่าย จึงไม่สามารถทราบว่าเป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่อยู่ที่ใด ณ ปัจจุบัน เรียกสถานะของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่นี้ว่าอะไร
- ก. MS Turned on  
ข.  MS Turned off  
ค. MS Idle Mode  
ง. MS Busy Mode
55. MS Idle Mode หมายถึงอะไร
- ก. โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ถูกปิด  
ข. โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ถูกเปิดใช้งานและมีการสนทนาหรือส่งข้อมูลอยู่  
ค.  โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ถูกเปิดใช้งานแต่ไม่มีการเชื่อมต่อกับโครงข่ายเพื่อการสนทนา  
ง. โทรศัพท์เคลื่อนที่เคลื่อนย้ายตำแหน่งระหว่างเซลล์
56. PSTN call To MS หมายถึงอะไร
- ก.  การติดต่อจากผู้ใช้บริการ โครงข่ายพื้นฐาน (PSTN) ไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่  
ข. การติดต่อจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังผู้ใช้บริการ โครงข่ายพื้นฐาน (PSTN)  
ค. การติดต่อระหว่างผู้ใช้บริการ โครงข่ายพื้นฐาน (PSTN)  
ง. การติดต่อระหว่างผู้ใช้บริการ โทรศัพท์เคลื่อนที่
57. Voice mail หมายถึงบริการใด
- ก. บริการสำหรับรับส่งข้อความสั้น ๆ มีความยาวไม่เกิน 160 ตัวอักษร  
ข.  บริการตอบรับอัตโนมัติเมื่อผู้ใช้บริการไม่สามารถรับสายได้  
ค. บริการรับข้อความแฟกซ์จากเครื่องรับส่งแฟกซ์ใด ๆ  
ง. บริการสำหรับการพูดติดต่อทั่วไป
58. ข้อใดไม่ใช่บริการพื้นฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM
- ก.  Call waiting  
ข. SMS-Cell Broadcast  
ค. Voice mail  
ง. Fax mail

59. Call waiting คือบริการอะไร

ก. ผู้ใช้บริการสามารถโอนสายที่เรียกเข้ามาไปยังหมายเลขอื่นๆ

ข. บริการที่ให้มีการแสดงหรือไม่แสดงหมายเลขที่เรียกเข้ามา

ค. ผู้ใช้บริการสามารถรับสายเรียกซ้อนได้

ง. บริการที่ให้คู่สนทนาถือสายรอ ถ้าผู้บริการต้องการโทรออกไปยังหมายเลขอื่น

60. บริการเสริมที่ยอมให้ผู้ใช้บริการสามารถสนทนาพร้อมกันได้หลายๆสายในเวลาเดียวกัน คือบริการใด

ก. Call waiting

ข. Call Forwarding

ค. Call hold

ง. Multiparty Service

## แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

### หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

- ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ AMPS เป็นระบบที่คิดค้นและพัฒนาโดยประเทศใด
 

ก. ฝรั่งเศส	ข. อิตาลี
ค. อังกฤษ	<input checked="" type="radio"/> ง. สหรัฐอเมริกา
- ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่ 1 นั้น ใช้วิธีการแบ่งช่องสัญญาณโดยวิธีการใด
 

<input checked="" type="radio"/> ก. FDMA	ข. TDMA
ค. CDMA	ง. WCDMA
- สัญญาณดิจิทัลที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลเริ่มใช้ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคใด
 

ก. ยุคที่ 1	<input checked="" type="radio"/> ข. ยุคที่ 2
ค. ยุคที่ 3	ง. ยุคที่ 4
- ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่ 2 ระบบใดเป็นที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก
 

ก. IS-95	ข. USDC
ค. JDC	<input checked="" type="radio"/> ง. GSM
- ระบบ UMTS เป็นระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคใด
 

ก. ยุคที่ 1	ข. ยุคที่ 2
<input checked="" type="radio"/> ค. ยุคที่ 3	ง. ยุคที่ 4
- ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่ 3 ใช้วิธีการแบ่งช่องสัญญาณโดยวิธีการใด
 

ก. FDMA	ข. TDMA
ค. CDMA	<input checked="" type="radio"/> ง. WCDMA
- ในปี พ.ศ. 2537 ได้นำระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบดิจิทัล มาใช้ในประเทศไทย ซึ่งมี 2 ระบบด้วยกันคือ
 

ก. GSM 900 และ AMPS 800	ข. GSM 1800 และ NMT450
<input checked="" type="radio"/> ค. GSM 900 และ PCN 1800	ง. GSM 1900 และ PCN 1800
- ไทยโมบาย (Thai Mobile) ซึ่งเป็นระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบดิจิทัล ใช้เทคโนโลยีระบบใดเป็นหลักในโครงข่าย
 

<input checked="" type="radio"/> ก. GSM 1900 MHz	ข. GSM 900 MHz
ค. GSM 1800 MHz	ง. AMPS 800 MHz

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

9. หลักการของระบบเซลล์ลุดาร์ คือ ข้อใด
- ความพยายามในการใช้ความถี่ซ้ำ ในพื้นที่ให้บริการที่อยู่บริเวณเดียวกันให้มากที่สุด
  - ความพยายามในการใช้ความถี่หลายๆ ความถี่ ในพื้นที่ให้บริการที่อยู่ต่างบริเวณกันให้มากที่สุด
  - ความพยายามในการใช้ความถี่ซ้ำ ในพื้นที่ให้บริการที่อยู่ต่างบริเวณกันให้มากที่สุด
  - ความพยายามในการใช้ความถี่หลายๆ ความถี่ ในพื้นที่ให้บริการที่อยู่บริเวณเดียวกันให้มากที่สุด
10. ลักษณะการแบ่งพื้นที่ให้บริการแบบเซลล์ลุดาร์ นิยมแบ่งพื้นที่เป็นรูปแบบใด
- สามเหลี่ยม
  - สี่เหลี่ยม
  - หกเหลี่ยม
  - วงกลม
11. ข้อใดกล่าวผิด เกี่ยวกับหลักการ Frequency reuse
- เป็นการนำความถี่กลับมาใช้ซ้ำอีกในบริเวณที่ห่างไกลกัน
  - เซลล์ที่อยู่ติดกันจะใช้ความถี่เดียวกัน
  - การแบ่งความถี่ที่ใช้ในแต่ละกลุ่มเซลล์ต้องคำนึงถึงค่า C/I
  - เป็นการเพิ่มช่องสัญญาณในการสื่อสาร
12. ค่า Reuse Distance ข้อใดกล่าวถูกต้อง
- ระยะห่างระหว่างเซลล์ที่อยู่ติดกัน
  - ความกว้างของเซลล์แต่ละเซลล์
  - ระยะห่างระหว่างเซลล์ ที่ใช้ความถี่ต่างกัน เพื่อไม่ให้เกิดการ Interference
  - ระยะห่างระหว่างเซลล์ ที่ใช้ความถี่เดียวกัน เพื่อไม่ให้เกิดการ Interference
13. สมการของค่า Reuse Distance คือข้อใด
- $D = 3NR$
  - $D = \sqrt{3NR}$
  - $D = \sqrt{2NR}$
  - $D = 3\sqrt{NR}$
14. การแทรกสอดของสัญญาณ (Interference) มีกี่แบบ
- 1 แบบ
  - 2 แบบ
  - 3 แบบ
  - 4 แบบ
15. การแทรกสอดของสัญญาณ (Interference) ที่เกิดจากการแทรกสอดของสัญญาณที่มีความถี่ใกล้เคียงกันหรือความถี่ของเซลล์รอบข้างที่อยู่ติดกัน มีชื่อเรียกว่าอะไร
- Adjacent noise
  - Co-Channel Interference
  - Co-Adjacent Interference
  - Adjacent Channel Interference



22. การทำแฮนด์โอเวอร์ (Handover) ด้วยวิธี Mobile Assisted Handoff (MAHO) ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. ใช้ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนะล็อก
- ข. จะตรวจวัดสัญญาณจากสถานีฐานเพียงอย่างเดียว
- ค. เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่จะวัดระดับสัญญาณที่รับได้จากสถานีฐานแต่ละแห่งที่อยู่รอบๆ และรายงานไปยังสถานีฐานที่กำลังติดต่ออยู่
- ง. ไม่มีข้อใดถูก







45. หนึ่งมัดคิเฟรม (multi frame) ประกอบด้วยเฟรมทั้งหมดจำนวน 26 เฟรม ส่วนเฟรมที่ใช้ในการส่งข้อมูลใช้จำนวนกี่เฟรม
- ก. 23 เฟรม  ข. 24 เฟรม  
 ค. 25 เฟรม ง. 26 เฟรม
46. ในโครงสร้างของเฟรม (frame) บริเวณว่างเปล่าเพื่อไว้กันการทับกันของสัญญาณใน 2 ไทม์สล็อตที่ติดกัน เรียกว่าอะไร
- ก. guard bits ข. Tail bits  
 ค. encrypted bits ง. Training sequence
47. ประเภทของเบิร์สต์ (Burst) แบ่งออกได้เป็นกี่ชนิด
- ก. 4 ชนิด  ข. 5 ชนิด  
 ค. 6 ชนิด ง. 7 ชนิด
48. เบิร์สต์ (Burst) ชนิดใดที่มีขนาดของ guard period ยาวกว่าเบิร์สต์แบบอื่นๆ
- ก. เบิร์สต์แอกเซส (Access Burst)  
 ข. เบิร์สต์ปกติ (Normal Burst)  
 ค. เบิร์สต์สำหรับการซิงโครไนซ์ (Synchronization Burst)  
 ง. เบิร์สต์คัมมี่ (Dummy Burst)
49. เบิร์สต์ชนิดใดที่ใช้สำหรับส่งสัญญาณ FCCH เพื่อให้เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ สามารถซิงโครไนซ์ความถี่ของคลื่นพาห้ได้ถูกต้อง
- ก. เบิร์สต์ปกติ ข. เบิร์สต์สำหรับการซิงโครไนซ์  
 ค. เบิร์สต์ปรับแก้ความถี่ ง. เบิร์สต์แอกเซส
50. ช่องสัญญาณซิกแนลลิง (Signaling Channel) แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มย่อย คือข้อใด
- ก. BCH, CCCH, ACCH  ข. BCH, CCCH, DCCH  
 ค. ACH, BCCH, CCCH ง. BCH, BCCH, CCCH
51. สัญญาณใดที่ส่งในทิศทางเดียวจากสถานีฐานไปยังเครื่องโทรศัพท์ เพื่อบอกให้รู้เกี่ยวกับข้อมูลของเซลล์ที่อยู่ปัจจุบันและเซลล์รอบข้าง
- ก. BCH ข. CCCH  
 ค. DCCH ง. SCCH



59. บริการเสริมที่ผู้ใช้บริการสามารถโอนสายที่เรียกเข้ามาไปยังหมายเลขอื่นๆ คือบริการใด

ก. Call Forwarding

ข. Barring of Incoming Calls

ค. Call hold

ง. Multiparty Service

60. บริการเสริมที่ให้ผู้ให้บริการสามารถใช้เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ใช้งานอินเทอร์เน็ตได้ คือบริการใด

ก. Call waiting

ข. รับส่ง e-mail

ค. WAP

ง. Call Forwarding

## ภาคผนวก ซ

### การคำนวณค่าสถิติที่เกี่ยวข้อง

1. ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)
2. ค่าความยากง่าย, ค่าอำนาจจำแนก
3. ค่าความเชื่อมั่น
4. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
5. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1. ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับ  
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)

ตารางที่ 6.3 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียนกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 4 ท่าน

ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 4 ท่าน				รวม	ค่า IOC	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4			
1	1	0	1	1	3	0.75	สอดคล้อง/ใช้ได้
2	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
3	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
4	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
5	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
6	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
7	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
8	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
9	1	0	1	1	3	0.75	สอดคล้อง/ใช้ได้
10	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
11	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
12	1	0	1	1	3	0.75	สอดคล้อง/ใช้ได้
13	1	1	0	1	3	0.75	สอดคล้อง/ใช้ได้
14	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
15	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
16	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
17	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
18	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
19	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
20	1	0	1	1	3	0.75	สอดคล้อง/ใช้ได้
21	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
22	1	0	1	1	3	0.75	สอดคล้อง/ใช้ได้
23	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
24	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
25	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
26	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
27	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
28	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

ตารางที่ 6.3 (ต่อ)

ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 4 ท่าน				รวม	ค่า IOC	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4			
29	1	0	1	1	3	0.75	สอดคล้อง/ใช้ได้
30	1	0	1	1	3	0.75	สอดคล้อง/ใช้ได้
31	0	1	1	1	3	0.75	สอดคล้อง/ใช้ได้
32	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
33	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
34	1	0	1	1	3	0.75	สอดคล้อง/ใช้ได้
35	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
36	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
37	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
38	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
39	1	0	1	1	3	0.75	สอดคล้อง/ใช้ได้
40	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
41	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
42	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
43	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
44	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
45	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
46	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
47	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
48	1	0	1	1	3	0.75	สอดคล้อง/ใช้ได้
49	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
50	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
51	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
52	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
53	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
54	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
55	0	0	1	1	2	0.5	สอดคล้อง/ใช้ได้
56	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
57	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
58	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
59	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
60	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
61	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

ตารางที่ 6.3 (ต่อ)

ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 4 ท่าน				รวม	ค่า IOC	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4			
62	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
63	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
64	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
65	1	1	1	0	3	0.75	สอดคล้อง/ใช้ได้
66	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
67	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
68	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
69	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
70	1	0	1	1	3	0.75	สอดคล้อง/ใช้ได้
71	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
72	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
73	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
74	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
75	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
76	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
77	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
78	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
79	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
80	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
81	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
82	1	0	1	1	3	0.75	สอดคล้อง/ใช้ได้
83	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
84	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
85	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
86	1	0	0	1	2	0.5	สอดคล้อง/ใช้ได้
87	1	1	0	1	3	0.75	สอดคล้อง/ใช้ได้
88	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
89	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
90	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
91	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
92	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
93	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
94	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

ตารางที่ 6.3 (ต่อ)

ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 4 ท่าน				รวม	ค่า IOC	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4			
95	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
96	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
97	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
98	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
99	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
100	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

ตารางที่ 6.4 คะแนนจากการทำแบบทดสอบ

คนที่	คะแนนที่ได้ (X) (คะแนนเต็ม 100 คะแนน)	$X^2$
1	83	6889
2	83	6889
3	82	6724
4	81	6561
5	80	6400
6	79	6241
7	79	6241
8	78	6084
9	77	5929
10	74	5476
11	74	5476
12	68	4624
13	68	4624
14	65	4225
15	64	4096
16	55	3025
17	51	2601
18	50	2500
19	50	2500
20	44	1936
21	42	1764
22	40	1600
23	39	1521
24	38	1444
25	35	1225
26	34	1156
27	33	1089

ตารางที่ 6.4 (ต่อ)

คนที่	คะแนนที่ได้ (X) (คะแนนเต็ม 100 คะแนน)	$X^2$
28	33	1089
29	32	1024
30	31	961
รวม ( $\Sigma$ )	1742	11194

## 2. ค่าความยากง่าย, ค่าอำนาจจำแนก

ตารางที่ 6.5 การหาค่าความยากง่าย, และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ข้อที่	$f_H$ ( $f_H = 15$ คน)	$f_L$ ( $f_L = 15$ คน)	$p = \frac{f_H + f_L}{N_H + N_L}$	$r = \frac{f_H - f_L}{N_H}$
1	15	8	0.77	0.47
2	14	8	0.73	0.40
3	14	7	0.70	0.47
4	13	8	0.70	0.33
5	15	7	0.73	0.53
6	12	5	0.57	0.47
7	13	6	0.63	0.47
8	10	6	0.53	0.27
9	14	6	0.67	0.53
10	9	5	0.47	0.27
11	9	5	0.47	0.27
12	8	4	0.40	0.27
13	10	6	0.53	0.27
14	10	5	0.50	0.33
15	14	9	0.77	0.33
16	15	7	0.73	0.53
17	14	9	0.77	0.33
18	13	6	0.63	0.47
19	11	5	0.53	0.40
20	10	4	0.47	0.40
21	13	7	0.67	0.40
22	9	4	0.43	0.33
23	8	3	0.37	0.33
24	10	4	0.47	0.40
25	9	3	0.40	0.40
26	14	9	0.77	0.33

ตารางที่ 6.5 (ต่อ)

ข้อที่	$f_H$ ( $f_H = 15$ คน)	$f_L$ ( $f_L = 15$ คน)	$p = \frac{f_H + f_L}{N_H + N_L}$	$r = \frac{f_H - f_L}{N_H}$
27	12	7	0.63	0.33
28	8	3	0.37	0.33
29	9	2	0.37	0.47
30	10	6	0.53	0.27
31	10	5	0.50	0.33
32	14	9	0.77	0.33
33	12	10	0.63	0.33
34	7	3	0.33	0.27
35	12	7	0.63	0.33
36	14	9	0.77	0.33
37	13	8	0.70	0.33
38	14	7	0.70	0.47
39	15	8	0.77	0.47
40	10	5	0.50	0.33
41	9	4	0.43	0.33
42	15	6	0.70	0.60
43	12	7	0.63	0.33
44	13	7	0.67	0.40
45	13	6	0.63	0.47
46	9	3	0.40	0.40
47	11	4	0.50	0.47
48	12	6	0.60	0.40
49	6	1	0.23	0.33
50	7	2	0.30	0.33
51	7	0	0.23	0.47
52	8	3	0.37	0.33
53	7	2	0.3	0.33
54	9	4	0.43	0.33

ตารางที่ 6.5 (ต่อ)

ข้อที่	$f_H$ ( $f_H = 15$ คน)	$f_L$ ( $f_L = 15$ คน)	$p = \frac{f_H + f_L}{N_H + N_L}$	$r = \frac{f_H - f_L}{N_H}$
55	9	3	0.40	0.40
56	10	4	0.47	0.40
57	11	6	0.57	0.33
58	8	3	0.37	0.33
59	12	7	0.63	0.33
60	11	6	0.57	0.33
61	13	8	0.70	0.33
62	14	7	0.70	0.47
63	11	5	0.53	0.40
64	13	9	0.73	0.27
65	8	3	0.37	0.33
66	14	9	0.77	0.33
67	7	2	0.30	0.33
68	6	1	0.23	0.33
69	14	9	0.77	0.33
70	7	3	0.33	0.27
71	10	5	0.50	0.33
72	7	2	0.30	0.33
73	13	7	0.67	0.40
74	12	7	0.63	0.33
75	7	1	0.27	0.40
76	9	3	0.40	0.40
77	7	3	0.33	0.27
78	6	1	0.23	0.33
79	9	2	0.37	0.47
80	10	5	0.50	0.33
81	11	6	0.57	0.33
82	7	1	0.27	0.40

ตารางที่ 6.5 (ต่อ)

ข้อที่	$f_H$ ( $f_H = 15$ คน)	$f_L$ ( $f_L = 15$ คน)	$p = \frac{f_H + f_L}{N_H + N_L}$	$r = \frac{f_H - f_L}{N_H}$
83	6	1	0.23	0.33
84	12	7	0.63	0.33
85	6	1	0.23	0.33
86	9	2	0.37	0.47
87	5	1	0.20	0.24
88	13	7	0.67	0.40
89	9	5	0.47	0.27
90	14	7	0.70	0.47
91	10	5	0.50	0.33
92	14	7	0.70	0.47
93	15	8	0.77	0.47
94	14	8	0.73	0.40
95	11	6	0.57	0.33
96	10	5	0.50	0.33
97	10	4	0.47	0.40
98	11	5	0.53	0.40
99	11	4	0.50	0.47
100	14	7	0.70	0.47
<b>เฉลี่ย</b>	-	-	<b>0.53</b>	<b>0.37</b>

### 3. ค่าความเชื่อมั่น

ตารางที่ 6.6 การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ข้อที่	P	q	p·q
1	0.77	0.23	0.18
2	0.73	0.27	0.20
3	0.70	0.30	0.21
4	0.70	0.30	0.21
5	0.73	0.27	0.20
6	0.57	0.43	0.25
7	0.63	0.37	0.23
8	0.53	0.47	0.25
9	0.67	0.33	0.22
10	0.47	0.53	0.25
11	0.47	0.53	0.25
12	0.40	0.60	0.24
13	0.53	0.47	0.25
14	0.50	0.50	0.25
15	0.77	0.23	0.18
16	0.73	0.27	0.20
17	0.77	0.23	0.18
18	0.63	0.37	0.23
19	0.53	0.47	0.25
20	0.47	0.53	0.25
21	0.67	0.33	0.22
22	0.43	0.57	0.25
23	0.37	0.63	0.23
24	0.47	0.53	0.25
25	0.40	0.60	0.24
26	0.77	0.23	0.18

ตารางที่ 6.6 (ต่อ)

ข้อที่	P	q	p-q
27	0.63	0.37	0.23
28	0.37	0.63	0.23
29	0.37	0.63	0.23
30	0.53	0.47	0.25
31	0.50	0.50	0.25
32	0.77	0.23	0.18
33	0.63	0.37	0.23
34	0.33	0.67	0.22
35	0.63	0.37	0.23
36	0.77	0.23	0.18
37	0.70	0.30	0.21
38	0.70	0.30	0.21
39	0.77	0.23	0.18
40	0.50	0.50	0.25
41	0.43	0.57	0.25
42	0.70	0.30	0.21
43	0.63	0.37	0.23
44	0.67	0.33	0.22
45	0.63	0.37	0.23
46	0.40	0.60	0.24
47	0.50	0.50	0.25
48	0.60	0.40	0.24
49	0.23	0.77	0.18
50	0.3	0.70	0.21
51	0.23	0.77	0.18
52	0.37	0.63	0.23
53	0.30	0.70	0.21
54	0.43	0.57	0.25
55	0.40	0.60	0.24
56	0.47	0.53	0.25

ตารางที่ 6.6 (ต่อ)

ข้อที่	P	q	p-q
57	0.57	0.43	0.254
58	0.37	0.63	0.232
59	0.63	0.37	0.232
60	0.57	0.43	0.246
61	0.70	0.30	0.210
62	0.70	0.30	0.210
63	0.53	0.47	0.249
64	0.73	0.27	0.196
65	0.37	0.63	0.232
66	0.77	0.23	0.179
67	0.30	0.70	0.210
68	0.23	0.77	0.179
69	0.77	0.23	0.179
70	0.33	0.67	0.222
71	0.50	0.50	0.250
72	0.30	0.70	0.210
73	0.67	0.33	0.222
74	0.63	0.37	0.232
75	0.27	0.73	0.196
76	0.40	0.60	0.240
77	0.33	0.67	0.222
78	0.23	0.77	0.179
79	0.37	0.63	0.232
80	0.50	0.50	0.250
81	0.57	0.43	0.246
82	0.27	0.73	0.196
83	0.23	0.77	0.179
84	0.63	0.37	0.232

ตารางที่ 6.6 (ต่อ)

ข้อที่	P	q	p·q
85	0.23	0.77	0.179
86	0.37	0.63	0.232
87	0.20	0.80	0.160
88	0.67	0.33	0.222
89	0.47	0.53	0.249
90	0.70	0.30	0.210
91	0.50	0.50	0.250
92	0.70	0.30	0.210
93	0.77	0.23	0.179
94	0.73	0.27	0.196
95	0.57	0.43	0.246
96	0.50	0.50	0.250
97	0.47	0.53	0.249
98	0.53	0.47	0.249
99	0.5	0.5	0.25
100	0.70	0.30	0.210
			$\sum p.q = 22.179$

วิธีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ด

สัน

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

$$S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ

$r_{tt}$  คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$n$  คือ จำนวนข้อในแบบทดสอบ

$p$  คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ = (จำนวนคนที่ทำถูก / จำนวนคนทั้งหมด)

$q$  คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด หรือคือ  $1 - p$

$S_t^2$  คือ ความแปรปรวนของแบบทดสอบนั้น

$N$  คือ จำนวนผู้เข้าสอบ

$\sum X$  คือ คะแนนของผู้เข้าสอบ

$$S_t^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{(30)111914 - 1742^2}{30(30-1)}$$

$$S_t^2 = 371.09$$

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

$$r_{tt} = \frac{100}{100-1} \left[ 1 - \frac{22.18}{371.09} \right]$$

$$r_{tt} = 0.94$$

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ มีค่า 0.94

#### 4. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้ดำเนินการ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมิน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ คุณภาพทางด้านเนื้อหาและคุณภาพทางการผลิตสื่อ

ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทางด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ส่วนทางด้านการผลิตสื่อมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก รายละเอียดแสดงในตารางที่ 6.7 - 6.10

ตารางที่ 6.7 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน

หน่วยการเรียนรู้ 1							
รายการ	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ				ค่า $\bar{x}$	S.D	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม			
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
2. เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของนักศึกษา	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
3. การนำเข้าสู่บทเรียน	4	4	5	13	4.33	0.58	ดี
4. ความถูกต้องของเนื้อหา	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
5. ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
6. ความชัดเจนในการอธิบาย และสรุปเนื้อหา	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
7. นักศึกษาสามารถทำความเข้าใจบทเรียนได้ง่าย แม้ไม่เคยศึกษาเนื้อหาวิชานี้มาก่อน	4	4	5	13	4.33	0.58	ดี
8. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ และน่าสนใจในการเรียน	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
9. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนต่างๆ ไปได้	5	3	5	13	4.33	1.15	ดี
รวม	43	35	43	121	40.33	5.79	
ค่าเฉลี่ย	4.78	3.89	4.78	13.44	4.48	0.64	ดี

## ตารางที่ 6.7 (ต่อ)

## หน่วยการเรียนรู้ 2

รายการ	ระดับความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ				ค่า $\bar{x}$	S.D.	ความ หมาย
	คนที่	คนที่	คนที่	รวม			
	1	2	3				
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
2. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของนักศึกษา	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
3. การนำเข้าสู่บทเรียน	4	4	4	12	4.00	0.00	ดี
4. ความถูกต้องของเนื้อหา	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
5. ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
6. ความชัดเจนในการอธิบาย และสรุปเนื้อหา	5	5	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
7. นักศึกษาสามารถทำความเข้าใจบทเรียนได้ง่าย แม้ไม่เคยศึกษาเนื้อหาวิชานี้มาก่อน	4	4	5	13	4.33	0.58	ดี
8. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ และน่าสนใจในการเรียน	5	5	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
9. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนต่างๆ ไปได้	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
รวม	43	38	39	120	4.0	4.64	
ค่าเฉลี่ย	4.78	4.22	4.33	13.33	4.44	0.52	ดี
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	3	5	13	4.33	1.15	ดี
2. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของนักศึกษา	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
3. การนำเข้าสู่บทเรียน	4	4	4	12	4.00	0.00	ดี
4. ความถูกต้องของเนื้อหา	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
5. ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
6. ความชัดเจนในการอธิบาย และสรุปเนื้อหา	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
7. นักศึกษาสามารถทำความเข้าใจบทเรียนได้ง่าย แม้ไม่เคยศึกษาเนื้อหาวิชานี้มาก่อน	4	4	4	12	4.00	0.00	ดี
8. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ และน่าสนใจในการเรียน	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
9. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนต่างๆ ไปได้	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
รวม	43	35	41	120	39.70	4.63	
ค่าเฉลี่ย	4.78	3.89	4.56	13.33	4.41	0.51	ดี

## ตารางที่ 6.7 (ต่อ)

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

รายการ	ระดับความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ				ค่า - x	S.D	ความ หมาย
	คนที่ ที่ 1	คนที่ ที่ 2	คนที่ ที่ 3	รวม			
1. เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
2. เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับระดับของนักศึกษา	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
3. การนำเข้าสู่บทเรียน	4	5	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความถูกต้องของเนื้อหา	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
5. ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	5	5	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
6. ความชัดเจนในการอธิบาย และสรุปเนื้อหา	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
7. นักศึกษาสามารถทำความเข้าใจบทเรียนได้ง่าย แม้ไม่เคยศึกษาเนื้อหาวิชานี้มาก่อน	4	4	4	12	4.00	0.00	ดี
8. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ และน่าสนใจในการเรียน	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
9. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนทั่ว ๆ ไปได้	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
รวม	43	38	39	120	40	4.64	
ค่าเฉลี่ย	4.78	4.22	4.33	13.33	4.44	0.52	ดี

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

1. เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
2. เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับระดับของนักศึกษา	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
3. การนำเข้าสู่บทเรียน	4	4	4	12	4.00	0.00	ดี
4. ความถูกต้องของเนื้อหา	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
5. ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
6. ความชัดเจนในการอธิบาย และสรุปเนื้อหา	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
7. นักศึกษาสามารถทำความเข้าใจบทเรียนได้ง่าย แม้ไม่เคยศึกษาเนื้อหาวิชานี้มาก่อน	4	4	4	12	4.00	0.00	ดี
8. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ และน่าสนใจในการเรียน	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
9. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนทั่ว ๆ ไปได้	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
รวม	43	36	38	117	39	4.06	
ค่าเฉลี่ย	4.78	4	4.22	13	4.33	0.45	ดี

ตารางที่ 6.8 การหาคะแนนเฉลี่ยแต่ละบทเรียนของแบบประเมินด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	หน่วยการเรียนรู้				
	1	2	3	4	5
1. เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.67	4.67	4.33	4.33	4.33
2. เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับของนักศึกษา	4.67	4.33	4.33	4.33	4.33
3. การนำเข้าสู่บทเรียน	4.33	4.00	4.00	4.67	4.00
4. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.67	4.33	4.67	4.67	4.67
5. ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	4.67	4.33	4.67	4.67	4.33
6. ความชัดเจนในการอธิบาย และสรุปเนื้อหา	4.33	4.67	4.67	4.33	4.33
7. นักศึกษาสามารถทำความเข้าใจบทเรียนได้ง่าย แม้ไม่เคยศึกษาเนื้อหาวิชานี้มาก่อน	4.33	4.33	4.00	4.00	4.00
8. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ และน่าสนใจในการเรียน	4.33	4.67	4.33	4.33	4.33
9. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนทั่ว ๆ ไปได้	4.33	4.67	4.67	4.67	4.67
รวม	40.33	40.00	39.67	40.00	39.00
ค่าเฉลี่ย	4.48	4.44	4.41	4.44	4.33

ตารางที่ 6.9 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดย  
ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน

หน่วยการเรียนรู้ 1							
รายการ	ระดับความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ				ค่า $\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
	คนที่	คนที่	คนที่	รวม			
	1	2	3				
1. ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
2. ความเหมาะสมของวิธีการนำเสนอ	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
3. การวางรูปแบบของหน้าจอ	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความถูกต้องและชัดเจนในการอธิบาย เนื้อหา	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
6. ความเหมาะสมของรูปภาพในการสื่อ ความหมายของเนื้อหา	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
7. การจัดวางตำแหน่งรูปภาพ	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
8. ขนาดของรูปภาพและตัวอักษรที่นำมาใช้	4	4	4	12	4.00	0.00	ดี
9. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร และสี ที่ใช้	4	4	4	12	4.00	0.00	ดี
10. ความเหมาะสมของภาพกราฟิก	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
11. บทเรียนมีลักษณะจูงใจน่าสนใจในการ เรียน	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
12. ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
รวม	58	52	57	167	55.7	3.48	
ค่าเฉลี่ย	4.83	4.33	4.75	13.92	4.64	0.29	ดีมาก

## ตารางที่ 6.9 (ต่อ)

## หน่วยการเรียนรู้ 2

รายการ	ระดับความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ				ค่า $\bar{x}$	S.D.	ความ หมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม			
1. ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
2. ความเหมาะสมของวิธีการนำเสนอ	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
3. การวางรูปแบบของหน้าจอ	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความถูกต้องและชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
6. ความเหมาะสมของรูปภาพในการสื่อ ความหมายของเนื้อหา	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
7. การจัดวางตำแหน่งรูปภาพ	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
8. ขนาดของรูปภาพและตัวอักษรที่นำมาใช้	4	5	4	13	4.33	0.58	ดี
9. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรและสีที่ใช้	4	4	4	12	4.00	0.00	ดี
10. ความเหมาะสมของภาพกราฟิก	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
11. บทเรียนมีลักษณะจูงใจน่าสนใจในการเรียน	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
12. ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	58	57	57	172	57.33	1.74	
ค่าเฉลี่ย	4.83	4.75	4.75	14.33	4.78	0.15	ดีมาก

## หน่วยการเรียนรู้ 3

1. ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	5	5	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
2. ความเหมาะสมของวิธีการนำเสนอ	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
3. การวางรูปแบบของหน้าจอ	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความถูกต้องและชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
6. ความเหมาะสมของรูปภาพในการสื่อ ความหมายของเนื้อหา	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
7. การจัดวางตำแหน่งรูปภาพ	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
8. ขนาดของรูปภาพและตัวอักษรที่นำมาใช้	4	5	4	13	4.33	0.58	ดี
9. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรและสีที่ใช้	4	4	4	12	4.00	0.00	ดี
10. ความเหมาะสมของภาพกราฟิก	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
11. บทเรียนมีลักษณะจูงใจน่าสนใจในการเรียน	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
12. ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	58	57	57	172	57.33	2.32	
ค่าเฉลี่ย	4.83	4.75	4.75	14.33	4.78	0.19	ดีมาก

## ตารางที่ 6.9 (ต่อ)

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

รายการ	ระดับความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ				ค่า $\bar{x}$	S.D.	ความ หมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม			
1. ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	5	5	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
2. ความเหมาะสมของวิธีการนำเสนอ	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
3. การวางรูปแบบของหน้าจอ	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความถูกต้องและชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
6. ความเหมาะสมของรูปภาพในการสื่อ ความหมายของเนื้อหา	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
7. การจัดวางตำแหน่งรูปภาพ	5	5	5	14	5.00	0.00	ดีมาก
8. ขนาดของรูปภาพและตัวอักษรที่นำมาใช้	4	4	4	12	4.00	0.00	ดี
9. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร และสีที่ใช้	4	5	4	13	4.33	0.58	ดี
10. ความเหมาะสมของภาพกราฟิก	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
11. บทเรียนมีลักษณะจูงใจน่าสนใจในการเรียน	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
12. ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	58	58	57	173	57.67	1.74	
ค่าเฉลี่ย	4.83	4.83	4.75	14.42	4.81	0.15	ดีมาก

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

1. ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	5	5	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
2. ความเหมาะสมของวิธีการนำเสนอ	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
3. การวางรูปแบบของหน้าจอ	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความถูกต้องและชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
6. ความเหมาะสมของรูปภาพในการสื่อความ หมายของเนื้อหา	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
7. การจัดวางตำแหน่งรูปภาพ	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
8. ขนาดของรูปภาพและตัวอักษรที่นำมาใช้	4	4	4	12	4.00	0.00	ดี
9. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร และสีที่ใช้	4	4	4	12	4.00	0.00	ดี
10. ความเหมาะสมของภาพกราฟิก	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
11. บทเรียนมีลักษณะจูงใจน่าสนใจในการเรียน	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
12. ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	58	54	57	169	56.30	2.9	
ค่าเฉลี่ย	4.83	4.50	4.75	14.08	4.69	0.24	ดีมาก

ตารางที่ 6.10 การหาคะแนนเฉลี่ยแต่ละบทเรียนของแบบประเมินด้านการผลิตสื่อ

รายการประเมิน	หน่วยการเรียนรู้				
	1	2	3	4	5
1. ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	4.33	4.33	4.67	4.67	4.67
2. ความเหมาะสมของวิธีการนำเสนอ	4.67	5.00	5.00	5.00	5.00
3. การวางรูปแบบของหน้าจอ	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
4. ความถูกต้องและชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
5. ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
6. ความเหมาะสมของรูปภาพในการสื่อความหมายของเนื้อหา	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
7. การจัดวางตำแหน่งรูปภาพ	4.67	5.00	4.67	5.00	4.67
8. ขนาดของรูปภาพและตัวอักษรที่นำมาใช้	4.00	4.33	4.33	4.00	4.00
9. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร และสีที่ใช้	4.00	4.00	4.00	4.33	4.00
10. ความเหมาะสมของภาพกราฟิก	4.67	5.00	5.00	5.00	4.67
11. บทเรียนมีลักษณะจูงใจน่าสนใจในการเรียน	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67
12. ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้	4.67	5.00	5.00	5.00	5.00
รวม	55.7	57.33	57.33	57.67	56.33
ค่าเฉลี่ย	4.64	4.78	4.78	4.81	4.69

## 5. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ตารางที่ 6.11 ผลการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียน แสดงคะแนนแบบฝึกหัด หลังบทเรียน และคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง 20 คน

คนที่ (จำนวน 20 คน)	คะแนนจากแบบฝึกหัด 5 หน่วยการเรียนรู้ รวมคะแนนเต็ม 60 คะแนน		คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	
	คะแนนที่ได้	คิดเป็นร้อยละ	คะแนนเต็ม 60 คะแนน	
			คะแนนที่ได้	คิดเป็นร้อยละ
1	50	83.33	49	81.67
2	51	85.00	48	80.00
3	52	86.67	50	83.33
4	50	83.33	48	80.00
5	49	81.67	47	78.33
6	55	91.67	53	88.33
7	50	83.33	48	80.00
8	49	81.67	47	78.33
9	50	83.33	49	81.67
10	48	80.00	50	83.33
11	50	83.33	48	80.00
12	48	80.00	48	80.00
13	47	80.00	46	76.67
14	54	78.33	52	86.67
15	50	90.00	51	85.00
16	56	83.33	53	88.33
17	51	93.33	49	81.67
18	48	80.00	47	78.33
19	51	85.00	49	81.67
20	50	83.33	50	83.33
รวม	1,009	-	982	-
คิดเป็นร้อยละ	-	$E_1 = 84.08$	-	$E_2 = 81.83$

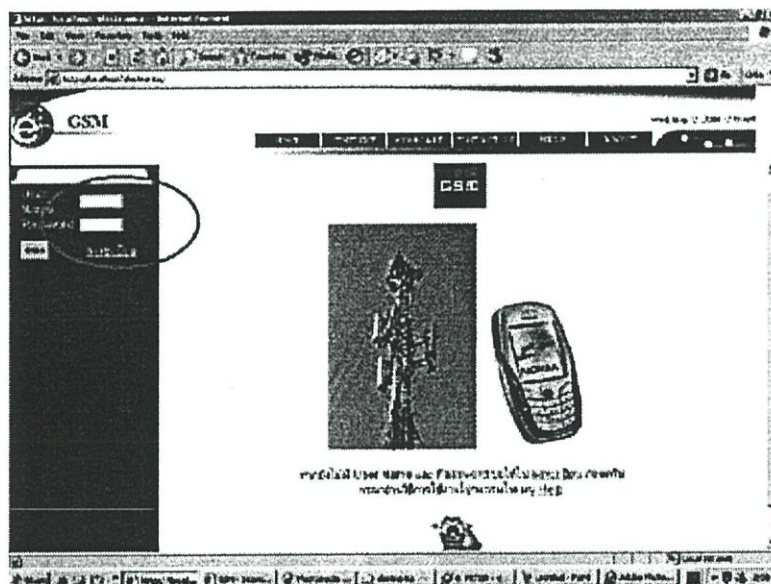
## ภาคผนวก ฉ

คู่มือการใช้งานและตัวอย่างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

## คู่มือการใช้งาน

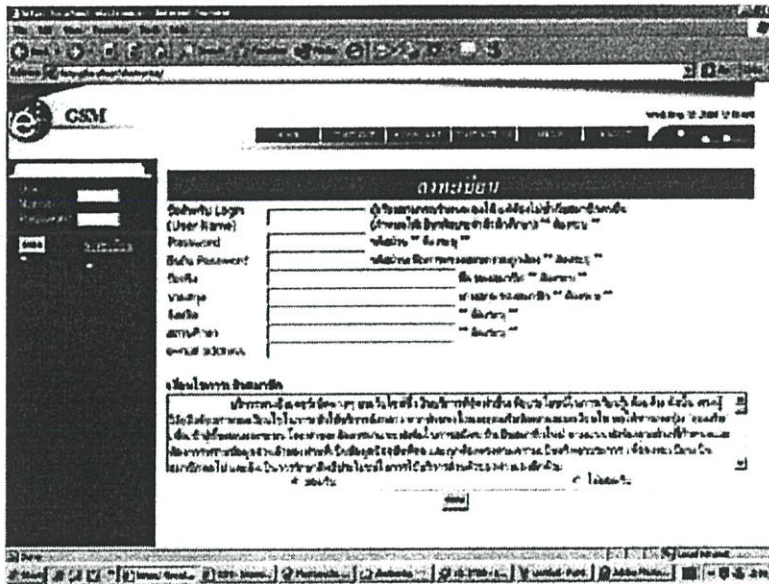
### บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

1. ใช้โปรแกรมอินเทอร์เน็ต เอ็กซ์พลอเรอร์ (Internet Explorer) เพื่อเข้าสู่บทเรียน
2. ส่วนของ Content และ Webboard ท่านไม่สามารถเข้าทำกิจกรรมได้จนกว่าจะได้ลงทะเบียนเรียนเรียบร้อยแล้ว
3. หัวข้ออื่นๆ ท่านสามารถเข้าชมได้ตามปกติ
4. หน้าจอแรกของโปรแกรมเป็นดังภาพ



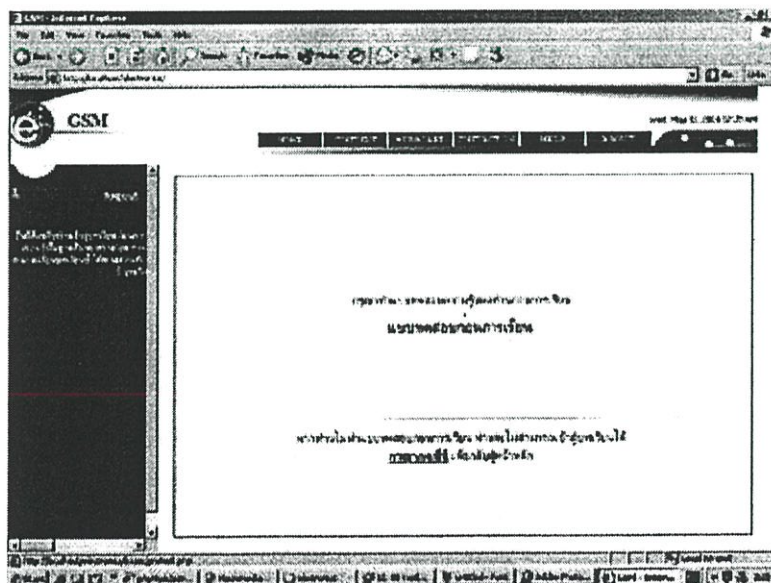
ภาพที่ 6.1 หน้าแรกของโปรแกรม

5. หากท่านยังไม่ได้สมัครเป็นสมาชิก ขอให้เข้าหน้าจอลงทะเบียนเพื่อสมัครสมาชิก ดังภาพ ซึ่งท่านต้องกรอกข้อมูลให้ครบทุกช่อง มิเช่นนั้นระบบจะไม่อนุญาตให้ท่านลงทะเบียน



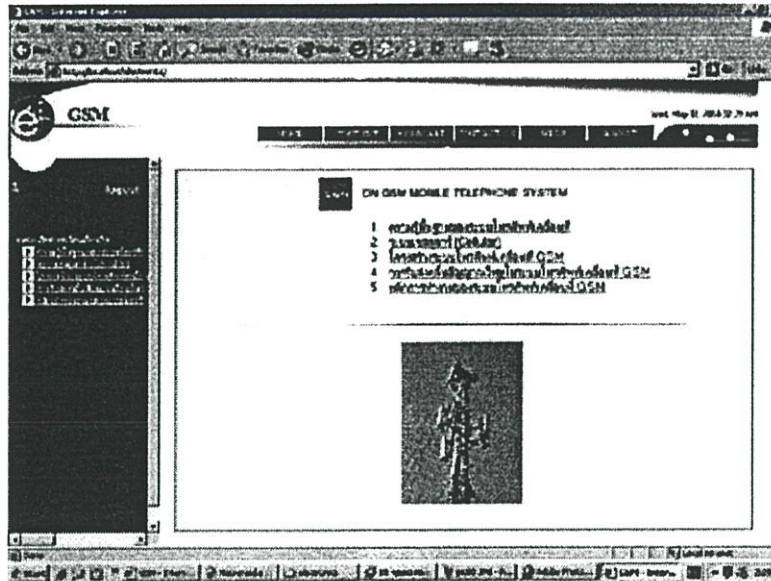
ภาพที่ 6.2 หน้าจอลงทะเบียนเพื่อสมัครสมาชิก

5. เมื่อท่านสมาชิก Login เข้าสู่ระบบเป็นครั้งแรก ระบบจะให้ท่านทำแบบทดสอบก่อนการเรียน ทั้งนี้เพื่อวัดความรู้ของท่านก่อนการใช้บริการของบทเรียนนี้ หากท่านไม่ผ่านการทำแบบทดสอบก่อนการเรียนนี้ ท่านจะไม่สามารถเข้าสู่เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้ ซึ่งท่านสามารถอ่านรายละเอียดเพิ่มเติมได้ในเมนูด้านซ้ายมือ ทั้งนี้ ภายหลังจากท่าน Login แล้ว ท่านสามารถใช้บริการ Webboard ได้ตามปกติ



ภาพที่ 6.3 หน้าจอแสดงการ Login เข้าสู่ระบบเป็นครั้งแรก

7. หากสมาชิกผ่านการทำแบบทดสอบก่อนการเรียนมาแล้ว หรือเมื่อท่าน Login เข้าสู่ระบบในครั้งต่อไป ระบบจะนำท่านเข้าสู่เนื้อหาหน่วยการเรียนโดยตรง ซึ่งท่านสามารถเลือกเรียนเนื้อหาหน่วยการเรียนได้ตามความต้องการ และความพร้อมของท่านเองจนครบทุกหน่วยการเรียน (5 หน่วยการเรียน)

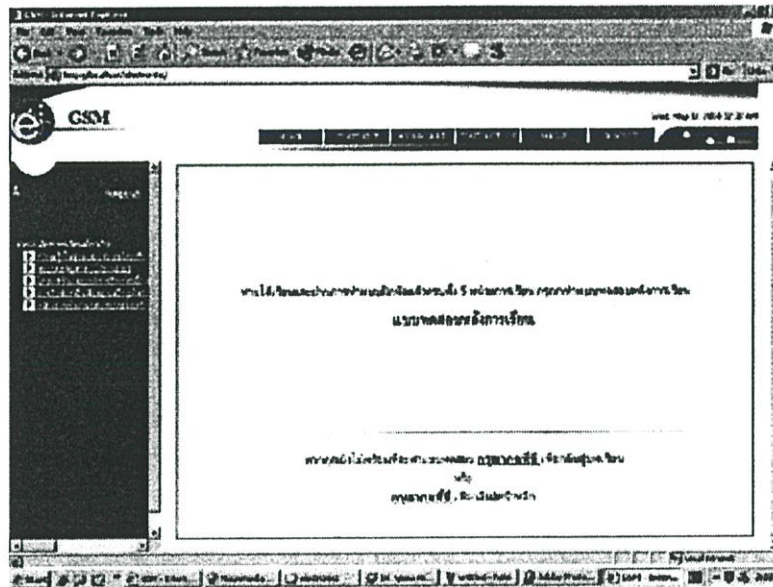


ภาพที่ 6.4 หน้าจอแสดงการ Login เข้าสู่ระบบเป็นครั้งต่อไป

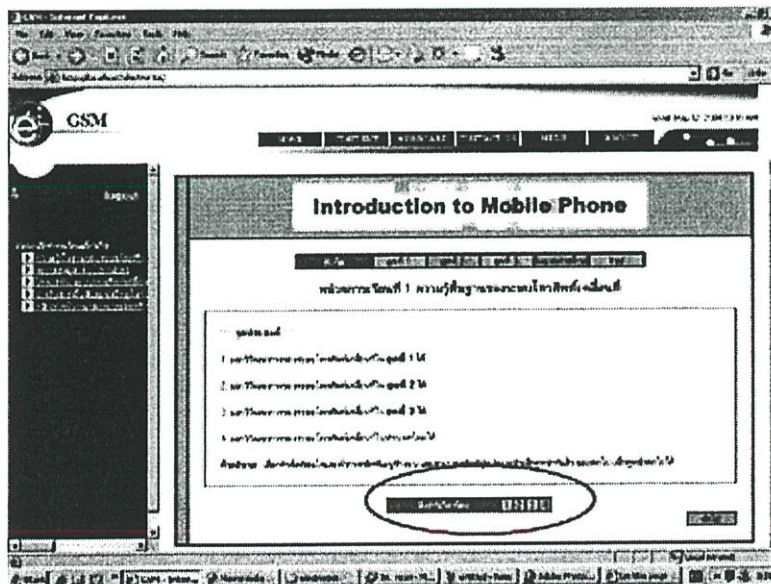
8. หากท่านผ่านการเรียนเนื้อหาครบทุกหน่วยการเรียนแล้ว หรือเมื่อท่าน Login เข้าสู่ระบบในครั้งต่อไป ระบบจะให้ท่านทำแบบทดสอบหลังการเรียน ทั้งนี้ หากท่านยังไม่ต้องการที่จะทำแบบทดสอบดังกล่าว ท่านสามารถที่จะกลับไปศึกษาเนื้อหาในหน่วยการเรียนที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติมได้จากเมนูทางด้านซ้ายมือ และในกรณีที่ท่านไม่ผ่านการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนครบทั้ง 5 หน่วยการเรียน ระบบจะไม่อนุญาตให้ท่านทำแบบทดสอบหลังการเรียนนี้ ดังแสดงในภาพที่ 6.5

9. ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมได้ จากหัวข้อเชื่อมโยงด้านล่าง หน้าจอของบทเรียน (เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง) ดังแสดงในภาพที่ 6.6

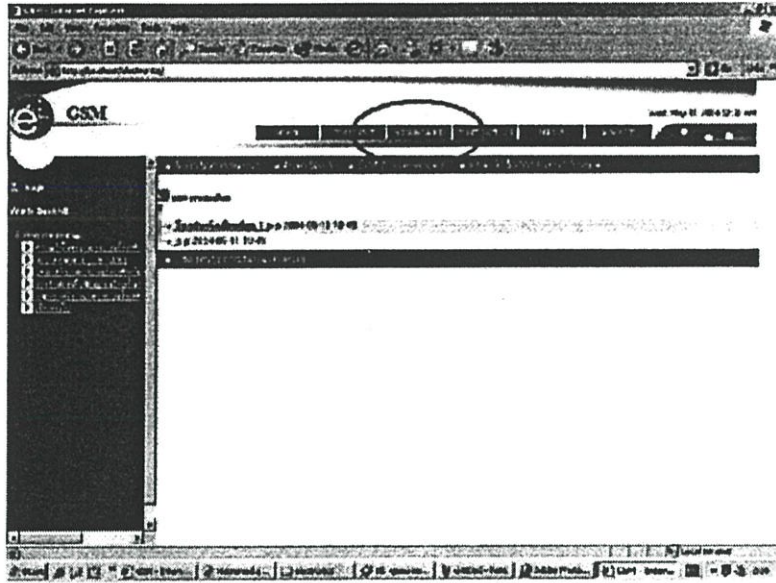
10. ผู้เรียนสามารถตั้งกระทู้เสนอความคิดเห็นหรือสอบถามข้อสงสัยเนื้อหาในหน่วยการเรียนแต่ละหน่วยการเรียนได้ในหัวข้อ Webboard ซึ่งมีการแยกห้องสนทนาไว้ตามเนื้อหาหน่วยการเรียน ซึ่งการใช้บริการนี้ท่านจะต้อง Log in เข้าสู่ระบบก่อน ดังแสดงในภาพที่ 6.7



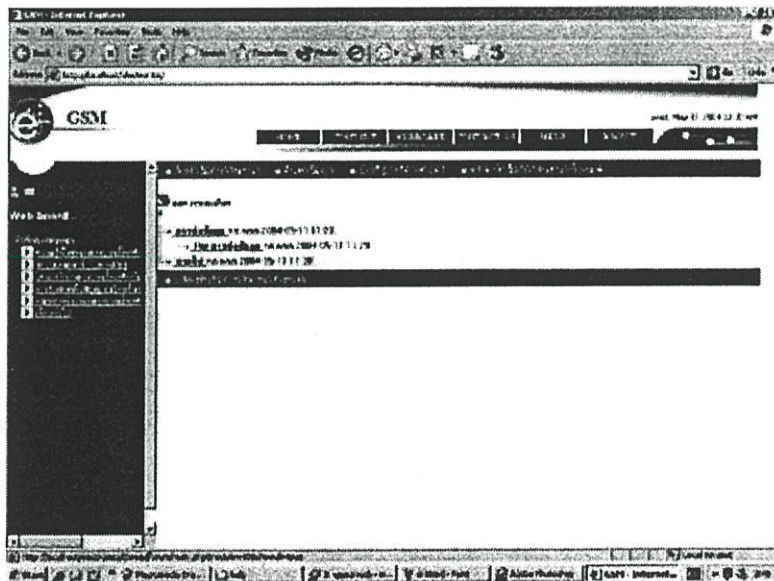
ภาพที่ 6.5 หน้าจอแบบทดสอบหลังการเรียน



ภาพที่ 6.6 หน้าจอการสืบค้นข้อมูลเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม



ภาพที่ 6.7 หน้าจอหัวข้อ Webboard



ภาพที่ 6.8 หน้าจอลักษณะห้องกระทุ้งและการตอบคำถามใน Webboard

The image shows a screenshot of a web browser displaying a contact form. The browser's address bar shows the URL 'http://www.bkk.ac.th'. The page title is 'ติดต่อเรา: บางกอกวิทยาลัย' (Contact Us: Bangkok College). The form contains the following fields:

- ชื่อ (Name):
- โทรศัพท์ (Phone):
- ที่อยู่ที่ (Address):
- e-mail address:
- ข้อความ (Message):

At the bottom of the form, there is a 'ส่ง' (Send) button and a 'ลบ' (Delete) button. The browser's status bar at the bottom shows the page title 'ติดต่อเรา: บางกอกวิทยาลัย' and the address 'http://www.bkk.ac.th'.

ภาพที่ 6.9 หน้าจอผู้เรียนสามารถเลือกที่จะติดต่อกับผู้จัดทำได้ทาง Contact us

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นางสาวภาวิณี ปานันตา
วัน/เดือน/ปีเกิด	28 มีนาคม 2519
สถานที่เกิด	อ.เมือง จ.ราชบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	433 ถ. ศรีสุริยวงศ์ ต.หน้าเมือง อ. เมือง จ.ราชบุรี 70000
ที่ทำงาน	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
ตำแหน่ง	อาจารย์พิเศษ
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2541 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง