

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม  
เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส  
COMPUTER-BASED TRAINING ON INSTALLATION AND COMMISSIONING  
THE RADIO BASE STATION OF THE UNIVERSAL MOBILE  
TELECOMMUNICATIONS SYSTEM



จพ  
ม 311ป  
2555

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 135593  
วัน เดือน ปี 19 ๗ ๒558

b. 12๗1๐๙๒๐  
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร  
คณะครุศาสตรบัณฑิต  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ. 2555

KMITL-2012-ED-231-065

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPUTER-BASED TRAINING ON INSTALLATION AND COMMISSIONING  
THE RADIO BASE STATION OF THE UNIVERSAL MOBILE  
TELECOMMUNICATIONS SYSTEM



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION  
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING  
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
2012

KMITL-2012-ED-231-065

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2012

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หัวข้อวิทยานิพนธ์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและ  
การทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ  
ยูเอ็มทีเอส

นักศึกษา

นายมังกร ปิยมาตย์

รหัสประจำตัว

50063509

ปริญญา

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

พ.ศ.

2555

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสติน ณ อยุธยา

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส จำนวน 4 หน่วยคือ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเทคโนโลยีระบบ 3 จี โครงสร้างของระบบยูเอ็มทีเอส การติดตั้งสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส และการวัดและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส 2) แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 6 ท่าน 3) แบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือกของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือกลุ่มวิศวกร บริษัทเนลิส (ประเทศไทย) จำกัด ที่มีประสบการณ์และทำงานเกี่ยวกับการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็มจำนวน 25 คน

ผลการวิจัยพบว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากทั้งด้านเนื้อหา ( $\bar{X} = 4.70$  ,  $S.D. = 0.30$ ) และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ( $\bar{X} = 4.50$  ,  $S.D. = 0.58$ ) และการประเมินประสิทธิภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส คิดเป็นร้อยละ 84.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 80 แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส สามารถช่วยให้วิศวกรและเจ้าหน้าที่ช่างเทคนิคที่ปฏิบัติงานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Thesis Title</b>      | Computer-Based Training on Installation and Commissioning the Radio Base Station of the Universal Mobile Telecommunication System |
| <b>Student</b>           | Mr. Munggon Piyamart  |
| <b>Student ID.</b>       | 50063509  |
| <b>Degree</b>            | Master of Sciences in Industrial Education  |
| <b>Program</b>           | Electrical Communication Engineering  |
| <b>Year</b>              | 2012  |
| <b>Thesis Advisor</b>    | Dr. Somchai Muensaiyat  |
| <b>Thesis Co-advisor</b> | Assist. Prof. Dr. Threraphon Thephasadin Na Ayuthya   |

### ABSTRACT

The purposes of this research were to develop and to determine the quality and efficiency of the Computer-Based Training on Installation and Commissioning the Radio Base Station of the Universal Mobile Telecommunication System (UMTS). Research instrument included 1) the training software for installation and commissioning the radio base station of the UMTS system, consisted of four units including the general understanding of 3G technology, the component and architecture of the UMTS system, the installation of the radio base station of the UMTS system, and the process for commissioning of the radio base station, 2) the quality evaluation forms of content and media production technique by six experts, and 3) the four multiple choices achievement test. Research sample was 25 engineers from the Nesic (Thailand) company limited.

Research results showed that the quality of the developed software for computer-based training on installation and commissioning the radio base station of the UMTS system was at a very good level both in the content ( $\bar{X} = 4.70$  , S.D. = 0.30) and the media production technique ( $\bar{X} = 4.50$  , S.D. = 0.58) aspects. Also, the efficiency of the training software (84.85 percentages) was higher than 80 percent hypothesis. Therefore, the computer-based training on installation and commissioning the radio base station of the UMTS system could be used as a training package for helping engineers and technical staff work more efficiently, in installing and commissioning the radio base station the UMTS system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเพราะความอนุเคราะห์จาก ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ร่วมที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ ช่วยตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่มีรายนามต่อไปนี้ คือ ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพชรแสงศรี ดร.สุรสิทธิ์ ไกรสิน นายยุทธนา พงศ์พิชชาติ ในการประเมินโปรแกรมด้านเทคนิคการผลิตสื่อ นาย ชัยวัฒน์ ชุมชนะ นายยุทธนา เนาวรัตน์ นายเจษฎา บุญพันธ์ ในการประเมินโปรแกรมด้านเนื้อหา ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขและปรับปรุงเครื่องมือในการวิจัยซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขและปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ ของวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อทอง ปิยะมัตย์ คุณแม่อานวย ปิยะมัตย์ ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่งและเป็นแรงบัลดาลใจในการเรียนมาโดยตลอด รวมทั้งสมาชิกครอบครัวปิยะมัตย์ทุกคนที่ได้ให้ความรัก ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือทุกด้านตลอดมา

ขอขอบพระคุณรุ่นพี่และเพื่อนๆ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสารทุกท่าน และบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้ที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือให้คำแนะนำต่างๆ แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ เพื่อนๆ กลุ่มวิศวกร บริษัท เนสิก (ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้สละเวลาอันมีค่า สำหรับการทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ และทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง สำหรับการวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ที่เป็นผลมาจากวิทยานิพนธ์นี้ ที่จะอำนวยการประโยชน์แก่การศึกษาในด้านต่างๆ ผู้วิจัยขอขอบคุณความดีเหล่านี้แต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

มังกร ปิยะมัตย์

# สารบัญ

|   |     |
|---|-----|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....  | I   |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....   | II  |
| กิตติกรรมประกาศ.....  | III |
| สารบัญ.....   | IV  |
| สารบัญตาราง.....  | VI  |
| สารบัญภาพ.....  | VII |
| บทที่ 1 บทนำ.....   | 1   |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....                                   | 1   |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....  | 4   |
| 1.3 สมมุติฐานการวิจัย.....  | 4   |
| 1.4 กรอบแนวความคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย.....                           | 4   |
| 1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....  | 5   |
| 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย.....                                      | 7   |
| 1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....                                  | 7   |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                               | 9   |
| 2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส.....     | 9   |
| 2.2 การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส..... | 20  |
| 2.3 การออกแบบพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม.....                         | 28  |
| 2.4 โปรแกรมที่ใช้สำหรับการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม.....            | 29  |
| 2.5 การสร้างแบบประเมินคุณภาพ.....   | 32  |
| 2.6 การประเมินผล.....   | 33  |
| 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....  | 36  |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....   | 38  |
| 3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง.....   | 38  |
| 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....                                       | 38  |
| 3.3 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล.....                            | 48  |
| 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....   | 49  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

|  |     |
|--|-----|
| บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....                                | 51  |
| 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ.....      | 51  |
| 4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ..... | 57  |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....              | 59  |
| 5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....                                 | 59  |
| 5.2 สมมติฐานการวิจัย.....  | 59  |
| 5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....                                 | 59  |
| 5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....                              | 60  |
| 5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....                                     | 60  |
| 5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....                                      | 61  |
| 5.7 สรุปผลการวิจัย.....  | 62  |
| 5.8 อภิปรายผล.....   | 62  |
| 5.9 ข้อเสนอแนะ.....  | 64  |
| บรรณานุกรม.....  | 65  |
| ภาคผนวก.....   | 68  |
| ประวัติผู้วิจัย.....   | 120 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

| ตารางที่  | หน้า |
|---|------|
| 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยของแบบประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและ<br>การทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส.....   | 51   |
| 4.2 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านเนื้อหา ของโปรแกรม<br>คอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ.....  | 52   |
| 4.3 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....   | 55   |
| 4.4 แสดงค่าคะแนนสอบหลังการเรียนรู้ ผลคะแนนที่ทำได้ และเปอร์เซ็นต์ร้อยละ<br>จากการทำแบบทดสอบเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่<br>ระบบยูเอมทีเอส.....               | 57   |
| ข. 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง<br>การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส.....                                       | 83   |
| ค. 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของโปรแกรมคอมพิวเตอร์<br>ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส.....                            | 94   |
| ค. 1 (ต่อ) แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของโปรแกรมคอมพิวเตอร์<br>ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส.....                      | 90   |
| ง.1 แสดงผลค่าคะแนนของการทำแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนจากการใช้โปรแกรม<br>คอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่<br>ระบบยูเอมทีเอส (n=25)..... | 106  |
| ง.2 แสดงผลการพิจารณาแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิง<br>พฤติกรรม เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นรายข้อ.....                               | 112  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

| ภาพที่   | หน้า |
|--|------|
| 2.1 GSM Base Station Subsystem (BSS) และ WCDMA Radio Access Network (RAN).....   | 12   |
| 2.2 สถาปัตยกรรมและส่วนประกอบต่างๆ ภายในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยูเอมทีเอส.....  | 14   |
| 2.3 ส่วนประกอบของ UTRAN.....   | 18   |
| 2.4 ตัวอย่างสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอสนี้ห่อหุ้มเวयरุ่น DBS3900<br>ที่ติดตั้งในตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ารุ่น APM30H.....            | 20   |
| 2.5 สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอสนี้ห่อหุ้มที่อีรุ่น B8200 ที่ติดตั้งในตู้จ่าย<br>แรงดันไฟฟ้ารุ่น W121.....                     | 20   |
| 2.6 ตัวอย่างสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอสนี้ห่อหุ้มเวयरุ่น DBS3900<br>ที่ติดตั้งในตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ารุ่นอีเมอสัน (Emerson)..... | 21   |
| 2.7 ตัวอย่างสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอสนี้ห่อหุ้มเวयरุ่น DBS3900<br>ที่ติดตั้งในตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ารุ่นเอลเทค (Eltek).....     | 21   |
| 2.8 ตัวอย่างสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอสนี้ห่อหุ้มเวयरุ่น DBS3900<br>ที่ติดตั้งในตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ารุ่น TP48200A.....          | 22   |
| 2.9 ตัวอย่างเสาและระบบสายอากาศรับ - ส่งสัญญาณของสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่<br>ระบบยูเอมทีเอส.....  | 22   |
| 2.9 (ต่อ) ตัวอย่างระบบสายอากาศรับ - ส่งสัญญาณของสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่<br>ระบบยูเอมทีเอส.....  | 24   |
| 2.10 ตัวอย่างระบบส่งสัญญาณเพื่อทำการเชื่อมโยงระหว่างสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่<br>ระบบยูเอมทีเอส.....                                      | 24   |
| 2.10 (ต่อ) ตัวอย่างระบบส่งสัญญาณเพื่อทำการเชื่อมโยงระหว่างสถานีฐานโทรศัพท์<br>เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส.....                                | 25   |
| 2.11 ภาพตัวอย่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ทดสอบ (Mobile Test) รุ่น Nokia 6121 Classic.....   | 26   |
| 2.12 ภาพตัวอย่างแอร์การ์ด (Air Card) รุ่น Truemove3G.....  | 26   |
| 2.13 ภาพตัวอย่างเครื่องทดสอบระบบสายอากาศ (Cable & Antenna Analyzer)<br>ยี่ห้อ Anritsu รุ่น Site Master S251B.....                          | 27   |
| 2.14 ภาพตัวอย่างเครื่องทดสอบระบบกำลังส่ง (Power Reflection Meter Test)<br>ยี่ห้อ Rohde & Schwarz รุ่น NRT.....                             | 27   |
| 3.1 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบ<br>สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส.....                  | 41   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่   | หน้า |
|--|------|
| 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส..... | 44   |
| 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส.....                                  | 49   |
| 3.3 (ต่อ) ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส.....                            | 47   |
| ง.1 แสดงตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส.....             | 116  |
| ง.2 แสดงตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส.....             | 117  |
| ง.3 แสดงตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส.....             | 117  |
| ง.4 แสดงตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส.....             | 118  |
| ง.5 แสดงตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส.....             | 118  |
| ง.6 แสดงตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส.....             | 119  |
| ง.7 แสดงตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส.....             | 119  |

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคมเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตและความเป็นอยู่ของประชากรทั่วโลกโดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งมีวิวัฒนาการและพัฒนาการอย่างต่อเนื่องนับจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ยุค 1G เป็นยุคแรกของการพัฒนาระบบโทรศัพท์แบบเซลลูลาร์ การรับส่งสัญญาณใช้วิธีการมอดูเลตสัญญาณอะนาล็อกเข้าช่องสื่อสารโดยใช้การแบ่งความถี่ออกมาเป็นช่องเล็กๆ ด้วยวิธีการนี้มีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนช่องสัญญาณและการใช้งานไม่เต็มประสิทธิภาพ จึงติดขัดเรื่องการขยายจำนวนเลขหมายและการขยายแถบความถี่ ประจวบกับระบบเครื่องรับส่งสัญญาณวิทยุกำหนดขนาดของเซลล์และความแรงของสัญญาณเพื่อให้เข้าถึงสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้น้อย ตัวเครื่องโทรศัพท์เซลลูลาร์ยังมีขนาดใหญ่ ใช้กำลังงานไฟฟ้ามาก ในภายหลังจึงเปลี่ยนมาเป็นระบบดิจิทัล และการเข้าช่องสัญญาณแบบแบ่งเวลา ดังนั้นโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบ 1G จึงใช้เฉพาะในยุคแรกเท่านั้น ต่อมา ยุค 2G เป็นยุคที่พัฒนาโดยการเข้ารหัสสัญญาณเสียง โดยบีบอัดสัญญาณเสียงในรูปแบบดิจิทัล ให้มีขนาดจำนวนข้อมูลน้อยลงเหลือเพียงประมาณ 9 กิโลบิตต่อวินาที ต่อช่องสัญญาณ การติดต่อจากสถานีลูกหรือตัวโทรศัพท์เคลื่อนที่กับสถานีฐาน ใช้วิธีการสองแบบคือ TDMA คือการแบ่งช่องเวลาออกเป็นช่องเล็ก ๆ และแบ่งกันใช้ ทำให้ใช้ช่องสัญญาณความถี่วิทยุได้เพิ่มขึ้นจากเดิมอีกมาก กับอีกแบบหนึ่งเป็นการแบ่งการเข้าถึงตามการเข้ารหัส และการถอดรหัสโดยใส่แอดเดรสเหมือน IP เราเรียกวิธีการนี้ว่า CDMA (Code Division Multiple Access) ในยุค 2G จึงเป็นการรับส่งสัญญาณโทรศัพท์แบบดิจิทัลหมดแล้ว ต่อมายุค 2.5G ได้รับการพัฒนาต่อยอดมาจากเทคโนโลยีในระดับ 2G เป็นยุคที่กำหนดเทคโนโลยี GPRS (General Packet Radio Service) ซึ่งตามหลักการแล้ว เทคโนโลยี GPRS นี้สามารถส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงสุดถึง 115 Kbps แต่ยังมีประสิทธิภาพที่ต่ำกว่ามาตรฐานการสื่อสารไร้สายยุคที่ 3 โดยเทคโนโลยีในยุค 2.5G สามารถให้บริการรับส่งข้อมูลแบบแพคเกจที่มีความเร็วระดับ 20 – 40 Kbps ในทางปฏิบัติจึงถือได้ว่าเทคโนโลยีจีพีอาร์เอสนับเป็นเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายในระดับ 2.5G เท่านั้น ต่อมายุค 2.75G เป็นช่วงที่เริ่มมีการใช้เทคโนโลยี EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution) ซึ่งถือเป็นเทคโนโลยีที่ต่อยอดของ GPRS และถูกเรียกกันว่าเทคโนโลยียุค 2.75G (อย่างไม่เป็นทางการ) และเป็นทางเลือกก่อนก้าวเข้าสู่ยุค 3G ต่อเนื่องและคุ้มค่า ความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูลสูงสุดประมาณ 384 กิโลบิตต่อวินาที และมีความเร็วในการใช้งานจริงประมาณ 80-100 กิโลบิตต่อวินาที ซึ่งในความเป็นจริงความเร็วในการใช้งานจริงจะลดลงไปค่อนข้างมากเนื่องจากระหว่างใช้งานระบบต้องแบ่งช่องสัญญาณบางส่วนไปใช้งานทางด้านเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียงด้วยเนื่องจากเทคโนโลยี EDGE เป็นเทคโนโลยีที่ใช้งานบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ TDMA (Time Division Multiple Access) เป็นระบบการแบ่งเวลากันใช้ในช่องสัญญาณเดียวกันโดยเปรียบช่องสัญญาณให้เป็นเสมือนขนมชั้นที่ถูกวางอยู่ในแนวตั้งเมื่อใดที่มีการใช้โทรศัพท์ เครื่องโทรศัพท์แต่ละเครื่องก็จะถูกจัดสรรเวลาให้ใช้ภายในช่องความถี่เดียวกัน ซึ่งเป็นการต่อยอดให้เทคโนโลยี EDGE เป็นการปรับปรุงคุณภาพความเร็วจากพื้นฐานของเทคโนโลยี GPRS จึงกำหนดค่านิยามให้เทคโนโลยี EDGE ว่า “ การติดเทอร์โบให้กับเทคโนโลยี GPRS ”

ระบบการสื่อสารไร้สายผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 (Third Generation Mobile System) หรือที่นิยมเรียกกันว่า “3G” เป็นเทคโนโลยีระบบใหม่ที่สร้างให้รองรับระบบเก่าได้ซึ่งได้พัฒนามาจากเทคโนโลยีระบบ 2G หรือระบบจีเอสเอ็มมาเป็นโครงข่าย 2.5G หรือเทคโนโลยีจีพีอาร์เอส(GPRS) และโครงข่าย 2.75G หรือเทคโนโลยี EDGE ตามลำดับ และปัจจุบันกำลังก้าวเข้าสู่เทคโนโลยีโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่สามหรือที่เรียกอีกชื่อหนึ่งว่าระบบยูเอ็มทีเอส (Universal Mobile Telecommunication Systems : UMTS ) ของเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายซึ่งเป็นก้าวกระโดดที่สำคัญของอุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคมไร้สาย เนื่องจากเป็นการพัฒนาเครือข่ายระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นระบบ GSM และ CDMA ให้มีขีดความสามารถในการรับส่งข้อมูลที่ไม่ใช่เสียงพูด (Non-Voice) เพียงอย่างเดียวเหมือนในอดีตสูงมากขึ้น โดยสิ่งที่คนทั่วไปรับทราบข้อมูลเป็นอย่างดีก็คือการพัฒนาเครือข่าย 2G ให้การเป็นเครือข่ายยุค 2.5G และ 2.75G ตามลำดับ ซึ่งในกรณีของเครือข่ายจีเอสเอ็มก็คือการเพิ่มขีดความสามารถให้เป็นเครือข่าย GPRS และ EDGE จนกลายมาเป็นเทคโนโลยีเครือข่าย 3G ในปัจจุบันซึ่งเมื่อให้บริการกับเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถรองรับเทคโนโลยี 3G แล้วก็จะสามารถให้ผู้ใช้บริการได้ใช้งานบนเทคโนโลยีใหม่ได้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น

สำหรับการพัฒนาเครือข่าย 3G นั้นเป็นการนำอุปกรณ์โครงข่ายมาติดตั้งใหม่ในโครงข่ายของเดิมที่มีอยู่แล้ว ไม่ว่าจะเป็นการตั้งระบบสายอากาศชุดใหม่ การติดตั้งระบบเครื่องส่งสถานีฐานชุดใหม่ การติดตั้งระบบจ่ายไฟฟ้าสำหรับสถานีฐานชุดใหม่ และการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานต่างๆ ชุดใหม่ที่เกี่ยวข่งนั้นจำเป็นต้องใช้วิศวกรหรือเจ้าหน้าที่ช่างเทคนิคที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับงานโดยตรงหรือผ่านการฝึกอบรมเป็นอย่างดีเพื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์ (Installation) สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส (The Radio Base Station of UMTS) และการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ รวมถึงการทดสอบการใช้งานชุดอุปกรณ์ (Commissioning) ของสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสนั้นมีกระบวนการและวิธีการที่ค่อนข้างซับซ้อน ไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องมือวัดระบบสายอากาศ การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องับอุปกรณ์ การอัปเดตซอฟต์แวร์ การกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อสั่งงานให้ชุดอุปกรณ์สถานีฐานให้สามารถทำงานและให้บริการได้ ซึ่งในแต่ละครั้งจะประสบกับปัญหาต่างๆ เป็นอย่างมาก เนื่องมาจากปัจจุบันวิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญในการติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสนั้นมีจำนวนจำกัดหรือมีส่วนน้อยที่ผ่านการอบรมการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ไม่ว่าจะเป็นกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบยูเอ็มทีเอส อันเนื่องมาจากเป็นชุดอุปกรณ์เฉพาะทางและมีค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมจากผู้เชี่ยวชาญของบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสนั้นมีราคาสูงมากต่อวิศวกรหนึ่งคนซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่คุ้มค่าสำหรับสถานการณ์สภาพเศรษฐกิจในปัจจุบัน จึงทำให้การเข้าถึงรายละเอียดของตัวอุปกรณ์ยากขึ้น รวมถึงความซับซ้อนและปริมาณข้อมูลของตัวอุปกรณ์ที่มีข้อมูลเป็นจำนวนมาก เกิดความยุ่งยาก และความไม่สะดวกที่จะนำข้อมูลจำนวนมากไปสถานที่ปฏิบัติงานหรือไซต์งาน ดังนั้นวิศวกรและเจ้าหน้าที่ช่างเทคนิคผู้ปฏิบัติงานมักจะประสบปัญหาเกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานรวมถึงวิธีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ และการทดสอบการใช้งานด้วยเครื่องมือวัดด้านภาพและเสียง การทดสอบการส่งข้อความภาพถ่ายและภาพเคลื่อนไหว การโอนถ่ายข้อมูลผ่านโทรศัพท์มือถือและแอร์การ์ด หรือแม้กระทั่งการวิเคราะห์ปัญหากรณีการทดสอบการใช้งานแล้วสถานีฐานไม่สามารถทำงานได้และวิธีแก้ไขปัญหาคือการเสี่ยอันเกิดจากอุปกรณ์สถานีฐานต่างๆ ที่เกิดขึ้นหรือในกรณีอุปกรณ์ต่อพ่วงที่เกี่ยวข้องมีปัญหาภายในระบบ ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดความเสียหายกับตัวอุปกรณ์ภายในหรืออาจทำให้อุปกรณ์สถานีฐานไม่สามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และเกิดความล่าช้าทั้งเรื่องของการติดตั้งอุปกรณ์ เรื่องการทดสอบการใช้งานของตัวอุปกรณ์ จนส่งผลให้เกิดความล่าช้าของโครงการ ซึ่งจะส่งผลให้การทำงานในโครงการเสียหายกระทบต่อการให้บริการของผู้บริโภค

สำหรับประเทศไทยปัจจุบันกำลังก้าวเข้าสู่อุตสาหกรรมโทรคมนาคมที่มีการเจริญเติบโตและมีสภาพการแข่งขันที่สูงมากในการพัฒนาเครือข่าย 2G ให้เป็นเครือข่าย 3G จะเห็นได้ว่าบริษัทผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศได้มีการพัฒนาเครือข่าย 3G ภายใต้สัมปทานคลื่นความถี่จีเอสเอ็มเดิมอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากที่ยังไม่ได้รับใบอนุญาตจากสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติหรือ กสทช.ในคลื่นความถี่ 2100 เมกะเฮิรตซ์ที่เป็นมาตรฐานสากล แต่ก็สามารถทดลองใช้และเปิดให้บริการเทคโนโลยีบนเครือข่าย 3G ไปแล้วเช่น บริษัทแอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน) ได้มีการพัฒนาเครือข่าย 3G ในคลื่นความถี่ 900 เมกะเฮิรตซ์ภายใต้แบรนด์ “เอไอเอส 3G” บริษัทโทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) ได้มีการพัฒนาเครือข่าย 3G ในคลื่นความถี่ 850 เมกะเฮิรตซ์ ภายใต้แบรนด์ “ดีแทค 3G” เช่นเดียวกับบริษัทเรียล มูฟ จำกัดในเครือข่าย ทรูคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) ได้มีการพัฒนาเครือข่าย 3G ในคลื่นความถี่ 850 เมกะเฮิรตซ์ภายใต้แบรนด์ “ทรูมูฟเอช” และล่าสุดบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ได้เปิดให้บริการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่บนเครือข่าย 3G ในคลื่นความถี่ 2100 เมกะเฮิรตซ์เป็นรายแรกในประเทศไทยภายใต้แบรนด์ “ทีโอที 3G”

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยซึ่งปฏิบัติงานเกี่ยวกับการออกแบบการติดตั้งและการทดสอบการใช้งานสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็มและระบบยูเอ็มทีเอสและมีหน้าที่ในการออกแบบควบคุมการติดตั้ง และการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็มและยูเอ็มทีเอสจึงทราบปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นเป็นอย่างดีเนื่องจากผ่านการฝึกอบรมและมีประสบการณ์โดยตรงมาเป็น

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ป็นความลับที่สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบสถานี่ฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสขึ้นมาเพื่อให้วิศวกรและช่างเทคนิคผู้ปฏิบัติงานได้เรียนรู้เพื่อให้อสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานี่ฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

1.2.3 เพื่อหาคุณภาพภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานี่ฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

1.2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานี่ฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

## 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานี่ฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสที่สร้างขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} \geq 3.5$ ) ขึ้นไป

1.3.2 ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานี่ฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการอบรมโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมที่สร้างขึ้นผ่านการสอบด้วยแบบทดสอบ โดยมีค่าคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

## 1.4 กรอบความคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานี่ฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส” ครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดและทฤษฎีมาใช้ในการวิจัยดังนี้

1.4.1 กรอบแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม (ประสงค์ ปราณีตพลกรัง และคณะ. 2543 : 169) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานี่ฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสที่มีคุณภาพ มีจำนวน 7 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.4.1.1 การกำหนดปัญหาของระบบงานเดิม (Problem definition)

1.4.1.2 การวิเคราะห์ระบบ (System analysis)

1.4.1.3 การออกแบบระบบ (System design)

1.4.1.4 การพัฒนาโปรแกรม (Development)

1.4.1.5 การทดสอบระบบ (Testing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 1.4.1.6 การติดตั้งระบบ (Implementation)

#### 1.4.1.7 การประเมินผล (Evaluation)

### 1.4.2 กรอบแนวคิดในการสร้างแบบประเมินคุณภาพ

ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดการสร้างแบบสอบถาม (อุทุมพร (ทองอุไทย) จามรมาน. 2530: 8) มาประยุกต์ใช้เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างแบบประเมินคุณภาพ และแบบประเมินความพึงพอใจของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอสโดยแบ่งเป็น 9 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 1.4.2.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม

#### 1.4.2.2 กำหนดหมวดหรือประเด็นหลักของเนื้อหา

#### 1.4.2.3 แจกแจงประเด็นหลักเป็นประเด็นย่อย

#### 1.4.2.4 กำหนดจำนวนข้อคำถาม

#### 1.4.2.5 กำหนดประเภทของคำถาม

#### 1.4.2.6 กำหนดรูปแบบของคำถาม

#### 1.4.2.7 ตรวจสอบความสอดคล้อง

#### 1.4.2.8 จัดทำแบบสอบถามฉบับร่าง

#### 1.4.2.9 ทดลองใช้ แก้ไข และจัดพิมพ์

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือวิศวกร บริษัทเนลิส (ประเทศไทย) จำกัด ที่ทำงานเกี่ยวกับการติดตั้งและการทดสอบอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม จำนวน 64 คน

### 1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือวิศวกรบริษัทเนลิส (ประเทศไทย) จำกัด ที่ทำงานเกี่ยวกับการติดตั้งและการทดสอบอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็มจำนวน 25 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

### 1.5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1.5.3.1 คุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส

1.5.3.2 ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.5.4 เนื้อหาที่นำมาสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

เนื้อหาที่นำมาสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบ สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส นั้น จะเป็นเนื้อหาเฉพาะส่วนที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับ สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส เท่านั้น โดยมีรายละเอียดของเนื้อหาดังต่อไปนี้

- 1.5.4.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ ยูเอ็มทีเอส
- 1.5.4.2 รายละเอียดชนิดและโครงสร้างของอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบยูเอ็มทีเอสยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น DBS3900 และยี่ห้อแซดทีอี รุ่น ZXSDR B8200&R8860E
- 1.5.4.3 การติดตั้งสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสยี่ห้อหัวเว่ยรุ่น DBS3900
- 1.5.4.4 การติดตั้งสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสยี่ห้อแซดทีอีรุ่น ZXSDR B8200&R8860E
- 1.5.4.5 ขั้นตอนและกระบวนการทดสอบการทำงานทั้งระบบก่อนการใช้งานสำหรับ สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสยี่ห้อหัวเว่ยรุ่น DBS3900 และยี่ห้อแซดทีอีรุ่น ZXSDR B8200&R8860E
  1. การทดสอบการใช้งานระบบด้านข้อมูลเสียง (Voice Call Test) โดยใช้ เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ทดสอบ (Mobile Test)
  2. การทดสอบการใช้งานระบบด้านข้อมูลภาพ (Video Call Test) โดยใช้ เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ทดสอบ (Mobile Test)
  3. การทดสอบการใช้งานระบบด้านข้อมูล (Packet Test) โดยใช้เครื่อง โทรศัพท์เคลื่อนที่ทดสอบ (Mobile Test)
  4. การทดสอบการใช้งานระบบด้านข้อมูลความเร็วสูง (Packet Service) โดยใช้แอร์การ์ด (Air Card) ทดสอบ
- 1.5.4.6 ตัวอย่างเครื่องมือวัดและการทดสอบที่ใช้ในกระบวนการทดสอบการทำงาน สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส
  1. โทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่น Nokia 6120 Classic และ Nokia 6121 Classic ซึ่งใช้เป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่ทดสอบ
  2. Air Card รุ่น Truemove3G ซึ่งใช้เป็นเครื่องทดสอบระบบด้านข้อมูล ความเร็วสูง (HSPA Packet Test)
  3. เครื่องทดสอบระบบสายอากาศ (Cable & Antenna Analyzer) ยี่ห้อ Anritsu รุ่น Site Master S251B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.4.7 การประมวลผลข้อมูลและเก็บค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของสถานีฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอสอีที่ห่อหุ้มเว่ยรูน DBS3900 และยี่ห้อแซดทีอีรูน ZXSDR B8200&R8860E

1.5.4.8 คู่มือและเอกสารที่ใช้ประกอบการติดตั้ง การซ่อมบำรุง และทดสอบการทำงานสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส

## 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิจัย

1.6.1 ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้พื้นฐานระบบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม และวิธีการทดสอบอุปกรณ์ของสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม มาก่อนแล้ว

1.6.3 ผู้เข้ารับการอบรมมีความสามารถในการใช้งานคอมพิวเตอร์โปรแกรมพื้นฐานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์

## 1.7 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.7.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม หมายถึง ฐานข้อมูล คู่มือและรายละเอียดต่างๆ ตัวอุปกรณ์ที่ต้องใช้ภายในสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอสและกระบวนการทดสอบการทำงานทั้งระบบสำหรับสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอสจัดทำในลักษณะโปรแกรมบรรจุอยู่ในแผ่นซีดีรอม

1.7.2 สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอสอีที่ห่อหุ้มเว่ยรูน DBS3900 หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอสในระบบคลื่นความถี่ 850 เมกะเฮิรตซ์

1.7.3 สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอสอีที่ห่อหุ้มแซดทีอี รูน ZXSDRB8200 & R8860E หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอสในระบบคลื่นความถี่ 850 เมกะเฮิรตซ์

1.7.4 วิศวกร หมายถึง พนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่ตำแหน่งวิศวกร บริษัทเนลิส (ประเทศไทย) จำกัด

1.7.5 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา หมายถึง ผู้ที่จบการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญงานด้านการติดตั้งและการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์โทรคมนาคม โดยมีประสบการณ์การทำงานไม่ต่ำกว่า 5 ปี หรืออาจารย์ระดับมหาวิทยาลัยที่สอนอยู่ในสาขาวิศวกรรมโทรคมนาคมหรือสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง

1.7.6 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ หมายถึง ผู้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญด้านการผลิตสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยมีประสบการณ์การทำงานไม่ต่ำกว่า 5 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7.7 คุณภาพ หมายถึง ระดับคะแนนที่ได้จากการประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอสจากผู้ทรงคุณวุฒิ

1.7.8 ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบ สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส หมายถึง ผลของค่าคะแนนที่ได้จากการทดสอบด้วย แบบทดสอบ โดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการอบรมโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมที่สร้างขึ้นผ่านการ ทดสอบมีค่าคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

1.7.9 แบบประเมินคุณภาพ หมายถึง แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ หลังได้ พิจารณาตรวจโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอสทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1.7.10 แบบทดสอบเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มที เอสหมายถึง แบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกเพื่อใช้ประเมินวัดผลสัมฤทธิ์หลังการอบรม

1.7.11 ผลสัมฤทธิ์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบเรื่อง การติดตั้ง และการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอสผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าศึกษาจากเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งสามารถสรุปหัวข้อประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยต่างๆ ได้ดังนี้

- 2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส
- 2.2 การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส
- 2.3 การออกแบบพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม
- 2.4 โปรแกรมที่ใช้สำหรับการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม
- 2.5 การสร้างแบบประเมินคุณภาพ
- 2.6 การประเมินผล
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส

การสื่อสารไร้สายผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 1 หรือยุค 1G เป็นยุคแรกของการพัฒนาระบบโทรศัพท์แบบเซลลูลาร์ การรับส่งสัญญาณใช้วิธีการมอดูเลตสัญญาณอะนาล็อกเข้าช่องสื่อสารโดยใช้การแบ่งความถี่ออกมาเป็นช่องเล็ก ๆ ด้วยวิธีการนี้มีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนช่องสัญญาณ และการใช้ไม่เต็มประสิทธิภาพ จึงติดขัดเรื่องการขยายจำนวนเลขหมาย และการขยายแถบความถี่ประจวบกับระบบเครื่องรับส่งสัญญาณวิทยุกำหนดขนาดของเซลล์ และความแรงของสัญญาณเพื่อให้เข้าถึงสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้น้อย ตัวเครื่องโทรศัพท์เซลลูลาร์ยังมีขนาดใหญ่ ใช้กำลังงานไฟฟ้ามาก ในภายหลังจึงเปลี่ยนมาเป็นระบบดิจิทัล และการเข้าช่องสัญญาณแบบแบ่งเวลา โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบ 1 จึงใช้เฉพาะในยุคแรกเท่านั้น

การสื่อสารไร้สายผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 2 หรือยุค 2G เป็นยุคที่พัฒนาต่อมาโดยการเข้ารหัสสัญญาณเสียง โดยบีบอัดสัญญาณเสียงในรูปแบบดิจิทัล ให้มีขนาดจำนวนข้อมูลน้อยลงเหลือเพียงประมาณ 9 กิโลบิตต่อวินาที ต่อช่องสัญญาณ การติดต่อจากสถานีลูกหรือตัวโทรศัพท์เคลื่อนที่กับสถานีฐาน ใช้วิธีการสองแบบคือ TDMA(Time Division Multiple Access) คือการแบ่งช่วงเวลาออกเป็นช่องเล็ก ๆ และแบ่งกันใช้ ทำให้ใช้ช่องสัญญาณความถี่วิทยุได้เพิ่มขึ้นจากเดิมอีกมาก กับอีกแบบหนึ่งเป็นการแบ่งการเข้าถึงตามการเข้ารหัส และการถอดรหัสโดยใส่แอดเดรสเหมือน IP เราเรียกวิธีการนี้ว่า CDMA (Code Division Multiple Access) ในการสื่อสารไร้สายผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการทำงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ 2 หรือยุค 2G จึงเป็นการรับส่งสัญญาณโทรศัพท์แบบดิจิตอลหมดแล้ว (ไฟโรจน์ ไววานิชกิจ. 2539 : 6-15)

การสื่อสารไร้สายผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 2.5 หรือยุค 2.5G ได้รับการพัฒนาต่อยอดมาจากเทคโนโลยีในระดับ 2 จี เป็นยุคที่กำเนิดเทคโนโลยี GPRS (General Packet Radio Service) ซึ่งตามหลักการแล้วเทคโนโลยี GPRS นี้สามารถส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงสุดถึง 115 กิโลบิตต่อวินาที แต่ก็ยังมีประสิทธิภาพที่ต่ำกว่ามาตรฐานการสื่อสารไร้สายยุค 3G โดยเทคโนโลยีในยุค 2.5G สามารถให้บริการรับส่งข้อมูลแบบแพคเกจที่ความเร็วระดับ 20 – 40 กิโลบิตต่อวินาที ในทางปฏิบัติจึงถือได้ว่าเทคโนโลยี GPRS เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายในระดับ 2.5G

การสื่อสารไร้สายผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 2.75 หรือยุค 2.75G เป็นช่วงที่เริ่มมีการใช้เทคโนโลยี EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution) ซึ่งถือเป็นเทคโนโลยีต่อยอดของ GPRS และถูกเรียกกันว่าเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 2.75 หรือยุค 2.75G (อย่างไม่เป็นทางการ) และเป็นทางเลือกก่อนก้าวเข้าสู่การสื่อสารไร้สายผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 หรือยุค 3G (Third Generation Mobile Technology) อย่างต่อเนื่องและคุ้มค่า ความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูลสูงสุดประมาณ 384 กิโลบิตต่อวินาที และมีความเร็วในการใช้งานจริงประมาณ 80-100 กิโลบิตต่อวินาที ซึ่งในความเป็นจริงความเร็วในการใช้งานจริงจะลดลงไปค่อนข้างมากเนื่องจากระหว่างใช้งานระบบต้องแบ่งช่องสัญญาณบางส่วนไปใช้งานทางด้านเสียงด้วยเนื่องจากเทคโนโลยี EDGE เป็นเทคโนโลยีที่ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ TDMA เป็นระบบการแบ่งเวลาการใช้ในช่องสัญญาณเดียวกันโดยเปรียบช่องสัญญาณให้เป็นเสมือนขนมชั้นที่ถูกวางอยู่ในแนวตั้งเมื่อใดที่มีการใช้โทรศัพท์ เครื่องโทรศัพท์แต่ละเครื่องก็จะถูกจัดสรรเวลาให้ใช้ภายในช่องความถี่เดียวกัน ซึ่งเป็นการต่อยอดให้เทคโนโลยี EDGE เป็นการปรับปรุงคุณภาพความเร็วจากพื้นฐานของเทคโนโลยี GPRS จึงกำหนดคำนิยามให้เทคโนโลยี EDGE ว่า “ การติดเทอร์โบให้กับเทคโนโลยี GPRS ”

การสื่อสารไร้สายผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 หรือยุค 3G เป็นยุคที่สร้างระบบใหม่ให้รองรับระบบเก่าได้และเรียกว่า Universal Mobile Telecommunication Systems (UMTS) เป็นมาตรฐานที่ออกแบบมาสำหรับผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้นำไปพัฒนาจากการสื่อสารไร้สายผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 2 หรือยุค 2G/2.5G /2.75G ไปสู่มาตรฐานการสื่อสารไร้สายผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 หรือยุค 3G อย่างเต็มตัว ซึ่งรับผิดชอบการพัฒนามาตรฐานโดยองค์กร 3GPP (Third Generation Program Partnership) มีเทคโนโลยีหลักที่ปัจจุบันมีการยอมรับใช้งานทั่วโลกคือมาตรฐาน Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA) โดยมุ่งหวังว่า การเข้าถึงเครือข่ายแบบไร้สายสามารถกระทำได้ด้วยอุปกรณ์หลากหลาย เช่น จากคอมพิวเตอร์ จากเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ระบบยังคงใช้การเข้าช่องสัญญาณเป็นแบบ CDMA ซึ่งสามารถบรรจุช่องสัญญาณเสียงได้มากกว่าแต่ใช้แบบแถบกว้าง (Wideband) ในระบบนี้จึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า WCDMA (ไฟโรจน์ ไววานิชกิจ. 2545 : 35-42)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสื่อสารไร้สายผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 หรือยุค 3G เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารซึ่งถ้าจะจำกัดความโดยแปลตรงๆ จากชื่อเลย ก็คือเป็นเทคโนโลยียุคที่ 3 (Third Generation) ซึ่งยุคที่ 3 ที่ว่านี้จะเป็นยุคที่มุ่งไปในทางการรวมเอาเทคโนโลยีหลายๆ ด้านมาไว้ด้วยกัน อย่างเช่น โทรศัพท์มือถือ 3G ก็จะเป็นในแง่การรวมเอา เทคโนโลยีเสียงมาใช้ร่วมกับเทคโนโลยีด้านการส่งและนำเสนอข้อมูล แล้วนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนในด้านระบบนั้นเน้นการใช้ระบบ CDMA และระบบอื่นๆ ที่กำลังปรับเปลี่ยนเข้าสู่ระบบ IMT2000

WCDMA พัฒนามาจาก GSM (Global System for Mobile Communications) CDMA (Code-Division Multiple Access) และ TDMA (Time Division Multiple Access) ซึ่งทำให้ขยายแถบช่องสัญญาณได้มากและกว้างขึ้น ปัจจุบันแพร่หลายในอเมริกาซึ่งพัฒนาระบบ 2 จี ไปเป็น EDGE ซึ่งเป็นอีกก้าวที่นำไปสู่ยุค 3G ดังนั้น WCDMA จึงมีความเหมือนกับระบบ GSM อยู่บ้าง แต่จากการพัฒนาทำให้ WCDMA มีความแตกต่างจาก GSM ในส่วนของการใช้งาน และการให้บริการที่รวดเร็วกว่า

WCDMA เป็นเทคโนโลยี CDMA ที่มีข้อกำหนดตามข้อตกลงที่กำหนดของ ITU (International Telecommunication Union) และเป็นที่รู้จักอย่างเป็นทางการในชื่อว่า International Mobile Telecommunications 2000 หรือ IMT-2000 ระบบ WCDMA เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารระบบไร้สายในยุคที่ 3 มีประสิทธิภาพในการรับส่งข้อมูลแบบไร้สายผ่านโทรศัพท์มือถือและอุปกรณ์ไร้สายความเร็วสูง โดยมีประสิทธิภาพการทำงานเหนือกว่าเทคโนโลยีทั่วไป เป็นอุตสาหกรรมโทรศัพท์ไร้สาย ที่มีความก้าวหน้ามากที่สุดและมีความสลับซับซ้อนของ Air Interface ผู้วิจัยส่วนใหญ่มีความเชื่อว่า WCDMA จะเป็นเทคโนโลยีจะเสริมสร้างโครงสร้างพื้นฐานของโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 Air Interface ของ WCDMA เป็นส่วนหนึ่งของสถาปัตยกรรมโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 ได้จัดเตรียมการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ ของผู้ใช้งานกับโครงข่ายหลัก

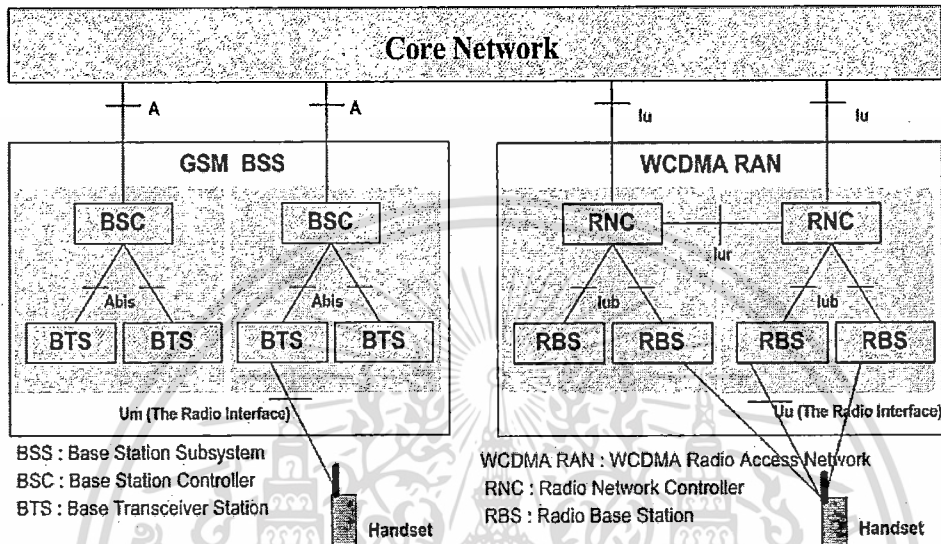
ในทศวรรษที่ผ่านมา ระบบการสื่อสารแบบไร้สายมีความเจริญเติบโตเป็นอย่างมาก ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นของผู้ใช้บริการ และปริมาณการสื่อสาร ความต้องการ Bandwidth ที่สูง เช่น Gaming Music, Downloads, Video Streaming เป็นต้น จากความต้องการนี้จึงมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในมาตรฐาน Wideband CDMA (WCDMA)

WCDMA คือ การพัฒนาเพื่อสร้างมาตรฐานใหม่ Real Time Multimedia รวมไปถึงการใช้ International Roaming ซึ่งรองรับจาก ITU โดยกำหนดให้ใช้ความถี่ 2 GHz สำหรับการสื่อสารยุคที่ 3 WCDMA มีประสิทธิภาพในการสื่อสารรับส่งสัญญาณเสียงภาพข้อมูลและภาพวิดีโอด้วยความเร็วถึง 2 เมกกะบิตต่อวินาที แต่สำหรับการให้บริการในปัจจุบันให้ความเร็วสูงสุดที่ 384 กิโลบิตต่อวินาที (แนวกว้าง Wide Area Access) โดยสัญญาณขาเข้าจะถูกแปรเป็นสัญญาณดิจิทัลและส่งไปเป็นรหัสผ่านแถบสัญญาณกระจายไปสู่คลื่นสัญญาณต่างๆ ผู้ให้บริการเทคโนโลยีนี้จะใช้แถบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลื่นสัญญาณความถี่ที่ 5 MHz ที่ต่างจากผู้บริการที่ให้บริการเทคโนโลยี CDMA ในย่านความถี่แคบที่ใช้ช่องสัญญาณที่ 1.25 MHz (ไฟโรจน์ ไววานิชกิจ, 2545 : 60)

### 2.1.1 สถาปัตยกรรมและหลักการทำงานของ WCDMA



ภาพที่ 2.1 GSM Base Station Subsystem (BSS) และ WCDMA Radio Access Network (RAN)

จากรูปที่ 2.1 GSM Base Station Subsystem (BSS) และ WCDMA Radio Access Network (RAN) จะเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่าง Core Network กับโทรศัพท์มือถือ จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีนี้สามารถจะใช้ช่องทางในการสื่อสารร่วมกันในส่วนของ Core Network นอกจากนั้นแล้วระบบ GSM BSS และ WCDMA RAN อยู่ภายใต้โครงสร้างพื้นฐานของ Cellular Radio System จะเห็นได้ว่า GSM Base Station Controller (BSC) จะเหมือนกับ Radio Network Controller (RNC) คือหน่วยควบคุมความถี่ Network และ GSM Base Transceiver Station (BTS) ซึ่งทำหน้าที่รับส่งสัญญาณกับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ จะเหมือนกับ WCDMA Radio Base Station (RBS)

ในการเชื่อมต่อของ WCDMA มีการพัฒนามาจากระบบ GSM ซึ่งจะมีความแตกต่างในรูปแบบของการบริการ โดยจะเห็นได้ว่าระบบ GSM BSS จะมีการเชื่อมระหว่าง Handset กับ BTS ได้จุดเดียว และเชื่อมผ่าน BSC ไปยัง Core Network ในขณะที่ระบบ WCDMA RAN จะมีการเชื่อมระหว่าง Handset กับ RBS ได้หลายจุดและระหว่าง RNC ก็สามารถเชื่อมต่อกันได้ เพื่อเป็นการ Share Traffic ในการรับ-ส่งข้อมูล โดยในแต่ละเส้นทางของการเชื่อมต่องี้จะมีความเร็วที่สูงกว่า ทำให้การรับและส่งข้อมูลทำได้รวดเร็วกว่าระบบ GSM เป็นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดของระบบ GSM และ WCDMA ก็คือ ระบบ GSM จะมีการจัดการ ผู้ใช้หลายคนโดยใช้เทคโนโลยี TDMA ซึ่งจะมีการแบ่ง Timeslots ในแต่ละช่วงความถี่ออกไปเพื่อให้ผู้ใช้โทรศัพท์สามารถใช้งานได้พร้อมกัน แต่ WCDMA นั้นเป็นการใช้เทคโนโลยี CDMA ซึ่งจะถูกจัดการโดย Hardware และส่วนควบคุมโดยผู้ใช้แต่ละคนจะมีการแบ่งแยกกันโดยรหัส

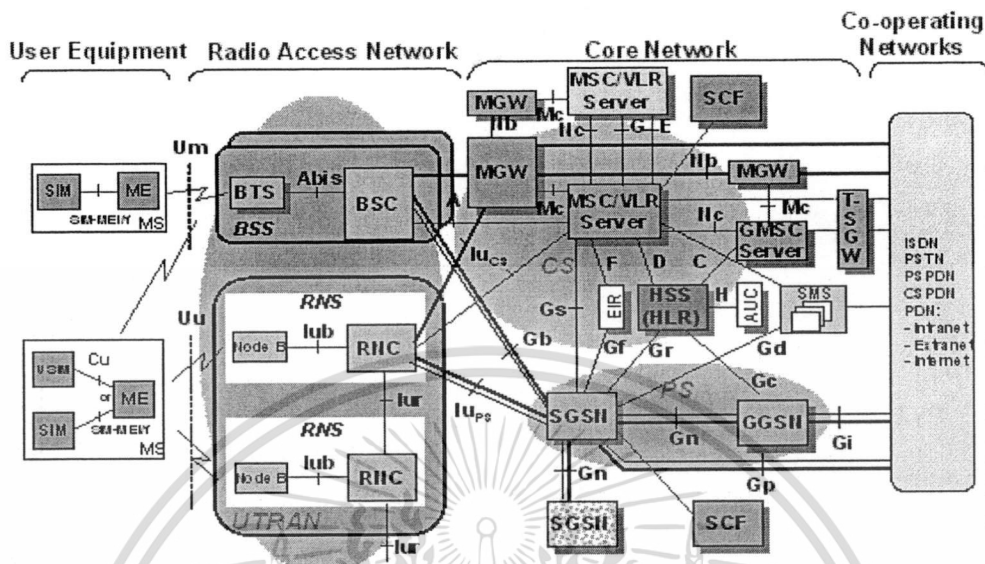
CDMA คือ เทคโนโลยีเพื่อการเข้าถึงจากผู้ใช้งานหลายๆ คน โดยจะแบ่งแยกกันด้วยรหัส นั่นคือ ผู้ใช้ทุกคนสามารถใช้ความถี่เดียวกันในการส่งข้อมูลภายใต้เวลาเดียวกันเป็นการพัฒนาที่รวดเร็วในการจัดการสัญญาณ ซึ่งเทคโนโลยีที่รองรับการใช้งานแบบนี้ ก็คือ WCDMA และ CDMA2000 ระบบ WCDMA มีพื้นฐานมาจากเทคโนโลยี CDMA ซึ่งเป็น Wide Band Radio Signal ที่มีความถี่ 5 MHzโดยมีความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูล 3.84 เมกะบิตต่อวินาที จะเห็นได้ว่าเร็วกว่า CDMA2000 (1.22 เมกะบิตต่อวินาที) ถึง 3 เท่า

### 2.1.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยูเอ็มทีเอส (UMTS)

รายละเอียดของโครงสร้างและส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสซึ่งได้รับการออกแบบขึ้นโดยยึดถือรูปแบบของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่ 2 โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็ม เครือข่ายระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสประกอบขึ้นจากส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ด้วยการออกแบบให้เป็นแบบตรรกะ (Logical) ซึ่งไม่อาจแบ่งแยกออกให้เห็นเป็นชั้นเป็นอันได้ครบถ้วนทุกส่วน แต่เมื่อนำมาทำการออกแบบสร้างขึ้นเป็นระบบเครือข่ายแล้ว ก็หลีกเลี่ยงไม่พ้นที่จะต้องสร้างแยกออกจากกันเป็นส่วน ๆ เรียกว่าเป็นแบบกายภาพ (Physical) การเชื่อมต่อส่วนประกอบต่างๆ ทางกายภาพเข้าด้วยกันจะกระทำผ่านทางจุดเชื่อมต่อ (Interface) ที่ได้รับการออกแบบให้เป็นมาตรฐานระบบเปิด (Open System) ซึ่งหมายความว่า ส่วนประกอบจากบริษัทผู้ผลิตต่างรายกันก็สามารถนำมาเชื่อมต่อกันได้ โครงสร้างของระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสทั้งแบบ WCDMA หรือ TD-CDMA ต่างก็มีรูปแบบที่เหมือนกัน ความแตกต่างนั้นจะมีเพียงมาตรฐานการสื่อสารระหว่างสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่และเครื่องลูกข่ายเท่านั้น

เพื่อความสะดวกต่อการอ้างอิงของผู้บริหารระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่และบุคคลทั่วไป จึงมีการจัดกลุ่มส่วนประกอบที่มีหน้าที่การทำงานใกล้เคียงกันให้อยู่ร่วมกัน ซึ่งมาตรฐานเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสได้มีการกำหนดส่วนประกอบต่างๆ ออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกคือกลุ่มอุปกรณ์สถานีฐาน (Radio Access Network หรือ RAN) ซึ่งมีชื่อเรียกเป็นสากลว่า UMTS Terrestrial RAN หรือเรียกย่อๆว่า UTRAN อีกกลุ่มหนึ่งมีชื่อเรียกว่า Core Network หรือ CN ซึ่งเป็นกลุ่มของอุปกรณ์ประเภทชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อหรือยกเลิวงจรสื่อสาร รวมไปถึงการติดต่อสื่อสารกับเครือข่ายสื่อสารอื่นๆ ในบางกรณีอาจนิยามกำหนดให้มีกลุ่มเพิ่มเติมอีกหนึ่งกลุ่มเพื่อให้ครบถ้วนสมบูรณ์ กลุ่มดังกล่าวก็คือบรรดาเครื่องลูกข่าย (User Equipment หรือ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UE) ซึ่งทำการติดต่อสื่อสารกับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสผ่านทางสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่



ภาพที่ 2.2 สถาปัตยกรรมและส่วนประกอบต่างๆ ภายในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยูเอ็มทีเอส

2.3.1 กลุ่มลูกเครือข่าย (UE) ประกอบด้วยส่วนประกอบ 2 ชนิดด้วยกัน คือ

2.3.1.1 เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Equipment หรือ ME) ทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารกับสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสตามมาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ Uu

2.3.1.2 USIM (UMTS Subscriber Identity Module) มีหน้าที่การทำงานเช่นเดียวกับแผ่น SIM ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM กล่าวคือเป็นแผ่นสมาร์ทการ์ด (Smartcard) ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่แต่ละราย เก็บอัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจยืนยันผู้ใช้บริการ (Authentication) และยังมีบัตรสลัปที่ใช้ในกระบวนการตรวจสอบยืนยันผู้ใช้บริการ รวมถึงข้อมูลอื่น ๆ ที่เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จำเป็นต้องใช้ในการติดต่อสื่อสาร

2.3.2 กลุ่ม UTRAN ประกอบด้วยส่วนประกอบ 2 ชนิดคือ

2.3.2.1 Node B หรือสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสทำหน้าที่แปลงข้อมูลจากจุดเชื่อมต่อ lub ไปเป็น lur และในทิศทางกลับกัน นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับการควบคุมและจัดสรรการใช้ช่องทางสื่อสารบนคลื่นความถี่วิทยุอีกด้วย หน้าที่รับผิดชอบหลักของ Node B คือการประมวลผลและจัดการเชื่อมต่อวงจรสื่อสารชนิดต่างๆ ผ่านทางช่องสื่อสารคลื่นวิทยุ (Air interface) โดยดำเนินการจัดการระบบสัญญาณในระดับชั้นที่ 1 ตามแบบจำลอง OSI (Open System Interconnection) ไม่ว่าจะเป็นการเข้ารหัสช่องสื่อสาร (Channel Coding), การทำอินเตอร์ลีฟข้อมูล (Interleaving), การปรับเปลี่ยนอัตราเร็วของข้อมูล (Rate Adaptation) เป็นต้น นอกจากนี้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Node B ยังมีหน้าที่ในการควบคุมการบริหารทรัพยากรความถี่อย่างง่าย ๆ เช่น การควบคุมระดับกำลังส่งของเครือข่าย นิยามและขอบเขตหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ Node B นั้น สามารถเทียบได้กับอุปกรณ์สถานีในกรณีของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM สำหรับคำเรียกขานสถานีฐานในมาตรฐาน UMTS ว่า “Node B” นั้นมีขึ้นตั้งแต่ยุคเริ่มวางข้อกำหนด ซึ่งก็ได้กลายมาเป็นชื่อสากลในปัจจุบัน

2.3.2.2 RNC (Radio Network Controller) เทียบเท่ากับอุปกรณ์ควบคุมสถานีฐาน (Base Station Controller หรือ BSC) ในกรณีของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ทำหน้าที่ควบคุมการกำหนดใช้ช่องสื่อสารของอุปกรณ์ Node B ทั้งหมดที่เชื่อมต่ออยู่ โดยทั่วไปอุปกรณ์ RNC หนึ่งแห่งจะมีการเชื่อมต่อกับ Node B เป็นจำนวนมาก เพื่อแบ่งเบาภาระหน้าที่การควบคุมของชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ลงไปที่การเชื่อมต่อระหว่างกลุ่ม UTRAN และกลุ่ม CN นั้น แท้จริงแล้วก็คือการเชื่อมต่อชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่เข้ากับอุปกรณ์ RNC

### 2.3.3 กลุ่ม CN หรือเครือข่ายหลักประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลัก 5 ชนิดคือ

2.3.3.1 HLR (Home Location Register) เป็นฐานข้อมูลหลักทำหน้าที่เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการให้บริการแก่ผู้ใช้บริการแต่ละราย ตัวอย่างของข้อมูลที่มีการจัดเก็บลงในอุปกรณ์ HLR ได้แก่ รายการบริการเสริมที่อนุญาตให้ผู้ใช้บริการใช้งานได้ รายละเอียดพื้นที่ซึ่งไม่อนุญาตให้ผู้ใช้บริการนำเครื่องไปใช้งาน รวมถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบร่วมกับรายการบริการเสริม เช่น เก็บหมายเลขของเลขหมายปลายทางที่ต้องการจะโอนสายไปถึงในกรณีของการกำหนดบริการโอนสายอัตโนมัติ (Call Forwarding) เป็นต้น นอกจากนี้ อุปกรณ์ HLR ยังทำหน้าที่ในการระบุตำแหน่งของผู้ใช้บริการแต่ละราย โดยเก็บข้อมูลแสดงตำแหน่งผู้ใช้บริการแต่ละราย โดยเก็บข้อมูลแสดงตำแหน่งผู้ใช้บริการในระดับของ MSC/VLR หรือ SGSN สำหรับกรณีของสายเรียกเข้าอีกด้วย ข้อมูลของผู้ใช้บริการแต่ละรายจะได้รับการสร้างขึ้นบนฐานข้อมูลของอุปกรณ์ HLR เมื่อผู้ใช้บริการนั้น ๆ ขอเปิดใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่จากผู้ให้บริการเครือข่าย และข้อมูลจะคงอยู่ในอุปกรณ์ HLR ตลอดไปตราบเท่าที่ผู้ใช้บริการมีความประสงค์จะใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่กับบริษัทผู้ให้บริการนั้น

2.3.3.2 MSC/VLR (Mobile Service Switching Center Visitor Location Register) ทำหน้าที่เป็นทั้งชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่และเป็นฐานข้อมูลท้องถิ่นซึ่งเก็บข้อมูลของผู้ใช้บริการที่นำเครื่องลูกข่ายมาใช้งานภายใต้พื้นที่รับผิดชอบของ MSC นั้น ๆ อุปกรณ์ MSC มีการทำงานเชื่อมต่อและยกเลิกวงจรสื่อสารในรูปแบบของการสวิตซ์วงจร (Circuit Switched หรือ CS) ซึ่งเป็นรูปแบบการเชื่อมต่อพื้นฐานสำหรับการสนทนา ซึ่งมรอยู่ในมาตรฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งในยุคที่ 1 และยุคที่ 2 ข้อมูลของผู้ใช้บริการแต่ละรายที่ปรากฏอยู่ในอุปกรณ์ VLR จะด้รับการถ่ายทอดมาจากฐานข้อมูลกลางในอุปกรณ์ HLR เพื่อใช้ในการอ้างอิงสำหรับให้บริการและระบุตำแหน่งของโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ใช้บริการแต่ละรายโดยละเอียด

2.3.3.3 GMSC (Gateway MSC) เป็นชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการเชื่อมต่อวงจรสื่อสารระหว่างภายในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสกับเครือข่ายไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรคมนาคมภายนอกไม่ว่าจะเป็นการติดต่อสื่อสารออกหรือการเรียกเข้ามาจากเครือข่ายภายนอก การเชื่อมต่อต่างๆ ที่รับผิดชอบโดยอุปกรณ์ GMSC นั้นจะเป็นการเชื่อมต่อแบบสวิตช์วงจรทั้งสิ้น

2.3.3.4 SGSN (Serving GPRS Support Node) มีหน้าที่การทำงานคล้ายอุปกรณ์ MSC/VLR ต่างกันก็เพียงอุปกรณ์ SGSN จะทำหน้าที่เชื่อมต่อและยกเลิกวงจรสื่อสารแบบสวิตซ์แพ็กเกต (Packet Switched หรือ PS) ที่เกิดขึ้นภายในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ UMTS อันที่จริงแล้วเทคโนโลยีดังกล่าวก็ได้รับการพัฒนาขึ้นจากบริการ GPRS ที่มีอยู่ในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ยุคใหม่นั้นเอง

2.3.3.5 GGSN (Gateway GPRS Support Node) มีหน้าที่การทำงานเช่นเดียวกับ อุปกรณ์ GMSC ต่างกันเพียงเป็นการให้บริการกับการเชื่อมต่อแบบสวิตซ์แพ็กเกตเท่านั้น

2.3.4 กลุ่มเครือข่ายภายนอก (External Network) หมายถึงเครือข่ายโทรคมนาคม อื่นๆ ที่อยู่นอกเหนือจากข้อกำหนดทางเทคนิคของมาตรฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสแบ่ง ออกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกันดังนี้

2.3.4.1 เครือข่ายแบบสวิตช์วงจร (CS Network) เป็นเครือข่ายที่สนับสนุนการ สื่อสารแบบสวิตช์วงจรซึ่งเป็นบริการพื้นฐานในระบบโทรศัพท์ทั่วไปตัวอย่างของเครือข่ายชนิดนี้ก็ได้แก่ เครือข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน, เครือข่าย ISDN รวมไปถึงเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 1 และยุค ที่ 2 ไม่ว่าจะเป็นระบบ NMT, AMPS, GSM และ CDMA เป็นต้น

2.3.4.2 เครือข่ายแบบสวิตซ์แพ็กเกต (PS Network) เป็นเครือข่ายที่สนับสนุนการ สื่อสารแบบสวิตซ์แพ็กเกต ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดที่สุดก็คือเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและเครือข่าย X.25 เป็นต้น

### 2.3.5 มาตรฐานจุดเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

มาตรฐานจุดเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสได้รับการออกแบบขึ้น โดยไม่มีการกำหนดขอบเขตการทำงานของอุปกรณ์หรือส่วนประกอบแต่ละชนิดภายในเครือข่ายอย่าง ตายตัว ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้พัฒนาอุปกรณ์โทรคมนาคมแต่ละรายมีอิสระในการออกแบบโดย เพียงแต่ควบคุมให้มีข้อกำหนดในการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายแต่ละชนิดเพื่อให้เป็นที่แน่ใจว่า อุปกรณ์หรือส่วนประกอบแต่ละชนิดภายในระบบเครือข่ายจะสามารถเชื่อมต่อและทำงานร่วมกันได้ ดังนั้นสิ่งที่ถือเป็นหัวใจสำคัญของมาตรฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสก็คือข้อกำหนดของจุด เชื่อมต่อระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในระบบเครือข่าย ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

2.3.5.1 จุดเชื่อมต่อ Cu เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าระหว่าง USIM การ์ด และตัวเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานการเชื่อมต่อของอุตสาหกรรม สมาร์ทการ์ด

2.3.5.2 จุดเชื่อมต่อ Uu เป็นการเชื่อมต่อผ่านทางคลื่นความถี่วิทยุตามมาตรฐาน แบบ WCDMA จุดเชื่อมต่อ Uu นี้ช่วยทำให้เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ UMTS ติดต่อสื่อสารกับ โทรศัพท์เคลื่อนที่โดยผ่านทางอุปกรณ์ Node B ถือเป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อที่สำคัญที่สุดในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ไม่สามารถนำข้อมูลไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสซึ่งผู้ผลิตทั้งเครื่องลูกข่ายและอุปกรณ์ Node B จะต้องให้ความสำคัญในการออกแบบอุปกรณ์ของตนให้สามารถทำงานได้ตามข้อกำหนดมาตรฐานจุดเชื่อมต่อ

2.3.5.3 จุดเชื่อมต่อ lu เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อกลุ่ม UTRAN เข้ากับกลุ่ม CN สามารถเทียบได้กับจุดเชื่อมต่อ A (A interface) ในกรณีของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ในแง่ของการเชื่อมต่อแบบสวิตช์วงจร และเทียบได้กับจุดเชื่อมต่อแบบ Gb (Gb Interface) ในแง่ของการเชื่อมต่อแบบสวิตช์แพ็กเกต การเป็นมาตรฐานแบบเปิดของจุดเชื่อมต่อ lu ทำให้ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสสามารถนำอุปกรณ์ UTRAN และ CN ของผู้ผลิตอุปกรณ์โทรคมนาคมต่างรายมาเชื่อมต่อกันได้โดยยังระดับคุณภาพการให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

2.3.5.4 จุดเชื่อมต่อ lur เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อซึ่งสนับสนุนการย้ายข้ามเซลล์ของเครื่องลูกข่ายจากพื้นที่ควบคุมของอุปกรณ์ RNC ชุดหนึ่งไปยังพื้นที่ควบคุมของ RNC อีกชุดหนึ่งโดยไม่จำเป็นต้องใช้บริการของชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่เหมือนดังในกรณีของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 2 เป็นมาตรฐานจุดเชื่อมต่อที่เสริมประสิทธิภาพของจุดเชื่อมต่อแบบ lu

2.3.5.5 จุดเชื่อมต่อ lub เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ RNC และ Node B เข้าด้วยกัน กล่าวได้ว่าเป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อแบบเปิดชนิดแรกในโลกที่อนุญาตให้ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ สามารถเลือกอุปกรณ์ RNC และ Node B จากผู้ผลิตต่างรายมาเชื่อมต่อและการมอบบริการร่วมกันได้ เมื่อเทียบกับการเชื่อมต่อแบบ A-bis (A-bis Interface) ในกรณีของเครือข่าย GSM ซึ่งเป็นมาตรฐานแบบปิดที่บังคับให้ต้องเลือกใช้อุปกรณ์สถานีฐาน (Base Transceiver Station หรือ BTS ) และอุปกรณ์ BSC จากผู้ผลิตรายเดียวกันแล้ว จะพบว่าเครือข่าย UMTS กระตุ้นให้เกิดการแข่งขันของผู้ผลิตมากขึ้น โดยผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นก็คือราคาต้นทุนของอุปกรณ์เครือข่ายที่ลดลงเนื่องจากผู้ให้บริการระบบมีอำนาจในการต่อรองมากขึ้น

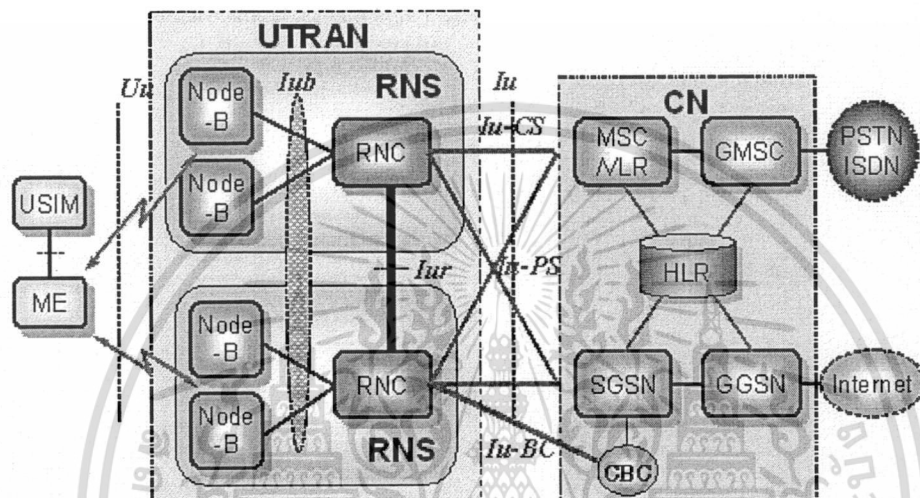
### 2.3.6 โครงสร้างของ UTRAN

UTRAN ประกอบขึ้นจากกลุ่มเครือข่ายย่อยที่มีชื่อเรียกว่า Radio Network Sub-systems (RNS) เทียบเท่ากับ Base Station Sub-system (BSS) ในกรณีของเครือข่าย GSM แต่ละ RNS จะทำหน้าที่ในการจัดสรรและให้บริการเชื่อมต่อกับผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านทางคลื่นความถี่วิทยุพร้อม ๆ กับการติดต่อสื่อสารกับระบบเครือข่ายส่วนกลางและการติดต่อสื่อสารระหว่าง RNS ด้วยกันภายใน RNS ประกอบด้วยอุปกรณ์ RNC หนึ่งชุดและ Node B ตั้งแต่ 1 สถานีขึ้นไปผ่านทางจุดเชื่อมต่อแบบ lur นอกจากนี้อุปกรณ์ RNC ก็ยังสามารถเชื่อมต่อเข้าหากันได้โดยผ่านทางจุดเชื่อมต่อแบบ lur ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ความคาดหวังของผู้ออกแบบที่มีต่อเครือข่าย UTRAN ซึ่งจะมีผลกระทบต่อแนวคิดในการออกแบบ การกำหนดหน้าที่การทำงานของส่วนประกอบต่าง ๆ รวมไปถึงเรื่องของโพรโตคอลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารดังแสดงดังรูปที่ 2.3 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลกระทบที่สำคัญที่สุดของการออกแบบวางเครือข่าย UTRAN ก็คือเรื่องของ การย้ายข้ามเซลล์แบบ Soft Handover ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เครื่องลูกข่ายหนึ่งเครื่องทำการติดต่อสื่อสารกับสถานีฐานมากกว่าสองแห่งในขณะกำลังทำการย้ายข้ามเซลล์สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็คือเรื่องของการอัลกอริทึมที่ใช้ในการบริหารและจัดสรรช่องความถี่วิทยุ ซึ่งทั้งสองประการนี้ส่งผลกระทบต่ออย่างมากต่อภาวะ (Load) ของระบบเครือข่ายการออกแบบเครือข่าย UTRAN จึงต้องกระทำขั้นโดยพิจารณาถึงผลกระทบทั้ง 2 ประการนี้

2. การออกแบบเครือข่าย UTRAN เป็นการจัดวางและเตรียมการช่องสื่อสารซึ่งผสมผสานระหว่างการเชื่อมต่อแบบสวิตซ์วงจร (CS) และการเชื่อมต่อแบบสวิตซ์แพ็กเก็ตโดยผ่านทางมาตรฐานการเชื่อมต่อชนิดเดียวกันระหว่าง UTRAN และ CN



ภาพที่ 2.3 ส่วนประกอบของ UTRAN

3. UTRAN ต้องสามารถรองรับรูปแบบการให้บริการในลักษณะที่เทียบเท่ากับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ให้ได้มากที่สุดเป็นอย่างน้อย

4. มีการใช้เทคโนโลยี ATM (Asynchronous Transfer Mode) เป็นฐานรากในการเป็นโครงข่ายเชื่อมต่อและควบคุมกระบวนการในการติดต่อสื่อสารพื้นฐานภายในเครือข่าย UTRAN ซึ่งแตกต่างจากการเชื่อมต่อภายในเครือข่าย BSS ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 2 ซึ่งใช้มาตรฐานการสื่อสารสัญญาณแบบ PCM เป็นพื้นฐานเท่านั้น

### 2.3.7 อุปกรณ์ RNC (Radio Network Controller)

RNC (Radio Network Controller) เป็นอุปกรณ์เครือข่ายซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการจัดสรรใช้งานช่องความถี่วิทยุของอุปกรณ์สถานีฐานภายในเครือข่าย UTRAN โดยใช้โปรโตคอล RNC (Radio Network Controller) RNC มีการเชื่อมต่อกับกลุ่มเครือข่าย CN ซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์ MSC และ SGSN

เมื่อพิจารณาจากอุปกรณ์ Node B แต่ละสถานีแล้ว อุปกรณ์ RNC ที่ทำหน้าที่ควบคุม Node B นั้นอยู่จะได้รับการกำหนดให้เป็นอุปกรณ์ RNC ควบคุม (Controlling RNC หรือ เอกสารเป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญตเห็นาเปไซษระเขยชนดานการค้ำไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CRNC) ของ Node B สถานีนั้น อุปกรณ์ RNC จะมีหน้าที่รับผิดชอบในการบริหารและควบคุมปริมาณข้อมูลข่าวสารที่มีการรับส่งผ่านพื้นที่ให้บริการของ Node B รวมถึงควบคุมและจัดสรรการเชื่อมต่อวงจรสื่อสารทั้งที่เป็นแบบสวิตช์วงจรและสวิตช์แพ็คเกจผ่านทางบรรดาอุปกรณ์ Node B ที่เชื่อมต่ออยู่กับ RNC แห่งนั้น ๆ ในกรณีของการเชื่อมต่อวงจรสื่อสารจากผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านเครือข่าย UTRAN โดยมีการผ่านเครือข่ายย่อย RNS มากกว่า 1 ชุด อุปกรณ์ RNC ที่เกี่ยวข้องกับ การเชื่อมต่อดังกล่าวจะรับหน้าที่อยู่ 2 ประการด้วยกัน โดยมีการนิยามชื่อตามขอบเขตการทำงาน ดังนี้

1. อุปกรณ์ RNC ให้บริการ (Serving RNC หรือ SRNC ) เป็นอุปกรณ์ RNC ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายหลักผ่านทางจุดเชื่อมต่อ Lu เพื่อรับส่งข้อมูลของผู้ใช้บริการและสัญญาณควบคุมต่าง ๆ กับเครือข่ายหลัก นอกจากนั้น SRNC ยังทำหน้าที่ควบคุมการรับส่งสัญญาณควบคุมการจราจรของสื่อสารทางช่องความถี่วิทยุ (Radio Resource Control Signaling) ระหว่างเครือข่าย UTRAN กับเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ตัวอย่างของการจัดสรรช่องความถี่วิทยุก็ได้แก่ การจับคู่ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของช่องสื่อสารทางคลื่นวิทยุเข้ากับค่าพารามิเตอร์ของช่องสื่อสารทางอากาศ, การตัดสินใจสั่งให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ทำการย้ายข้ามเซลล์ และการควบคุมระดับกำลังส่งสัญญาณของเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นต้น โทรศัพท์เคลื่อนที่แต่ละเครื่องที่ทำการโทรออกเพื่อติดต่อกับเครือข่าย UTRAN จะได้รับการกำหนด RNC ให้ทำหน้าที่เป็น SRNC เพียง 1 แห่งเท่านั้น และในการเชื่อมต่อแต่ละครั้งจะต้องมีอุปกรณ์ RNC 1 แห่งทำหน้าที่เป็น SRNC

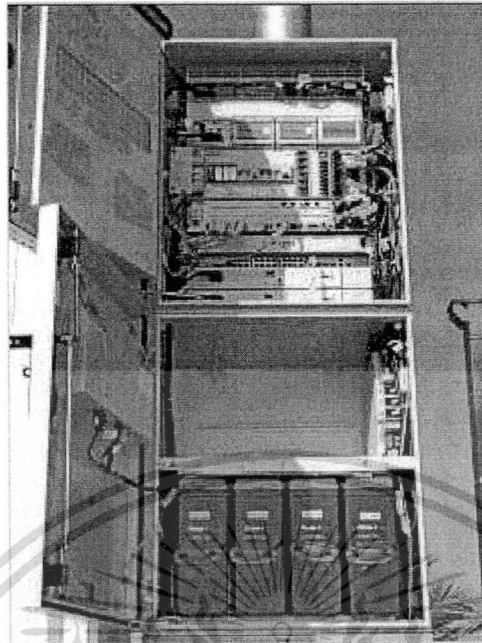
2. อุปกรณ์ RNC ส่งผ่าน(Drift RNC หรือ DRNC) เป็นอุปกรณ์ RNC ใด ๆ ก็ได้ที่มีได้ทำหน้าที่เป็น SRNC โดย DRNC จะทำหน้าที่ควบคุม Node B ที่กำลังติดต่อกับสื่อสารอยู่กับเครื่องลูกข่าย จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์ DRNC มีได้ทำหน้าที่ในการควบคุมหรือบริหารสัญญาณการจัดการช่องความถี่ แต่จะทำหน้าที่เป็นเพียงสนับสนุนการส่งผ่านสัญญาณควบคุมเหล่านั้นจากอุปกรณ์ Node B ไปยังอุปกรณ์ SRNC ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อวงจรในครั้งนั้นๆ โดยผ่านทางจุดเชื่อมต่อ Iub และ Iur ตามลำดับในการเชื่อมต่อเพื่อสนทนาจากโทรศัพท์เคลื่อนที่แต่ละครั้งอุปกรณ์ RNCแต่ละแห่งอาจมีโอกาสได้ทำหน้าที่เป็น SRNC หรือ DRNC อย่างไรก็ตามไม่จำเป็นเสมอไปที่การเชื่อมต่อแต่ละครั้งจะต้องมีอุปกรณ์ RNC ที่ทำหน้าที่เป็น DRNC เช่นกรณีที่มีการเชื่อมต่อเกิดขึ้นจาก Node B แล้วผ่าน SRNC ไปสู่เครือข่ายหลักโดยตรง เป็นต้น

### 2.3.8 โครงสร้างและองค์ประกอบของสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

โครงสร้างและองค์ประกอบของสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ UMTS นั้นมีดังนี้

1. Node B หรือสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส คือ สถานีฐานหรืออุปกรณ์รับ - ส่งสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำหน้าที่แปลงข้อมูลจากจุดเชื่อมต่อ Iub ไปเป็น Iur และในทิศทางกลับกัน นอกจากนั้นยังเกี่ยวข้องกับการควบคุมและจัดสรรการใช้ช่องทางสื่อสารบนคลื่นความถี่วิทยุอีกด้วย โดยใช้คลื่นวิทยุสำหรับการติดต่อกับสื่อสารกับเครื่องลูกข่ายเปรียบเสมือนเป็น ประตูบานแรกที่จะเปิดเข้าไปสู่เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

นอกจากนี้ยังอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

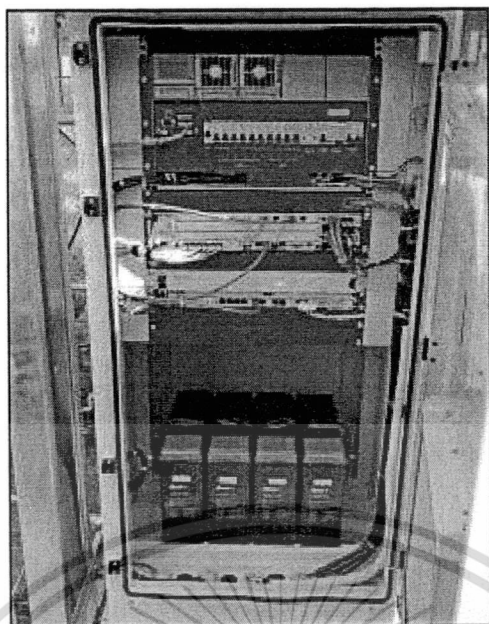


ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสฮือหัวเว่ยรุ่น DBS3900 ที่ติดตั้งในตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ารุ่น APM30H



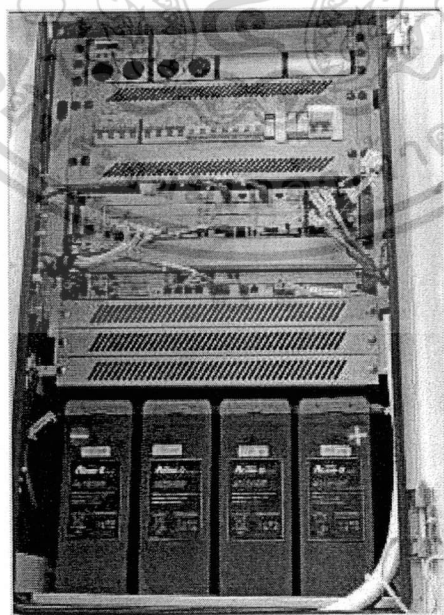
ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสฮือแซดทีอีรุ่น B8200 ที่ติดตั้งในตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ารุ่น W121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

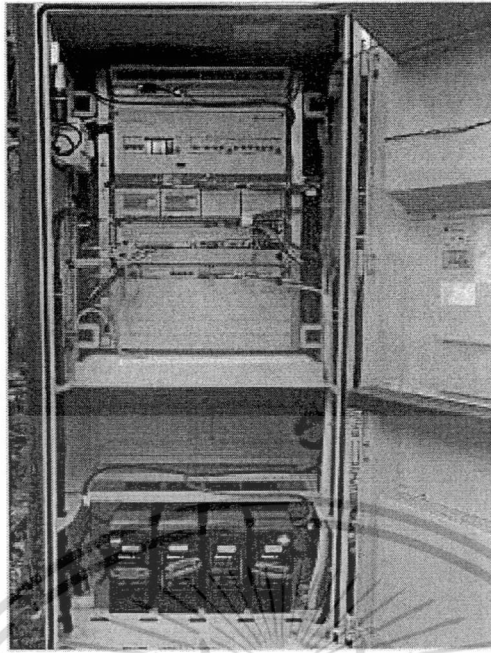


ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสอีท้อหัวเว่ยรุ่น DBS3900 ที่ติดตั้งในตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ารุ่นอีเมอสัน (Emerson)

2. Electrical and Power Supply System คือระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าและสำรองไฟฟ้า เพื่อจ่ายกำลังงานไฟฟ้าให้กับระบบจะทำหน้าที่แปลงไฟฟ้า จากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ไปเป็นไฟฟ้า กระแสตรงลบ 48 โวลต์เพื่อจ่ายให้กับอุปกรณ์และจะมีระบบสำรองไฟฟ้าในกรณีที่เกิดปัญหา ไฟฟ้าดับหรือไฟฟ้าขัดข้อง

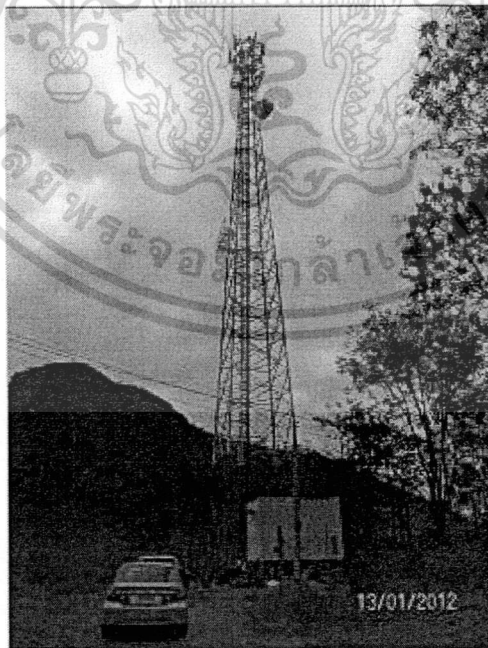


ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสอีท้อหัวเว่ยรุ่น DBS3900 ที่ติดตั้ง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในวงวิชาการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ในตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ารุ่นเอลเทค (Eltek) ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอสอีที่หอหัวเว่ยรุ่น DBS3900 ที่ติดตั้งในตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ารุ่น TP48200A

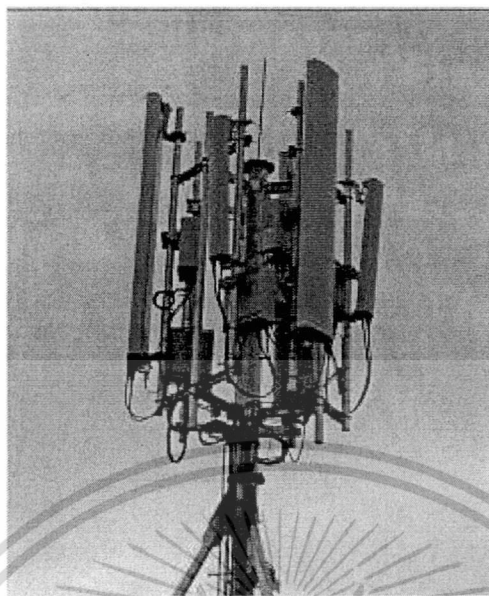
3. Tower and Antenna System คือระบบสายอากาศและสายรับ-ส่งสัญญาณเพื่อแพร่กระจายคลื่นจากสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังเครื่องลูกข่าย



ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างเสาและระบบสายอากาศรับ - ส่งสัญญาณของสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ

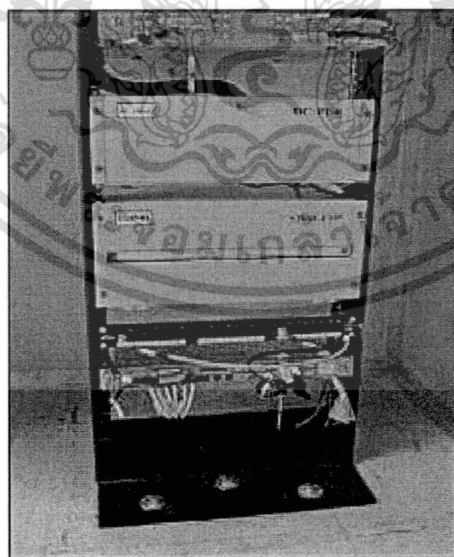
ยูเอเอ็มทีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



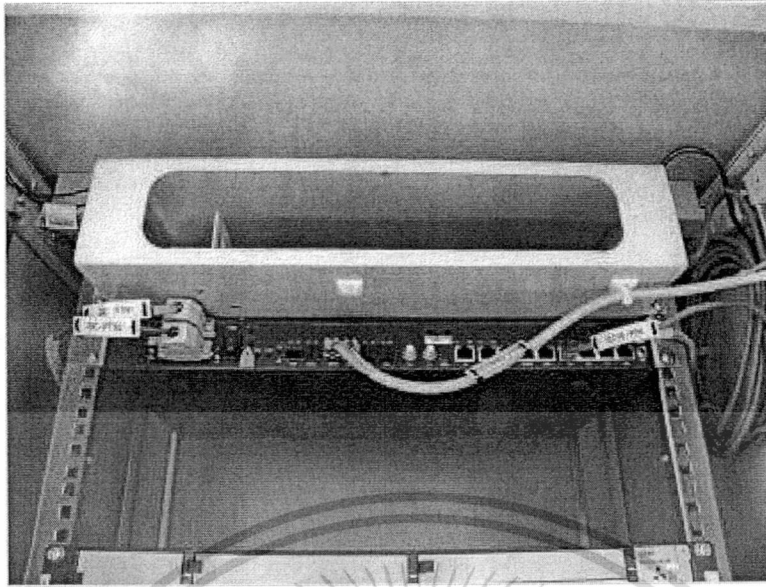
ภาพที่ 2.9 (ต่อ)

4. Transmission System คือระบบส่งสัญญาณเพื่อทำการเชื่อมโยงระหว่างสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสและชุมสายโทรศัพท์โดยปัจจุบันมีใช้งานอยู่หลายรูปแบบเช่น สายใยแก้วนำแสง ไมโครเวฟ และดาวเทียม เป็นต้น



ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างระบบส่งสัญญาณเพื่อทำการเชื่อมโยงระหว่างสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.10 (ต่อ)

5. Internal and External Alarm System คือ ระบบตรวจจับความผิดปกติและเตือนความเสียหายของสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส เพื่อทำการแจ้งเตือนในกรณีที่เกิดปัญหาหรือเหตุการณ์ที่ผิดปกติขึ้นภายในสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

## 2.2 การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำรายละเอียดเนื้อหาเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องของอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส (The Radio Base Station of Universal Mobile Telecommunications System) ยี่ห้อหัวเว่ยรุ่น DBS3900 ที่ใช้ในย่านความถี่ 850 เมกกะเฮิร์ต และยี่ห้อแซดทีอีรุ่น ZXSDR B8200&P8860E ที่ใช้ในย่านความถี่ 850 เมกกะเฮิร์ตเท่านั้นทั้งการติดตั้งและการทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์ มาจัดทำเป็นโปรแกรมช่วยอบรมโดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

2.2.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส (The Radio Base Station of Universal Mobile Telecommunications System)

2.2.2 รายละเอียดชนิดและโครงสร้างของอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสยี่ห้อหัวเว่ยรุ่น DBS3900 และยี่ห้อแซดทีอีรุ่น ZXSDR B8200&R8860E

2.2.3 การติดตั้งสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสยี่ห้อหัวเว่ยรุ่น DBS3900 ในตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้า 4 รุ่นดังนี้

1. การติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสยี่ห้อหัวเว่ยรุ่น DBS3900 ในตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ารุ่น APM30H นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสอีห้าหัวเว่ยรุ่น DBS3900 ในตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ารุ่นเอลเทค (Eltek)

3. การติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสอีห้าหัวเว่ยรุ่น DBS3900 ในตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ารุ่นอีเมอสัน (Emerson)

4. การติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสอีห้าหัวเว่ยรุ่น DBS3900 ในตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ารุ่น TP48200A

2.2.4 การติดตั้งสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสอีห้าหัวเว่ยรุ่น ZXSDR B8200&R8860E ในตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ารุ่น W121

2.4.5 ขั้นตอนและกระบวนการทดสอบการทำงานทั้งระบบก่อนการใช้งานสำหรับสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสอีห้าหัวเว่ยรุ่น DBS3900 และอีห้าหัวเว่ยรุ่น ZXSDR B8200&R8860E

1. การทดสอบการใช้งานระบบด้านข้อมูลเสียง (Voice Call Test) โดยใช้เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ทดสอบ (Mobile Test)

2. การทดสอบการใช้งานระบบด้านข้อมูลภาพ (Video Call Test) โดยใช้เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ทดสอบ (Mobile Test)

3. การทดสอบการใช้งานระบบด้านข้อมูล (Data Test) โดยใช้เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ทดสอบ (Mobile Test)

4. การทดสอบการใช้งานระบบด้านข้อมูลความเร็วสูง (Packet Service) โดยใช้ Air Card ทดสอบ

2.2.7 ขั้นตอนและกระบวนการทดสอบการทำงานทั้งระบบก่อนการใช้งานสำหรับสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสอีห้าหัวเว่ยรุ่น DBS3900 และอีห้าหัวเว่ยรุ่น ZXSDR B8200&R8860E

1. การทดสอบการใช้งานระบบด้านข้อมูลเสียง (Voice Call Test) โดยใช้เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ทดสอบ (Mobile Test)

2. การทดสอบการใช้งานระบบด้านข้อมูลภาพ (Video Call Test) โดยใช้เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ทดสอบ

3. การทดสอบการใช้งานระบบด้านข้อมูล (Data Call Test) โดยใช้เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ทดสอบ

4. การทดสอบการใช้งานระบบด้านข้อมูลความเร็วสูง (Packet Service) โดยใช้แอร์การ์ดทดสอบ

2.2.8 ตัวอย่างเครื่องมือวัดและการทดสอบที่ใช้ในกระบวนการทดสอบการทำงานสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 ภาพตัวอย่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ทดสอบ (Mobile Test) รุ่น Nokia 6120 Classic

1. โทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่น Nokia 6120 Classic ซึ่งใช้เป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่ทดสอบ (Mobile Test)
2. แอร์การ์ด (Air Card) รุ่น Truemove3G ซึ่งใช้เป็นเครื่องทดสอบระบบด้านข้อมูลความเร็วสูง (Packet Service)



ภาพที่ 2.12 ภาพตัวอย่างแอร์การ์ด (Air Card) รุ่น Truemove3G

3. เครื่องทดสอบระบบสายอากาศ (Cable & Antenna Analyzer) ยี่ห้อ Anritsu รุ่น Site Master S251B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.13 ภาพตัวอย่างเครื่องทดสอบระบบสายอากาศ (Cable & Antenna Analyzer) ยี่ห้อ Anritsu รุ่น Site Master

4. เครื่องทดสอบระบบกำลังส่ง (Power Reflection Meter Test) ยี่ห้อ Rohde & Schwarz รุ่น NRT



ภาพที่ 2.14 ภาพตัวอย่างเครื่องทดสอบระบบกำลังส่ง (Power Reflection Meter Test) ยี่ห้อ Rohde & Schwarz รุ่น NRT

2.2.9 การประมวลผลข้อมูลและเก็บค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอสยี่ห้อหัวเว่ยรุ่น DBS3900 และยี่ห้อแซดทีอีรุ่น ZXSDR B8200&R8860E

2.2.10 คู่มือและเอกสารที่ใช้ประกอบการติดตั้ง การซ่อมบำรุง และทดสอบการทำงาน สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 การออกแบบพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

### 2.3.1 ความหมายของการฝึกอบรม

จากการศึกษาและค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกอบรมได้ให้ความหมายการฝึกอบรมไว้ดังนี้

การฝึกอบรมหมายถึง เป็นกระบวนการที่มุ่งพัฒนาบุคลากรในองค์กร เพื่อเพิ่มพูนประสิทธิภาพในการทำงานให้ดีขึ้น ทั้งความรู้ ความสามารถ ความชำนาญและความคิดสร้างสรรค์ต่างๆ ส่วนผลของการฝึกอบรมจะได้มากหรือน้อยเพียงใดต้องอาศัยการทดสอบ ติดตามผลและย้อนกลับของข่าวสารในการทำงาน (พัลลภ พองเพชร. 2545 : 6)

การฝึกอบรม (Training) หมายถึง กระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน เฉพาะด้านของบุคคลโดยมุ่งเพิ่มพูนความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) และทัศนคติ (Attitude) อันจะนำไปสู่การยกมาตรฐานในการทำงานให้สูงขึ้น ทำให้บุคคลมีความเจริญก้าวหน้าในการทำงาน และองค์กรบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ (สมคิด บางโม. 2544 : 14)

การฝึกอบรม หมายถึง กระบวนการหรือกิจกรรมที่ชัดเจน เพื่อที่จะพัฒนาทักษะความรู้ความชำนาญ อันจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและพฤติกรรมในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่จำกัดการศึกษา สถานที่ เพศ และโอกาส และเป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต การฝึกอบรมจะช่วยลดปัญหาการทำงานและป้องกันปัญหาต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นได้ (นิรชรา ทองธรรมชาติ และทีมบรรณาธิการ. 2544 : 12)

การฝึกอบรม (Training) หมายถึง เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาพนักงานให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน โดยมุ่งเน้นทักษะ ความรู้ และความสามารถ การฝึกอบรมจึงเป็นกรรมวิธีหนึ่งที่ผู้บริหารใช้พัฒนาพนักงาน (ทองฟู ศิริวงศ์. 2536 : 1)

การฝึกอบรม หมายถึง กิจกรรมหรือความพยายามที่จะจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการของหน่วยงาน เพื่อให้ผู้รับการฝึกอบรมเกิดการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีในเรื่องความรู้ ทัศนคติ และทักษะในการทำงาน (อุทุมพร จามรมาน. 2533 : 2)

ในการออกแบบพัฒนาโปรแกรมเพื่อทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมนั้น ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีในการออกแบบพัฒนาระบบของ ประสงค์ ปราณีตพลกรัง และทีมบรรณาธิการ (2543:169) มาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการทำวิจัยดังนี้

1. การกำหนดปัญหาของระบบงานเดิม (Problem Definition) คือ ขั้นตอนของการกำหนดขอบเขตของปัญหา สาเหตุของปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ขอบเขตของการพัฒนาโปรแกรม

2. การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis) คือ ขั้นตอนวิเคราะห์ว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้ประกอบด้วยอะไรบ้าง มีความเกี่ยวข้องกับสิ่งใด กำหนดรูปแบบการทำงานของโปรแกรม เพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การออกแบบระบบ (System Design) คือ ขั้นตอนที่น่าผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ระบบมา ออกแบบรูปแบบการทำงานของโปรแกรม เช่น การออกแบบฐานข้อมูล รูปแบบหน้าจอ การบันทึกข้อมูล การแสดงผลข้อมูล และการรายงานข้อมูล

4. การพัฒนาโปรแกรม (Development) คือ ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมเพื่อสร้างระบบงานใหม่ขึ้นมา

5. การทดสอบระบบ (Testing) คือ ขั้นตอนของการทดสอบระบบก่อนการนำไปใช้งานจริง ถ้าพบข้อผิดพลาด จะย้อนกลับไปพัฒนาโปรแกรมใหม่

6. การติดตั้งระบบ (Implementation) คือ ขั้นตอนหลังจากที่ได้ทำการทดสอบโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้ตามต้องการแล้ว จึงทำการติดตั้งโปรแกรมจริง

7. การประเมินผล (Evaluation) คือ ขั้นตอนสุดท้ายของการพัฒนาโปรแกรมซึ่งต้องมีการประเมินผลเพื่อให้ทราบถึงความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้งานโปรแกรม

## 2.4 โปรแกรมที่ใช้สำหรับการสร้างโปรแกรมช่วยอบรมฯ

### 2.4.1 Macromedia Dreamweaver

Macromedia Dreamweaver เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างเว็บเพจ (Web Page) โดยการลากองค์ประกอบของหน้าเว็บเพจที่ต้องการ (เรียกว่า อ็อบเจ็ค (Object)) ไปวางบนหน้าเอกสาร (กิตติ ภัคดีวิวัฒน์กุล. 2547 : 1)

เว็บเพจ เป็นการรวบรวมข้อมูล รูปภาพ และเนื้อหาด้านมัลติมีเดีย เว็บเพจ แต่ละหน้ามีการเชื่อมต่อกันทำให้สามารถเรียกดูเว็บเพจหนึ่งจากเว็บเพจอื่นได้ โดยในเว็บเพจจะมีจุดเชื่อมโยงที่เรียกว่า ลิงค์ (Link) ซึ่งเมื่อคลิก (Click) เมาส์ (Mouse) ตรงจุดที่กำหนดจะทำให้สามารถไปดูข้อมูลในส่วนอื่นของเว็บเพจหรือเว็บเพจหน้าอื่นได้

เว็บไซต์เป็นที่เก็บเว็บเพจ เมื่อใดที่ต้องการเปิดดูเว็บเพจจะต้องใช้เว็บเบราว์เซอร์ (Web Brower) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีหน้าที่ส่งข้อมูลร้องขอข้อมูลและนำเสนอข้อมูลเว็บ โดยตัวเว็บเบราว์เซอร์มีความเข้าใจภาษามาตรฐานของเว็บ คือ ภาษา HTML (Hyper Text Markup Language) และสามารถแปลงภาษา HTML ใหญ่กลายเป็นหน้าเอกสารทสามารถเข้าใจได้ นอกจากนี้แล้ว เว็บไซต์ยังเกี่ยวข้องกับความสำคัญอีกคำหนึ่ง คือ World Wide Web (หรือบางที่เรียก W, the Web และ WWW) ซึ่งเป็นบริการรูปแบบหนึ่งซึ่งช่วยให้สามารถสืบค้นข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตได้จากเว็บไซต์ที่อยู่ตามคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ทั่วโลก โดยจะต้องระบุ URL (Uniform Resource Locator) ซึ่งหมายถึงตัวระบุตำแหน่งของแหล่งข้อมูล โดย URL จะถูกเปลี่ยนให้เป็นชื่อแบบตัวเลข หรือ IP Address ซึ่งหมายเลข IP นั้นจะถูกใช้ในการอ้างอิงตำแหน่ง เครื่องในอินเทอร์เน็ต โดยเครื่องทุกเครื่องที่อยู่ในอินเทอร์เน็ตจะมีเลข IP ที่ไม่ซ้ำกัน ทำให้สามารถระบุที่อยู่ของเครื่องที่เก็บเว็บที่ต้องการเปิดดูได้ (พันจันทร์ ธนวัฒน์เสถียร และทีมบรรณาธิการ. 2544:6-12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำศัพท์ที่จำกัดความเกี่ยวกับเว็บไซต์ เช่น เอกสาร มัลติมีเดีย เป็นต้น มีความหมายดังนี้

เอกสาร (Document) คือ รายงานที่ใช้บรรยายสิ่งต่าง ๆ ซึ่งโดยปกติแล้วมักจะจัดทำกันบนแผ่นกระดาษทั้งสิ้น แม้ว่าจะสร้างและแสดงเอกสารบนจอคอมพิวเตอร์ ก็ยังเรียกว่าเอกสารได้ เช่นกัน สำหรับเอกสารในเว็บไซต์ จะมีชื่อเรียกเป็นการเฉพาะว่า เว็บเพจ

มัลติมีเดีย (Multimedia) เกี่ยวกับเอกสารที่นำเสนอบนจอคอมพิวเตอร์ไม่จำเป็นว่าต้องมีข้อความอย่างเดียวเท่านั้น อาจมีรูป ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ และเสียงประกอบ

สรุปได้ว่า เว็บไซต์ คือ ชุดของเว็บเพจที่เชื่อมโยงกันด้วยไฮเปอร์ลิงค์เท่านั้น ก็สามารถจะกระโดดข้ามเอกสารฉบับหนึ่งไปยังอีกฉบับหนึ่งได้ ในการเรียกดู (สังสิทธิ์ เลิศสินชวานนท์ และทีมบรรณาธิการ. 2541:5-7)

#### 2.4.2 Macromedia Captivate

Macromedia Captivate เป็นโปรแกรมสำหรับบันทึกการทำงานหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้สำหรับแสดง หรือสาธิตการใช้งานโปรแกรมต่างๆในแบบที่ตอบสนอง (Interactive Demonstration and Simulation) แต่มีข้อดีกว่าโปรแกรมในแนวเดียวกันคือ

2.5.2.1 โปรแกรมออกแบบให้ใช้งานง่าย มี Wizard ช่วยในการสร้างโปรเจกชันงาน

2.5.2.2 สามารถสร้างผลงานได้หลากหลายฟอร์แมต โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟอร์แมต Flash หรือ SWF ซึ่งเหมาะทั้งสำหรับเผยแพร่บนเว็บไซต์และบนสื่อมัลติมีเดียอื่นๆไม่ว่าจะเป็น CD หรือ DVD นอกจากนี้ยังสามารถสร้างงานเป็นไฟล์ Executable (EXE) ที่ทำงานได้อิสระด้วยตนเองด้วย

2.5.2.3 เหมาะกับการทำบทเรียนออนไลน์ (E-Learning) หรือการสาธิตการใช้งานผลิตภัณฑ์ (Product Demonstration)

2.5.2.4 สามารถสร้างเอกสารคู่มือหรือ Handout จากขั้นตอนที่บันทึกได้

2.5.2.5 สามารถเพิ่มเติมข้อความอธิบายหรือ Text Caption และสามารถบันทึกเสียงประกอบการสาธิตได้ด้วย ซึ่งเสียงที่ใช้เป็นได้ทั้งเสียงพูดที่บันทึกผ่านไมโครโฟน (Voice Over) เสียงดนตรีประกอบ (Background Sound) หรือจะเป็นเสียงเอฟเฟ็กต์ (Sound Effect) ต่างๆก็ได้

2.5.2.6 สามารถใส่ไฟล์มัลติมีเดียต่างๆประกอบได้ไม่ว่าจะเป็นไฟล์วิดีโอ (Video File) ไฟล์แฟลชแบบเคลื่อนไหว (Flash Animation) ข้อความเคลื่อนไหว (Text Animation) ภาพกราฟิก (Images) และข้อความลิงค์เชื่อมโยง (Hypertext) และอื่นๆอีกมากมาย

2.5.2.7 ไฟล์ผลงานที่ได้มีขนาดเล็ก แต่มีความคมชัดสูง (High Resolution) เหมาะกับการเผยแพร่ทั้งในเรื่องของการฝึกอบรม (Training) การตลาด (Marketing) และการช่วยเหลือผู้ใช้ (User Support) ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.8 ในกรณีของการสร้างบทเรียนแบบ E-Learning สามารถสร้างระบบการเรียนรู้และตอบสนองได้เป็นอย่างดี โดยสร้างสไลด์คำถามแบบตอบสนองได้เต็มรูปแบบ โดยมีออบเจ็กต์ต่างๆประกอบอย่างสมบูรณ์ ไม่ว่าจะเป็นปุ่มกด (Button) กรอบข้อความสำหรับคลิก (Click Boxes) ตลอดจนกรอบข้อความสำหรับป้อนคำ (Text Entry Boxes)

นอกจากนี้แล้ว Macromedia Captivate ยังเป็นโปรแกรมเดียวที่สมบูรณ์แบบที่สุดที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน SCORM 1.2 และ 2004 Certified and AICC Compliant และสามารถนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของบทเรียนร่วมกับบทเรียนแบบ Learning Management System (LMS) ประเภทต่างๆได้เป็นอย่างดี โดย LMS เป็นระบบบริหารการเรียนรู้ที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลาง กำหนดลำดับของเนื้อหาในบทเรียน นำส่งบทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไปยังผู้เรียน ประเมินผลความสำเร็จของบทเรียน ควบคุม และสนับสนุนการให้บริการทั้งหมดแก่ผู้เรียน จึงถือว่าเป็นองค์ประกอบของ E-Learning ที่สำคัญมาก LMS จะทำหน้าที่ตั้งแต่ผู้เรียนเริ่มเข้ามาเรียน โดยจัดเตรียมหลักสูตรและบทเรียนทั้งหมดเอาไว้ พร้อมทั้งจะให้ผู้เรียนได้เข้ามาเรียน เมื่อผู้เรียนได้เริ่มต้นบทเรียนแล้วระบบจะเริ่มทำงานโดยส่งบทเรียนตามคำขอของผู้เรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไปแสดงที่เว็บเบราว์เซอร์ของผู้เรียน จากนั้นระบบจะติดตามและบันทึกความก้าวหน้ารวมทั้งสร้างรายงานกิจกรรมและผลการเรียนของผู้เรียนในทุกหน่วยการเรียนรู้อย่างละเอียด จนกระทั่งจบหลักสูตร (อุดมทรัพย์ วรรณพิชกุล . 2548 :15-20)

#### 2.4.3 Adobe Acrobat 7.0 Professional

Adobe Acrobat จัดเป็นอีกหนึ่งโปรแกรมที่ถูกพัฒนาโดยค่าย Adobe ซึ่งในปัจจุบันเป็นเวอร์ชัน 7.0 สำหรับหน้าที่การทำงานจะเน้นทำงานกับไฟล์ในรูปแบบ PDF (Portable Document Format) เป็นหลัก โดยไฟล์ PDF จะมีจุดเด่นคือผลงานที่ได้จะมีฟอนต์ รูปแบบ และการจัดหน้ากระดาษเหมือนกับเอกสารต้นฉบับทุกประการ ไฟล์ที่ได้มีขนาดเล็ก อีกทั้งยังสามารถเปิดทำงานได้บนระบบปฏิบัติการต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นวินโดวส์ แมคอินทอช รวมทั้งยูนิกซ์ความสามารถใหม่ของ Adobe Acrobat สามารถสรุปได้ ดังนี้

2.5.3.1 สามารถเปิดเรียก เก็บรวบรวม และแปลงไฟล์ PDF ได้อย่างรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

2.5.3.2 เพิ่มความสามารถเพื่อให้ผู้ใช้ได้สร้าง แก๊ซ จัดการกับคอมเม้นต์ในรูปแบบต่างๆ

2.5.3.3 สร้างแบบฟอร์มในการรับส่งข้อมูลได้อย่างง่ายดาย เนื่องจากได้ติดตั้งมาพร้อมกัน Adobe Designer

2.5.3.4 แสดงผลไฟล์ข้อมูลเก่าในรูปแบบของ Thumbnail ซึ่งจะช่วยให้ค้นหาและจัดข้อมูลได้อย่างเป็นระเบียบมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3.5 สามารถแนบและเปิดไฟล์ต่างๆ เช่น ภาพ ตารางคำนวณ มัลติมีเดีย ไปพร้อมๆกับไฟล์ PDF ได้ (ภัททิรา เหลืองวิลาศ. 2548 : 201-203)

## 2.5 การสร้างแบบประเมินคุณภาพ

ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดการสร้างแบบสอบถาม (อุทุมพร จามรมาน (2530: 8) มาประยุกต์ใช้เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างแบบประเมินคุณภาพและแบบประเมินความพึงพอใจของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสโดยแบ่งเป็น 9 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.5.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม คือ ผู้สร้างแบบสอบถามต้องระบุให้ได้ว่าแบบสอบถามนี้จะถูกนำไปใช้ในเรื่องอะไร เช่น เป็นเครื่องมือของการวิจัย เป็นเครื่องมือรวบรวมข้อมูลของโครงการบางอย่าง หรือใช้เป็นเครื่องมือของการประเมิน ดังนั้นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการนำแบบสอบถามไปใช้จึงต้องมีความชัดเจน ตัวอย่างเช่น เป็นเครื่องมือของการวิจัยเรื่องประสิทธิภาพในการสอนของอาจารย์ เนื่องจากในการวิจัยนี้ แบบสอบถามเป็นเครื่องมือรวบรวมข้อมูลแต่เพียงอย่างเดียว ดังนั้น แบบสอบถามที่สร้างจะต้องครอบคลุมทุกประเด็นในเรื่องประสิทธิภาพในการสอนของอาจารย์ให้ได้

2.5.2 กำหนดหมวดหรือประเด็นหลักให้ครบถ้วน คือ ผู้สร้างต้องพิจารณาว่าประเด็นหลักจะต้องมีอะไรบ้าง ในขั้นนี้ผู้สร้างแบบสอบถามจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ในเนื้อหาสาระ ทฤษฎี โครงสร้างที่เกี่ยวข้อง จึงจะช่วยให้สามารถกำหนดประเด็นหลักได้ถูกต้อง ครบถ้วน

2.5.3 แจกแจงประเด็นหลักออกมาเป็นประเด็นย่อย คือ เมื่อกำหนดประเด็นหลักได้แล้ว จะต้องแจกแจงประเด็นหลักแต่ละประเด็นออกมาเป็นประเด็นย่อย ผู้สร้างแบบสอบถามต้องใช้ความรู้ หรือผลการศึกษาค้นคว้ามาช่วยแจกแจงประเด็นหลักออกมาเป็นให้ครบถ้วนให้ได้

2.5.4 กำหนดจำนวนข้อคำถาม คือ กำหนดสัดส่วนหรือน้ำหนักของประเด็นหลักแต่ละประเด็นในประเด็นทั้งหมด และกำหนดสัดส่วนหรือน้ำหนักของประเด็นย่อยแต่ละประเด็น กำหนดข้อคำถามตามประเด็นย่อย พิจารณาสัดส่วนเทียบกลับไปหาจำนวนข้อทั้งหมด

2.5.5 กำหนดประเภทของคำถาม สามารถจำแนกได้ 3 ประเภท คือ ประเภทถามความรู้ ประเภทถามความคิดเห็น ทศนคติ และประเภทถามพฤติกรรม ผู้สร้างต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการสร้างว่า ต้องการจะถามอะไร ความรู้ความจริง ความคิดเห็น หรือถามพฤติกรรม

2.5.6 กำหนดรูปแบบของคำถาม คือ ผู้สร้างต้องกำหนดรูปแบบของคำถาม ก่อนการเขียนข้อคำถามโดยคำถามในแบบสอบถามจำแนกได้เป็น 11 รูปแบบ คือ

1. คำถามแบบสั้น ๆ
2. แบบเลือกตอบ
3. แบบเติมคำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แบบผิดถูก
5. แบบจับคู่ให้ถูกต้อง
6. แบบประมาณค่า
7. แบบประมาณค่าแบบให้ค่า
8. แบบประมาณค่าแบบให้ทำเครื่องหมาย
9. แบบจัดลำดับ
10. แบบเลือกตามความเห็นสมควร
11. แบบให้เลือกตอบหลายตัวเลือก

2.5.7 การตรวจสอบความสอดคล้อง คือ การตรวจสอบความตรงของแบบสอบถาม (Validity) ของแบบสอบถามว่า ตรงตามสาระเนื้อหา ความครอบคลุมประเด็นหลัก ประเด็นย่อย และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามหรือไม่

2.5.8 จัดทำแบบสอบถามฉบับร่าง คือ การจัดทำแบบสอบถามฉบับร่างขึ้นมาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาของข้อคำถาม

2.5.9 ทดลองใช้ แก้วไข และจัดพิมพ์ คือ การนำเอาแบบสอบถามฉบับร่างมาทดสอบและแก้ไขให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่ถูกต้องทั้งการประเด็นการตั้งคำถาม ความสอดคล้องของข้อคำถาม วัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม

## 2.6 การประเมินผล

### 2.6.1 การหาประสิทธิภาพ

ในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมจากการที่เลือกชนิดของสื่อได้เหมาะสมแล้วก็ผลิตสื่อขึ้นมาใช้เพื่อให้รู้ว่าสื่อที่เลือกหรือผลิตขึ้นมานั้นสามารถใช้อบรมได้ตามความต้องการหรือไม่จะต้องประเมินคุณภาพสื่อตามหัวข้อต่อไปนี้

#### 1. ประสิทธิภาพในการสื่อความหมาย

ด้านวัตถุประสงค์ สื่อต้องครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้และเหมาะสมกับระดับความยากง่ายของวัตถุประสงค์

ด้านเนื้อหา เนื้อหาวิชาที่ถูกต้องไม่มีจุดผิด แยกย่อยได้ และเนื้อหาวิชาเรียงลำดับเป็นตรรกะ (Logic)

ประสิทธิภาพในการสื่อความหมายต้องบรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์สามารถลดปริมาณการในเนื้อหาแบบเลื่อนลอย (Abstract) ให้มีความหมายและเป้าหมายมากขึ้น สามารถลดเวลาในสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดีและสั้นลง ช่วยเพิ่มกิจกรรมในการอบรมให้ผู้อบรมกระตือรือร้นมากขึ้นและดึงดูดความสนใจของผู้อบรมได้ดีมากขึ้น (ปริยาพร วงศ์อนุตรโรจน์. 2539 : 132)

#### 2. เกณฑ์ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพของบทเรียนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้วิจัยคาดว่าผู้เข้ารับการอบรมจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจโดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของคะแนนการทำข้อสอบหลังการอบรมของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของการทดสอบแต่ละหน่วยรวมกันการวิจัยกำหนดเกณฑ์ไว้ที่ 80 เปอร์เซ็นต์หลังจากอบรมของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ประสิทธิภาพของกระบวนการ คือ การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) ของผู้อบรมได้แก่การอบรมโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมที่มอบหมายโดยผู้วิจัยกำหนด

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คือ การประเมินพฤติกรรมที่ผู้เข้ารับการอบรมโดยพิจารณาจากการปฏิบัติจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม คือ ระดับที่ผู้วิจัยพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมมีความพอใจหากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมมีประสิทธิภาพถึงระดับแล้วจะมีคุณค่า น่าพอใจ ซึ่งเรียกระดับประสิทธิภาพที่น่าพอใจนั้นว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ

การจะยอมรับประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมหรือไม่นั้น ให้ถือสัดส่วนความแตกต่างของผู้สอบผ่านเกณฑ์ตามกำหนดสัดส่วนของผู้สอบผ่านเกณฑ์ จากการทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ แล้วทำข้อสอบ ซึ่งร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการอบรมสามารถสอบผ่านเกณฑ์การทดสอบด้วยแบบทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

## 2.6.2 ความหมายของการวัดผลและการประเมินผลการศึกษา

การวัดผลการศึกษา (Education Measurement) หมายถึง กระบวนการในการกำหนด หรือจำนวนปริมาณอันดับหรือรายละเอียดของคุณลักษณะ หรือพฤติกรรมความสามารถของบุคคล โดยใช้เครื่องมือในการวัดกระบวนการดังกล่าวทำให้ได้ตัวเลขหรือข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ที่ใช้แทนจำนวนและลักษณะที่วัดนั้น จากความหมายนี้แสดงว่าการวัดผลการศึกษาต้องดำเนินการอย่างมีขั้นตอน เป็นระเบียบแบบแผน มีเครื่องมือ มีผลการวัดเป็นตัวเลขหรือเป็นรายละเอียดที่นำไปใช้บรรยาย บอกจำนวนหรือระดับสิ่งที่ถูกวัด ปกติการวัดผลโดยทั่วไปมีอยู่ 2 ด้าน คือ

1. การวัดทางกายภาพศาสตร์ (Physical Science) เป็นการวัดเพื่อหาจำนวนของสิ่งต่างๆ ที่เป็นรูปธรรม มีตัวตนแน่นอน เช่น ความยาว น้ำหนัก พื้นที่ ขนาด ปริมาตร เป็นต้น ส่วนใหญ่เป็นการวัดวัตถุสิ่งของ การวัดทางด้านนี้มักเป็นเรื่องทางฟิสิกส์มีเครื่องมือที่ให้ผลเชื่อถือได้ มีหน่วยการวัดแน่นอน เช่น เมตร กรัม เป็นต้น ซึ่งการวัดทางกายภาพศาสตร์ได้ผลการวัดถูกต้องแม่นยำ

2. การวัดทางสังคมศาสตร์ (Social Science) เป็นการวัดหาจำนวนหรือคุณภาพของสิ่งที่เป็นนามธรรม ไม่มีตัวตนแต่แน่นอน ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย ปัญหาสำคัญ คือการกำหนดสิ่งที่จะวัด ซึ่งจะแปรเปลี่ยนได้ง่าย คืออะไร เครื่องมือที่ใช้มักขาดคุณภาพให้ผลเชื่อถือได้ต่ำ ไม่มีหน่วยที่แน่นอน เช่น การวัดความรู้ การวัดการปรับตัวของผู้เรียน เป็นต้น

การวัดผลการศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการวัดทางด้าน สังคมศาสตร์ในปัจจุบัน การวัดทางด้านนี้และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพยายามปรับปรุงวิธีการโดยอาศัยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์เป็นรากฐาน เพื่อให้ได้ผลการวัดที่แน่นอนถูกต้องมากขึ้น

การวัดผล หมายถึง กระบวนการที่จะทำให้ได้มาซึ่งปริมาณจำนวนหนึ่ง อันมีความหมายแทนขนาดสมรรถภาพนามธรรมที่ผู้เรียนผู้นั้นมีอยู่ ถ้าใช้แบบทดสอบเป็นเครื่องกระตุ้นก็ถือเอาจำนวนผลงานที่ผู้เรียนแสดงปฏิกิริยาโต้ตอบออกมาเป็นเครื่องชี้บอกว่าเขามีสมรรถภาพในเรื่องนั้นๆ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2538 : 19-20)

การวัดผล (Measurement) หมายถึงการเปรียบเทียบสิ่งที่ต้องการทราบกับเครื่องมือพื้นฐานนั้นเป็นผู้บอกให้ทราบ เช่น ต้องการทราบความต้องการของโต๊ะ เราก็เอาเทปหรือไม้เมตรมาวัด เราจะทราบความกว้างของโต๊ะทันทีจาก เครื่องวัดนั่นเอง การวัดจะออกมาเป็นตัวเลขเรียกว่า ปริมาณ (Quantity) และจะให้ผลในทางคุณภาพ (Quality) ในการวัดนั้นจะต้องมีแบบทดสอบอยู่ด้วย และทราบทันทีว่าผู้เรียนมีความรู้ทางผลศึกษามากน้อยเพียงใด โดยอาศัยตัวเลขจากการทดสอบนั้น เป็นต้น (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 14)

### 2.6.3 คุณภาพ

ความหมายและความสำคัญของคุณภาพนั้น มีความหมายได้หลายด้าน และหลาย ความหมาย เช่น ความเหมาะสมต่อการใช้งาน การทำงานได้อย่างเป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งความหมายของคุณภาพในลักษณะของผลิตภัณฑ์ หรือสิ่งของที่สำคัญมี 2 ประการ คือ หน้าที่ ความคงทน ความมั่นคง การอยู่ในสภาพที่ดีที่ทำงานได้ และรูปร่างลักษณะ ความสวยงาม สี ความเรียบร้อยกลมกลืน เส้นแนว หรือโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ และยังแบ่งชนิดของคุณภาพออกเป็น 4 ชนิด คือ

2.6.3.1 คุณภาพที่พึงถึงขีดความสามารถหน้าที่ (State Quality) คือ คุณภาพที่อยู่ในสัญญา ซื่อขาย เป็นสิ่งที่ต้องการของผู้ซื้อ การตั้งระดับคุณภาพจะถูกกำหนดโดยผู้ซื้อ ซึ่งอาจได้ระดับคุณภาพจากการทดลองการใช้งาน หรือผลงานที่ผลิตขึ้นมา

2.6.3.2 คุณภาพที่แท้จริง (Real Quality) คือ คุณภาพผลงานที่เริ่มจากการผลิต และนำไปใช้ จนหมดอายุการใช้งาน หรือไม่สามารถใช้ได้

2.6.3.3 คุณภาพโฆษณา คือ คุณภาพที่ผู้ขาย หรือผู้ผลิตโฆษณา หรือโอ้อวด หรือ ประกันให้ลูกค้าซึ่งอาจจะสร้างความเสียหายแก่บริษัทผู้ผลิต

2.6.3.4 คุณภาพจากการใช้งานและประสบการณ์ (Experienced Quality) คือ คุณภาพจากการพิจารณาจากการเปรียบเทียบกับคุณภาพโฆษณา อายุการใช้งานผลิตภัณฑ์ คุณสมบัติของอุปกรณ์ จะต้องมีการคำนวณค่าต่าง ๆ ให้มีค่าพอเพียงในการออกแบบ และความปลอดภัยในการบำรุงรักษา ทดสอบ ก่อนการผลิตมาใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติพันธ์ มณีวรรณ (2551 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของสื่อประสมไฮเปอร์บุคคลวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พบว่า พบว่า สื่อประสมไฮเปอร์บุคคล วิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ มีประสิทธิภาพของบทเรียน ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 81.17/80.5 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน คือ 80:80 และความพึงพอใจของผู้เรียนต่อสื่อประสมไฮเปอร์บุคคล วิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ จัดอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.42$ , S.D. = 0.52) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

จักรพันธ์ ลังการิน (2550 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งโปรแกรมสำหรับคอมพิวเตอร์สาขานาการเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร โดยผลการวิจัยพบว่า จากการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ คุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42

เจษฎา บุญพันธ์ (2552 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยคู่มืออิเล็กทรอนิกส์และหาความพึงพอใจของประชากรเกี่ยวกับคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 พบว่า คุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งาน อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ด้านเนื้อหาวิศวกรรม มีคุณภาพอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63) คุณภาพด้านการผลิตสื่อมีคุณภาพอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.43) ส่วนผู้ที่ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 มีความพึงพอใจจัดอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54)

มงคล ยศสุนทร (2550 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องการติดตั้งระบบบาร์โค้ดแบบไร้สาย ผลจากวิจัยพบว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งระบบบาร์โค้ดแบบไร้สายมีคุณภาพในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทางด้านเนื้อหาวิชาการเท่ากับ 4.70 และมี ค่าเฉลี่ยทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อเท่ากับ 4.66 และการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งระบบบาร์โค้ดแบบไร้สาย ได้ค่าคะแนนคิดเป็นร้อยละ 96.25 ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้

ยุธนา เนาวรัตน์ (2550 : บทคัดย่อ) ศึกษาความพึงพอใจในการใช้งานของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาและซ่อมบำรุงสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ บริษัท โทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) โดยมีสมมติฐานว่า ระดับคุณภาพและระดับความพึงพอใจเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ อยู่ในระดับดีขึ้นไป โดยมีค่าเฉลี่ยของการประเมินไม่ต่ำกว่า 3.50

ยุทธพงษ์ จุจรรูญ (2547 : 49) ได้ศึกษาคุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาโครงข่ายระบบสื่อสารสัญญาณหลักผ่านวงแหวนสายใยแก้วนำแสง ในกรณีการศึกษาของ บริษัท ทีเอ ออเรนจ์ จำกัด พบว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมแนะนำการวิเคราะห์ปัญหาโครงข่ายระบบสื่อสารสัญญาณหลักผ่านวงแหวนสายใยแก้วนำแสง กรณีศึกษาบริษัท ทีเอ ออเรนจ์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

รพีพร อรุณพราหมณ์ (2552 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาคุณภาพและความพึงพอใจในการใช้คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เครื่องสอบเทียบมาตรฐานไฟฟ้าฟลัก 5520A ผลการประเมินคุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เครื่องสอบเทียบมาตรฐานไฟฟ้าฟลัก 5520A ทางด้านเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า ในภาพรวมมีคุณภาพจัดอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.56$ , S.D. = 0.52) และคุณภาพทางด้านการผลิตสื่อจัดอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.39$ , S.D. = 0.66) ส่วนความพึงพอใจในการใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการใช้เครื่องสอบเทียบมาตรฐานไฟฟ้าฟลัก 5520A ของวิศวกรแผนกสอบเทียบเครื่องมือวัด บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน) พบว่าจัดอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.52$ , S.D. = 0.60)

อัศรพทุธ เอี่ยมอานวย (2552 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพจากการใช้คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง เครื่องถ่ายแบบแปลนขนาดใหญ่ Xerox DocuWide3030 ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินคุณภาพทางด้านสื่อจัดอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.76$ , S.D. = 0.37) ข้อมูลมีการกระจายตัวน้อยแสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน ส่วนทางด้านเนื้อหาจัดอยู่ในระดับดีมากเช่นกัน ( $\bar{X} = 4.64$ , S.D. = 0.23) ข้อมูลมีการกระจายตัวน้อยมากแสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นสอดคล้องกัน สำหรับผลจากการประเมินประสิทธิภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การใช้งานเครื่องถ่ายแบบแปลนขนาดใหญ่ Xerox DocuWide3030 คิดเป็นร้อยละ 91.87 แสดงว่าคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การใช้งานเครื่องถ่ายแบบแปลนขนาดใหญ่ Xerox DocuWide3030 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.87 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

จากเอกสารและงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษา เป็นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนและการทำงาน โดยเครื่องมือที่ได้พัฒนาขึ้นเป็นการรวบรวมเนื้อหาและรายละเอียดต่างๆ ที่สำคัญหรือยากต่อการเรียนรู้ มาจัดรวบรวมไว้ด้วยกัน โดยจัดลำดับขั้นตอนการเรียนรู้และการสืบค้นที่เป็นระบบ เพื่อให้ง่ายต่อการสืบค้นและการเรียนรู้ โดยใช้เทคโนโลยีของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการพัฒนาเครื่องมือ ซึ่งเมื่อนำเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นไปทำการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างแล้วปรากฏว่าเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพหรือประสิทธิภาพของการประเมินเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ทั้งสิ้น และสามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างมีพัฒนาการเป็นไปในทางที่ดีขึ้น ซึ่งจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยครั้งนี้ช่วยให้ผู้วิจัยมีความรู้และมีแนวทางในการพัฒนาและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ

เอกสารฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอสที่มีคุณภาพต่อไป ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

# วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอสให้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้น ไปและมีประสิทธิภาพมากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนต่อไปนี้

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

### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในกระบวนการวิจัยครั้งนี้คือวิศวกร บริษัทเนลิส (ประเทศไทย) จำกัด ที่ทำงานเกี่ยวกับการติดตั้งและการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จำนวน 64 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือวิศวกรบริษัทเนลิส (ประเทศไทย) จำกัด ที่ทำงานเกี่ยวกับการติดตั้งและการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็มจำนวน 25 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการสร้างเครื่องมือเป็น 3 ส่วน คือ

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส
2. แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส
3. แบบทดสอบเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส

3.2.1 การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอสโดยมีรายละเอียด ดังนี้  
ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ศึกษาทฤษฎี และหลักการของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำมาพัฒนาใช้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส
2. ศึกษารายละเอียดเนื้อหา และเอกสารที่นำมาประกอบใช้ในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส
3. วิเคราะห์เนื้อหา กำหนดขอบเขตเนื้อหา และรูปแบบการนำเสนอต่างๆ ที่นำมาใช้ในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสและกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้
4. ออกแบบหน้าจอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสโดยออกแบบผังงาน (Flow Chart) และเขียนบทดำเนินเรื่อง (Story Board) ตามลำดับความสำคัญของเนื้อหา
5. สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสผู้วิจัยอาศัยโปรแกรม Macromedia Dreamweaver โปรแกรมตกแต่งภาพ โปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว และโปรแกรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
6. นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสที่สร้างเสร็จสมบูรณ์นำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ต่อไป
7. นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสที่สร้างเสร็จแล้วนำเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสที่สมบูรณ์พร้อมกับการเก็บข้อมูลวิเคราะห์ผลข้อมูลด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
8. นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสที่สร้างเสร็จสมบูรณ์แล้วไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

หลักเกณฑ์การให้คะแนนประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสได้กำหนดระดับความคิดเห็นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

|   |         |              |
|---|---------|--------------|
| 5 | หมายถึง | ระดับดีมาก   |
| 4 | หมายถึง | ระดับดี      |
| 3 | หมายถึง | ระดับปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | ระดับพอใช้   |
| 1 | หมายถึง | ควรปรับปรุง  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาที่มีดังนี้

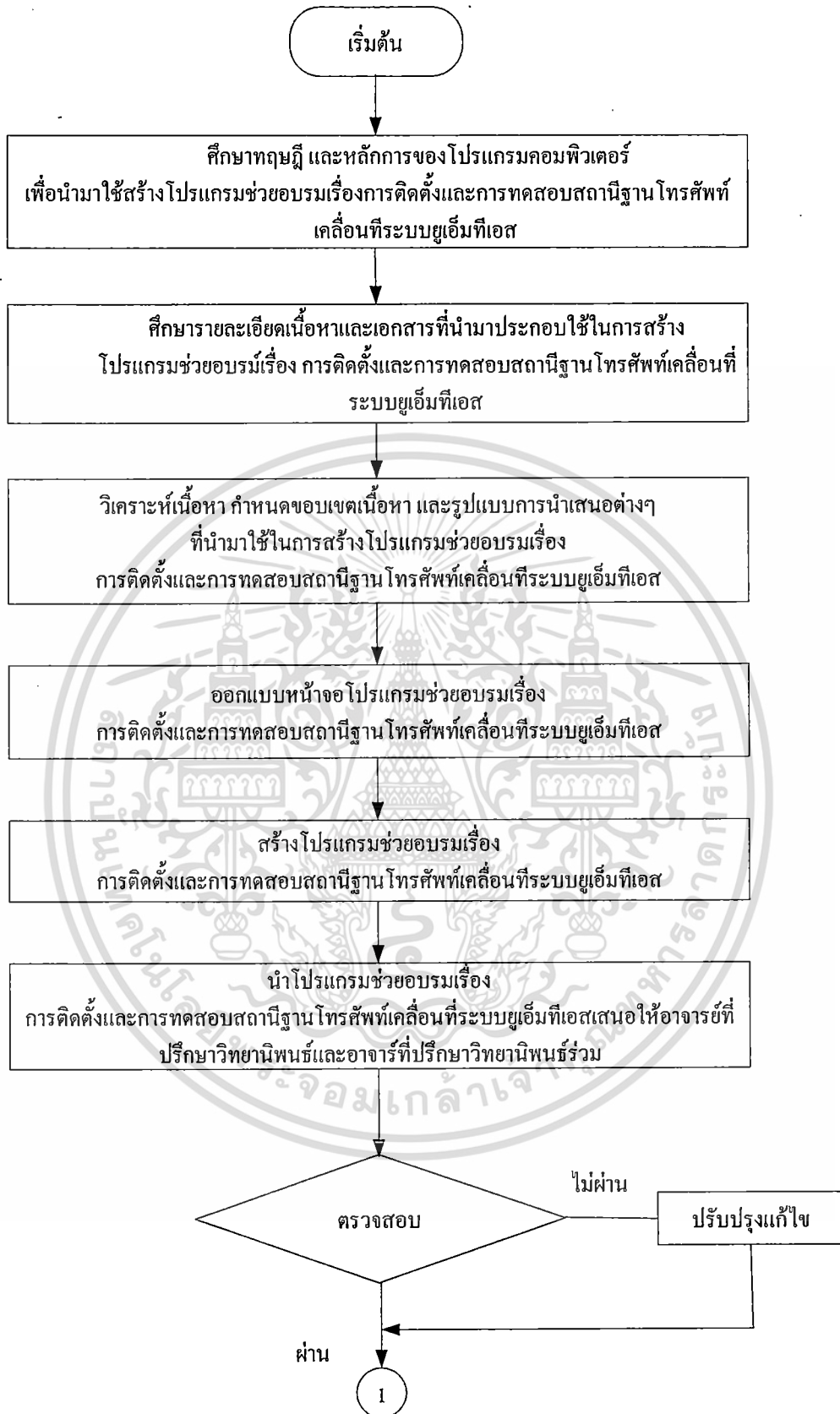
1. นาย ชัยวัฒน์ ชุมชนะ ตำแหน่งผู้จัดการแผนกเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารบริษัท เนล็ค (ประเทศไทย) จำกัด
2. นายยุทธนา เนาวรัตน์ ตำแหน่งวิศวกรอาวุโส บริษัทโทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน)
3. นายเจษฎา บุญพันธ์ ตำแหน่งวิศวกรอาวุโส บริษัท ยูไนเต็ต เทเลคอม เซลล์ แอนด์เซอร์วิสเซส จำกัด

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีดังนี้

1. ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ อดุทธากรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ดร.สุรสิทธิ์ ไกรสิน อาจารย์ประจำและหัวหน้างานบริหารงานบุคคล มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัยวิทยาเขตร้อยเอ็ด
3. นายยุทธนา พงศ์พิฤชาติ กรรมการผู้จัดการบริษัทแอด-ไซค์ คอมมูนิเคชั่น จำกัด

การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสแสดงในภาพที่ 3.1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

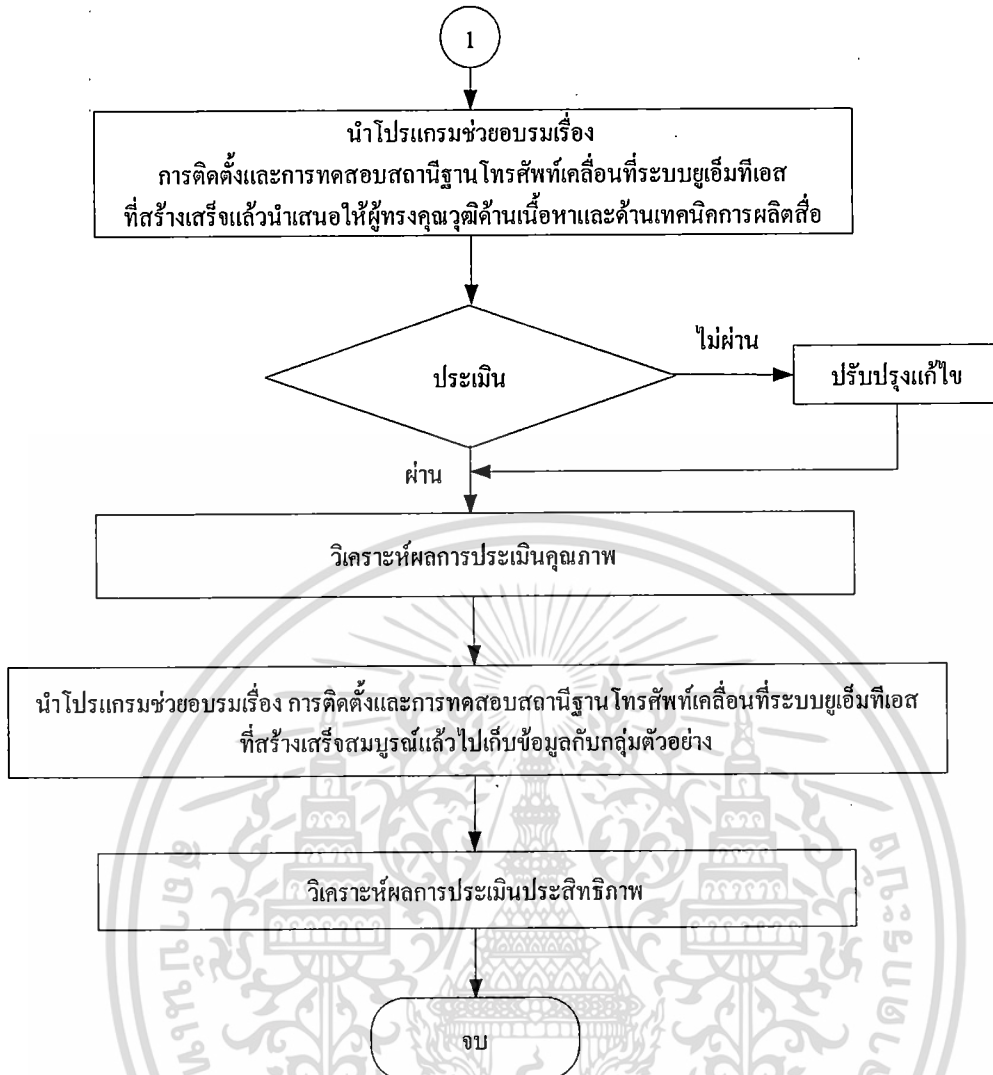
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานี

ฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 (ต่อ)

### 3.2.2 การสร้างแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้ง และการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส

การสร้างแบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้ง และการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอสผู้วิจัยได้แบ่งเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการสร้างแบบประเมินคุณภาพ
2. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาและกำหนดจุดประสงค์แบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส

3. ออกแบบโดยการกำหนดหัวข้อของแบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอสโดยใช้แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) 5 ระดับ ในการให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

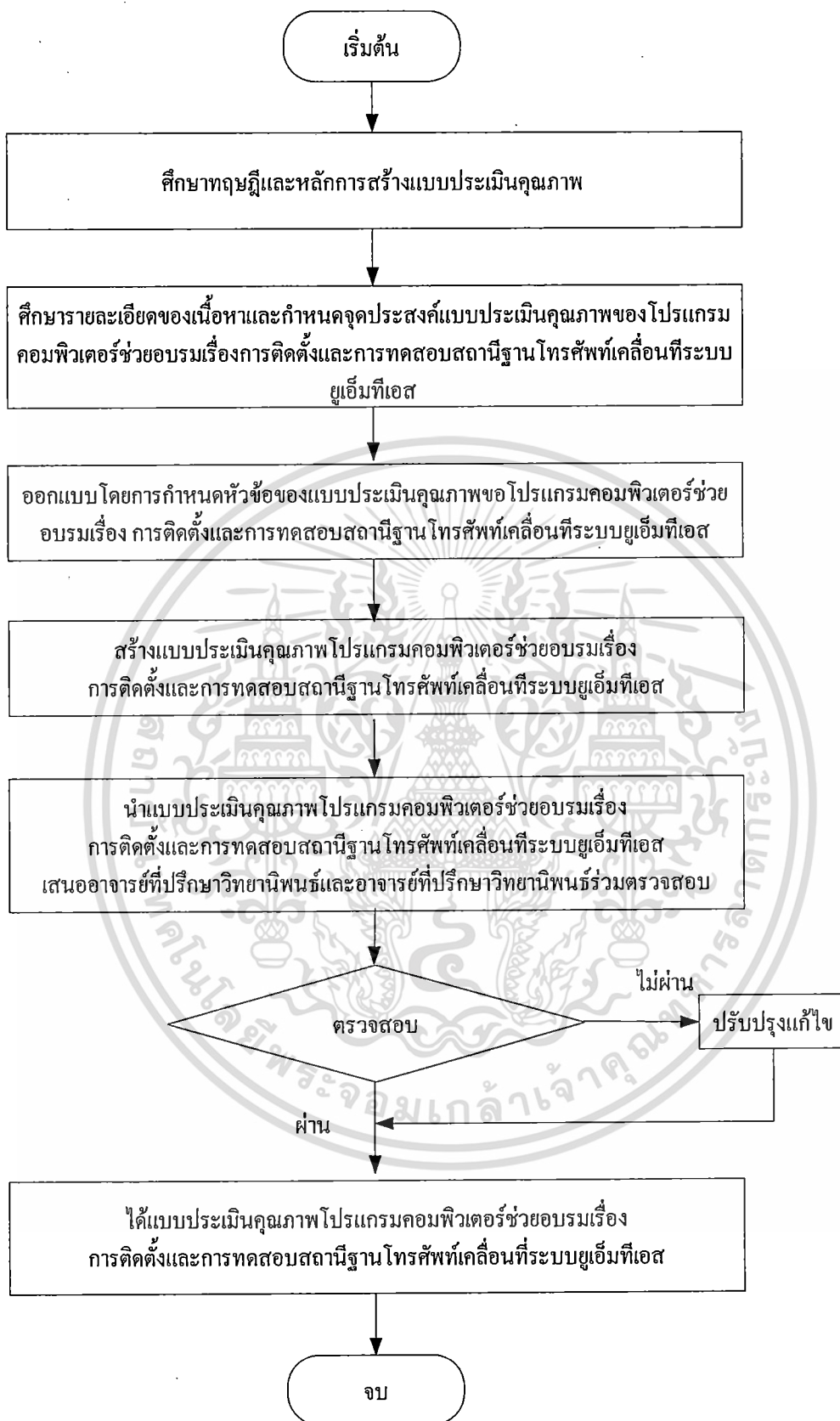
|   |         |              |
|---|---------|--------------|
| 5 | หมายถึง | ระดับดีมาก   |
| 4 | หมายถึง | ระดับดี      |
| 3 | หมายถึง | ระดับปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | ระดับพอใช้   |
| 1 | หมายถึง | ควรปรับปรุง  |

4. สร้างแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส

5. นำแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอสเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ได้แบบประเมินคุณภาพที่สมบูรณ์

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอสดังแสดงในภาพที่ 3.2 โดยมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้ง

และการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.3 การสร้างแบบทดสอบเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสหาค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนรู้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส แล้วนำผลค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้ไปวิเคราะห์สถิติร้อยละตามเกณฑ์ร้อยละตามสมมติฐานที่ตั้งไว้เพื่อหาประสิทธิภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม ฯ มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการสร้างแบบทดสอบเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนรู้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม ฯ กับค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนรู้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม ฯ
2. ศึกษาเนื้อหาและกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส
3. สร้างแบบทดสอบเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสจำนวน 88 ข้อ โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ได้ 0 คะแนน ให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์การเรียนรู้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม ฯ
4. นำแบบทดสอบเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสนำเสนออาจารย์ผู้ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ได้แบบประเมินประสิทธิภาพที่สมบูรณ์
5. นำแบบทดสอบเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสเสนอผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบประเมินจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นรายชื่อโดยการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจะประเมินความสอดคล้องของข้อความกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อนำมาหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งจะใช้ข้อความที่มีค่า IOC = 0.5 ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนของข้อความเป็นดังนี้

+1 สำหรับความเห็นว่าเป็นว่า ข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

0 สำหรับความเห็นว่าเป็นว่า ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

-1 สำหรับความเห็นว่าเป็นว่า ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้  
(พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540 : 117) ดังนี้

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

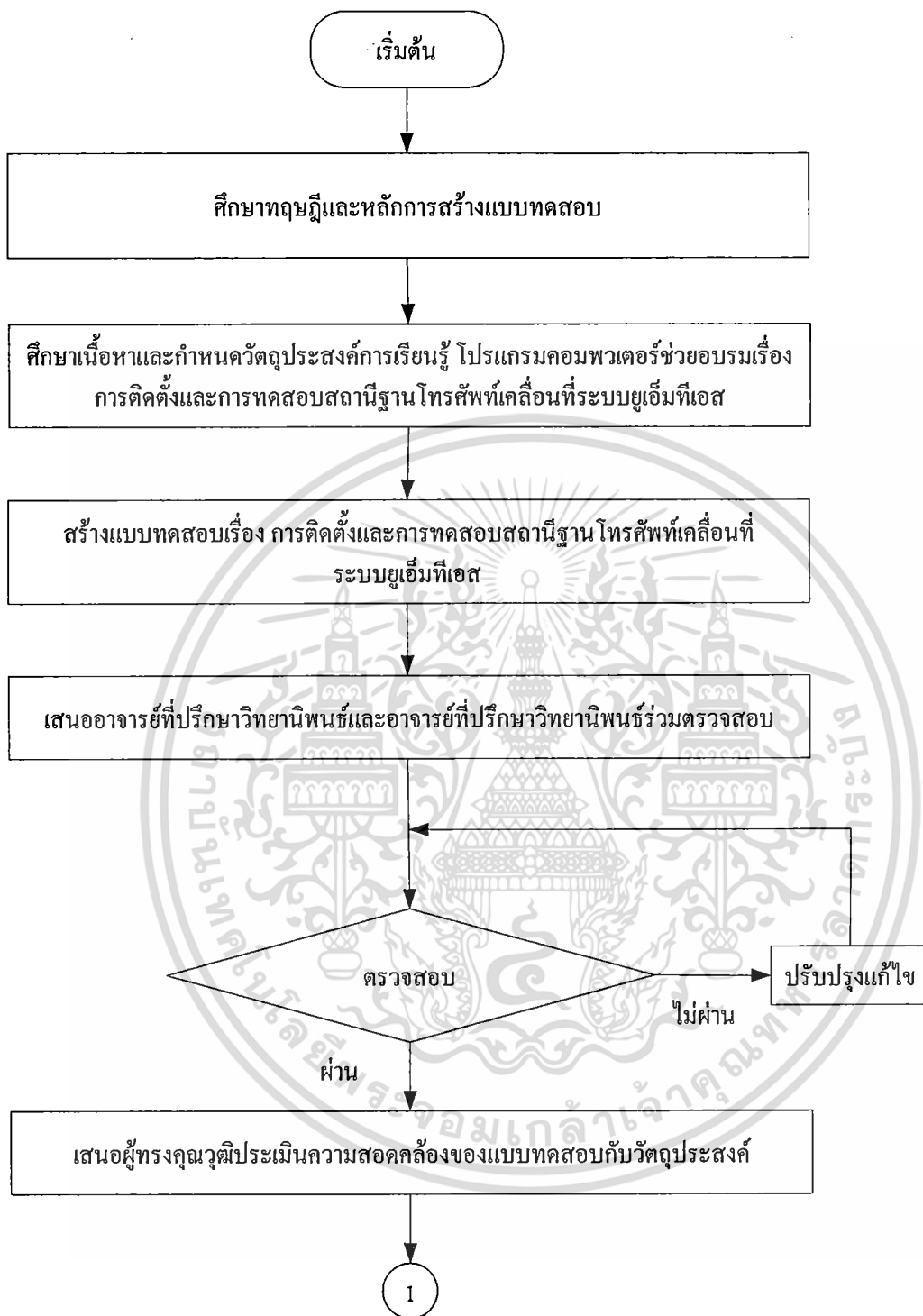
เมื่อ  $IOC$  หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้  
 $\sum R$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด  
 $n$  หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

จากนั้นนำคะแนนที่ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินไว้ในแต่ละข้อมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (IOC) แล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ดัชนีความสอดคล้องโดยต้องได้ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปถือว่าข้อคำถามนั้นมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

6. จัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ และนำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จสมบูรณ์ไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอสต่อไป

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอสดังแสดงในภาพที่ 3.3 โดยมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จัดทำเป็นแบบทดสอบที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

2. ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 1 ท่าน อาจารย์ประจำและหัวหน้างานบริหารงานบุคคล มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย วิทยาเขตร้อยเอ็ด 1 ท่าน และกรรมการผู้จัดการ บริษัท แอด-ไซน์ คอมมูนิเคชั่น จำกัด 1 ท่าน ร่วมทำการแก้ไขเนื้อหาและเทคนิควิธีการสร้างสื่อตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.3.3 นำหนังสือขออนุญาตการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลและสถิติการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมให้กับผู้จัดการแผนกเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร บริษัท เนลิส (ประเทศไทย) จำกัด ได้รับทราบในวันที่ 14 มีนาคม 2555 เพื่อแจ้งข้อมูลและวิธีการเก็บข้อมูล รวมถึงเวลาและสถานที่นัดหมายในการเก็บข้อมูล

3.3.4 แจ้งและนัดหมายให้กลุ่มตัวอย่างทราบกำหนดการล่วงหน้าถึงวันที่และสถานที่นัดหมายที่จะดำเนินการทดลองการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมและทำการทดสอบโดยกำหนดวันที่ในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลของบริษัท เนลิส (ประเทศไทย) จำกัด ในวันที่ 24 มีนาคม 2555 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 21 ท่าน ในวันที่ 31 มีนาคม 2555 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 4 ท่าน

3.3.5 นำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสโดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาทำการวิเคราะห์ในการประมวลผลค่าทางสถิติของแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสมีการแปลความหมายของข้อมูล โดยนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปแปลความหมายดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง ระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง ระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง ระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง ระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง ควรปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเกณฑ์ที่กำหนดของคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอสที่ใช้ได้ต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับดี คือ ต้องได้คะแนนอยู่ในระดับคะแนนเฉลี่ย 3.5 ขึ้นไป การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติดังต่อไปนี้

1. การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ใช้สำหรับการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูล (วิไลพร วรจิตตานนท์. 2549 : 113)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  หมายถึง ค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็น  
 $\sum X$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ  
 $N$  หมายถึง จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

2. การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สำหรับวิเคราะห์การกระจายของข้อมูล (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542:179)

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

เมื่อ S.D. หมายถึง ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $X$  หมายถึง ค่าแต่ละตัว  
 $\bar{X}$  หมายถึง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต  
 $N$  หมายถึง จำนวนคะแนนในกลุ่ม  
 $\Sigma$  หมายถึง ผลรวมของข้อมูล

3.4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอสโดยใช้สถิติดังนี้

1. การหาค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สำหรับข้อมูลพื้นฐาน (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 163)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ  $P$  หมายถึง ร้อยละ  
 $f$  หมายถึง ความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นค่าร้อยละ  
 $N$  หมายถึง จำนวนคะแนนทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ โดยการวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ

4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ

การวิเคราะห์คุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ คุณภาพทางด้านเนื้อหา และคุณภาพทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ รายละเอียดค่าเฉลี่ยคุณภาพทางด้านเนื้อหาแสดงในตารางที่ 4.2 และรายละเอียดค่าเฉลี่ยคุณภาพทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยภาพรวมของแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

| แบบประเมินสื่อการสอน     | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับคุณภาพ |
|--------------------------|-----------|------|-------------|
| 1. ด้านเนื้อหา           | 4.70      | 0.30 | ดีมาก       |
| 2. ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ | 4.50      | 0.58 | ดีมาก       |

จากตารางที่ 4.1 พบว่าค่าเฉลี่ยของผลการประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส เท่ากับ 4.70 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.30 แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นไปทิศทางเดียวกัน แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมด้านเนื้อหาที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และค่าเฉลี่ยของแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสเท่ากับ 4.50 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.58 แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นไปทิศทางเดียวกันเป็นผลทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านเนื้อหา ของโปรแกรม คอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ

| รายการประเมิน   | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับ<br>คุณภาพ |
|---|-----------|------|-----------------|
| 1. ความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การอบรม   | 5.00      | 0.00 | ดีมาก           |
| 2. ความเหมาะสมของการเรียงลำดับเนื้อหา   | 5.00      | 0.00 | ดีมาก           |
| 3. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องประวัติและความเป็นมาของเทคโนโลยี 3 จี  | 5.00      | 0.00 | ดีมาก           |
| 4. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส  | 5.00      | 0.00 | ดีมาก           |
| 5. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องมาตรฐานจุดเชื่อมต่อของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส   | 4.33      | 0.58 | ดี              |
| 6. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น DBS3900                              | 4.67      | 0.58 | ดีมาก           |
| 7. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส ยี่ห้อแซดทีอี รุ่น ZXSDR B8200&R8860E                   | 4.67      | 0.58 | ดีมาก           |
| 8. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น DBS3900 ในตู้รุ่น APM30H             | 5.00      | 0.00 | ดีมาก           |
| 9. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น DBS3900 ในตู้รุ่นแอลเทค (Eltek)      | 4.33      | 0.58 | ดี              |
| 10. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น DBS3900 ในตู้รุ่นอีเมอสัน (Emerson) | 4.33      | 0.58 | ดี              |
| 11. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น DBS3900 ในตู้รุ่น TP48200A          | 4.33      | 0.58 | ดี              |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

| รายการประเมิน   | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับ<br>คุณภาพ |
|---|-----------|------|-----------------|
| 12. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐาน<br>โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยีห้าแชนด์ทีอี รุ่น<br>B8200&R8860E ในตู้รุ่น W121   | 4.33      | 0.58 | ดี              |
| 13. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สายอากาศ<br>(Antenna) และ RRU (Remote Radio Unit) รุ่น RRU3804<br>ของสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยีห้าแชนด์ทีอีรุ่น<br>DBS3900 | 4.67      | 0.58 | ดีมาก           |
| 14. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สายอากาศ<br>(Antenna) และ RRU (Remote Radio Unit) รุ่น ZXSDR<br>R8860E<br>ของสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยีห้าแชนด์ทีอี        | 4.67      | 0.58 | ดีมาก           |
| 15. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ (LMT) ใน<br>การเชื่อมต่อกับสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยีห้า<br>แชนด์ทีอี  | 4.67      | 0.58 | ดีมาก           |
| 16. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ (LMT) ใน<br>การเชื่อมต่อกับสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยีห้า<br>แชนด์ทีอี  | 4.67      | 0.58 | ดีมาก           |
| 17. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องวิธีการวัดและการทดสอบสถานี<br>ฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยีห้าแชนด์ทีอีรุ่น DBS3900  | 5.00      | 0.00 | ดีมาก           |
| 18. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องวิธีการวัดและการทดสอบ<br>สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยีห้าแชนด์ทีอี<br>รุ่น B8200&R8860E  | 5.00      | 0.00 | ดีมาก           |
| 19. ความชัดเจนของเนื้อหา  | 4.33      | 0.58 | ดี              |
| 20. ความทันสมัยของเนื้อหา   | 5.00      | 0.00 | ดีมาก           |
| 21. ความสอดคล้องของเนื้อหาและภาพประกอบ  | 5.00      | 0.00 | ดีมาก           |
| 22. ความถูกต้องของภาษาไทยที่ใช้กับเนื้อหา   | 5.00      | 0.00 | ดีมาก           |
| 23. ความถูกต้องของภาษาอังกฤษที่ใช้กับเนื้อหา  | 4.00      | 0.00 | ดี              |
| ค่าเฉลี่ยรวม  | 4.70      | 0.30 | ดีมาก           |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาที่มีความคิดเห็นและประเมินโดยแบ่งตามรายการที่ทำประเมิน ดังนี้  
 ด้านเนื้อหา ในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับดีมากโดยมีค่าเฉลี่ย 4.70, ส่วนเพียงเบน  
 มาตรฐานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.30 เมื่อพิจารณาแต่ละรายการการประเมินเป็นรายข้อพบว่ารายการที่มี  
 คุณภาพอยู่ในระดับดีมากมี 16 รายการดังต่อไปนี้ ความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การ  
 อบรม, ความเหมาะสมของการเรียงลำดับเนื้อหา, ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องประวัติและความ  
 เป็นมาของเทคโนโลยี 3 จี, ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบของเครือข่าย  
 โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส, ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบของ  
 โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสนี้หือหัวเว่ย รุ่น DBS3900, ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องโครงสร้าง  
 และองค์ประกอบของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อแซดทีอี รุ่น ZXSDR B8200&R8860E,  
 ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อ  
 หัวเว่ย รุ่น DBS3900 ในตู้รุ่น APM30H, ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สายอากาศ  
 (Antenna) และ RRU (Remote Radio Unit) รุ่น RRU3804 ของสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ  
 ยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ยรุ่น DBS3900, ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สายอากาศ  
 (Antenna) และ RRU (Remote Radio Unit) รุ่น ZXSDR R8860E ของสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่  
 ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อแซดทีอี, ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ (LMT) ในการ  
 เชื่อมต่อกับสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย, 11. ความถูกต้องของเนื้อหา  
 เรื่องขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ (LMT) ในการเชื่อมต่อกับสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส  
 ยี่ห้อแซดทีอี, ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องวิธีการวัดและการทดสอบสถานีฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่  
 ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ยรุ่น DBS3900, ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องวิธีการวัดและการทดสอบ  
 สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อแซดทีอี รุ่น B8200&R8860E, ความทันสมัยของ  
 เนื้อหา, ความสอดคล้องของเนื้อหาและภาพประกอบ, ถูกต้องของภาษาไทยที่ใช้กับเนื้อหา

เมื่อพิจารณาแต่ละรายการการประเมินเป็นรายข้อพบว่ารายการที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก  
 7 รายการดังต่อไปนี้ ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องมาตรฐานจุดเชื่อมต่อของเครือข่ายโทรศัพท์  
 เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส, ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อน  
 ที่ ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น DBS3900 ในตู้รุ่นแอลเทค (Eltek), ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่อง  
 การติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น DBS3900 ในตู้รุ่นอี  
 เมอสัน (Emerson), ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่  
 ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น DBS3900 ในตู้รุ่น TP48200A, ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการ  
 ติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อแซดทีอี รุ่น B8200&R8860E ในตู้รุ่น  
 W121, ความชัดเจนของเนื้อหา, ความถูกต้องของภาษาอังกฤษที่ใช้กับเนื้อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

| รายการประเมิน                                  | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับ<br>คุณภาพ |
|--|-----------|------|-----------------|
| <b>ด้านการนำเสนอ</b>                           |           |      |                 |
| 1. เทคนิคการเข้าสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม  | 4.67      | 0.58 | ดีมาก           |
| 2. ความน่าสนใจในการนำเสนอเนื้อหาของสื่อ        | 4.67      | 0.58 | ดีมาก           |
| 3. การนำเสนอภาพเหมาะสมกับหน่วยการอบรม          | 5.00      | 0.00 | ดีมาก           |
| 4. ความเหมาะสมของการใช้สื่อในการช่วยอบรม       | 4.33      | 0.58 | ดี              |
| 5. ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ        | 5.00      | 0.00 | ดีมาก           |
| 6. ความเหมาะสมของการวางรูปแบบของหน้าจอ         | 4.67      | 0.58 | ดีมาก           |
| 7. ความสะดวกในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม | 4.33      | 0.58 | ดี              |
| รวม  | 4.67      | 0.49 | ดีมาก           |
| <b>ด้านภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว และตัวอักษร</b> |           |      |                 |
| 8. ภาพนำเสนอมีความสอดคล้องกับเนื้อหา           | 4.33      | 0.58 | ดี              |
| 9. ความคมชัดของภาพประกอบเนื้อหา                | 4.33      | 0.58 | ดี              |
| 10. ความชัดเจนของภาพประกอบเนื้อหา              | 4.33      | 0.58 | ดี              |
| 11. ความเหมาะสมของการจัดวางภาพ                 | 4.67      | 0.58 | ดีมาก           |
| 12. ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว                | 4.67      | 0.58 | ดีมาก           |
| 13. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง                   | 4.00      | 1.00 | ดี              |
| 14. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร                 | 4.33      | 0.58 | ดี              |
| 15. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร                   | 4.67      | 0.58 | ดีมาก           |
| 16. ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร               | 4.33      | 0.58 | ดี              |
| 17. ความเหมาะสมของการจัดรูปแบบข้อความ          | 4.33      | 0.58 | ดี              |
| รวม  | 4.40      | 0.68 | ดี              |
| <b>ด้านเสียงบรรยายและภาษา</b>                  |           |      |                 |
| 18. ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย                  | 4.67      | 0.58 | ดีมาก           |
| 19. ความชัดเจนของเสียงบรรยาย                   | 4.33      | 0.58 | ดี              |
| 20. ความสอดคล้องของเสียงบรรยายกับเนื้อหา       | 4.67      | 0.58 | ดีมาก           |
| 21. ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมาย   | 4.33      | 0.58 | ดี              |
| รวม  | 4.50      | 0.58 | ดีมาก           |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

| รายการประเมิน                                   | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับคุณภาพ |
|---|-----------|------|-------------|
| ด้านเวลาในการนำเสนอ                             |           |      |             |
| 22. ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย               | 4.33      | 0.58 | ดี          |
| 23. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอภาพเคลื่อนไหว  | 4.67      | 0.58 | ดีมาก       |
| 24. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอเนื้อหาทั้งหมด | 4.33      | 0.58 | ดี          |
| รวม   | 4.44      | 0.58 | ดี          |
| ค่าเฉลี่ยรวม                                    | 4.50      | 0.58 | ดีมาก       |

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีความคิดเห็นโดยแบ่งตามรายการที่ประเมิน ดังนี้

สื่อด้านการนำเสนอ ในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 , ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.22 เมื่อพิจารณาแต่ละรายการการประเมินเป็นรายข้อพบว่ารายการที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากมี 5 รายการประกอบด้วย เทคนิคการเข้าสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม, ความน่าสนใจในการนำเสนอเนื้อหาของสื่อ, การนำเสนอภาพเหมาะสมกับหน่วยการอบรม, ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ, ความเหมาะสมของการวางรูปแบบของหน้าจอ

เมื่อพิจารณาแต่ละรายการการประเมินเป็นรายข้อพบว่ารายการที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมี 2 รายการประกอบด้วย ความเหมาะสมของการใช้สื่อในการช่วยอบรม, ความสะดวกในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

ด้านภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว สีและตัวอักษร ในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.46 เมื่อพิจารณาแต่ละรายการการประเมินเป็นรายข้อพบว่ารายการที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากมี 3 รายการประกอบด้วย ความเหมาะสมของการจัดวางภาพ, ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว, ความเหมาะสมของสีตัวอักษร

เมื่อพิจารณาแต่ละรายการการประเมินเป็นรายข้อพบว่ารายการที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมี 7 รายการประกอบด้วย ภาพนำเสนอมีความสอดคล้องกับเนื้อหา, ความคมชัดของภาพประกอบเนื้อหา, ความชัดเจนของภาพประกอบเนื้อหา, ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง, ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร, ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร, ความเหมาะสมของการจัดรูปแบบข้อความ

ด้านเสียงบรรยายและภาษา ในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.25 เมื่อพิจารณาแต่ละรายการการประเมินเป็นรายข้อพบว่ารายการที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากมี 2 รายการประกอบด้วย ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย, ความสอดคล้องของเสียงบรรยายกับเนื้อหา เมื่อพิจารณาแต่ละรายการการประเมินเป็นรายข้อพบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมี 2 รายการประกอบด้วย ความชัดเจนของเสียงบรรยาย, ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมาย

ด้านเวลาในการนำเสนอ ในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.38 เมื่อพิจารณาแต่ละรายการการประเมินเป็นรายข้อพบว่า รายการที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากมี 1 รายการประกอบด้วย ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอภาพเคลื่อนไหว

เมื่อพิจารณาแต่ละรายการการประเมินเป็นรายข้อพบว่ารายการที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมี 2 รายการประกอบด้วย ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย, ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอเนื้อหาทั้งหมด

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบฝึกหัดหลังจบบทเรียนแล้วทำแบบทดสอบแบบ 4 ตัวเลือกจำนวน 80 ข้อ ผลการสอบที่ได้และการวิเคราะห์ข้อมูลดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าคะแนนสอบหลังการเรียน ผลคะแนนที่ทำได้และเปอร์เซ็นต์ร้อยละจากการทำแบบทดสอบเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส

| กลุ่มตัวอย่าง<br>n = 25 | คะแนนเต็ม<br>(80 คะแนน) |               | คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ | ผ่าน / ไม่ผ่าน |
|-------------------------|-------------------------|---------------|--------------------|----------------|
|                         | แบบทดสอบ                | คะแนนที่ทำได้ |                    |                |
| 01                      | 80                      | 68            | 85.00              | ผ่าน           |
| 02                      | 80                      | 67            | 83.75              | ผ่าน           |
| 03                      | 80                      | 68            | 85.00              | ผ่าน           |
| 04                      | 80                      | 67            | 83.75              | ผ่าน           |
| 05                      | 80                      | 67            | 83.75              | ผ่าน           |
| 06                      | 80                      | 70            | 87.50              | ผ่าน           |
| 07                      | 80                      | 68            | 85.00              | ผ่าน           |
| 08                      | 80                      | 69            | 86.25              | ผ่าน           |
| 09                      | 80                      | 68            | 85.00              | ผ่าน           |
| 10                      | 80                      | 70            | 87.50              | ผ่าน           |

เอกสารนี้ 10 เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น 87.50 อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

| กลุ่มตัวอย่าง<br>n = 25 | คะแนนเต็ม<br>(80 คะแนน) |               | คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ | ผ่าน / ไม่ผ่าน |
|-------------------------|-------------------------|---------------|--------------------|----------------|
|                         | แบบทดสอบ                | คะแนนที่ทำได้ |                    |                |
| 11                      | 80                      | 68            | 85.00              | ผ่าน           |
| 12                      | 80                      | 67            | 83.75              | ผ่าน           |
| 13                      | 80                      | 67            | 83.75              | ผ่าน           |
| 14                      | 80                      | 69            | 86.25              | ผ่าน           |
| 15                      | 80                      | 68            | 85.00              | ผ่าน           |
| 16                      | 80                      | 68            | 85.00              | ผ่าน           |
| 17                      | 80                      | 69            | 86.25              | ผ่าน           |
| 18                      | 80                      | 65            | 81.25              | ผ่าน           |
| 19                      | 80                      | 69            | 86.25              | ผ่าน           |
| 20                      | 80                      | 69            | 86.25              | ผ่าน           |
| 21                      | 80                      | 68            | 85.00              | ผ่าน           |
| 22                      | 80                      | 68            | 85.00              | ผ่าน           |
| 23                      | 80                      | 67            | 83.75              | ผ่าน           |
| 24                      | 80                      | 66            | 82.50              | ผ่าน           |
| 25                      | 80                      | 67            | 83.75              | ผ่าน           |
| คะแนนเฉลี่ย<br>รวม      | 80                      | 67.88         | 84.85              | ผ่าน           |

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส โดยใช้แบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์พบว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมที่สร้างขึ้นโดยดูผลจากค่าคะแนนของแบบทดสอบมีคะแนนเต็มแบบทดสอบ 80 คะแนน กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 25 คนสามารถสอบผ่านเกณฑ์ทั้งหมดคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าคะแนนเฉลี่ยที่ทำได้ 67.88 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยร้อยละ 80 ของผู้รับการอบรมสามารถผ่านการทดสอบ มีค่าคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส โดยมีรายละเอียดสรุปผลการวิจัย และอภิปรายผลได้ดังนี้

### 5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส
2. เพื่อหาคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส
3. เพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

### 5.2 สมมติฐานการวิจัย

1. คุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส มีคุณภาพระดับดีขึ้นไป ( $\bar{x} \geq 3.5$ )
2. ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสที่สร้างขึ้น โดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการอบรมโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมที่สร้างขึ้นผ่านการทดสอบมีค่าคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

### 5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือวิศวกร บริษัทเนลิส (ประเทศไทย) จำกัด ที่ทำงานเกี่ยวกับการติดตั้งและการทดสอบอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม จำนวน 64 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือวิศวกรบริษัทเนลิส (ประเทศไทย) จำกัด ที่ทำงานเกี่ยวกับการติดตั้งและการทดสอบอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็มจำนวน 25 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการสร้างเครื่องมือเป็น 3 ส่วน คือ

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส ครอบคลุมเนื้อหาตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้จำนวน 4 หน่วยคือ 1) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเทคโนโลยีระบบ 3 จี 2) โครงสร้างของระบบยูเอเอ็มทีเอส 3) การติดตั้งสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส 4) การวัดและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส

2. แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส ด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ

3. แบบทดสอบ เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส โดยครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ จำนวน 80 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหาตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้จำนวน 4 หน่วยคือ 1) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเทคโนโลยีระบบ 3 จี 2) โครงสร้างของระบบยูเอเอ็มทีเอส 3) การติดตั้งสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส 4) การวัดและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส

## 5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนด้วยตนเองระหว่างวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2555 ถึง 31 มีนาคม 2555 โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

5.5.1 ติดต่อและขอรับหนังสือราชการจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อขออนุญาตและขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2555 ถึง 27 กุมภาพันธ์ 2555

5.5.2 แจ้งและนัดหมายกับผู้ทรงคุณวุฒิระหว่างวันที่ 1 มีนาคม 2555 ถึง 10 มีนาคม 2555 เพื่อนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอสและแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจความถูกต้องความเหมาะสมและตอบแบบประเมินเพื่อนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมจำนวน 6 ท่าน ซึ่งประกอบไปด้วย

1. ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญจากบริษัทผู้ประกอบการกิจการโทรคมนาคมในประเทศไทยจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญจากบริษัทเนลิส (ประเทศไทย) จำกัด 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญจากบริษัทโทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) 1 ท่านและผู้เชี่ยวชาญบริษัท ยูโนเด็ค เทเลคอม เซลล์ แอนด์เซอร์วิส เซส จำกัด 1 ท่าน พร้อมทำการแก้ไขเนื้อหาตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิและคัดเลือกข้อสอบที่ได้รับการประเมินจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จัดทำเป็นแบบทดสอบที่ สมบูรณ์ เพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

2. ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง 1 ท่าน อาจารย์ประจำและหัวหน้างานบริหารงานบุคคล มหาวิทยาลัยมหาจุฬาราชวิทยาลัย วิทยาเขตร้อยเอ็ด 1 ท่าน และกรรมการผู้จัดการ บริษัท แอด-ไซน์ คอมมูนิเคชั่น จำกัด 1 ท่านพร้อมทำการแก้ไขเนื้อหาและเทคนิควิธีการสร้างสื่อตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

5.5.3 นำหนังสือขออนุญาตการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลและสาคิดการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมให้กับผู้จัดการแผนกเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร บริษัทเนลลิก (ประเทศไทย) จำกัดได้รับทราบในวันที่ 14 มีนาคม 2555 เพื่อแจ้งข้อมูลและวิธีการเก็บข้อมูล รวมถึงเวลาและสถานที่นัดหมายในการเก็บข้อมูล

5.5.4 แจ้งและนัดหมายให้กลุ่มตัวอย่างทราบกำหนดการล่วงหน้าถึงวันที่และสถานที่นัดหมายที่จะดำเนินการทดลองการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมและทำการทดสอบโดยกำหนดวันที่ในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลของบริษัท เนลลิก (ประเทศไทย) จำกัดในวันที่ 24 มีนาคม 2555 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 21 ท่าน ในวันที่ 31 มีนาคม 2555 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 4 ท่าน

5.5.5 นำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ ยูเอ็มทีเอส

## 5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสโดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาทำการวิเคราะห์ในการประมวลผลค่าทางสถิติของแบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ ยูเอ็มทีเอสมีการแปลความหมายของข้อมูล โดยนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปแปลความหมาย (John W. Best. 1977) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง อยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง อยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง อยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง อยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง ควรปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเกณฑ์ที่กำหนดคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส ที่ใช้ได้ต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับดี คือต้องได้คะแนนอยู่ในระดับคะแนนเฉลี่ย 3.5 ขึ้นไป

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส จากคะแนนการทำแบบทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบซึ่งกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพร้อยละ 80 ของผู้รับการอบรมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ สามารถผ่านการทดสอบโดยมีค่าคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

## 5.7 สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

คุณภาพด้านเนื้อหา ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส พบว่าภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.70 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.30 เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด

คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส พบว่าภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.50 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.58 เป็นไปตามสมมติฐาน

ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอสผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ ที่สร้างขึ้นโดยผู้ผลจากการทำแบบทดสอบหลังจากการเรียนรู้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ กลุ่มตัวอย่างทั้ง 25 คนสามารถสอบผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ทุกคนคิดเป็นร้อยละ 100 โดยได้คะแนนเฉลี่ย 67.88 จากที่มีคะแนนเต็มทั้งหมด 80 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.85 แสดงว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส มีประสิทธิภาพร้อยละ 80 ขึ้นไปเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

## 5.8 อภิปรายผล

การวิจัยเรื่องโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามกรอบแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมนั้น (ประสงค์ ปราณีตพลกรัง และคณะ. 2543 : 169) มีระดับคุณภาพทางด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของวิจัยโดยสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ผลการประเมินคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา เป็นไปตามสมมติฐานโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา พบว่าค่าเฉลี่ยรวมในการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยที่ค่าเท่ากับ 0.30 ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้วิจัยได้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ ตามขั้นตอนอย่างเหมาะสม โดยวิเคราะห์เนื้อหาให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับและพื้นฐานของผู้เรียน

ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เป็นไปตามสมมติฐานโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อพบว่าค่าเฉลี่ยรวมในการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยที่ค่าเท่ากับ 0.58 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้วิจัยได้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ ตามหลักการออกแบบสื่อการเรียนการสอน ทำให้มีการจัดรูปแบบของหน้าจออย่างเหมาะสม การนำเข้าสู่เนื้อหา ด้านภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว สีและตัวอักษร ด้านเสียงบรรยายและภาษา ด้านเวลาในการนำเสนอ ได้เป็นอย่างดีซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัครพุทธ เอี่ยมอำานวย (2552 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพจากการใช้คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง เครื่องถ่ายแบบแปลนขนาดใหญ่ Xerox DocuWide 3030 ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินคุณภาพทางด้านสื่อจัดอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยที่ค่าเท่ากับ 0.37 ข้อมูลมีการกระจายตัวน้อยแสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นสอดคล้องกัน ส่วนทางด้านเนื้อหาจัดอยู่ในระดับดีมากโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยที่ค่าเท่ากับ 0.23 ข้อมูลมีการกระจายตัวน้อยมาก แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นสอดคล้องกัน สำหรับผลจากการประเมินประสิทธิภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การใช้งานเครื่องถ่ายแบบแปลนขนาดใหญ่ Xerox DocuWide 3030 คิดเป็นร้อยละ 91.87 แสดงว่าคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การใช้งานเครื่องถ่ายแบบแปลนขนาดใหญ่ Xerox DocuWide 3030 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.87 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และยังคงมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ยุธนา เนาวรัตน์ (2550 : 54) ซึ่งได้ศึกษาคู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาและซ่อมบำรุงสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่บริษัท โทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) พบว่าคู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาและซ่อมบำรุงสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่บริษัทโทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยที่ค่าเท่ากับ 0.40 ในด้านเทคนิคการผลิตสื่อในภาพรวมพบว่ามีความอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยค่าเท่ากับ 0.46 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้คือ คุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ

ยูเอ็มทีเอสมีคุณภาพระดับดีขึ้นไป การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส เมื่อนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอสที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพโดยดูผลจากการทำแบบทดสอบรวมหลังจากการเรียนรู้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ ที่นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน ผลการทำแบบทดสอบได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 67.88 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ร้อยละ 84.85 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบมีค่าเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งสอดคล้องของงานวิจัยของ มงคล ยศสุนทร(2550 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งระบบบาร์โค้ดแบบไร้สาย ผลจากวิจัยพบว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งระบบบาร์โค้ดแบบไร้สายมีการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งระบบบาร์โค้ดแบบไร้สายได้ค่าคะแนนคิดเป็นร้อยละ 96.25 ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้

ดังนั้นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอสที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจึงสามารถช่วยให้วิศวกรและเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

## 5.9 ข้อเสนอแนะ

### 5.9.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส สามารถนำไปใช้กับผู้ที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจโดยสามารถที่จะเรียนรู้และทบทวนในหัวข้อที่ต้องการได้ทันที

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงและทบทวนขณะปฏิบัติงานหน้าไซต์งานได้ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้น

### 5.9.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส ควรเพิ่มเติมในส่วนของการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมและเพิ่มเติมเนื้อหารายละเอียดในส่วนของวิดีโอขณะทำการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอสให้ชัดเจนเป็นขั้นตอน เพื่อให้เกิดความเข้าใจต่อทฤษฎีและวิธีนำไปปฏิบัติได้ดียิ่งขึ้น

2. การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ ควรจะนำเสนอในรูปแบบอื่นๆ โดยให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์พื้นฐานจนถึงขั้นสูงในรูปแบบอื่นๆ เพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่เป็นระบบโปรแกรมงานด้านวิศวกรรมและให้ได้ประสิทธิภาพจากการทดลองด้านทักษะมากขึ้น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

กิตติ ภัคดีวัฒนกุล. 2547. คัมภีร์ Dreamweaver MX 2004. กรุงเทพฯ : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.

กิตติพันธุ์ มณีวรรณ. 2551. "สื่อประสมไฮเปอร์บุคต์ วิชาวงจรีเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จักรพันธ์ ลังการิน. 2550. "คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องการติดตั้งโปรแกรมสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ สาขา ณาการเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เจษฎา บุญพันธ์. 2552. "คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัย สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ทองฟู ศิริวงศ์. 2531. "การฝึกอบรมและการพัฒนาบุคลากร." ภาควิชาบริหารธุรกิจ คณะเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นिरชรา ทองธรรมชาติ และคณะ. 2544. กลยุทธ์การฝึกอบรมและวิทยากรในยุคโลกาภิวัตน์. กรุงเทพฯ : NECTEC

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2538. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ประสงค์ ปราณิตพลกรัง และคณะ. 2543. ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการและกรณีศึกษา. กรุงเทพฯ : ธนรัชการพิมพ์.

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. 2539. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ

พันจันทร์ ธนวัฒนเสถียร และทีมบรรณาธิการ. 2544. สร้างงานแอนิเมชันและมัลติมีเดียด้วย Flash 8. กรุงเทพฯ : ชัคเชส มีเดีย.

พัลลภ ฟองเพชร. 2545 "การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม หลักสูตรสถานีทวนสัญญาณ ย่านความถี่ยูเอชเอฟ กองบริการสายการบินและท่าอากาศยาน บริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทย." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ไพโรจน์ ไวนานิชกิจ. 2539. เปิดโลกการสื่อสารไร้สาย. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไพโรจน์ ไวกานิชกิจ. 2545. เปิดโลกมือถือ GSM สู่ UMTS. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- ไพโรจน์ ไวกานิชกิจ. 2545. คัมภีร์เทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือยุค 3 G. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ภัททิรา เหลืองวิลาศ. 2548. คู่มือออกแบบสิ่งพิมพ์ฉบับมืออาชีพ Page Maker Acrobat Professional 7. กรุงเทพฯ : สวีสวี ไอที
- มงคล ยศสุนทร. 2550. “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องการติดตั้งระบบบาร์โค้ดแบบไร้สาย.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ยุทธนา เนาวรัตน์. 2550. “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาและซ่อมบำรุงสถานี ฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ โทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน).” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ยุทธพงษ์ จุจรรูญ. 2547. “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาโครงข่ายระบบสื่อสารหลักผ่านวงแหวนสายใยแก้วนำแสง กรณีศึกษาบริษัท ทีเอ ออเรนจ์ จำกัด.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- รพีพร อรุณพราหมณ์. 2552. “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เครื่องสอบเทียบมาตรฐานไฟฟ้าฟลัก 5520A.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542 . การทำวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ที พี พรินท์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. เทคนิควิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาธน์.
- วิไลพร วรจิตตานนท์. 2549. วิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ชันเงิน.
- สมคิด บางโม. 2545. เทคโนโลยีการฝึกอบรมและการประชุม. กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์
- สังสิทธิ์ เลิศสินธวานนท์ และคณะ. 2541. จับประเด็น Microsoft FrontPage 98. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- อุดมทรัพย์ กรรดิพนิชกุล. 2548. สร้าง E-Learning แบบ Interactive สไตล์คุณด้วย Macromedia Captivate. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- อุทุมพร (ทองอุไทย) จามรมาน. 2530. แบบสอบถามการสร้างและการใช้งาน. เล่มที่ 1 คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัครพุทธ เอี่ยมอำนวนย. 2552. “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เครื่องถ่ายแบบแปลนขนาดใหญ่ Xerox DocuWide 3030.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิตสาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

John W.best. 1977. Research in Education. New York : Prentice Hall.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประกาศคณะกรรมการอุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการอุตสาหกรรม โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 19 มิถุนายน 2554 ให้ดำเนินการดังนี้

นายมังกร ปิยะมาตย์ รหัสประจำตัว 50063509 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “โปรแกรมช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ UMTS (Computer Based Training on Installation and Commissioning The Radio Base Station of The Universal Mobile Telecommunications System โดยมี ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประกาศ ณ วันที่ ๒๖ มิถุนายน พ.ศ. 2554

(รองศาสตราจารย์ พิระวุฒิ สุวรรณจันทร์)  
คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 1246

คณะกรรมการอำนวยการ  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

๒๖ มีนาคม 2555

เรื่อง ขออนุญาตคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้จัดการแผนกเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร บริษัท เนลิส (ประเทศไทย) จำกัด

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ  
2. แบบทดสอบเพื่อการวิจัย

ด้วย นายมังกร ปิยมาตย์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานี  
ฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ UMTS” โดยมี ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และ  
ได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 19 มิถุนายน 2554 คณะครุศาสตร์  
อุตสาหกรรม จึงขออนุญาตคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายมังกร ปิยมาตย์ เก็บรวบรวมข้อมูล  
โดยใช้แบบทดสอบเพื่อการวิจัยกับภายในสถานประกอบการท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ  
โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 088-549-6741

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692  
ที่ ศธ 0524.04 / **0843** วันที่ ๒๑ กุมภาพันธ์ 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี

ด้วย นายมังกร ปิยมาตย์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานี  
ฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ UMTS” โดยมี ดร.สมชาย หมื่นญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีเนื้อหา  
ถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ  
นายมังกร ปิยมาตย์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ  
เพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ  
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0843



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

๒๖ กุมภาพันธ์ 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.สุรสิทธิ์ ไกรสิน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นายมังกร ปิยมาตย์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานี  
ฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ UMTS” โดยมี ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ  
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีเนื้อหา  
ถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ  
นายมังกร ปิยมาตย์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ  
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-329-8436

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ติดต่อนักศึกษา โทร 088-549-6741  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0843



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

๒๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๕

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน นายยุทธนา พงศ์พฤกษ์ชาติ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นายมังกร ปิยมาตย์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานี  
ฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ UMTS” โดยมี ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ  
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีเนื้อหา  
ถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ  
นายมังกร ปิยมาตย์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ  
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

เอกสารติดต่อนักศึกษา โทร 088-549-6741 ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0843



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

๒๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๕

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน นายชัยวัฒน์ ชุมชนะ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายมังกร ปิยะมาตย์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานี  
ฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ UMTS” โดยมี ดร.สมชาย หมีนญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ  
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีเนื้อหา  
ถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ  
นายมังกร ปิยะมาตย์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ  
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

เอกโทรสาร 02-329-8436 สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ติดต่อนักศึกษา โทร 088-549-6741 แปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0843



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

๒๖ กุมภาพันธ์ 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน นายเจษฎา บุญพันธ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายมังกร ปิยะมัตย์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานี  
ฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ UMTS” โดยมี ดร.สมชาย หมั่นญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ  
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีเนื้อหา  
ถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ  
นายมังกร ปิยะมัตย์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ  
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร 088-549-6741

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 1244



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

๗ มีนาคม 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน นายยุทธนา เนาวรัตน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายมังกร ปิยะมัตย์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานี  
ฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ UMTS” โดยมี ดร.สมชาย หมีนสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ  
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีเนื้อหา  
ถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ  
นายมังกร ปิยะมัตย์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ  
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)  
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร 088-549-6741

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ  
(ด้านเนื้อหา)

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่  
ระบบยูเอ็มทีเอส

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ ตามความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิในด้าน  
ความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา จำนวน 23 ข้อ

ตอนที่ 2 ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม (คำถามปลายเปิด)

การประเมิน

ตอนที่ 1 โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นเพียงช่องเดียว ซึ่งสอดคล้องกับความ  
คิดเห็นของท่าน โดยมีระดับความหมายดังนี้

5 หมายถึง ระดับดีมาก

4 หมายถึง ระดับดี

3 หมายถึง ระดับปานกลาง

2 หมายถึง ระดับพอใช้

1 หมายถึง ควรปรับปรุง

ตอนที่ 2 โปรดเขียนความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ ตามความเห็นของ  
ผู้ทรงคุณวุฒิ

| รายการประเมิน   | ระดับความคิดเห็น |   |   |   |   |
|---|------------------|---|---|---|---|
|   | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1. ความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การอบรม   |                  |   |   |   |   |
| 2. ความเหมาะสมของการเรียงลำดับเนื้อหา   |                  |   |   |   |   |
| 3. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องประวัติและความเป็นมาของเทคโนโลยีระบบ 3G  |                  |   |   |   |   |
| 4. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส   |                  |   |   |   |   |
| 5. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องมาตรฐานจุดเชื่อมต่อของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส  |                  |   |   |   |   |
| 6. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น DBS3900                               |                  |   |   |   |   |
| 7. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส ยี่ห้อแซดทีอี รุ่น ZXSDR B8200&R8860E                    |                  |   |   |   |   |
| 8. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น DBS3900 ในตู้รุ่น APM30H              |                  |   |   |   |   |
| 9. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น DBS3900 ในตู้รุ่น แอลเทค (Eltek)      |                  |   |   |   |   |
| 10. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น DBS3900 ในตู้รุ่น อีเมอสัน (Emerson) |                  |   |   |   |   |
| 11. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น DBS3900 ในตู้รุ่น TP48200A           |                  |   |   |   |   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| รายการประเมิน  | ระดับความคิดเห็น |   |   |   |   |
|--|------------------|---|---|---|---|
|  | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 12. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐาน<br>โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อแซดทีอี รุ่น ZXSDR<br>B8200&R8860E ในตู้รุ่น W121                                       |                  |   |   |   |   |
| 13. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สายอากาศ (Antenna)<br>และ RRU (Remote Radio Unit) รุ่น RRU3804 ของสถานีฐาน<br>โทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น RRU3804 |                  |   |   |   |   |
| 14. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สายอากาศ (Antenna)<br>และ RRU (Remote Radio Unit) รุ่น ZXSDR R8860E ของสถานีฐาน<br>โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อแซดทีอี          |                  |   |   |   |   |
| 15. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ (LMT) ในการ<br>เชื่อมต่อกับสถานีฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย  |                  |   |   |   |   |
| 16. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ (LMT) ในการ<br>เชื่อมต่อกับสถานีฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อแซดทีอี  |                  |   |   |   |   |
| 17. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องวิธีการวัดและการทดสอบสถานีฐาน<br>โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย   |                  |   |   |   |   |
| 18. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องวิธีการวัดและการทดสอบสถานีฐาน<br>โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อแซดทีอี   |                  |   |   |   |   |
| 19. ความชัดเจนของเนื้อหา   |                  |   |   |   |   |
| 20. ความทันสมัยของเนื้อหา  |                  |   |   |   |   |
| 21. ความสอดคล้องของเนื้อหาและภาพประกอบ   |                  |   |   |   |   |
| 22. ความถูกต้องของภาษาไทยที่ใช้กับเนื้อหา  |                  |   |   |   |   |
| 23. ความถูกต้องของภาษาอังกฤษที่ใช้กับเนื้อหา   |                  |   |   |   |   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

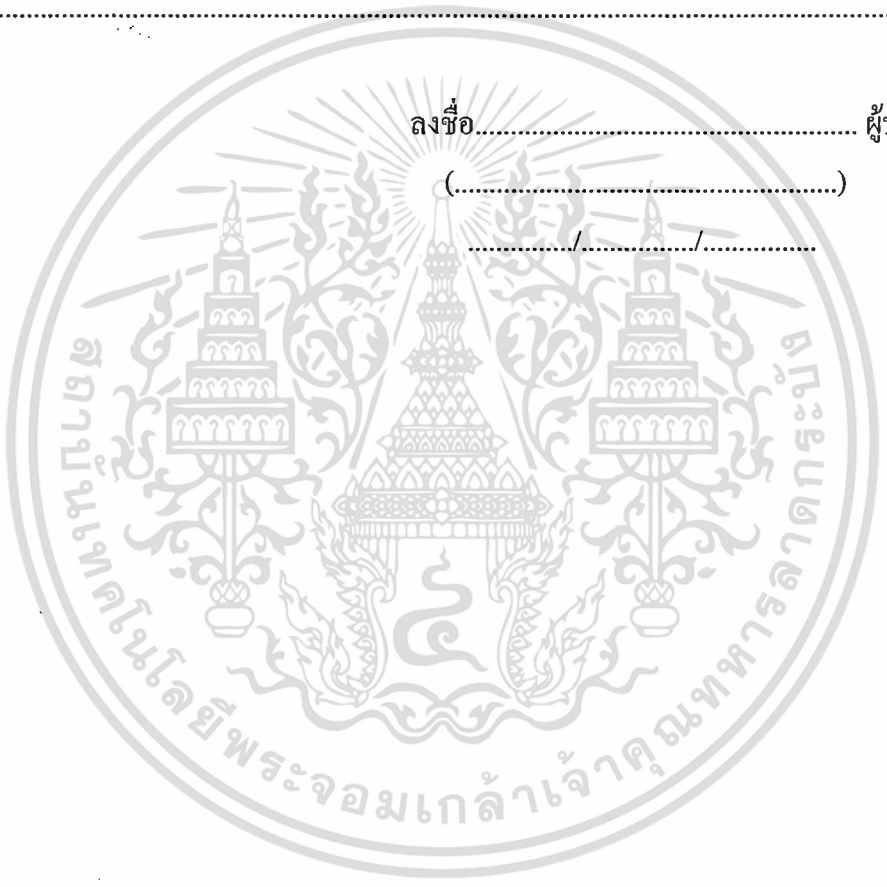
.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน  
 (.....)  
 .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข. 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

| รายการประเมิน   | คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ |         |         |       | ผลวิเคราะห์ |      |
|---|-----------------------|---------|---------|-------|-------------|------|
|   | คนที่ 1               | คนที่ 2 | คนที่ 3 | ผลรวม | $\bar{X}$   | S.D. |
| 1. ความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การอบรม   | 5.00                  | 5.00    | 5.00    | 15.00 | 5.00        | 0.00 |
| 2. ความเหมาะสมของการเรียงลำดับเนื้อหา   | 5.00                  | 5.00    | 5.00    | 15.00 | 5.00        | 0.00 |
| 3. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องประวัติและความเป็นมาของเทคโนโลยี 3 จี  | 5.00                  | 5.00    | 5.00    | 15.00 | 5.00        | 0.00 |
| 4. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่อง โครงสร้างและองค์ประกอบของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส   | 5.00                  | 5.00    | 5.00    | 15.00 | 5.00        | 0.00 |
| 5. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องมาตรฐานจุดเชื่อมต่อของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส   | 4.00                  | 5.00    | 4.00    | 13.00 | 4.33        | 0.58 |
| 6. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่อง โครงสร้างและองค์ประกอบของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น DBS3900                         | 4.00                  | 5.00    | 5.00    | 14.00 | 4.67        | 0.58 |
| 7. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่อง โครงสร้างและองค์ประกอบของ โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อแซดทีอี รุ่น ZXSDR B8200&R8860E             | 4.00                  | 5.00    | 5.00    | 14.00 | 4.67        | 0.58 |
| 8. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น DBS3900 ในตู้รุ่น APM30H        | 5.00                  | 5.00    | 5.00    | 15.00 | 5.00        | 0.00 |
| 9. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น DBS3900 ในตู้รุ่นแอลเทค (Eltek) | 4.00                  | 4.00    | 5.00    | 13.00 | 4.33        | 0.58 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข. 1 (ต่อ)

| รายการประเมิน   | คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ |            |            |       | ผลวิเคราะห์ |      |
|---|-----------------------|------------|------------|-------|-------------|------|
|   | คนที่<br>1            | คนที่<br>2 | คนที่<br>3 | ผลรวม | $\bar{X}$   | S.D. |
| 10. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น DBS3900 ในตู้รุ่นอีเมอส์สัน (Emerson)                                 | 4.00                  | 4.00       | 5.00       | 13.00 | 4.33        | 0.58 |
| 11. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย รุ่น DBS3900 ในตู้รุ่น TP48200A  | 4.00                  | 4.00       | 5.00       | 13.00 | 4.33        | 0.58 |
| 12. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อแซดทีอี รุ่น B8200&R8860E ในตู้รุ่น W121   | 4.00                  | 5.00       | 4.00       | 13.00 | 4.33        | 0.58 |
| 13. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สายอากาศ (Antenna) และ RRU (Remote Radio Unit) รุ่น RRU3804 ของสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ยรุ่น DBS3900 | 5.00                  | 4.00       | 5.00       | 14.00 | 4.67        | 0.58 |
| 14. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์สายอากาศ (Antenna) และ RRU (Remote Radio Unit) รุ่น ZXSDR R8860E ของสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อแซดทีอี        | 5.00                  | 4.00       | 5.00       | 14.00 | 4.67        | 0.58 |
| 15. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ (LMT) ในการเชื่อมต่อกับสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ย   | 4.00                  | 5.00       | 5.00       | 14.00 | 4.67        | 0.58 |
| 16. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ (LMT) ในการเชื่อมต่อกับสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส ยี่ห้อแซดทีอี   | 4.00                  | 5.00       | 5.00       | 14.00 | 4.67        | 0.58 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

| รายการประเมิน   | คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ |             |             |              | วิเคราะห์ผล |             |
|---|-----------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
|   | คนที่<br>1            | คนที่<br>2  | คนที่<br>3  | ผลรวม        | $\bar{X}$   | S.D.        |
| 17. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องวิธีการวัดและการทดสอบสถานีฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส ยี่ห้อหัวเว่ยรุ่น DBS3900      | 5.00                  | 5.00        | 5.00        | 15.00        | 5.00        | 0.00        |
| 18. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องวิธีการวัดและการทดสอบสถานีฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอมทีเอส ยี่ห้อแซตทีอิรุ่น B8200&R8860E | 5.00                  | 5.00        | 5.00        | 15.00        | 5.00        | 0.00        |
| 19. ความชัดเจนของเนื้อหา  | 4.00                  | 5.00        | 4.00        | 13           | 4.33        | 0.58        |
| 20. ความทันสมัยของเนื้อหา   | 5.00                  | 5.00        | 5.00        | 15.00        | 5.00        | 0.00        |
| 21. ความสอดคล้องของเนื้อหาและภาพประกอบ  | 5.00                  | 5.00        | 5.00        | 15.00        | 5.00        | 0.00        |
| 22. ความถูกต้องของภาษาไทยที่ใช้กับเนื้อหา   | 5.00                  | 5.00        | 5.00        | 15.00        | 5.00        | 0.00        |
| 23. ความถูกต้องของภาษาอังกฤษที่ใช้กับเนื้อหา  | 4.00                  | 4.00        | 4.00        | 12.00        | 4.00        | 0.00        |
| <b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>   | <b>4.52</b>           | <b>4.74</b> | <b>4.83</b> | <b>14.09</b> | <b>4.70</b> | <b>0.30</b> |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค  
แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ  
(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ  
(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)**

**โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่  
ระบบยูเอ็มทีเอส**

**คำชี้แจง**

แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

- ตอนที่ 1** แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ ตามความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิในด้าน  
ความถูกต้องและความเหมาะสมของสื่อ จำนวน 24 ข้อ
- ตอนที่ 2** ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม (คำถามปลายเปิด)

**การประเมิน**

**ตอนที่ 1** โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นเพียงช่องเดียว ซึ่งสอดคล้องกับ  
ความคิดเห็นของท่าน โดยมีระดับความหมายดังนี้

- 5 หมายถึง ระดับดีมาก
- 4 หมายถึง ระดับดี
- 3 หมายถึง ระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง ระดับพอใช้
- 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

**ตอนที่ 2** โปรดเขียนแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ ตามความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

| รายการประเมิน                                  | ระดับความคิดเห็น |   |   |   |   |
|--|------------------|---|---|---|---|
|  | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| <b>ด้านการนำเสนอ</b>                           |                  |   |   |   |   |
| 1. เทคนิคการเข้าสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม  |                  |   |   |   |   |
| 2. ความน่าสนใจในการนำเสนอเนื้อหาของสื่อ        |                  |   |   |   |   |
| 3. การนำเสนอภาพเหมาะสมกับหน่วยการอบรม          |                  |   |   |   |   |
| 4. ความเหมาะสมของการใช้สื่อในการช่วยอบรม       |                  |   |   |   |   |
| 5. ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ        |                  |   |   |   |   |
| 6. ความเหมาะสมของการวางรูปแบบของหน้าจอ         |                  |   |   |   |   |
| 7. ความสะดวกในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม |                  |   |   |   |   |
| <b>ด้านภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว และตัวอักษร</b> |                  |   |   |   |   |
| 8. ภาพนำเสนอมีความสอดคล้องกับเนื้อหา           |                  |   |   |   |   |
| 9. ความคมชัดของภาพประกอบเนื้อหา                |                  |   |   |   |   |
| 10. ความชัดเจนของภาพประกอบเนื้อหา              |                  |   |   |   |   |
| 11. ความเหมาะสมของการจัดวางภาพ                 |                  |   |   |   |   |
| 12. ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว                |                  |   |   |   |   |
| 13. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง                   |                  |   |   |   |   |
| 14. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร                 |                  |   |   |   |   |
| 15. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร                   |                  |   |   |   |   |
| 16. ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร               |                  |   |   |   |   |
| 17. ความเหมาะสมของการจัดรูปแบบข้อความ          |                  |   |   |   |   |
| <b>ด้านเสียงบรรยายและภาษา</b>                  |                  |   |   |   |   |
| 18. ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย                  |                  |   |   |   |   |
| 19. ความชัดเจนของเสียงบรรยาย                   |                  |   |   |   |   |
| 20. ความสอดคล้องของเสียงบรรยายกับเนื้อหา       |                  |   |   |   |   |
| 21. ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมาย   |                  |   |   |   |   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

|   |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|
| ด้านเวลาในการนำเสนอ                             |  |  |  |  |  |
| 22. ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย               |  |  |  |  |  |
| 23. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอภาพเคลื่อนไหว  |  |  |  |  |  |
| 24. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอเนื้อหาทั้งหมด |  |  |  |  |  |

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของโปรแกรมคอมพิวเตอร์  
ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

| รายการประเมิน                                      | คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ |             |             |              | ผลวิเคราะห์ |             |
|--|-----------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
|  | คนที่<br>1            | คนที่<br>2  | คนที่<br>3  | ผลรวม        | $\bar{X}$   | S.D.        |
| <b>ด้านการนำเสนอ</b>                               |                       |             |             |              |             |             |
| 1. เทคนิคการเข้าสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม      | 4.00                  | 5.00        | 5.00        | 14.00        | 4.67        | 0.58        |
| 2. ความน่าสนใจในการนำเสนอเนื้อหาของสื่อ            | 5.00                  | 4.00        | 5.00        | 14.00        | 4.67        | 0.58        |
| 3. การนำเสนอภาพเหมาะสมกับหน่วยการอบรม              | 5.00                  | 5.00        | 5.00        | 15.00        | 5.00        | 0.00        |
| 4. ความเหมาะสมของการใช้สื่อในการช่วยอบรม           | 4.00                  | 5.00        | 4.00        | 13.00        | 4.33        | 0.58        |
| 5. ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ            | 5.00                  | 5.00        | 5.00        | 15.00        | 4.67        | 0.00        |
| 6. ความเหมาะสมของการวางรูปแบบของหน้าจอ             | 5.00                  | 4.00        | 5.00        | 14.00        | 4.67        | 0.58        |
| 7. ความสะดวกในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วย<br>อบรม | 5.00                  | 3.00        | 5.00        | 13.00        | 4.33        | 1.15        |
| <b>เฉลี่ย</b>                                      | <b>4.71</b>           | <b>4.43</b> | <b>4.86</b> | <b>14.00</b> | <b>4.67</b> | <b>0.49</b> |
| <b>ด้านภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว สี และตัวอักษร</b>  |                       |             |             |              |             |             |
| 8. ภาพนำเสนอมีความสอดคล้องกับเนื้อหา               | 4.00                  | 5.00        | 4.00        | 13.00        | 4.33        | 0.58        |
| 9. ความคมชัดของภาพประกอบเนื้อหา                    | 4.00                  | 4.00        | 5.00        | 13.00        | 4.33        | 0.58        |
| 10. ความชัดเจนของภาพประกอบเนื้อหา                  | 4.00                  | 4.00        | 5.00        | 13.00        | 4.33        | 0.58        |
| 11. ความเหมาะสมของการจัดวางภาพ                     | 5.00                  | 4.00        | 5.00        | 14.00        | 4.67        | 0.58        |
| 12. ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว                    | 4.00                  | 5.00        | 5.00        | 14.00        | 4.67        | 0.58        |
| 13. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง                       | 3.00                  | 4.00        | 5.00        | 12.00        | 4.00        | 1.00        |
| 14. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร                     | 4.00                  | 5.00        | 4.00        | 13.00        | 4.33        | 0.58        |
| 15. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร                       | 4.00                  | 5.00        | 5.00        | 14.00        | 4.67        | 0.58        |
| 16. ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร                   | 3.00                  | 5.00        | 5.00        | 13.00        | 4.33        | 1.15        |
| 17. ความเหมาะสมของการจัดรูปแบบข้อความ              | 4.00                  | 4.00        | 5.00        | 13.00        | 4.33        | 0.58        |
| <b>เฉลี่ย</b>                                      | <b>3.90</b>           | <b>4.50</b> | <b>4.80</b> | <b>13.20</b> | <b>4.40</b> | <b>0.68</b> |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 1 (ต่อ)

| รายการประเมิน                                   | คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ |             |             |              | ผลวิเคราะห์ |             |
|---|-----------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
|   | คนที่<br>1            | คนที่<br>2  | คนที่<br>3  | ผลรวม        | $\bar{X}$   | S.D.        |
| <b>ด้านเสียงบรรยายและภาษา</b>                   |                       |             |             |              |             |             |
| 18. ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย                   | 5.00                  | 5.00        | 4.00        | 14.00        | 4.67        | 0.58        |
| 19. ความชัดเจนของเสียงบรรยาย                    | 5.00                  | 4.00        | 4.00        | 13.00        | 4.33        | 0.58        |
| 20. ความสอดคล้องของเสียงบรรยายกับเนื้อหา        | 5.00                  | 4.00        | 5.00        | 14.00        | 4.67        | 0.58        |
| 21. ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมาย    | 4.00                  | 4.00        | 5.00        | 13.00        | 4.33        | 0.58        |
| <b>เฉลี่ย</b>                                   | <b>4.75</b>           | <b>4.25</b> | <b>4.50</b> | <b>13.50</b> | <b>4.50</b> | <b>0.58</b> |
| <b>ด้านเวลาในการนำเสนอ</b>                      |                       |             |             |              |             |             |
| 22. ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย               | 4.00                  | 4.00        | 5.00        | 13.00        | 4.33        | 0.58        |
| 23. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอภาพเคลื่อนไหว  | 4.00                  | 5.00        | 5.00        | 14.00        | 4.67        | 0.58        |
| 24. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอเนื้อหาทั้งหมด | 4.00                  | 5.00        | 4.00        | 13.00        | 4.33        | 0.58        |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>                                | <b>4.00</b>           | <b>4.67</b> | <b>4.67</b> | <b>13.33</b> | <b>4.44</b> | <b>0.58</b> |
| <b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>                             | <b>4.34</b>           | <b>4.46</b> | <b>4.71</b> | <b>13.51</b> | <b>4.50</b> | <b>0.58</b> |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง  
แบบทดสอบหลังเรียนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบทดสอบหลังเรียน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

จำนวน 80 ข้อๆ ละ 1 คะแนน รวม 80 คะแนน

ชื่อ \_\_\_\_\_ หน่วยงาน \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

**คำชี้แจง** ให้อ่านคำถามต่อไปนี้ และทำเครื่องหมาย (X) ที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในแบบทดสอบ

**หน่วยที่ 1** ประวัติและวิวัฒนาการของเทคโนโลยีระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 1 ถึงยุคที่ 3

1. มาตรฐานสำหรับการสื่อสารบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 เรียกว่าระบบใด

- |             |            |
|-------------|------------|
| ก. UMTS     | ข. IMT2000 |
| ค. CDMA2000 | ง. ITU-95  |

2. มาตรฐานเทคโนโลยี UMTS ใช้แถบความถี่เท่าใด

- |                    |             |
|--------------------|-------------|
| ก. 1800 MHz        | ข. 1900 MHz |
| ค. <b>2100 MHz</b> | ง. 2400 MHz |

3. Global Roaming เป็นคุณสมบัติแบบใดของเทคโนโลยีระบบ 3G

- ก. การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตตลอดเวลา
- ข. **การนำโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ 3 จี ใช้งานได้ทั่วโลก**
- ค. การให้บริการข้อมูลแบบ Real Time
- ง. การใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่บนความถี่เดียวกัน

4. ระบบ GSM จัดอยู่ในยุคใด

- |               |                    |
|---------------|--------------------|
| ก. ยุค 1 จี   | ข. <b>ยุค 2 จี</b> |
| ค. ยุค 2.5 จี | ง. ยุค 3 จี        |

5. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของเทคโนโลยี Video Streaming

- ก. Download ภาพยนต์ในเวลาที่รวดเร็ว
- ข. **ระบุตำแหน่งของผู้ใช้ได้อย่างแม่นยำ**
- ค. นำไปใช้กับเทคโนโลยี ITV (Internet TV)
- ง. ชมการถ่ายทอดสดผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับวิวัฒนาการของเทคโนโลยีระบบ UMTS

ก. เทคโนโลยียุค 1 จี ใช้เทคนิคเข้าช่องสัญญาณแบบ FDMA

**ข. เทคโนโลยียุค 2 จี ใช้เทคนิคเข้าช่องสัญญาณแบบ FDMA**

ค. เทคโนโลยียุค 2 จี ใช้เทคนิคเข้าช่องสัญญาณแบบ TDMA

ง. เทคโนโลยียุค 3 จี ใช้เทคนิคเข้าช่องสัญญาณแบบ WCDMA

7. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของเทคโนโลยีระบบ UMTS

ก. สามารถสื่อสารด้วยเสียงที่มีคุณภาพเดียวกับเครือข่ายในปัจจุบัน

ข. มีอัตราเร็วของการส่งข้อมูล 2 Mbps

ค. รองรับบริการการส่งข้อมูลทั้งแบบ Packet Switch และ Circuit Switch

**ง. ใช้ช่วงความถี่ที่ 2.4 GHz**

8. WCDMA ย่อมาจากอะไร

ก. Wide Frequency Code Division Multiple Access

**ข. Wide band Code Division Multiple Access**

ค. Wide channel Code Division Multiple Access

ง. Wide Area Code Division Multiple Access

9. ระบบ CDMA2000 พัฒนามาจากระบบใด

ก. ระบบ WCDMA

ข. ระบบ CDMA EV-DV

**ค. ระบบ CDMA One**

ง. ระบบ CDMA EV-DO

10. การพัฒนาเทคโนโลยีของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ 3 จี ตามมาตรฐาน UMTS มาจากระบบใด

ก. CDMA2000

ข. GSM

ค. IS-95

**ง. GSM GPRS และ EDGE**

**หน่วยที่ 2** โครงสร้างและส่วนประกอบของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

11. โครงสร้างใดที่ไม่ใช่ส่วนประกอบของเทคโนโลยีระบบ UMTS

ก. UE

ข. RNC

ค. CN

**ง. PSTN**

12. สถานีฐานของเทคโนโลยีระบบ UMTS มีชื่อเรียกตามข้อใด

ก. BTS

**ข. Node B**

ค. HRL

ง. RNC

13. กลุ่ม UTRAN ประกอบด้วยอุปกรณ์ส่วนใด

ก. UE และ USIM

ข. UE และ Node B

**ค. Node B และ RNC**

ง. RNC และ CN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. กลุ่ม UTRAN ประกอบด้วยอุปกรณ์ส่วนใด

ก. UE และ USIM

ข. UE และ Node B

ค. Node B และ RNC

ง. RNC และ CN

15. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบของเครือข่ายหลัก CN (Core Network)

ก. RNC (Radio Network Controller)

ข. HLR (Home Location Register)

ค. MSC (Mobile Service Switching Center) ง. SGSN (Service GPRS Support Node)

16. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของ HLR (Home Location Register)

ก. เป็นฐานข้อมูลหลักสำหรับเก็บข้อมูลการให้บริการแก่ผู้ใช้แต่ละราย

ข. ระบุตำแหน่งของผู้ใช้แต่ละราย

ค. เชื่อมต่อกับเครือข่ายโทรคมนาคมภายนอก

ง. เก็บหมายเลขของเลขหมายปลายทางที่ต้องการ โอนสายไปถึง

17. อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการเชื่อมต่อวงจรสื่อสารระหว่างภายในโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ UMTS กับเครือข่ายภายนอกแบบสวิตช์วงจร (Circuit Switch) คือข้อใด

ก. VLR (Visitor Location Register)

ข. SGSN (Serving GPRS Support Node)

ค. GGSN (Gateway GPRS Support Node)

ง. GMSC (Gateway MSC)

18. เครือข่ายภายนอก (External Network) ในข้อใด ที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบ UMTS

ก. ระบบโทรศัพท์พื้นฐาน PSTN

ข. เครือข่าย ISD

ค. เครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ง. ถูกทุกข้อ

19. จุดเชื่อมต่อ Cu เป็นมาตรฐานการเชื่อมระหว่างจุดใดกับจุดใดในระบบ

ก. ระหว่างเครื่องลูกข่าย (ME) กับสถานีฐาน (Node B)

ข. ระหว่างเครื่องลูกข่าย (ME) กับซิมการ์ด (USIM)

ค. ระหว่างเครื่องลูกข่าย (ME) กับ RNC

ง. ระหว่างเครื่องลูกข่าย (ME) กับ RNC

20. จุดเชื่อมต่อ Iu เป็นมาตรฐานการเชื่อมระหว่างจุดใดกับจุดใดในระบบ

ก. ระหว่างกลุ่ม UTRAN กับกลุ่ม Node B

ข. ระหว่างกลุ่ม UTRAN กับกลุ่ม ME

ค. ระหว่างกลุ่ม UTRAN กับกลุ่ม CN

ง. ระหว่างกลุ่ม UTRAN กับกลุ่ม UE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21. เทคโนโลยีระบบ UMTS ใช้วิธีการมอดูเลตสัญญาณแบบใดได้บ้าง

- ก. QPSK (Quaternary Phase Shift Keying)
- ข. BPSK (Binary Phase Shift Keying)
- ค. GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying)

ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข

22. Uplink Physical Channel เป็นการส่งข้อมูลแบบใด

- ก. จาก Node B ไปที่เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่
- ข. จากเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ไป Node B
- ค. จาก Node B ไปที่ CN (Core Network)
- ง. จาก CN (Core Network) ไปที่ Node B

23. Logical Channel คือช่องสัญญาณที่ทำหน้าที่ใดในระบบ UMTS

ก. แบ่งทรัพยากรทางสัญญาณวิทยุให้ออกจากกันเป็นช่องๆตามการเข้าได้ขณะ Scrambling และ Channelization

ข. ทำหน้าที่ให้บริการในชั้นที่สูงกว่าชั้นที่ 1 ของ OSI หรือตรงกับ Layer 2 ของ OSI

Logical Channel และสร้างเฟรมส่งผ่าน Transport Channel

ค. ทำหน้าที่สำหรับตัวรับสัญญาณ (Receiver) และตัวส่งสัญญาณ (Transmitter) ของระบบ WCDMA

ง. ถูกทุกข้อ

24. Multipath Channel มีความหมายตามข้อใด

- ก. เป็นปรากฏการณ์ที่กำลังส่งของ UE ถูกลดทอนหรือถูกเสริม
- ข. เป็นปรากฏการณ์ที่กำลังส่งของ Node B ถูกลดทอนหรือถูกเสริม
- ค. เป็นการปรับระดับสัญญาณของ Node B เนื่องจากสัญญาณรบกวน
- ง. เป็นการเลือกรับสัญญาณของ Node B จากเครื่องลูกข่ายที่อยู่ใกล้

25. วิธีการ Handover ของเทคโนโลยีระบบ UMTS เป็นแบบใด

- ก. Hard Handover
- ข. Soft Handover
- ค. Softer Handover
- ง. ถูกทุกข้อ

26. Transmission Diversity มีวัตถุประสงค์เพื่ออะไร

- ก. ปรับแต่งสัญญาณที่ส่งออกจาก Antenna เพื่อให้ Node B
- ข. ปรับแต่งสัญญาณที่ส่งออกจาก Antenna เพื่อให้ UE ได้รับสัญญาณชัดเจนยิ่งขึ้น
- ค. ควบคุมกำลังที่ส่งออกจาก UE ไม่ให้สูงเกินกำหนด
- ง. ปรับแต่งสัญญาณที่ส่งออกจาก UE ไม่ให้สูงเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





42. การต่อ Grounding Kit เพื่อชิลด์กราวด์กำหนดให้มี 1 เซกเตอร์หรือเซลล์ ต่อ Grounding Kit ที่  
จุดตามข้อกำหนดการติดตั้ง

ก. 1 จุด

ข. 2 จุด

ค. 3 จุด

ง. 4 จุด

43. การติดฉลาก (Label) สำหรับตู้ APM30 มีข้อกำหนดอย่างไรตามข้อตกลงตามมาตรฐาน

ก. ติดฉลาก (Label) ในตำแหน่งมีขีดทำงานได้สะดวก

**ข. ติดฉลาก (Label) ในตำแหน่งที่มองเห็นได้ชัดเจนและทำงานได้สะดวก**

ค. ติดฉลาก (Label) ตำแหน่งที่สะดวกมองเห็นก่อนข้างลำบาก

ง. ติดฉลาก (Label) ในตำแหน่งที่ลำบากแก้ไขได้ยากมองเห็นได้ลำบากแต่ทำงานได้  
สะดวก

44. การติดตั้งตู้ Emerson บนฐานเหล็กสามารถใช้วัสดุชนิดใดไว้บ้างจึงจะถูกต้องตามข้อกำหนด  
ตามมาตรฐานการติดตั้ง

ก. น็อต M 8 หรือ M 10

ข. น็อต M 8 หรือ M 8

ค. น็อต M 12 อย่างเดียว

ง. ถูกทุกข้อ

45. การติดตั้งตู้อุปกรณ์ในตู้ Emerson มีอุปกรณ์สถานีฐานชนิดใดบ้างตามมาตรฐานการติดตั้ง  
เรียงลำดับจากล่างขึ้นบน

ก. Battery/ Free Space/DDF/PTN หรือ LAN SW/BBU3900/Bus Bar DC/Circuit  
Breaker/Rectifier

ข. Battery/Free Space /PTN หรือ LAN SW/BBU3900/Bus bar DC/DDF/Circuit  
Breaker/Rectifier

**ค. Battery/ Free Space/DDF/PTN หรือ LAN SW/DDF/ BBU3900/Bus Bar for  
DC/Circuit Breaker/Rectifier**

ง. Rectifier/Circuit Breaker/Bus bar for DC/BBU3900/DDF/PTN หรือ LAN SW/  
Free Space/Battery

46. ตำแหน่งของ Circuit Breaker ในตู้ Emerson ที่ใช้สำหรับ RRU0-RRU2 ใช้ขนาดเท่าใด

ก. 6 A

ข. 10 A

ค. 16 A

ง. 32 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

47. ในข้อกำหนดตามข้อตกลงมาตรฐานการติดตั้งในกรณีสถานีที่เป็นแบบ Green Field ถ้ามี Ladder เป็นแนวไปยังฐานตู้มีข้อตกลงระบุไว้อย่างไร

ก. กำหนดให้ใส่ท่อต่ออ่อนกันน้ำขนาด 1 ½ นิ้ว สำหรับสายไฟ (DC for RRU) และสาย CPRI

ข. อนุญาตให้ไม่ต้องใส่ท่อต่ออ่อนกันน้ำขนาด 1 ½ นิ้ว สำหรับสายไฟ (DC for RRU) และสาย CPRI แต่ต้องใช้ Clamp ยึดเป็นแนว

ค. กำหนดให้ใส่ท่อต่ออ่อนกันน้ำขนาด 2 นิ้ว สำหรับสายไฟ (DC for RRU) และสาย CPRI

ง. อนุญาตให้ไม่ต้องใส่ท่อต่ออ่อนกันน้ำขนาด 2 นิ้ว สำหรับสายไฟ (DC for CPRI) แต่ต้องใช้ Cable Tie รััดเป็นแนว

48. ในข้อกำหนดตามข้อตกลงมาตรฐานการติดตั้งในกรณีสถานีฐานเป็นแบบ Rooftop ถ้าไม่มี Ladder เป็นแนวไปยังฐานตู้มีข้อปฏิบัติอย่างไรสำหรับงานติดตั้ง

ก. กำหนดให้ใส่ท่อต่ออ่อนกันน้ำ 1 ½" หรือ 2" ร้อยสายไฟ (Dc for RRU) และสาย CPRI โยงไปยังตู้สถานีฐาน

ข. กำหนดให้ใส่ท่อต่ออ่อนกันน้ำ 1 ½" หรือ 2" ร้อยสายไฟ (Dc for RRU) และสาย CPRI โดยมี C Chanel และ IMC Clamp เพื่อจับยึดมีระยะห่าง 1 เมตร

ค. กำหนดให้ไม่ต้องใส่ท่อต่ออ่อนกันน้ำสำหรับร้อยสายไฟ (Dc for RRU) และ CPRI โยงไปยังตู้สถานีฐาน

ง. ถูกทุกข้อ

49. ในการติดตั้งตู้สถานีฐานรุ่นแอลเทค (Eltek) กำหนดให้ใช้น็อตสแตนเลสขนาดเท่าใดในการยึดตู้กับฐานตู้

ก. M 8

ข. M10

ค. M12

ง. ถูกทุกข้อ

50. ในการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานในตู้รุ่นแอลเทค (Eltek) มีอุปกรณ์ใดบ้างตามมาตรฐานการติดตั้งเรียงลำดับจากด้านล่างขึ้นบน

ก. Power Part /BBU/DDF/PTN หรือ LAN SW/Batteries.

ข. Power Part /DDF/BBU/ PTN หรือ LAN SW/Batteries.

ค. Batteries / DDF /PTN หรือ LAN SW /BBU /Power Part.

ง. Batteries /PTN หรือ LAN SW/DDF/BBU /Power Part.

51. ตำแหน่งของ Circuit Breaker ในตู้รุ่นแอลเทค (Eltek) ที่ใช้สำหรับ RRU0-RRU1 มีขนาดเท่าใด และที่ใช้กับ PTN มีขนาดเท่าใด

ก. 6 A กับ 10 A

ข. 6 A กับ 10 A

ค. 16 A กับ 6 A

ง. 16 A กับ 10 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

52. ในการเดินสายกราวด์ของผู้สถานีฐานรุ่นแอลเทค (Eltek) กำหนดให้ใช้สายขนาดใดและชนิดใดตามมาตรฐานการติดตั้ง

ก. 6 Sq.mm ชนิด THW

ข. 10 Sq.mm ชนิด THW

ค. **16 Sq.mm** ชนิด THW

ง. 25 Sq.mm ชนิด THW

53. ในการติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐานในตู้รุ่น TP48200A ตามข้อตกลงการติดตั้งมีอุปกรณ์ชนิดใดบ้างเรียงลำดับจากด้านล่างขึ้นด้านบน

ก. **Battery1/battery2/spare/PTNหรือLAN SW/DDF/BBU3900 Rectifier/PMU/TCU**

ข. Battery1/battery2/spare/PTNหรือLAN SW/BBU3900/Rectifier/PMU/TCU

ค. TCU/PMU/Rectifier/BBU3900/DDF/PTNหรือLAN SW/Spare/Battery1/ battery2

ง. TCU/PMU/Rectifier/BBU3900/DDF/Spare/PTNหรือLAN SW/ Battery1/ battery2

54. ตำแหน่งของ Circuit Breaker ในตู้รุ่น TP48200A ที่ใช้สำหรับ BBU3900 และ RRU มีขนาดเท่าใดบ้าง

ก. 6A และ 10 A

ข. 10A และ 16A

ค. **10A และ 32A**

ง. 32A และ 63A

55. ในการติดตั้งและเดินสายภายในตู้รุ่น TP48200A ข้อใดต่อไปนี้เป็นสิ่งที่ถูกต้อง

ก. ใช้ตีนตุ๊กแก (Velcro) เท่านั้นสำหรับการรวบรัดสาย CPRI

ข. ใช้เคเบิลไท (Cable tie) สีขาวเท่านั้นในการมัด CPRI

ค. ใช้เคเบิลไท (Cable tie) หรือตีนตุ๊กแก (Velcro) ในการรวมมัดสาย CPRI

ง. ถูกทุกข้อ

56. การติดตั้งตู้อุปกรณ์สถานีฐานยี่ห้อแซดทีอีรุ่น W121 จะต้องใช้หม้อสแตนเลสขนาดเท่าใดในการยึดฐานตู้

ก. M6 สแตนเลส

ข. M8 สแตนเลส

ค. M10 สแตนเลส

ง. **M12 สแตนเลส**

57. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับบการติดตั้งผู้สถานีฐานรุ่น W121

ก. ใช้สายเหลือง/เขียว ชนิด THW 6Sq.mm เป็นสายกราวด์ตู้

ข. ใช้สายเหลือง/เขียว ชนิด THW 10Sq.mm เป็นสายกราวด์ตู้

ค. **ใช้สายเหลือง/เขียว ชนิด THW 16Sq.mm เป็นสายกราวด์ตู้**

ง. ใช้สายเหลือง/เขียว ชนิด THW 25Sq.mm เป็นสายกราวด์ตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

58. การติดตั้งระบบไฟฟ้าของสถานีฐานภายในตู้รุ่น W121 ข้อใดต่อไปนี้อีกกล่าวถูกต้องสำหรับขนาดของ Breaker สำหรับ RRU

ก. RRU0, RRU1 ใช้ขนาด 32A และ RRU2 ใช้ขนาด 10A

ข. RRU0, RRU1 ใช้ขนาด 32A และ RRU2 ใช้ขนาด 16A

ค. RRU0, RRU1 ใช้ขนาด 32A และ RRU2 ใช้ขนาด 32A

ง. RRU0, RRU1 ใช้ขนาด 32A และ RRU2 ใช้ขนาด 63A

59. วิธีการจับยึดสาย CPRI และ AISG Cable ที่มีการขดไว้บนเสาตามข้อกำหนดตามมาตรฐานการติดตั้งใช้วัสดุชนิดใดในการจับยึด

ก. Cable Tie สำหรับงานกลางแจ้งขนาด 14 นิ้ว

ข. Cable Tie สำหรับงานภายในอาคารขนาด 14 นิ้ว

ค. Stainless Cable Tie ขนาดที่เหมาะสมกับงาน

ง. ถูกทุกข้อ

60. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการติดตั้งสายไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับ RRU และสาย CPRI Optic Fiber

ก. ใช้สายเคเบิลไท (Cable Tie) ในการจับยึดเป็นแนวห่างกัน 1 เมตร

ข. ใช้ Clamp 6 Ways สำหรับจับยึดเป็นแนวโดยมีระยะห่าง 1 เมตร

ค. ใช้ Stainless Cable Tie สำหรับจับยึดเป็นแนวโดยมีระยะห่าง 1 เมตร

ง. ถูกทุกข้อ

61. การเดินสายไฟเบอร์ออฟติกหรือ Patch Cord ในตู้ ODF ควรจัดระเบียบสายให้โค้งงอไม่เกินกี่องศา

ก. 30 องศา

ข. 45 องศา

ค. 90 องศา

ง. 120 องศา

**หน่วยที่ 4** การวัดและทดสอบระบบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ UMTS

61. การ Set IP Address บน Labtop เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อระหว่าง Labtop กับ Node B ยี่ห้อหัวเว่ย จะต้อง Set ด้วย IP Address ใดต่อไปนี้

ก. IP 199.168.20.100 Subnet mask 255.255.255.0

ข. IP 192.199.20.100 Subnet mask 255.255.255.0

ค. IP 17.21.2.100 Subnet mask 255.255.255.0

ง. IP 17.21.1.100 Subnet mask 255.255.255.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

62. การ Login Node B ด้วย LMT Software ระหว่าง Labtop กับ Node B ต้องใช้ User และ Pass Word อะไร

**ก. User admin Password NodeB**

ข. User Upgrade Password sumsup

ค. User User Password Admin

ง. User Comte Password Comte

63. ในการตรวจสอบเพื่อเช็คซอฟต์แวร์เวอร์ชันของ Node B ยี่ห้อหัวเว่ยรุ่น DBS3900 จะต้องใช้คำสั่งใดในการตรวจสอบ

ก. Trace Management

**ข. Cell Service Resouce Query**

ค. RTWR Measurement

ง. Packets Loss of MP Level

64. ในการอัปเดตซอฟต์แวร์ให้ Node B ยี่ห้อหัวเว่ยรุ่น DBS3900 จะต้องใช้คำสั่งใดในการตรวจสอบ

ก. Trace Management

ข. Software Management

ค. Data Config File Transfer

**ง. Software Upgrade**

65. ในการดาวน์โหลดข้อมูลลงใน Node B ยี่ห้อหัวเว่ยรุ่น DBS3900 จะต้องใช้คำสั่งใดในการ Configuration

ก. Software Upgrade

**ข. Data Config File Transfer**

ค. Device Archives Transfer

ง. Other File Transfer

66. การตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ Node B ยี่ห้อหัวเว่ยรุ่น DBS3900 ควรใช้ชุดคำสั่งใด

ก. Trace Management

ข. Common Monitoring

**ค. Topology Management / Main Cabinet**

ง. 141Test

67. การตรวจสอบสถานะของระบบท่อส่งสัญญาณหรือ Transmission System ควรใช้ชุดคำสั่งใดในการตรวจสอบ

ก. Real time specific Monitoring/Cell Service Resource Query

**ข. Real time specific Monitoring/IP Clock Data Gather Monitoring**

ค. Real time specific Monitoring/IUB Flux Stat Monitoring

ง. Real time specific Monitoring/RTWP Monitoring

68. การวัดค่า VSWR ของสายอากาศ มีค่าที่ยอมรับได้ที่อัตราเท่าใดตามมาตรฐานการติดตั้งที่กำหนด

ก. 1.0-1.5

**ข. 1.0-1.3**

ค. 1.1-1.5

ง. 1.2-1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

69. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อดีของโทรศัพท์ที่สามารถลงโปรแกรม Field Test สำหรับทดสอบสัญญาณ 3G ในย่านความถี่ 850 MHz ได้

ก. โนเกียรุ่น 3310

ข. โนเกียรุ่น 6120C

ค. iphone 4

ง. Samsung Galaxy

70. การใช้ชุดคำสั่ง "141 test" เป็นชุดคำสั่งที่ใช้แสดงถึงอะไร

ก. แสดงค่ากำลังส่งของอุปกรณ์ RRU

ข. แสดงค่า VSWR

ค. แสดงค่า RTWP

ง. แสดงค่า RSCP

71. ข้อใดต่อไปนี้เป็นค่าที่ต้องเกี่ยวกับการอ่านค่า Power Output Specification ที่แสดงใน real time monitors ที่ "425 ถึง 435"

ก. 4.25 dBm ถึง 4.35 dBm

ข. 42.5 dBm ถึง 43.5 dBm

ค. 425 dBm ถึง 435 dBm

ง. ถูกทุกข้อ

72. การทำ Cross Sector Report มีอุปกรณ์ชนิดใดบ้างที่ใช้ประกอบการทดสอบ

ก. โทรศัพท์โนเกีย 6120C, Cell Aligner, กล้องถ่ายรูป

ข. โทรศัพท์โนเกีย 6680, Cell Aligner, กล้องถ่ายรูป

ค. โทรศัพท์โนเกีย 6120C, GPS, Cell Aligner

ง. โทรศัพท์โนเกีย 6120C, GPS, กล้องถ่ายรูป

73. การทำ Offline Configuration Mode ของ Node B ยี่ห้อ ZTE ต้องทำการ Set IP Address ของ LMT ด้วย IP ใด

ก. 192.168.1.16

ข. 192.254.2.10

ค. 192.254.2.80

ง. 192.254.1.16

74. การ Login Node B ด้วย LMT Software ระหว่าง Laptop กับ Node B สถานีฐานชนิดที่อีรุ่น B8200 ต้องใช้ User และ Password ชุดใดสำหรับการ Offline Configuration

ก. Upgrade, Sumsup

ข. Nemuuser, Nemuadmin

ค. Node B, Admin

ง. Root, Root

75. เมื่อต้องการ Creating RRU rack ของ Node B รุ่น B8200 ยี่ห้อแซดทีอี จะต้องใช้ชุดคำสั่งใดต่อไปนี้เป็น

ก. Configuration Management/Base Station/Device

ข. Configuration Management/Base Station/Add Rack

ค. Configuration Management/Base Station/Set Base Station Attribute

ง. Configuration Management/Base Station/Base Station Attribute

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

76.ถ้าต้องการตรวจสอบสถานะต่าง ๆ ของชุดอุปกรณ์สถานี RRU ของสถานีฐานของ แชนด์ที่อื่น จะต้องใช้ชุดคำสั่งใดต่อไปนี้

- ก. Configuration Management/Base Station/Device Rack
- ข. **Configuration Management/Base Station/Device Topology/ZXSRR8860**
- ค. Configuration Management/Base Station/Ground Resource Management
- ง. Configuration Management/Base Station/Transmission Resource

77.เมื่อต้องการตรวจเช็คระบบสัญญาณเตือน (Alarm) ของสถานีฐานยี่ห้อแชนด์ที่อีรุ่น B8200 จะต้องใช้ชุดคำสั่งใด

- ก. **Configuration Management/Ground Resource Management/Environment Monitoring**
- ข. Configuration Management/ Ground Resource Management/TAC Management
- ค. Configuration Management/ Ground Resource Management/Topology
- ง. Configuration Management/ Ground Resource Management/Dry Contact

78.เมื่อต้องการตรวจสอบซอฟต์แวร์เวอร์ชัน Node B ยี่ห้อรุ่น B8200 ยี่ห้อแชนด์ที่อื่น จะต้องใช้คำสั่งชุดใด

- ก. **Configuration Management/ Version Management**
- ข. Configuration Management/ Real-time Information
- ค. Configuration Management/ Operation Configuration
- ง. Configuration Management/ Channel Maintenance

79.การใช้ชุดคำสั่ง Cell Measurement และ Track 301 มีวัตถุประสงค์ใดในการตรวจสอบข้อมูล

- ก. ใช้ตรวจสอบข้อมูลค่า Ec/no และ RSCP
- ข. ใช้ตรวจสอบข้อมูลค่า Ec/no และ VSWR
- ค. ใช้ตรวจสอบข้อมูลค่า RSCP และ VSER
- ง. **ใช้ตรวจสอบข้อมูลค่า Transmitter Carrier Power และ RTWP**

80. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ทำลาเบล (Label) เพื่อระบุอุปกรณ์สถานีฐานยี่ห้อแชนด์ที่อื่น ตามข้อกำหนดมาตรฐานการติดตั้ง

- ก. Outdoor Label ต้องเป็นวัสดุทำจากอลูมิเนียมเท่านั้น
- ข. ภายในตู้ W121 ต้องเป็นวัสดุที่ทำจาก PVC เท่านั้น
- ค. ใช้อลูมิเนียมทำลาเบล (Label) ทั้งที่ใช้งานกลางแจ้งและภายในตู้ W121
- ง. **ถูกต้องทั้งข้อ ก และข้อ ข**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 แสดงผลค่าคะแนนของการทำแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนจากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส (n=25)



| จำนวนข้อ | คนที่<br>หน่วยที่/ข้อที่ | ประชากรกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------|--------------------------|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|          |                          | 01                               | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 1        | 1/001                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 2        | 1/002                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 3        | 1/003                    | 1                                | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  |
| 4        | 1/004                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  |
| 5        | 1/005                    | 0                                | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  |
| 6        | 1/006                    | 1                                | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 7        | 1/007                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 8        | 1/008                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 9        | 1/009                    | 1                                | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  |
| 10       | 1/010                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 11       | 2/001                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  |
| 12       | 2/002                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 13       | 2/003                    | 1                                | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 14       | 2/004                    | 1                                | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 15       | 2/005                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 16       | 2/006                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 17       | 2/007                    | 0                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  |
| 18       | 2/008                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 19       | 2/009                    | 1                                | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  |

| จำนวนข้อ | คนที่<br>หน่วยที่/ข้อที่ | ประชากรกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------|--------------------------|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|          |                          | 01                               | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 20       | 2/010                    | 1                                | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 21       | 2/011                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 22       | 2/012                    | 0                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  |
| 23       | 2/013                    | 1                                | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  |
| 24       | 2/014                    | 1                                | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  |
| 25       | 2/015                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 26       | 2/016                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  |
| 27       | 2/017                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  |
| 28       | 2/018                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 29       | 2/019                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 30       | 2/020                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 31       | 3/001                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 32       | 3/002                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  |
| 33       | 3/003                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 34       | 3/004                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 35       | 3/005                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  |
| 36       | 3/006                    | 1                                | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 37       | 3/007                    | 1                                | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 38       | 3/008                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 39       | 3/009                    | 0                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |

| จำนวนข้อ | คนที่<br>หน่วยที่/ข้อที่ | ประชากรกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|----------|--------------------------|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
|          |                          | 01                               | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |   |
| 40       | 3/010                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  |   |
| 41       | 3/011                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |   |
| 42       | 3/012                    | 0                                | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  |   |
| 43       | 3/013                    | 1                                | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |   |
| 44       | 3/014                    | 1                                | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |   |
| 45       | 3/015                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |   |
| 46       | 3/016                    | 1                                | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |   |
| 47       | 3/017                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  |   |
| 48       | 3/018                    | 1                                | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |   |
| 49       | 3/019                    | 0                                | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |   |
| 50       | 3/020                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  |   |
| 51       | 3/021                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  |   |
| 52       | 3/022                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |   |
| 53       | 3/023                    | 0                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |   |
| 54       | 3/024                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  |   |
| 55       | 3/025                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |   |
| 56       | 3/026                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1 |
| 57       | 3/027                    | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  |   |
| 58       | 3/028                    | 1                                | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  |   |
| 59       | 3/029                    | 1                                | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  |   |

| จำนวนข้อ | คนที่           | ประชากรกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------|-----------------|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|          | หน่วยที่/ข้อที่ | 01                               | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 60       | 3/030           | 1                                | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  |
| 61       | 4/001           | 1                                | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  |
| 62       | 4/002           | 1                                | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 63       | 4/003           | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 64       | 4/004           | 1                                | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  |
| 65       | 4/005           | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 66       | 4/006           | 1                                | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 67       | 4/007           | 1                                | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 68       | 4/008           | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  |
| 69       | 4/009           | 0                                | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 70       | 4/010           | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  |
| 71       | 4/011           | 0                                | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 72       | 4/012           | 0                                | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  |
| 73       | 4/013           | 1                                | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 74       | 4/014           | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  |
| 75       | 4/015           | 0                                | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 76       | 4/016           | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  |
| 77       | 4/017           | 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 78       | 4/018           | 0                                | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| 79       | 4/019           | 1                                | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  |

| จำนวนข้อ                    | คนที่           | ประชากรกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------|-----------------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                             | หน่วยที่/ข้อที่ | 01                               | 02   | 03   | 04   | 05   | 06   | 07   | 08   | 09   | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   |
| 80                          | 4/020           | 1                                | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| คะแนนรวมรายคน               |                 | 68                               | 67   | 68   | 67   | 67   | 70   | 68   | 69   | 68   | 70   | 68   | 67   | 67   | 69   | 68   | 68   | 69   | 65   | 69   | 69   | 68   | 68   | 67   | 66   | 67   |
| เปอร์เซ็นต์คะแนนเฉลี่ยรายคน |                 | 85.0                             | 83.8 | 85.0 | 83.8 | 83.8 | 87.5 | 85.0 | 86.3 | 85.0 | 87.5 | 85.0 | 83.8 | 83.8 | 86.3 | 85.0 | 85.0 | 86.3 | 81.3 | 86.3 | 86.3 | 85.0 | 85.0 | 83.8 | 82.5 | 83.8 |
| ผ่านเกณฑ์ / ไม่ผ่านเกณฑ์    |                 | ผ่าน                             | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน |
| คะแนนเฉลี่ย                 |                 | 67.88                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| คะแนนเฉลี่ยร้อยละ           |                 | 84.85                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |



ตารางที่ ง.2 แสดงผลการพิจารณาแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นรายชื่อ

| ลำดับ<br>ที่ | วัตถุประสงค์<br>หน่วยที่ | แบบทดสอบ<br>หน่วยที่/ข้อ | ผู้ทรงคุณวุฒิ<br>ท่านที่1 | ผู้ทรงคุณวุฒิ<br>ท่านที่2 | ผู้ทรงคุณวุฒิ<br>ท่านที่3 | $\sum R$ | IOC  | สรุปผล |
|--------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------|------|--------|
| 1            | 1                        | 1/1                      | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2            | 1                        | 1/2                      | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3            | 1                        | 1/3                      | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 4            | 1                        | 1/4                      | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 5            | 1                        | 1/5                      | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 6            | 1                        | 1/6                      | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 7            | 1                        | 1/7                      | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 8            | 1                        | 1/8                      | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 9            | 1                        | 1/9                      | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 10           | 1                        | 1/10                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 11           | 2                        | 2/11                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 12           | 2                        | 2/12                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 13           | 2                        | 2/13                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 14           | 2                        | 2/14                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 15           | 2                        | 2/15                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 16           | 2                        | 2/16                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 17           | 2                        | 2/17                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 18           | 2                        | 2/18                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 19           | 2                        | 2/19                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 20           | 2                        | 2/20                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 21           | 2                        | 2/21                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 22           | 2                        | 2/22                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 23           | 2                        | 2/23                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 24           | 2                        | 2/24                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 25           | 2                        | 2/25                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 26           | 2                        | 2/26                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 27           | 2                        | 2/27                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 28           | 2                        | 2/28                     | 1                         | 0                         | 1                         | 2        | 0.67 | ใช้ได้ |
| 29           | 2                        | 2/29                     | 1                         | 0                         | 0                         | 1        | 0.33 | ไม่ได้ |
| 30           | 2                        | 2/30                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 31           | 2                        | 2/31                     | 1                         | 0                         | 0                         | 1        | 0.33 | ไม่ได้ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ง.2 (ต่อ)

| ลำดับ<br>ที่ | วัตถุประสงค์<br>หน่วยที่ | แบบทดสอบ<br>หน่วยที่/ข้อ | ผู้ทรงคุณวุฒิ<br>ท่านที่1 | ผู้ทรงคุณวุฒิ<br>ท่านที่2 | ผู้ทรงคุณวุฒิ<br>ท่านที่3 | $\sum R$ | IOC  | สรุปผล |
|--------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------|------|--------|
| 32           | 2                        | 2/32                     | 1                         | 1                         | 0                         | 2        | 0.67 | ใช้ได้ |
| 33           | 2                        | 2/33                     | 1                         | 1                         | 0                         | 2        | 0.67 | ใช้ได้ |
| 34           | 3                        | 3/34                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 35           | 3                        | 3/35                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 36           | 3                        | 3/36                     | 1                         | 0                         | 1                         | 2        | 0.67 | ใช้ได้ |
| 37           | 3                        | 3/37                     | 1                         | 1                         | 0                         | 2        | 0.67 | ใช้ได้ |
| 38           | 3                        | 3/38                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 39           | 3                        | 3/39                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 40           | 3                        | 3/40                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 41           | 3                        | 3/41                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 42           | 3                        | 3/42                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 43           | 3                        | 3/43                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 44           | 3                        | 3/44                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 45           | 3                        | 3/45                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 46           | 3                        | 3/46                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 47           | 3                        | 3/47                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 48           | 3                        | 3/48                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 49           | 3                        | 3/49                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 50           | 3                        | 3/50                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 51           | 3                        | 3/51                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 52           | 3                        | 3/52                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 53           | 3                        | 3/53                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 54           | 3                        | 3/54                     | 1                         | 0                         | 1                         | 1        | 0.33 | ไม่ได้ |
| 55           | 3                        | 3/55                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 56           | 3                        | 3/56                     | 1                         | 0                         | 0                         | 1        | 0.33 | ไม่ได้ |
| 57           | 3                        | 3/57                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 58           | 3                        | 3/58                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 59           | 3                        | 3/59                     | 0                         | 0                         | 1                         | 1        | 0.33 | ไม่ได้ |
| 60           | 3                        | 3/60                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 61           | 3                        | 3/61                     | 0                         | 1                         | 0                         | 1        | 0.33 | ไม่ได้ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ง.2:(ต่อ)

| ลำดับ<br>ที่ | วัตถุประสงค์<br>หน่วยที่ | แบบทดสอบ<br>หน่วยที่/ข้อ | ผู้ทรงคุณวุฒิ<br>ท่านที่1 | ผู้ทรงคุณวุฒิ<br>ท่านที่2 | ผู้ทรงคุณวุฒิ<br>ท่านที่3 | $\sum R$ | IOC  | สรุปผล |
|--------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------|------|--------|
| 62           | 3                        | 3/62                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 63           | 3                        | 3/63                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 64           | 3                        | 3/64                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 65           | 3                        | 3/65                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 66           | 3                        | 3/66                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 67           | 3                        | 3/67                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 68           | 3                        | 3/68                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 69           | 3                        | 3/69                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 70           | 4                        | 4/70                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 71           | 4                        | 4/71                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 72           | 4                        | 4/72                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 73           | 4                        | 4/73                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 74           | 4                        | 4/74                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 75           | 4                        | 4/75                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 76           | 4                        | 4/76                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 77           | 4                        | 4/77                     | 0                         | 1                         | 0                         | 1        | 0.33 | ไม่ได้ |
| 78           | 4                        | 4/78                     | 1                         | 0                         | 0                         | 1        | 0.33 | ไม่ได้ |
| 79           | 4                        | 4/79                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 80           | 4                        | 4/80                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 81           | 4                        | 4/81                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 82           | 4                        | 4/82                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 83           | 4                        | 4/83                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 84           | 4                        | 4/84                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 85           | 4                        | 4/85                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 86           | 4                        | 4/86                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 87           | 4                        | 4/87                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |
| 88           | 4                        | 4/88                     | 1                         | 1                         | 1                         | 3        | 1.00 | ใช้ได้ |

ข้อสอบ 88 ข้อ ผลประเมินต่ำกว่า 0.5 ทั้งหมด 8 ข้อ ผลประเมินตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปทั้งหมด 80 ข้อ

สรุป ข้อสอบที่มีค่าผลประเมินตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป 80 ข้อ ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิเห็นตรงกันว่าสอดคล้องกับ  
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสามารถนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ  
คู่มือการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คู่มือแนะนำการใช้งาน

### โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐาน

#### โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอสผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Dreamweaver และโปรแกรม Macromedia Captivate โดยบรรจุลงบนแผ่น CD-ROM ซึ่งในเนื้อหาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ ประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้คือ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเทคโนโลยีระบบ 3 จี โครงสร้างของระบบยูเอ็มทีเอส รายละเอียดข้อมูลอุปกรณ์สถานีฐานและการติดตั้งสถานีฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส และการวัดและการทดสอบสถานีฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส และแบบทดสอบหลังเรียน เมื่อนำซีดีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมไปใช้งานโดยการใส่ในช่อง CD-Rom Reader ของเครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมจะทำงานโดยอัตโนมัติหรือในกรณีไม่แสดงอัตโนมัติให้เปิดไฟล์ คำว่า “Index” และจะแสดงหน้าเมนูหลักประกอบไปด้วย หัวข้อต่างๆ ดังแสดงในรูปด้านล่างนี้



ภาพที่ ง.1 แสดงตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการดูคำแนะนำการใช้งาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ ทำได้โดยการคลิกที่เมนู “แนะนำการใช้โปรแกรมฝึกอบรม”



ภาพที่ ง.2 แสดงตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส เมื่อต้องการดูวัตถุประสงค์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ ทำได้โดยการคลิกที่เมนู “วัตถุประสงค์”



ภาพที่ ง.3 แสดงตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ สถานีฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการดูเนื้อหาทั้งหมดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ ทำได้โดยการคลิกที่เมนู “เนื้อหา”



ภาพที่ ง.4 แสดงตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ สถานีฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอเอ็มทีเอส

โดยเมื่อเปิดเมนูเนื้อหา ก็จะประกอบไปด้วยหน่วยการเรียนรู้ต่างๆ ดังแสดงเมื่อต้องการศึกษาเรื่องใดก็สามารถทำการเปิดเมนูได้ และเมื่อต้องการดูหน้าแรกก็สามารถคลิกปุ่ม “กลับหน้าแรก”



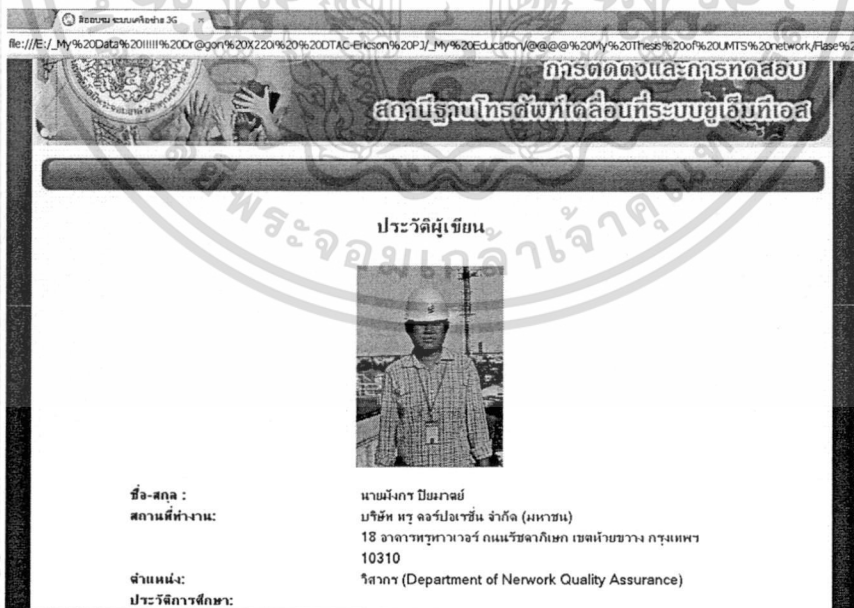
ภาพที่ ง.5 แสดงตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการ

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการทำแบบทดสอบ ของ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ ทำได้โดยการคลิกที่เมนู “แบบทดสอบ”



ภาพที่ ๖.6 แสดงตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส เมื่อต้องการดูผู้จัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมฯ ทำได้โดยการคลิกที่เมนู “ผู้จัดทำ”



ภาพที่ ๖.7 แสดงตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ สถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| ชื่อ-สกุล                   | นายมังกร ปิยมาตย์   |
| วัน-เดือน-ปีเกิด            | 6 พฤษภาคม 2524  |
| ภูมิลำเนา                   | 154 หมู่ 7 บ้านดงแจ้ง ตำบลเหล่าน้อย อำเภอเสลภูมิ<br>จังหวัดร้อยเอ็ด 45120   |
| สถานที่ทำงาน                | บริษัท ทู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)<br>18 อาคารทรูทาวเวอร์ ถนนรัชดาภิเษก เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ<br>10310   |
| ตำแหน่ง                     | วิศวกร (Department of Network Quality Assurance)  |
| ความชำนาญเฉพาะด้าน          | 1.) ออกแบบ ติดตั้งสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม<br>2.) ออกแบบ ติดตั้งสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบยูเอ็มทีเอส<br>3.) การวัดและการทดสอบ ระบบโทรคมนาคม<br>4.) ตรวจสอบคุณภาพสัญญาณโครงข่ายระบบโทรคมนาคม |
| ประวัติการศึกษา             |   |
| ประถมศึกษา                  | โรงเรียนบ้านดงแจ้งโนนสูง  |
| มัธยมศึกษาตอนต้น            | โรงเรียนวังหลวงวิทยาคม  |
| ประกาศนียบัตรวิชาชีพ        | วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด  |
| ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง | วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด  |
| ปริญญาตรี 2548              | ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต<br>สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม<br>สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง   |
| ปริญญาโท 2555               | ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต<br>สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม<br>สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง   |
| คตินิพนธ์                   | นิมิตต์ สารรูปานันท์ กตัญญูกตเวทิตา<br>ความกตัญญูกตเวทิตาเป็นเครื่องหมายแห่งคนดี  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้