



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน หลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ตามหลักสูตรการฝึกอบรม สถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)

โดย นาย วิสูตร งามศิริ

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงศ์)

26 มีนาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ อรรคทิมากุล)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.พงศ์จิตติ พงศ์ศิลาเมณี)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงศ์)

กรรมการ

(นาวาอากาศเอก ดร.วีระชัย เชาว์กำเนิด)

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน หลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile
Telecommunication System ตามหลักสูตรการฝึกอบรม สถาบันวิชาการ ทีโอที
บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)

พันจ่าเอก วิสูตร งามศิริ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : พันจ่าเอก วิสูตร งามศิริ
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน หลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ตามหลักสูตรการฝึกอบรม สถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)
สาขาวิชา : ไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ อรรคทิมากุล
อาจารย์ ดร. พงศ์ฐิติ พงศ์ศิลาภรณ์
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอน หลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ตามหลักสูตรการฝึกอบรม สถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) วิธีดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้สร้างชุดการสอนซึ่งประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอน แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ ที่ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System จากนั้นจึงนำไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้สมัครเข้ารับการฝึกอบรม หลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ปีงบประมาณ 2549 จำนวน 30 คน โดยในระหว่างการเรียนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด และทำแบบทดสอบหลังการเรียนจบทุกหัวข้อวิชา หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพชุดการสอน E_1/E_2

ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.46/81.05 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

(วิทยานิพนธ์นี้มีจำนวนทั้งสิ้น 197 หน้า)

คำสำคัญ : ชุดการสอน, UMTS

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Chief Petty Officer 1st Class Wisut Ngamsiri
Thesis Title : The Construction and Efficiency Validation of the Instructional Package for
Universal Mobile Telecommunication System Technology at TOT
Academy TOT Corporation Public Company Limited
Major Field : Electrical Technology
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisors : Assistant Professor Dr.Somsak Akatimagool
Dr.Pongthiti Pongsilamanee
Academic Year : 2006

Abstract

This research aimed to construct and find the efficiency of the instructional package for Universal Mobile Telecommunication System Technology at TOT Academy TOT Corporation Public Company Limited. The instructional package was constructed which consists of teachers' handbook, teaching aids, exercises and test. Samples were 30 employees at registering in Curriculum Universal Mobile Telecommunication System Technology in 2006 at TOT Academy TOT Corporation Public Company Limited. They worked on the exercises and quiz after each lesson then the post-test. The scores were computed for its efficiency with the formula E_1/E_2 .

The results showed that this instructional package had efficiency at 81.46/81.05 which was higher than the set criterion 80/80.

(Total 197 pages)

Keywords : Instructional Package, UMTS

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาจากผู้มีพระคุณหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ อรรคทิมากุล ประธานคณะกรรมการที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.พงศ์ฐิติ พงศ์ศิลาภรณ์ กรรมการที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาวิชา แนะนำวิธีการดำเนินการวิจัย การแก้ปัญหาและเสริมสร้างกำลังใจในการวิจัยตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งจึงขอกราบขอบพระคุณท่านทั้งสองไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้แก่ อาจารย์วิรัตน์ อัสวานวัฑฒิต อาจารย์ต้อง ศรีรักษา อาจารย์ปวีณา อินวาทกุล เรืออากาศโทจิระวัฒน์ อโศกวัฒน์ และอาจารย์ศิดา หอมกลิ่นเดช ได้กรุณาประเมินความเหมาะสมของชุดการสอนและให้ข้อเสนอแนะในการสร้างชุดการสอน

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ครู อาจารย์ ที่คอยเป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนตลอดมา น้อง และหลานๆ ทุกคน ตลอดจนเพื่อนผู้เป็นกำลังใจทุกท่าน ที่คอยสนับสนุน ส่งเสริม และร่วมแก้ปัญหาด้วยดีเสมอมา ประโยชน์อันใดที่พึงมีของงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขออุทิศส่วนกุศลให้กับผู้มีพระคุณทุกท่าน

วิสูตร งามศิริ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1. บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น	3
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	4
1.7 ประโยชน์ของการวิจัย	4
บทที่ 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หลักการของชุดการสอน	6
2.2 หลักการของการฝึกอบรม	12
2.3 การสร้างหลักสูตรการฝึกอบรม	24
2.4 สื่อการเรียนการสอน	35
2.5 การสร้างแบบทดสอบ	40
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	44
บทที่ 3. วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	48
3.2 วิเคราะห์เนื้อหาและพัฒนาหลักสูตรรายวิชา	49
3.3 กำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	51
3.4 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	51
3.5 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	59
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	60

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4. ผลของการวิจัย	
4.1 ผลของชุดการสอนที่สร้างขึ้น	64
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	65
4.2.1 ผลการประเมินชุดการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ	66
4.2.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบฝึกหัด	66
4.2.3 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	67
4.2.4 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดการสอน	67
4.2.5 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรม	68
บทที่ 5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	71
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	72
5.3 ข้อเสนอแนะ	74
บรรณานุกรม	75
ภาคผนวก ก	
รายละเอียดของหลักสูตรรายวิชา	79
ภาคผนวก ข	
รายการหัวข้อวิชาและแหล่งข้อมูล	82
การประเมินความสำคัญของหัวข้อวิชา	83
รายการเนื้อหาสำคัญของหัวข้อวิชา	84
การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	87
ภาคผนวก ค	
ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน	94
ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการออกข้อสอบ	100
ตารางวิเคราะห์การออกข้อสอบ	104

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์แบบฝึกหัดเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	111
การวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	116
การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของข้อสอบ	123

ภาคผนวก จ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ	125
หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดการสอน	126
แบบประเมินชุดการสอน	131

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างแผนการสอน	135
ตัวอย่างใบเนื้อหา	136
ตัวอย่างสื่อเพาเวอร์พอยต์	163
ตัวอย่างแบบฝึกหัด พร้อมเฉลย	178
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพร้อมเฉลย	183

ภาคผนวก ช

ตารางฝึกอบรม	196
--------------	-----

ประวัติผู้วิจัย	197
-----------------	-----

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3-1 จำนวนเอกสาร สื่อการสอน และข้อสอบ	53
3-2 การประเมินความสำคัญของหัวข้อวิชา	56
3-3 การประเมินรายละเอียดของเนื้อหาในแต่ละหัวข้อวิชา	56
3-4 การประเมินความเหมาะสมของสื่อการสอน	57
3-5 การประเมินความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรม	58
3-6 ตารางดำเนินการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง	60
4-1 สรุปผลชุดการสอน	65
4-2 ผลประเมินชุดการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ	66
4-3 ผลคะแนนของแบบฝึกหัดหลังบทเรียน	66
4-4 ผลคะแนนของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	67
4-5 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน	67
4-6 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษา	68
ข-1 รายการหัวข้อเรื่องและแหล่งข้อมูล	81
ข-2 รายการประเมินความสำคัญของหัวข้อวิชา	82
ข-3 รายการเนื้อหาสำคัญของหัวข้อวิชา	84
ข-4 รายการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	87
ค-1 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน	94
ค-2 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เพื่อออกข้อสอบ	100
ค-3 จำนวนข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	104
ง-1 การวิเคราะห์แบบฝึกหัดเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	111
ง-2 การวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	116
ง-3 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก แบบทดสอบ	123

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	แสดงระดับวัตถุประสงค์ทางการศึกษา	30
3-1	แสดงขั้นตอนการวิจัย	47
3-2	การวิเคราะห์เนื้อหาและหลักสูตรรายวิชา	50
3-3	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	51
3-4	ตัวอย่างสื่อวีดีโอ	53
3-5	ตัวอย่างสื่อเพาเวอร์พอยน์	53
3-6	ชุดการสอนที่สมบูรณ์	59
3-7	ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	60
4-1	ชุดการสอนหลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System	64

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันจะเห็นว่าเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันมาก และที่สำคัญคือ ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และเพื่อให้บุคลากรของหน่วยงานมีความสามารถทันต่อเทคโนโลยี วิธีการหนึ่งที่จะสามารถตอบสนองได้ คือ การพัฒนาบุคลากรโดยการฝึกอบรม ซึ่งสถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) มีภารกิจที่สำคัญคือการพัฒนาบุคลากร และด้านการฝึกอบรม เพื่อให้บุคลากรสามารถนำพาทิศทางไปสู่การบริหารเชิงธุรกิจ โดยมีการกำหนดเป้าหมายในการเพิ่มความรู้ความสามารถ และศักยภาพในการปฏิบัติงาน โดยพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมให้มีเนื้อหา ครอบคลุมภารกิจของบริษัท และทันสมัยต่อเทคโนโลยี สามารถตอบสนองความต้องการ ได้อย่างทั่วถึง

หลักสูตรโครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System เป็นหลักสูตรพื้นฐานที่จัดขึ้นตามนโยบายของผู้บริหารด้านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ซึ่งได้มีความคิดที่จะพัฒนาการให้บริการด้วยเทคโนโลยีใหม่โดยการนำเอา เสียง ภาพและอินเทอร์เน็ตมาให้บริการบนโครงข่ายของโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งต้องใช้กับโครงข่ายระบบใหม่ซึ่งใช้เทคโนโลยีของ Universal Mobile Telecommunication System หรือ 3จี โดยที่จะนำมาใช้งานในย่านของความถี่ 2100 เมกะเฮิร์ตซ์ และเพื่อให้เป็นสอดคล้องกับความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีซึ่งในปัจจุบันแนวโน้มของเทคโนโลยีด้านสื่อสารโทรคมนาคมจากระบบเดิมซึ่งเป็นระบบโทรศัพท์ประจำที่ (Fixed Line) ก็จะเปลี่ยนไปสู่ระบบของ Wireless Technology มากขึ้นซึ่งถ้าทางบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) มีนโยบายที่จะนำเอาเทคโนโลยีของโครงข่ายที่เป็นระบบ Wireless เข้ามาใช้งานร่วมกับโครงข่ายเดิมที่มีอยู่จากนโยบายของผู้บริหารดังกล่าวข้างต้นที่จะต้องมีการนำเอาเทคโนโลยีของโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่3(3G)หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) ซึ่งเป็นระบบใหม่เข้ามาใช้งานในการให้บริการร่วมกับ โครงข่ายเดิมของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ซึ่งก็ทำให้เกิดปัญหาที่ตามมากับพนักงานคือ

1. ขาดความรู้และความเข้าใจในระบบ UMTS
2. ขาดความรู้และความเข้าใจในการใช้งาน
3. ขาดความรู้และความเข้าใจทางด้านเทคนิค

ดังนั้นจากปัญหาดังกล่าวทำให้ทางบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) มีความจำเป็นต้องมีการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ในระบบของ UMTS เป็นการเร่งด่วนเพื่อที่จะให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีใหม่ที่จะนำมาใช้งาน จึงจำเป็นต้องมีการเปิดอบรมหลักสูตรเทคโนโลยีของ UMTS ซึ่งเป็นหลักสูตรที่ยังไม่เคยมีการจัดฝึกอบรมมาก่อนและยังขาดชุดฝึกอบรมที่ยังไม่มีองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตรอยู่คือ

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. เอกสารประกอบการสอน
3. แบบทดสอบ
4. สื่อการสอน

ดังนั้นแนวทางในการแก้ปัญหาการฝึกอบรมในหลักสูตรโครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System ซึ่งมีโครงร่างหลักสูตรเดิมจากการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญที่ยังไม่เคยมีการจัดฝึกอบรมมาก่อน จึงจำเป็นที่จะต้องมีการสร้างชุดการสอนหลักสูตรดังกล่าว ที่ประกอบไปด้วยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เอกสารประกอบการสอน แบบฝึกหัด เฉลยแบบฝึกหัด แบบทดสอบ เฉลยแบบทดสอบ สื่อการสอน หลังจากนั้นนำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปหาประสิทธิภาพ เพื่อใช้ในการฝึกอบรมให้กับบุคลากร อาทิเช่น จากผลการวิจัยของ คลฤดี, (2547: ค) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน หลักสูตรเทคโนโลยีสมาร์ตการ์ดและการประยุกต์ใช้งาน สถาบันวิชาการ ทสท. บริษัท ทสท คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ 83.08 / 81.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80 / 80 จากผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการมีชุดการสอนที่ดีนั้นสามารถนำไปใช้สอนกับผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ตรงตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญถึงแนวทาง และวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยการสร้างชุดการสอน (Instructional Package) หลักสูตรโครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System เพื่อให้การจัดการฝึกอบรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เข้าฝึกอบรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอน หลักสูตร โครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System ตามหลักสูตรการฝึกอบรม สถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ชุดการสอนหลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.3.2 ชุดการสอนที่สร้างขึ้นหลังจากผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้านโดยให้อยู่ในเกณฑ์ดี

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ชุดการสอนหลักสูตร เทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ตามหลักสูตรการฝึกอบรม สถาบันวิชาการทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ระยะเวลา 4 วัน โดยมีเนื้อหาจำนวน 7 หัวข้อ ดังนี้

- 1.4.1.1 การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารไร้สาย (Cellular Wireless network)
- 1.4.1.2 สถาปัตยกรรมของโครงข่าย UMTS (UMTS network architecture)
- 1.4.1.3 การเข้าถึงโครงข่ายโดยวิธีการด้วยคลื่น (Radio Access Method)
- 1.4.1.4 โพรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS (Protocol and Signaling)
- 1.4.1.5 การทำงานพื้นฐานของโครงข่าย UMTS (Basic Operation for UMTS)
- 1.4.1.6 ระบบความปลอดภัยที่ใช้กับโครงข่าย UMTS (Security in UMTS Environment)
- 1.4.1.7 การให้บริการบนโครงข่าย UMTS

1.4.2 ชุดการสอนในแต่ละหัวข้อมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

1.4.2.1 คู่มือครู ประกอบไปด้วย

- ก) ลักษณะรายวิชา
- ข) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ค) แผนการสอน
- ง) เอกสารประกอบการสอนหรือใบเนื้อหา
- จ) แบบฝึกหัดหลังบทเรียนพร้อมเฉลย
- ฉ) ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังฝึกอบรมพร้อมเฉลย

1.4.2.2 สื่อการสอน ประกอบไปด้วย

- ก) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประกอบคำบรรยาย ลักษณะ Presentation และภาพเคลื่อนไหว
- ข) วิดีโอ

1.4.2.3 คู่มือนักเรียน ประกอบไปด้วย

- ก) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ข) เอกสารประกอบการสอนหรือใบเนื้อหา
- ค) แบบฝึกหัดหลังบทเรียน

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

- 1.5.1 การวิจัยครั้งนี้ไม่คำนึง ถึงเพศ อายุ พื้นฐานทางเศรษฐกิจ สังคม อารมณ์ และช่วงเวลาการอบรมของกลุ่มตัวอย่าง
- 1.5.2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ การตอบแบบประเมิน หรือแบบสอบถามถือว่าแสดงถึงความรู้สึที่แท้จริง
- 1.5.3 ปัจจัยของผู้สอนจะไม่นำมาพิจารณาในการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 ชุดการสอน หมายถึง เอกสารหรือเนื้อหาสำหรับวิทยากร หลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอน และคู่มือนักเรียน

1.6.2 คู่มือครู ประกอบด้วย ลักษณะรายวิชา วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แผนการสอน เอกสารประกอบการสอนหรือใบเนื้อหา แบบฝึกหัดหลังบทเรียนพร้อมเฉลย ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังฝึกอบรมพร้อมเฉลย

1.6.3 เอกสารประกอบการสอน หมายถึง เอกสารที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบการเรียนการสอน

1.6.4 สื่อการสอน หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่ใช้เป็นสื่อกลางให้ผู้สอนสามารถส่งหรือถ่ายทอดความรู้ไปยังผู้เรียน

1.6.5 แบบฝึกหัด หมายถึง แบบทดสอบที่ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำหลังเรียนจบในแต่ละหัวข้อวิชา เพื่อประเมินความก้าวหน้าทางการเรียน

1.6.6 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำหลังเรียนจบทุกหัวข้อวิชาของหลักสูตรการฝึกอบรม

1.6.7 ประสิทธิภาพชุดการสอน หมายถึง คุณภาพของชุดการสอนที่วัดจากค่าคะแนนเฉลี่ยของผู้เข้ารับการฝึกอบรมทั้งหมด จากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ

1.6.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถทำแบบทดสอบภายหลังการเรียนได้ถูกต้อง โดยคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ

1.6.9 เกณฑ์ที่กำหนด 80/80 หมายถึง ระดับคะแนนเฉลี่ยในชุดการสอนที่คาดหวังของผู้วิจัยที่กำหนดขึ้น โดยอาศัยข้อมูลจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการวิเคราะห์ความยากง่ายของเนื้อหา และความจำเป็นในการนำไปใช้

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดหลังบทเรียนของผู้เข้ารับ การฝึกอบรมทั้งหมดคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัด

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เข้ารับ การฝึกอบรมทั้งหมด คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบ

1.6.10 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่จบการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาตรี และเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ การสอนในเนื้อหาที่เกี่ยวกับสื่อสารและโทรคมนาคม หรือการออกแบบสื่อการเรียนการสอนมา ไม่น้อยกว่า 5 ปี

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ชุดการสอนที่สร้างขึ้นสำหรับหลักสูตร เทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ของสถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ซึ่งเป็นไปตามนโยบายของการ นำเอาเทคโนโลยีระบบใหม่มาใช้งานและจะทำให้ผู้เข้าอบรมด้วยชุดการสอนนี้มีความรู้ความเข้าใจ เทคโนโลยีใหม่นี้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร และเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ทำให้เกิดความเสมอภาคทางการเรียน รวมถึงผู้สอนสามารถสอนได้ตรงแนวทางที่กำหนดไว้ในคู่มือ ครู และสอนได้ครบถ้วนตามหลักสูตร ซึ่งจะประโยชน์ต่อหน่วยงานโดยรวม และเป็นแนวทาง ให้อาจารย์ผู้สอนได้มีการศึกษาทำการวิจัยเพื่อนำไปปรับปรุงการสอนของตนให้มีผลดีในวิชาอื่นๆ ยิ่งขึ้น ในกรณีที่ผู้สอนเดิมไม่สามารถมาสอนได้ ผู้สอนท่านอื่นที่มีความรู้ในสาขาเดียวกันก็สามารถ นำเอาชุดการสอนนี้มาสอนได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ผลงานวิจัย และงานเขียนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย เพื่อสร้างชุดการสอนหลักสูตรโครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System ตามหลักสูตรการฝึกอบรม สถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี ผลงานเขียน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น หัวข้อเรื่อง ดังต่อไปนี้

- 2.1 หลักการของชุดการสอน
- 2.2 หลักการของการฝึกอบรม
 - 2.2.1 ความหมายของการฝึกอบรม
 - 2.2.2 ความสำคัญของการฝึกอบรม
 - 2.2.3 ประเภทของการฝึกอบรม
 - 2.2.4 ความจำเป็นในการฝึกอบรม
 - 2.2.5 แนวคิดเกี่ยวกับการฝึกอบรม
- 2.3 การสร้างหลักสูตรการฝึกอบรม
- 2.4 สื่อการเรียนการสอน
- 2.5 การสร้างแบบทดสอบ
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการของชุดการสอน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน หรืออาจจะเรียกอีกอย่างหนึ่งได้ว่าชุดการเรียนการสอน (Instructional packages) นักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้กล่าวถึงความหมายของชุดการสอนไว้ดังนี้

ชุดการเรียนการสอน คือ การจัดโปรแกรมการเรียนการสอน โดยการใช้ระบบสื่อประสม (Multimedia System) เพื่อสนองจุดมุ่งหมายในการจัดการเรียนการสอนที่ตั้งไว้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ให้สะดวกต่อการใช้ในการเรียนการสอน (นิพนธ์, 2520:62)

ชุดการสอน คือ วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เลือกสรรแล้วอันประกอบด้วย จุดมุ่งหมาย เนื้อหาและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลาย ตลอดจนถึงกิจกรรมต่าง ๆ ที่รวมไว้เป็นระเบียบในกล่องการสอน เพื่อให้ผู้เรียนศึกษาจากประสบการณ์ทั้งหมดนี้ได้อย่างได้ผลดีขึ้น (ประหยัด, 2522:170)

ชุดการสอน เป็นนวัตกรรมการใช้สื่อการสอนแบบประสม (Multimedia) ที่จัดขึ้นสำหรับ หน่วยการเรียนตามหัวข้อ เนื้อหา และประสบการณ์ของแต่ละหน่วย มาใช้ในการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมการเรียนรู้ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งนิยมจัดสื่อการสอนประสมรวมไว้ เป็นกล่อง หรือเป็นซองหรือเป็นกระเป๋า แล้วแต่ผู้สร้างจะจัดขึ้น (อัญชลีและสุกัญญา, 2523:157)

ชุดการสอน หมายถึง ระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับเนื้อหา มาส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (กาญจนา, 2524: 117)

ชุดการเรียนการสอน หมายถึง การวางแผนการเรียนการสอนโดยใช้สื่อต่าง ๆ ร่วมกัน (Multimedia Approach) หรือหมายถึง การใช้สื่อประสม (Multimedia) ที่จัดไว้เป็นชุดเพื่อสร้าง ประสบการณ์ในการเรียนและไปตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ (วาสนา, 2525: 138)

ชุดการสอน เป็นนวัตกรรมการศึกษา และการสอนที่เกี่ยวกับการปฏิรูปหลักสูตร โดยเป็น ระบบการนำสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาช่วยให้เกิดการ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน (ไชยยศ, 2526: 196)

ชุดการสอน หมายถึง ชุดของวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบกันขึ้นเพื่อใช้สอนจะมีสื่อ มากกว่า 1 ชิ้นขึ้นไปสื่อจะอยู่ในรูปของสื่อประสม (สมหญิง, 2529:66)

ชุดการสอน เป็นการนำสื่อการสอนหลายประเภทมาใช้ร่วมกันในรูปแบบของสื่อประสม โดยการใช้สื่อประสมนี้เป็นการนำวัสดุอุปกรณ์ตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป มาใช้ร่วมกันในการเรียน การสอน ซึ่งอาจเป็นการใช้กับผู้เรียนกลุ่มใหญ่หรือการศึกษารายบุคคล (กิดานันท์, 2531: 81)

ชุดการสอน (Instructional Package หรือ Instruction Kit) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อันประกอบไปด้วย วัตถุประสงค์เนื้อหาและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายไว้เป็นชุด ๆ เพื่อจัดกิจกรรม ให้เกิดการเรียนรู้ และช่วยให้ผู้สอนดำเนินการสอนที่มีคุณภาพเท่าเทียมกันอยู่ในมาตรฐานเดียวกัน และยังทำให้ประหยัดเวลาในการเตรียมการสอนทำให้การสอนเรื่องนั้นๆ บรรลุวัตถุประสงค์ เดียวกันด้วยวิธีเดียวกัน และช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุตามจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพ (เสาวณี, 2528: 291)

ชุดการสอน หมายถึง ชุดของสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ใน การเรียนของแต่ละหน่วย โดยการนำวิธีการจัดระบบมาใช้ทั้งนี้เพื่อช่วยในการเปลี่ยนพฤติกรรม

การเรียนรู้ของผู้เรียนให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ และช่วยให้การสอนของครูดำเนินไปโดยสะดวกและมีประสิทธิภาพ (กรองกาญจน์, 2536: 194)

จากความหมายของชุดการสอนที่นักการศึกษาหลาย ๆ ท่านกล่าวไว้สรุปได้ว่าชุดการสอนหรือชุดการเรียนการสอน หมายถึง ระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนการสอนแบบประสมที่สัมพันธ์กับเนื้อหาวิชามาส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.1.1 ประเภทและส่วนประกอบของชุดการสอน

ชุดการสอนแบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้ 4 ประเภทคือ

2.1.1.1 ชุดการสอนประกอบคำบรรยาย หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าชุดการสอนสำหรับครูเป็นชุดการสอน ที่กำหนดกิจกรรมและสื่อการสอนให้ครูใช้ประกอบการสอนแบบบรรยาย เพื่อเปลี่ยน บทบาทของครูให้พูดน้อยลง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น ครูสามารถนำชุดการสอนไปใช้สอนได้ทันทีโดยไม่ต้องวางแผนการสอนหรือเตรียมสื่อการสอน

ชุดการสอนนี้จะประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ ที่สำคัญคือ

- ก) คู่มือครู ที่ประกอบด้วยจุดมุ่งหมายของหลักสูตร วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม รายละเอียดของเนื้อหาวิชา วิธีดำเนินการสอน รายการบอกชนิด และคำแนะนำการใช้สื่อการสอน
- ข) สื่อการเรียนการสอน (Instructional Multimedia) ที่ใช้ประกอบการสอน
- ค) แบบฝึกหัดและแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (วาสนา, 2525:138)

2.1.1.2 ชุดการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดการสอนแบบกิจกรรมที่ขึ้นระบบการผลิตสื่อการสอนตามหน่วย และหัวข้อที่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม ประกอบด้วยชุดการสอนที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนศูนย์ที่แบ่งไว้แต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์มีสื่อการเรียนครบชุดตามจำนวนผู้เรียน ในศูนย์กิจกรรมนั้น ๆ สื่อที่ใช้ในศูนย์จัดไว้ในรูปสื่อประสมอาจใช้สื่อรายบุคคล หรือสื่อสำหรับกลุ่มที่ผู้เรียนทั้งศูนย์ใช้ร่วมกัน ผู้เรียนที่เรียนจากชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มจะต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มเรียนเท่านั้น หลังจากเคยชินต่อวิธีการใช้แล้ว ผู้เรียนสามารถช่วยเหลือกันและกันได้เอง ระหว่างประกอบกิจกรรมการเรียนรู้หากมีปัญหาผู้เรียนสามารถซักถามครูได้เสมอ (ไชยยศ, 2526:197)

ชุดการสอนประเภทนี้ประกอบด้วย

- ก) คู่มือครู ซึ่งจะช่วยให้การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ในคู่มือครูจะมีคำชี้แจงสำหรับครู สิ่งที่ต้องเตรียม บทบาทของนักเรียน การจัดชั้นเรียนพร้อมแผนผัง แผนการสอน เนื้อหาสาระประจำสัปดาห์ต่าง ๆ แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

ข) สื่อสำหรับศูนย์กิจกรรม มีบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม หรือบัตรนำอภิปราย และบัตรเฉลย รวมทั้งสื่อการเรียนอื่น ๆ เช่น รูปภาพ แบบเรียน เป็นต้น จำนวนบัตรต่าง ๆ หรือสื่อการเรียนอาจมีเท่ากับจำนวนนักเรียนในกลุ่ม หรืออาจใช้ร่วมกันก็ได้ ไม่จำเป็นต้องใช้ทุกคน

ค) แบบฝึกหัด (Work Book) แบบฝึกหัดตามที่มอบหมายไว้ในบัตรกิจกรรม อาจแยกเป็นชุด ๆ หรือรวมกันเป็นเล่มก็ได้

ง) แบบทดสอบสำหรับการประเมินผล ซึ่งใช้ก่อนและหลังการเรียน โดยมีกระดาษคำตอบเตรียมไว้พร้อมการทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน แล้วเก็บผลเอาไว้เปรียบเทียบกับผลการทดสอบหลังเรียน ส่วนการทดสอบหลังเรียนซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน จะนำไปประเมินผลการเรียนของนักเรียน โดยใช้แบบอิงเกณฑ์

2.1.1.3 ชุดการสอนแบบเอกัตภาพหรือชุดการสอนแบบรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่ให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองตามความสามารถ และความสนใจของแต่ละบุคคล เมื่อศึกษาจบแล้วสามารถทำการทดสอบและประเมินผลความก้าวหน้าได้ด้วยตัวเอง ชุดการสอนแบบนี้จะส่งเสริมการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองเต็มความสามารถโดยไม่ต้องคอยผู้อื่น (รุ่งทิวา, 2527: 88) ชุดการสอนรายบุคคลจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ คล้ายคลึงกับชุดการสอน ที่ใช้สำหรับกิจกรรมกลุ่ม (วาสนา, 2525: 139)

2.1.1.4 ชุดการสอนทางไกล เป็นชุดการสอนที่ครูและนักเรียน อยู่ต่างที่ ต่างเวลา กันจะสอนโดยเน้นให้นักเรียนได้เรียนด้วยตนเองโดยไม่จำเป็นต้องมาเข้าชั้นเรียน ซึ่งประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุกระจายเสียง โทรทัศน์ ภาพยนตร์และการสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา เช่น ชุดการสอนทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (ชัยงค์และคณะ, 2524: 118)

สรุป ประเภทของชุดการสอนมีดังนี้ ชุดการสอนประกอบคำบรรยาย ชุดการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม ชุดการสอนรายบุคคล และชุดการสอนทางไกล ซึ่งมีส่วนประกอบคือ คู่มือครู สื่อการเรียนการสอน แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ

2.1.2 หลักการผลิตชุดการสอน

การผลิตชุดการสอนมีขั้นตอนสำคัญ 10 ขั้นตอนด้วยกันคือ (ไชยศ, 2526:199)

2.1.2.1 กำหนดหมวดหมู่ เนื้อหาและประสบการณ์

2.1.2.2 กำหนดหน่วยการสอนโดยแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอน

โดยประมาณเนื้อหาวิชาที่จะให้ผู้สอนสามารถถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียนในหนึ่งสัปดาห์หรือสอนได้หน่วยละครั้ง

2.1.2.3 กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตัวเองว่า ในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์อะไรแก่ผู้เรียนบ้าง แล้วกำหนดหัวเรื่องออกมาเป็นหน่วยการสอนย่อย

2.1.2.4 กำหนดหลักการและมโนคติ หลักการและมโนคติที่กำหนดขึ้นต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปแนวความคิด สารและหลักเกณฑ์ที่สำคัญไว้เพื่อเป็นแนวทางจัดเนื้อหา มาสอนให้สอดคล้องกัน

2.1.2.5 กำหนดวัตถุประสงค์ให้ผู้สอดคล้องกับหัวเรื่อง โดยเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่ต้องมีเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

2.1.2.6 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะ เป็นแนวทางการเลือกและผลิตสื่อการสอน “กิจกรรมการเรียนรู้” หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่านบัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เขียนภาพ ทำการทดลอง เล่นเกมส์ ฯลฯ

2.1.2.7 กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม พฤติกรรม โดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Test) เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังผ่านกิจกรรม แล้ว ผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

2.1.2.8 เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ครูใช้ ถือเป็นสื่อการสอน ทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนแต่ละหัวข้อแล้ว ก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นเป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ เพื่อนำไปทดลองหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพนิยม ตั้งไว้ 90/90 สำหรับเนื้อหาที่เป็นความจำและไม่ต่ำกว่า 80/80 สำหรับวิชาทักษะ เช่น ภาษา เพราะ การเปลี่ยนพฤติกรรมคิดตามระยะเวลา ไม่สามารถเปลี่ยนและวัดได้ทันทีที่เรียนเสร็จไปแล้ว

2.1.2.9 หาประสิทธิภาพชุดการสอนเพื่อเป็นการประกันว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้น โดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล

2.1.2.10 การใช้ชุดการสอน เป็นขั้นการนำชุดการสอนไปใช้ ซึ่งจะต้องมี การตรวจสอบและปรับปรุงอยู่ตลอดเวลา การใช้ชุดการสอนกำหนดขึ้นตอนดังนี้ (สมหญิง, 2529:71)

- ก) ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
- ข) เข้าสู่บทเรียน
- ค) ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
- ง) สรุป
- จ) ทำแบบฝึกหัดหลังเรียน

จากข้อมูลที่ได้ศึกษาพอสรุปได้ว่า การออกแบบชุดการเรียนรู้การสอนจะทำได้โดยการนำเอาข้อมูลที่ได้จากจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และคำอธิบายรายวิชา แล้วนำมาออกแบบชุดการสอนได้ดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)
2. วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. กำหนดเนื้อหาวิชาที่จะใช้สอนตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. สร้างใบเนื้อหาและใบแบบฝึกหัด
5. จัดทำแผนการสอนเพื่อกำหนดกิจกรรมผู้เรียนโดยการกำหนดวิธีการสอน กิจกรรม สื่อที่ใช้ ตลอดจนการทำแบบทดสอบ ให้สอดคล้องกับเวลาและเนื้อหาในการสอนแต่ละครั้ง

6. ออกแบบและสร้างสื่อการสอนให้สอดคล้องกับแผนการสอน
 7. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ประโยชน์และคุณค่าของชุดการสอน

ชุดการสอนจะมีประโยชน์และคุณค่าในการเรียนการสอนอยู่หลายประการคือ

1. ชุดการสอนจะลดภาระของผู้สอน เมื่อมีชุดการสอนสำเร็จแล้ว ครูผู้สอนจะดำเนินการสอนตามคำแนะนำที่มีมาให้ในชุดการสอนตามลำดับ แต่ละขั้นตอนของการสอนจะใช้สื่อและกิจกรรมตามคำแนะนำที่มีไว้ให้พร้อม ผู้สอนไม่จำเป็นต้องทำสื่อใหม่ ๆ เพิ่มเติมเพราะชุดการสอนจะสามารถใช้ได้ตามที่ครูผู้สอนหยิบใช้

2. ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในแนวเดียวกัน การสอนแบบเดิมครูผู้สอนแต่ละคนอาจจะสอนหลายแบบในเรื่องเดียวกัน ทำให้เกิดปัญหาความแตกต่างในด้านประสิทธิภาพของการสอน การมีชุดการสอนจะแก้ปัญหานี้ได้ (นิพนธ์,2520:63)

3. ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหา และประสบการณ์ที่สลับซับซ้อน และมีลักษณะเป็นนามธรรมสูง เช่น การทำงานของเครื่องกล อวัยวะในร่างกาย การเติบโตของสัตว์ชั้นต่ำ ฯลฯ ซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้ดี (ชัยยงค์และคณะ,2523:121)

4. ช่วยครูไม่ต้องเสียเวลาในการคิดค้นมาก นอกจากนั้นยังเป็นวิธีการอบรมครูประจำการ เรื่องการดำเนินการสอนได้อีกประการหนึ่ง (ชม,2524:99)

5. ทำให้ครูมีเวลาเพียงพอในการที่จะเตรียมการสอน คั่นคว้าเพิ่มเติม ให้เป็นไปตามที่ชุดการสอนระบุไว้เพื่อประสิทธิภาพของการเรียนการสอน รวมทั้งมีเวลาในการตรวจแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ แทนที่จะทุ่มเวลาในการทำสื่อการสอน และโดยเฉพาะครูที่ไม่มีความสามารถในด้านนี้จะเป็ปัญหา มาก ในที่สุดจะไม่ยอมใช้สื่อการเรียนการสอน หรือสื่อการสอนอาจจะออกมาในรูปที่ไม่น่าดูนัก (วาสนา,2525:139)

6. ช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจแก่ผู้สอน เพราะชุดการสอนได้ผลิตไว้อย่างมีระบบ อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ได้ตลอดเวลา (สมหญิง, 2529: 72)

2.2 หลักการของการฝึกอบรม

2.2.1 ความหมายของการฝึกอบรม

การฝึกอบรมคือ กิจกรรมการเรียนรู้ (Learning) เฉพาะอย่างของบุคคลเพื่อปรับปรุงและเพิ่มพูนความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจ (Understanding) ทักษะหรือความชำนาญการ (Skill) และทัศนคติ (Attitude) อันเหมาะสม จนสามารถก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงในพฤติกรรมและทัศนคติเพื่อการปฏิบัติงานในหน้าที่ (Specific Knowledge) เพื่อยกมาตรฐานการปฏิบัติงานให้อยู่ในระดับสูงขึ้น และทำให้นุคลากรมีความเจริญก้าวหน้าในงาน

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษา และนักฝึกอบรมได้ให้ความหมายของการฝึกอบรม (Training) ไว้ดังนี้

น้อย อ่างถึงใน Carter V. Good (คาร์เตอร์ วี คุด, 1973) ซึ่งกล่าวไว้ในพจนานุกรมการศึกษาว่า เป็นกระบวนการช่วยให้บุคคลอื่นมีทักษะและความรู้โดยจัดขึ้นภายใต้สภาวะเงื่อนไขบางประการ และไม่ถึงกับทำอะไรใหญ่โตแบบที่นักเรียนเรียนทักษะและความรู้กันในสถาบันการศึกษาทั่วไป

สุปราณี (2535) ได้สรุปความหมายของการฝึกอบรมและการพัฒนาบุคคลไว้ว่า เป็นการเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจ และความชำนาญให้แก่พนักงานในบริษัทจนสามารถก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงในพฤติกรรมและทัศนคติอย่างค่อนข้างจะถาวรอันจะอำนวยความสะดวกให้พนักงานปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และทำให้เขามีความเจริญก้าวหน้าในการทำงาน

ชาลยู (2539: 14) ได้สรุปความหมายของการฝึกอบรมไว้ว่า การฝึกอบรม คือ “กระบวนการที่เป็นระบบที่จะช่วยเพิ่มพูนความรู้ ความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงาน รวมถึงการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ และพฤติกรรมในการปฏิบัติงานของบุคคล (ผู้ปฏิบัติงาน) ให้ดีขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้บุคคลนั้นสามารถปฏิบัติงานที่อยู่ในความรับผิดชอบได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้นอีก อันจะเป็นประโยชน์ต่อ “งาน” ที่รับผิดชอบในปัจจุบัน และ/หรืองานที่กำลังจะได้รับมอบหมายให้ทำในอนาคตโดยตรง”

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การฝึกอบรมนั้น หมายถึงกระบวนการจัดกิจกรรมที่ตรงกับความจำเป็นจริงของปัญหา โดยจัดเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และเปลี่ยนเจตคติของบุคลากร เพื่อนำประสบการณ์ทั้งหมดที่ได้รับจากการอบรมไปใช้แก้ไขปัญหาของงานที่ทำอยู่ ให้บรรลุความสำเร็จตามความต้องการของบริษัท

การศึกษาเกี่ยวกับการฝึกอบรมมีความแตกต่างกัน เนื่องจากการศึกษาเป็นการให้ความรู้ ความเข้าใจในหลักทฤษฎีหลาย ๆ เรื่องอย่างกว้าง ๆ ต้องเรียนต่อเนื่องกันยาวนานเป็นปี ส่วนการฝึกอบรมให้ความรู้ ความเข้าใจเจาะจงเฉพาะเรื่องที่เป็นปัญหาของงานเท่านั้น และการเรียนใช้ช่วงเวลาสั้น ๆ เรียนจบแล้วนำไปใช้ได้ทันที

2.2.2 ความสำคัญของการฝึกอบรม

การพัฒนาบริษัทจำเป็นต้องมีการพัฒนาบุคลากร วิธีการหนึ่งที่ใช้สำหรับการพัฒนาบุคลากรคือ การฝึกอบรมเพราะบริษัทจะพัฒนาตนเองไม่ได้ถ้าขาดบุคลากรที่มีคุณภาพ การฝึกอบรมจึงมีความสำคัญต่อบริษัทดังต่อไปนี้

2.2.2.1 สร้างความประทับใจให้พนักงานที่เริ่มมาทำงานเนื่องจากพนักงานที่บรรจุใหม่เปลี่ยนสภาพแวดล้อมจากสังคมเดิมมาเป็นสังคมใหม่ มีเพื่อนใหม่ สถานที่ใหม่ เครื่องมือใหม่ และหน้าที่รับผิดชอบมากขึ้น ดังนั้นการฝึกอบรมปฐมนิเทศเริ่มเข้าทำงานจึงมีความสำคัญมาก พนักงานใหม่จะมีเจตคติ (Attitude) ที่ดีต่อหัวหน้า เพื่อนร่วมงาน และหน้าที่การงานที่ได้รับมอบหมาย

2.2.2.2 เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้สูงขึ้น พนักงานที่ทำงานอยู่แล้วระยะหนึ่งอาจเกิดความเฉื่อยชา เมื่อได้มีโอกาสเข้ารับการอบรมพบปะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและเพิ่มพูนความรู้จากวิทยากร จะเป็นการกระตุ้นให้กระตือรือร้น กระฉับกระเฉงขึ้น

2.2.2.3 เตรียมขยายงานของบริษัท บริษัทต้องมีการพัฒนาขยายเครือข่ายของงาน บุคลากรที่มีประสิทธิภาพในงานของบริษัทระดับหนึ่ง ย่อมมีความสำคัญต่อการขยายงาน ซึ่งบริษัทจำเป็นต้องใช้บุคคลเหล่านี้เป็นผู้นำ ดังนั้นบริษัทจึงต้องอบรมบุคลากรไว้รับการขยายงานของบริษัท

2.2.2.4 พัฒนาพนักงานของบริษัทให้ทันกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ประสิทธิภาพในการผลิต ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ เทคโนโลยีใหม่ ๆ มีบทบาทมากขึ้น การนำเทคโนโลยีมาใช้กับงานจำเป็นต้องอบรมพนักงานให้รู้จักใช้อุปกรณ์ที่ทันสมัย

2.2.2.5 สร้างขวัญและกำลังใจให้พนักงานของบริษัท ให้เกิดความมั่นคงในการทำงาน พนักงานที่ทำงานมาระยะหนึ่งมีความรู้ ความสามารถเหมาะสมก็ควรได้เลื่อนปรับเปลี่ยนตำแหน่งที่สูงขึ้น การไปรับตำแหน่งใหม่ควรมีการฝึกอบรมเพื่อเตรียมตัวไปดำรงตำแหน่งนั้น

2.2.2.6 เพิ่มพูนวิทยาการที่เป็นประโยชน์กับการพัฒนาคุณภาพชีวิตของพนักงานในบริษัท โดยบริษัทต้องมีการสัมมนา บรรยายพิเศษ เพื่อให้ความรู้ที่จำเป็นแก่พนักงานในบริษัท

2.2.2.7 ลดงบประมาณค่าวัสดุสูญเสีย เนื่องจากความไม่รู้ที่ทำให้เกิดการสูญเสียของบริษัท

2.2.2.8 สร้างความสามัคคีในหมู่พนักงาน การฝึกอบรมเป็นโอกาสที่พนักงานได้พักอยู่ร่วมกัน ได้ร่วมคิด ร่วมพูด และร่วมทำกิจกรรม สร้างความคุ้นเคยให้พนักงานได้สนิทสนมสามัคคีกัน

2.2.2.9 เป็นวิธีการแห่งประชาธิปไตย บรรยายการฝึกอบรมส่งเสริมการทำงานร่วมกัน สนับสนุน การเป็นผู้นำและผู้ตาม เคารพในเหตุและผลซึ่งกันและกันเพื่อความถูกต้อง

2.2.2.10 เป็นการส่งเสริมการศึกษาตลอดชีวิต (Long-lift Education) ของบุคคลให้ได้มีโอกาสพัฒนาตนเองอยู่ตลอดเวลา

จุดมุ่งหมายของการฝึกอบรมและการพัฒนาการฝึกอบรมและการพัฒนาโดยทั่วไปมีจุดมุ่งหมายเพื่อ

- พัฒนาความรู้ (Knowledge)
- พัฒนาทักษะ (Skill)
- พัฒนาทัศนคติ (Attitude) ไปในทางที่พึงปรารถนา

เมื่อบุคคลได้รับการฝึกอบรมทางด้านความรู้ ทักษะ และทัศนคติแล้วกลับไปปฏิบัติงานก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม (Behavior change) ในการปฏิบัติงานทำให้การปฏิบัติงานได้ผลดีขึ้น

การฝึกอบรมและการพัฒนา โดยทั่วไปจะต้องมีหนึ่งหรือมากกว่า จุดหมายดังต่อไปนี้

1. เพื่อปรับปรุงแก้ไขความรู้รอบเพื่อการปฏิบัติงานของแต่ละบุคลากรในแต่ละระดับ เกี่ยวกับการเข้าใจกฎหมาย กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ และหน้าที่รับผิดชอบของแต่ละหน่วยงาน การเข้าใจการบริหาร การจัดการ รูปแบบการบริหารของผู้บริหาร เพิ่มความเข้าใจผู้บริหารและให้หลักการปรับปรุงบุคลากรเองให้เข้ากับการบริหารของผู้บริหารแต่ละคนว่าพึงควรปฏิบัติอย่างไร การเข้าใจภาวะทางการเมือง เศรษฐกิจ และสังคม

2. เพื่อเพิ่มทักษะ ความชำนาญการหนึ่งงาน/สาขา หรือมากกว่า การเพิ่มทักษะความชำนาญการเป็นจุดมุ่งหมายของการฝึกอบรมและการพัฒนามาช้านาน ทักษะรวมถึงตั้งแต่งานไฟฟ้า วาดรูป การอ่านค้นฉบับ สิ่งพิมพ์ การใช้คอมพิวเตอร์ในกิจการต่าง ๆ การรักษาความปลอดภัย การจัดลำดับความสำคัญของงาน การแก้ไขปัญหาการร้องทุกข์ของบุคลากร การเพิ่มทักษะเพื่อเกิดความชำนาญการ และสามารถแก้ไขสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องดีขึ้น และมีการตัดสินใจที่ดีขึ้น

3. เพื่อการจูงใจบุคลากรให้ปฏิบัติงานในหน้าที่ให้ดีขึ้นการฝึกอบรมโดยทั่วไปจุดมุ่งหมายมักจะเน้นจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงแก้ไขความรู้รอบเพื่อการปฏิบัติงาน และเพิ่มทักษะความชำนาญการแต่ละเลเยอร์จูงใจบุคลากรให้ปฏิบัติงานในหน้าที่ให้ดีขึ้น ทั้งที่การจูงใจบุคลากรเป็นเรื่องสำคัญอีกเรื่องหนึ่งที่จะต้องคำนึงถึงเพราะหากบุคลากรมีความรู้และทักษะในการทำงานแต่ขาดการจูงใจใน

การทำงานก็จะไม่นำความรู้และทักษะมาใช้ในการปฏิบัติงานเต็มความสามารถและการขาดการตั้งใจให้ปฏิบัติงาน อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่บุคลากรที่ได้รับการฝึกอบรมและการพัฒนาไม่นำความรู้และทักษะมาใช้ในการปฏิบัติงานอย่างเต็มความสามารถ ดังนั้นการฝึกอบรมและการพัฒนาที่ไม่เกิดผลที่กำหนดไว้

เมื่อบริษัทใดมีการฝึกอบรมและการพัฒนาอย่างมีระบบ บริษัทนั้นก็ได้รับประโยชน์จากการฝึกอบรมและการพัฒนา คือ มีการเพิ่มผลผลิต (Productivity) นั่นก็คือ มีผลผลิตสูง มีต้นทุนต่ำ มีกำไรมาก มีบุคลากรที่มีคุณภาพและความพอใจในการทำงาน ตั้งอกตั้งใจทำงานอย่างขยันขันแข็ง ลดอุบัติเหตุ มีการปรับปรุงคุณภาพสินค้าและบริการ ทำให้ได้ลูกค้าเพิ่มหรือมีผู้รับบริการพึงพอใจในการบริการมากขึ้น มีส่วนแบ่งของตลาดมากขึ้น และสามารถทำการสะสมกำไรเพื่อเปลี่ยนเครื่องจักร ขยายโรงงาน และลงทุนเพิ่ม ทำให้กิจการเติบโตก้าวหน้าได้

2.2.3 ประเภทของการฝึกอบรม

การแบ่งประเภทของการฝึกอบรมมีหลายวิธีแตกต่างกันไป สุดแล้วแต่ผู้จัดการฝึกอบรมจะกำหนด ส่วนมากจะใช้หลักสูตรโครงการ หรือตำแหน่งหน้าที่ของผู้เข้ารับการอบรมมาเป็นชื่อของประเภท แต่โดยทั่วไปการฝึกอบรมแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภทคือ

2.2.3.1 การฝึกอบรมก่อนเข้าทำงาน (pre-service training)

2.2.3.2 การฝึกอบรมระหว่างการทำงาน (in-service training)

การฝึกอบรมแต่ละประเภทดังกล่าว ยังแยกย่อยออกไปตามความต้องการของผู้จัดกลุ่มเป้าหมาย และตำแหน่งหน้าที่ของงานได้อีก

2.2.3.3 การฝึกอบรมก่อนเข้าทำงาน (pre-service training) เป็นการฝึกอบรมให้ความรู้ทั่วไปตามตำแหน่งหน้าที่ที่เกี่ยวข้องสำหรับบุคคลที่เริ่มเข้าทำงาน เช่น

ก) การปฐมนิเทศ (orientation) จัดอบรมสำหรับแนะนำบุคคลที่เริ่มเข้าทำงานใหม่ให้รู้จักผู้บังคับบัญชา เพื่อนร่วมงาน บริเวณสถานที่ทำงาน กฎระเบียบการปฏิบัติงาน ตลอดจนหน้าที่รับผิดชอบโดยตรง การปฐมนิเทศเพื่อบุคคลที่เข้าทำงานใหม่นี้ใช้เวลาตามความเหมาะสม ส่วนมากไม่เกิน 2 วัน

ข) การแนะนำงาน (introduction training) การอบรมแนะนำงานโดยเฉพาะให้บุคคลผู้มารับงานใหม่สามารถเริ่มปฏิบัติงานได้ทันที การอบรมให้ความรู้เรื่องงานที่จะทำในหน้าที่ โดยเฉพาะแนะนำการใช้เครื่องมือที่เกี่ยวกับงาน ตลอดจนให้ผู้บังคับบัญชาและเพื่อนร่วมงานระยะเวลาในการฝึกอบรมขึ้นอยู่กับความยากง่าย และปริมาณของเครื่องมือ ขั้นตอนต่าง ๆ ที่ต้องเรียนรู้ หากเป็นงานยากก็ต้องใช้เวลานาน แต่โดยทั่วไปประมาณ 1 สัปดาห์

2.2.3.2 การฝึกอบรมระหว่างทำงาน (in-service training) เป็นการฝึกอบรมบุคลากรประจำการเพื่อเพิ่มพูนความรู้ ความเข้าใจ ทักษะการใช้เครื่องมือหรือสร้างเสริมเจตคติที่ดีต่องาน ปลุกฝังให้เกิดความสำนึกถึงบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ โดยทั่วไปแบ่งออกได้ดังนี้

ก) การฝึกอบรมในขณะทำงาน (on the job training) เป็นการฝึกอบรมที่ไม่เป็นทางการ (informal course) เน้นการปฏิบัติงานในงานที่จะต้องรับผิดชอบ โดยมีหัวหน้างานเป็นผู้ควบคุมการฝึกสอนเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่มก็ได้

ข) การฝึกอบรมนอกที่ทำการ (off the job training) เป็นการฝึกอบรมที่จัดเป็นทางการ (formal course) โดยหน่วยงานที่มีเจ้าหน้าที่รับผิดชอบในการจัดฝึกอบรม ผู้เข้าอบรมต้องมีเวลารับการอบรมอย่างเต็มที่ และเมื่อจบการอบรมแล้วต้องนำทักษะ ความรู้จากการอบรมไปประยุกต์ใช้ในงาน

โดยแยกประเภทการฝึกอบรมไว้ดังนี้

1. การฝึกอบรมต่อเนื่อง (further training) แบ่งเป็น

- การฝึกอบรมวิชาชีพเพิ่มเติมต่อจากการฝึกอบรมเบื้องต้น เพื่อทบทวนหรือเพิ่ม

ประสิทธิภาพ

- การฝึกอบรมพื้นฐานเพื่อเป็นตัวอย่างในการฝึกอบรมต่อไป

2. การฝึกอบรมเฉพาะเรื่อง (specialized training) เป็นการฝึกอบรมเพื่อเพิ่มทักษะความรู้ให้กว้างขวางและเกิดความแม่นยำในการปฏิบัติ ทั้งยังเป็นการยกระดับความสามารถของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานเฉพาะเรื่อง

3. การฝึกอบรมเพื่อเลื่อนขั้น (upgrading) เป็นการฝึกอบรมเพื่อเสริมความรู้ ทักษะความสามารถของเจ้าหน้าที่ไปรับตำแหน่งหน้าที่ของงานที่สูงขึ้น

4. การฝึกอบรมเพื่อทบทวนความรู้ (refreshers training) เป็นการฝึกอบรมเพื่อทบทวนความรู้ ทักษะที่อาจลืมไปแล้วให้ได้นำมาใช้

5. การฝึกอบรมตามกำหนด (retraining) เป็นการอบรมที่กำหนดขึ้นสำหรับผู้ที่เข้ามาปฏิบัติงานในหน้าที่นั้น ๆ โดยเฉพาะเพื่อให้มีความรู้ และทักษะตามที่กำหนด

สำหรับการฝึกอบรมการศึกษานอกระบบ ซึ่งมีประชากรเป้าหมายจำนวนมาก กิจกรรมโครงการหลากหลาย การจะจัดอบรมจึงต้องพิจารณาจากกลุ่มประชากรเป้าหมายและองค์กรเป็นหลัก โดยแบ่งประเภทได้ดังนี้

การฝึกอบรมตามกลุ่มสนใจ (interest group) เนื่องจากประชากรกลุ่มเป้าหมายมีความแตกต่างกันมาก การจัดฝึกอบรมต้องถือเอาคนที่สามารถรวมกลุ่มและสนใจร่วมกันเป็นเกณฑ์ จัดการฝึกอบรม ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะดังนี้

1. หลักสูตรเนื้อหาวิชาที่กลุ่มต้องการเรียนร้องให้จัด โดยกลุ่มผู้สนใจร่วมกันแจ้งความจำนงค์ให้เจ้าหน้าที่การศึกษานอกระบบจัดอบรมให้

2. หลักสูตรเนื้อหาวิชาที่ฝ่ายเจ้าหน้าที่จัดขึ้นเอง เพื่อเสนอให้ผู้สนใจเข้ารับการฝึกอบรมสมัครมารับการอบรม

การฝึกอบรมตามความต้องการของบริษัท (organization) เนื่องจากบริษัทต่าง ๆ ไม่มีฝ่ายฝึกอบรมประจำของบริษัท แต่มีความต้องการจะจัดฝึกอบรมบุคลากรเพื่อพัฒนางาน ซึ่งสมาคมการศึกษานอกระบบสามารถจัดอบรมให้ได้โดยปรึกษาหารือสร้างหลักสูตรฝึกอบรมตามความต้องการของบริษัท ทางสมาคมการศึกษานอกระบบจะจัดหาวิทยากรผู้ทรงคุณวุฒิมาร่วมให้การฝึกอบรม ซึ่งได้เคยจัดมาหลายหลักสูตรแล้ว

การฝึกอบรมแบบผสมผสาน (integration) เป็นการฝึกอบรมที่จัดขึ้นโดยผสมผสานวิธีการที่จัดแบบกลุ่มสนใจ และความต้องการของบริษัท เพื่อการตอบสนองความต้องการของประชากรกลุ่มใหญ่ ซึ่งมีความแตกต่างด้านประสบการณ์ในการทำงานมาก เพราะคนกลุ่มหนึ่งที่เข้าอบรมจะมีประสบการณ์ และกล่าวถึงปัญหาของการทำงาน ขณะที่อีกกลุ่มหนึ่งเป็นคนใหม่เข้ามาศึกษางาน เพื่อที่จะเข้าร่วมโครงการการฝึกอบรมรูปแบบนี้ใช้กันมากในวงการธุรกิจ

2.2.4 ความจำเป็นในการฝึกอบรม

ปัญหาและข้อขัดข้องในบริษัทมีอยู่มากมายหลายประการ ที่เป็นเหตุให้จำเป็นต้องแก้ไข ปัญหาเหล่านั้นส่วนหนึ่งเกิดจากคุณภาพของบุคลากร โดยสามารถสรุปให้เห็นถึงปัญหาที่ไม่พึงปรารถนาในองค์กรไว้ดังนี้

1. การสิ้นเปลืองสูงขึ้นเรื่อย ๆ
2. มาตรฐานการปฏิบัติต่ำลง
3. ใช้เวลาในการทำงานยาวนานขึ้น
4. ใช้เวลาการเรียนรู้ในการทำงานนาน
5. การใช้ประโยชน์จากเครื่องมือและเครื่องจักรไม่เต็มที่
6. จำนวนอุบัติเหตุสูงขึ้น
7. จำนวนการออกของพนักงานสูงขึ้น
8. จำนวนการขาดงานของพนักงานสูงขึ้น
9. ทำงานล่าช้า
10. บริษัทเสื่อมเสียชื่อเสียง
11. มีการร้องทุกข์จากกลุ่มลูกค้าผู้รับบริการ
12. มีปัญหาการคัดเลือกพนักงาน

ปัญหาและอุปสรรคเหล่านี้ ถ้าเกี่ยวข้องกับคุณภาพของบุคลากรสามารถแก้ไขได้โดยการฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ ความเข้าใจ ความชำนาญในเรื่องนั้น ๆ นอกจากนี้ยังมีปัญหาในด้านทัศนคติ และด้านการบริหารอีก เช่น การขาดการประสานงาน การขาดความรับผิดชอบต่องาน ขาดการวางแผนงานและงบประมาณ ขาดระบบการควบคุมการติดตามงาน ฯลฯ ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ควรได้มีการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริง แล้วจึงตัดสินใจว่าควรมีการแก้ไขด้วยการฝึกอบรมและพัฒนาหรือไม่

2.2.5 การวิเคราะห์ความจำเป็นในการฝึกอบรมและพัฒนา

การฝึกอบรมและพัฒนากำลังคนให้มีศักยภาพพอที่จะตอบสนองการแก้ปัญหาในการทำงานในองค์กรได้นั้น จำเป็นต้องมีการศึกษาและวิเคราะห์อย่างมีระบบ มีเช่นนั้นแล้วการจัดการฝึกอบรมใดๆ ขึ้นมา อาจไม่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ การวิเคราะห์ความจำเป็นในการฝึกอบรมและพัฒนา โดยหลักการจะทำการวิเคราะห์ใน 3 ด้านใหญ่ๆ คือ

2.2.5.1 วิเคราะห์เกี่ยวกับองค์กร

2.2.5.2 วิเคราะห์เกี่ยวกับลักษณะและภารกิจของงาน

2.2.5.3 วิเคราะห์ที่ตัวพนักงาน

2.2.5.1 วิเคราะห์เกี่ยวกับองค์กร

การวิเคราะห์ความจำเป็นในการฝึกอบรมและพัฒนาองค์กร เป็นการศึกษาว่า ณ ที่ใดในองค์กรมีความจำเป็นต้องมีการฝึกอบรมและพัฒนาเป็นการศึกษาทั้งหมดภายในองค์กรว่า ปัญหาข้อขัดข้องและอุปสรรคขององค์กรมีอะไรบ้างที่สามารถแก้ไขได้ด้วยการฝึกอบรมและพัฒนาแล้วทำให้องค์กรบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด การวิเคราะห์องค์กรจะวิเคราะห์ในเรื่องต่อไปนี้

ก) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์กรกับสิ่งแวดล้อมภายนอก เพื่อที่จะประเมินว่าสิ่งแวดล้อมภายนอกเหล่านั้นมีอะไรบ้างที่เป็นความจำเป็นในการฝึกอบรมและพัฒนา

- สิ่งแวดล้อมภายนอกที่ส่งผลกำไร หรือผลสำเร็จให้กับองค์กร เช่น แรงงาน วัตถุดิบ การตลาด เทคโนโลยี การเมือง

- สิ่งแวดล้อมภายนอกที่มีการเปลี่ยนแปลงกับวิธีการทำงาน การตัดสินใจในโครงสร้าง และโครงสร้างขององค์กร สิ่งแวดล้อมภายนอกองค์กรเช่นนี้จะป็นทางด้านเทคโนโลยีเศรษฐกิจ การเงิน การแข่งขัน แรงงาน และตลาด

ข) การวิเคราะห์ผลงานขององค์กรและสาขา มีความสำเร็จตรงตามแผน เป้าหมายและวัตถุประสงค์หรือไม่ องค์กรทุกองค์กรจำเป็นต้องมีการวางแผนและการวางแผน

ปฏิบัติการ และการจัดการ เพื่อดำเนินงานไปโดยมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับการวางแผนและแผนปฏิบัติการ

เมื่อมีการอนุมัติแผนและการติดตามผลการปฏิบัติตามแผน จะต้องมีการวิเคราะห์ว่าได้บรรลุวัตถุประสงค์ตามแผนที่กำหนดหรือไม่ แผนใดที่บรรลุวัตถุประสงค์ และแผนใดที่ไม่บรรลุวัตถุประสงค์จึงหาสาเหตุ ซึ่งการประเมินสาเหตุมีวิธีการต่อไปนี้

- ตรวจสอบสภาพแวดล้อม : โอกาสข้อจำกัด
- การประเมินการใช้ทรัพยากร (คน เงิน วัสดุอุปกรณ์ และการจัดการ)
- การประเมินทรัพยากรภายใน ; จุดอ่อน จุดแข็ง
- ประเมินการจัดโครงสร้าง องค์การ ระบบงาน และความสัมพันธ์
- ประเมินค่านิยมขององค์การ
- ประเมินผู้นำ
- ประเมินสิ่งที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการและพฤติกรรมขององค์การ เช่น การให้รางวัล

และการลงโทษ รวมทั้งระบบการจูงใจต่างๆ

เมื่อพบสาเหตุใดของปัญหาข้อขัดข้องและอุปสรรคที่ทำให้องค์การไม่บรรลุวัตถุประสงค์ และสามารถแก้ไขได้ด้วยการฝึกอบรมและพัฒนา สามารถสรุปได้ว่า เป็นความจำเป็นในการฝึกอบรมและพัฒนา

ค) การวิเคราะห์พนักงานในองค์การ เป็นการวิเคราะห์เพื่อพิจารณาเกี่ยวกับการฝึกอบรมในปัจจุบันและอนาคต สังคมมนุษย์ประกอบด้วย ร่างกาย จิตใจ เซาว์ปัญญา ทักษะ ความรู้ ทัศนคติ ค่านิยม บุคลิกภาพ การรับรู้ อิทธิพลกลุ่ม เพศ สถานภาพการสมรส วัฒนธรรมประเพณีนิยม ความจำเป็น และแรงบันดาลใจ ดังนั้นสาเหตุของปัญหาการทำงานไม่ได้ประสิทธิภาพอาจจะไม่สามารถแก้ไขได้ด้วย การฝึกอบรมและพัฒนาอย่างเดียวได้ เพราะมนุษย์จะทำงานได้ดีเกิดจากความสัมพันธ์ 3 ประการ คือ ระดับความรู้ ความสามารถ สุขภาพ และแรงบันดาลใจ

ถ้าผลการปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพ หากปัญหาเกิดจากความรู้ความสามารถ การฝึกอบรมและการพัฒนาสามารถแก้ไขได้ แรงบันดาลใจอาจแก้ไขได้ด้วยการฝึกอบรมและพัฒนาได้บ้าง สำหรับสุขภาพ การฝึกอบรมและการพัฒนาไม่สามารถแก้ไขปัญหาการปฏิบัติต่อไปได้ดีขึ้นได้นอกจากแก้ไขด้วยการบำบัดรักษา

การวิเคราะห์ความจำเป็นในการฝึกอบรมจึงจำเป็นต้องศึกษาเกี่ยวกับพนักงานในเรื่องต่อไปนี้

- การวางแผนกำลังคน การวิเคราะห์การวางแผนกำลังคนเพื่อการศึกษาว่า มีพนักงานจำนวนเท่าใดที่จำเป็นต้องได้รับการฝึกอบรมและพัฒนา

- การวางแผนการฝึกอบรมและพัฒนาเป็นรายบุคคล (Individual Development Plan) คือ แผนการซึ่งกำหนดเป้าหมาย และวิธีการฝึกอบรมการพัฒนากำลังคนอย่างเป็นระบบโดยร่วมกันพิจารณาระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับผู้บริหารแผนฝึกอบรมพัฒนาพนักงานอาจกำหนดได้ทั้งระยะสั้น (1 ปี) และระยะยาว (3-5 ปี) แผนฝึกอบรมและพัฒนา พนักงานจะมีโอกาสเป็นจริงประสบความสำเร็จมากที่สุด เพราะเป็นการวางแผนร่วมกันระหว่างพนักงานผู้ปฏิบัติงานกับผู้บริหารเป้าหมายในการฝึกอบรมและพัฒนาจะสอดคล้องกับเป้าหมายของพนักงานเอง และเป้าหมายขององค์กร ประโยชน์ของการวางแผนการฝึกอบรมและพัฒนาเป็นรายบุคคล คือ

1. ผู้บริหารรู้ว่าพนักงานมีเป้าหมายอย่างไร มีความต้องการอย่างไร ผู้บริหารสามารถช่วยให้พนักงานปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

2. รู้ทิศทางการฝึกอบรมและพัฒนาพนักงานที่แน่นอน ไม่ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายเพื่อพัฒนางานในเรื่องที่อาจจะไม่ประโยชน์หรืออาจจะไม่เป็นประโยชน์แก่พนักงานทุกคนทั้งองค์กร

3. องค์กรจะมีพนักงานที่มีความรู้ ทักษะ และสามารถที่จะปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และพร้อมที่จะก้าวไปสู่ตำแหน่งสูงขึ้น

4. พนักงานสามารถประเมินจุดอ่อน จุดแข็งของตนเองในการทำงาน และองค์กรสามารถกำหนดแนวได้ว่า จะช่วยพนักงานได้อย่างไรให้เจริญก้าวหน้าที่สุด

ง) การวิเคราะห์บรรยากาศภายในองค์กร บรรยากาศภายในองค์กร เป็นการวิเคราะห์ความคิดเห็นของพนักงานเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ภายในองค์กรที่กำลังปฏิบัติอยู่ เช่น เป้าหมายวัตถุประสงค์ แผนงาน ภาวะผู้นำ กระบวนการทำงาน การบริหารงานด้านบุคคล การเงิน พัสดุ ความก้าวหน้าในอาชีพ ค่าตอบแทน การตัดสินใจ ผลสำเร็จในการทำงาน และสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับสถานที่ทำงาน ถ้าพนักงานมีความคิดเห็นที่ดีต่อบรรยากาศภายในองค์กร องค์กรจะได้รับความไว้วางใจ และความเต็มใจในการทำงานของพนักงาน ก่อให้องค์การมีผลการปฏิบัติงานที่ดีตามกันด้วย แต่ในทางตรงข้ามหากพนักงานไม่พอใจบรรยากาศในองค์กรก็จะไม่ไว้วางใจองค์กร มีการทำงานด้วยความระแวงและไม่เต็มใจ ผลการปฏิบัติงานขององค์กรไม่ดีขึ้นตามไปด้วย การศึกษาวิเคราะห์บรรยากาศภายในองค์กรมีวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ

- องค์กรการฝึกอบรมและพัฒนา จะรู้บทบาทหน้าที่ที่จะพัฒนาพนักงานให้ร่วมกันทำงานภายในองค์กรด้วยความเต็มใจ และมีผลการปฏิบัติงานที่สำเร็จตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายขององค์กร

- การศึกษาวิเคราะห์บรรยากาศภายในองค์กร ทำให้รู้ข้อขัดข้อง ปัญหา และอุปสรรคขององค์กรที่ทำให้ไม่บรรลุผลสำเร็จอย่างถ่องแท้ และสามารถแก้ไขปัญหาก็ถูกต้องตรงประเด็นปัญหา

การศึกษาวิเคราะห์บรรยากาศภายในองค์กรได้โดยใช้แบบสอบถามนานาทัศนะ (Perspectives) ประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ ดังนี้ ความพึงพอใจในการทำงานโดยส่วนรวม ความพึงพอใจในการทำงาน ความพึงพอใจในเพื่อนร่วมงาน ความพึงพอใจเกี่ยวกับสวัสดิการและความก้าวหน้า ทัศนคติโดยทั่วไปเกี่ยวกับภาวะผู้นำและการบริหาร การประเมินเกี่ยวกับการติดต่อสื่อสารและการประสานงาน ทัศนคติเกี่ยวกับองค์กร ทัศนคติเกี่ยวกับงานที่ปฏิบัติ ตรงกับความรู้ความสามารถ ภาวะกดดันภายในองค์กร งานสร้างคุณภาพชีวิต

2.2.5.2 การวิเคราะห์เกี่ยวกับลักษณะและภารกิจของงาน

งาน (Job) หมายถึง หน่วยงานการปฏิบัติโดยเฉพาะเจาะจงที่บุคลากรหนึ่งคนครองอยู่ในสายการปฏิบัติงาน เช่น เจ้าหน้าที่วิเคราะห์แผนและนโยบาย พนักงานคอมพิวเตอร์ พนักงานพิมพ์ดีด พนักงานสารบรรณ เป็นต้น งานประกอบด้วย การบรรยายภารกิจเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ และหลักสูตรของโครงการการฝึกอบรมและพัฒนา การวิเคราะห์ภารกิจมี 3 กระบวนการดังนี้

- ก) การวิเคราะห์การบรรยายลักษณะงาน (Job Description Analysis)
- ข) การวิเคราะห์หน้าที่และภารกิจ (Function and Task Analysis)
- ค) การกำหนดวัตถุประสงค์และหลักสูตรโครงการการฝึกอบรมและการพัฒนา (Objective and Curriculum)

ก) การวิเคราะห์การบรรยายลักษณะงาน (Job Description Analysis)
การบรรยายลักษณะงานคือ การชี้ให้เห็นคุณสมบัติของพนักงานที่ต้องการตามตำแหน่งต่างๆ องค์กรโดยทั่วไปมีการบรรยายลักษณะงานของตำแหน่งต่างๆ บางองค์กรมีการเขียนรายละเอียดมาก และบางองค์กรมีการเขียนแบบกว้างๆ จนไม่เพียงพอที่จะใช้เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์และหลักสูตรโครงการฝึกอบรมและพัฒนา

ข) การวิเคราะห์หน้าที่และภารกิจ (Function and Task Analysis)
หน้าที่ หมายถึง สิ่งที่ครอบครองงานจะต้องปฏิบัติจัดทำงานทุกงานจะต้องมีหน้าที่ตั้งแต่ 1 หน้าที่ขึ้นไปแล้วหน้าที่จะมีลักษณะดังต่อไปนี้

- เป็นความรับผิดชอบของผู้ครองตำแหน่งงาน
- เวลาส่วนใหญ่จะต้องใช้ไปในการปฏิบัติหน้าที่ดังกล่าว
- ความถี่ในการปฏิบัติหน้าที่จะมีมากในแต่ละวัน

- การปฏิบัติหน้าที่จะมีมากในแต่ละวัน
- การปฏิบัติหน้าที่นั้นจะเกี่ยวกับการใช้ความรู้ ความชำนาญ และความสามารถ
- การปฏิบัติหน้าที่นั้นกระทำไปโดยมีวัตถุประสงค์ มีมาตรฐานในการปฏิบัติและมุ่งความรวดเร็ว ประหยัด ความถูกต้อง

ภารกิจ ในหน้าที่แต่ละหน้าที่จะประกอบด้วยภารกิจ ภารกิจเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในอันที่จะก่อให้เกิดผลงานออกมา ภารกิจนี้จะป็นหน่วยของการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้วิธีการ ระเบียบและเทคนิค คุณลักษณะของภารกิจที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

- เป็นการใช้เวลาส่วนใหญ่ในการปฏิบัติงานตามหน้าที่ ซึ่งภารกิจนั้นสังกัดอยู่
- การปฏิบัติตามภารกิจนั้นจะต้องใช้ความรู้ ความชำนาญ และความสามารถอย่างมาก

ค) กำหนดวัตถุประสงค์และหลักสูตร โครงการฝึกอบรมและพัฒนา วัตถุประสงค์ของโครงการการฝึกอบรมและพัฒนาเป็นสิ่งที่กำหนดว่าโครงการการฝึกอบรมและพัฒนาจะต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมให้เป็นไปตามลักษณะและระดับใดจึงจะสามารถแก้ไขปัญหาที่เป็นความจำเป็นในการฝึกอบรม และหลักสูตรโครงการการฝึกอบรมและพัฒนา หมายถึง การฝึกอบรมและพัฒนาที่ประมวลความรู้และประสบการณ์ ที่องค์การการฝึกอบรมและพัฒนาจัดให้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรมและพัฒนา ไม่ว่าจะเป็นองค์การจากภายในหรือภายนอกก็ตาม เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมพัฒนาไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

วัตถุประสงค์ของโครงการฝึกอบรมและพัฒนา เป็นผลที่ได้จากการวิเคราะห์การบรรยาย ลักษณะงาน และการวิเคราะห์หน้าที่และภารกิจที่มีปัญหา และสามารถแก้ไขได้ด้วยการฝึกอบรมและพัฒนา

วัตถุประสงค์ของโครงการฝึกอบรมและพัฒนา จะเป็นการระบุการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เข้ารับการอบรมให้เป็นไปในลักษณะและระดับต่างๆ ในหน้าที่และภารกิจเฉพาะที่มีความจำเป็นต้องแก้ไข มิได้มุ่งเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทุกหน้าที่และภารกิจ และมีได้มุ่งแก้ไขหน้าที่และภารกิจที่แก้ไขไม่ได้ด้วยการฝึกอบรมและพัฒนา

2.2.5.3 การวิเคราะห์ที่ตัวพนักงาน

การวิเคราะห์ความจำเป็นในการฝึกอบรมและพัฒนาที่ตัวพนักงาน เพื่อหาคำตอบว่าพนักงานคนใด มีความจำเป็นต้องได้รับการฝึกอบรมและพัฒนา และเป็นการฝึกอบรมและพัฒนาในเรื่องอะไร

การวิเคราะห์ความจำเป็นในการฝึกอบรมและพัฒนาพนักงาน มีการวิเคราะห์ 3 ทาง ดังนี้

1. การวัดผลการทำงาน โดยวิธีการวิเคราะห์จากพฤติกรรมของพนักงานแบบ BES และ BOS ซึ่งวิธีการนี้ใช้การสังเกตการณ์ของผู้บังคับบัญชาเบื้องต้น เพื่อนร่วมงาน ผู้ใต้บังคับบัญชา

และ/หรือบุคคลภายนอก/การประเมินผลการทำงานโดยการสังเกตพฤติกรรมของพนักงาน แต่งตั้งผู้สังเกตการณ์ สังเกตการณ์ 2 คนขึ้นไปเพื่อหาข้อเท็จจริง

วิธีการประเมินผลการทำงานของพนักงาน โดยการวิเคราะห์จากพฤติกรรมของพนักงานที่รู้จักทั่วไปคือ วิธีการประเมินของสมิท และเคนดัล (Smith and Kendall : 1963) เป็นวิธีการกำหนดเกณฑ์ ความคาดหวังที่ต้องกระทำต่อพฤติกรรมที่กำลังประเมิน เรื่อง Behavior Expectation Scales (BES) และวิธีการประเมินของลาทัม แบะเวคส์เลย์ (Latham and Wexley, 1997) เป็นวิธีการวัดจากพฤติกรรมที่สังเกตได้ เรียกว่า Behavior Observation Scales (BOS) ซึ่งทั้งสองวิธีเป็นการสังเกตพฤติกรรมการทำงานของผู้อื่นและแสดงความคิดเห็นที่กำหนดขึ้น

2. การวัดผลการทำงานโดยวิธีทางเศรษฐศาสตร์ เป็นวิธีการศึกษาวิเคราะห์การทำงานโดยการบันทึกผลงานเปรียบเทียบกับระยะเวลาที่กำหนดกับผลการผลิตของงานของแต่ละพนักงาน ผลผลิตวัดเป็น จำนวนชิ้น น้ำหนัก วิธีการนี้มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณา คือ

- จำนวนผลผลิตที่มีคุณภาพ
- ข้อมูลพนักงาน เช่น จำนวนวันขาดงาน การร้องทุกข์จากลูกค้า เวลาที่ต้องมีการ

ฝึกอบรมและพัฒนาจนเป็นที่ยอมรับถึงขั้นมาตรฐาน

การวัดผลโดยวิธีทางเศรษฐศาสตร์มีข้อจำกัดบางสาย เพราะไม่สามารถวัดผลงานของงานออกมาเป็นจำนวนได้ และผลของงานบางงานคิดเป็นเงินไม่ได้ และมีได้มีเพื่อจำหน่าย เช่น งานวิเคราะห์แผนและนโยบาย งานประชาสัมพันธ์ งานทางการแพทย์และพยาบาล งานสำรวจและงานวิจัย มีเพียงบางงาน ที่สามารถเป็นจำนวนเชิงปริมาณ เช่น งานพิมพ์ดีด งานรับโทรศัพท์ งานผลิตภัณฑ์ในโรงงาน ดังนั้น จึงมีความจำกัดในบางสายงานที่ไม่อาจวัดด้วยวิธีนี้ได้

3. การวัดผลการทำงานโดยวิธีการทดสอบสมรรถภาพการทำงาน เป็นการทดสอบสมรรถภาพการทำงานของพนักงานโดยมีศูนย์กลางการจัดสอบแข่งขัน วิธีการนี้เป็นการเปิดโอกาสให้มีการเปรียบเทียบมาตรฐานการทำงานระหว่างหน่วยงาน โดยมีเงื่อนไขของเวลา และข้อบังคับที่กำหนด ซึ่งการใช้วิธีนี้เพราะเชื่อว่าผลการทดสอบมีผลเช่นเดียวกับผลการทำงานในองค์กรเช่นกัน เมื่อมีการวิเคราะห์พนักงานเป็นรายบุคคลแล้ว ผลการวิเคราะห์จะทำให้ทราบว่าพนักงานแต่ละคนมีจุดอ่อนและจุดแข็งอย่างไรและจุดอ่อนที่พนักงานมีในการปฏิบัติงานสามารถแก้ไขได้ด้วยวิธีการฝึกอบรมหรือไม่ อย่างไร หากการฝึกอบรมและการพัฒนาสามารถแก้ไขได้จึงเรียกว่า ความจำเป็นในการฝึกอบรมและพัฒนา

สรุปจะเห็นได้ว่า การวิเคราะห์ความจำเป็นในการฝึกอบรมและพัฒนาเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้เวลา มีค่าใช้จ่ายและมีความสำคัญยิ่ง จะต้องมีการวิเคราะห์องค์กร หน้าที่และภารกิจ และพนักงาน

2.2.6 แนวคิดเกี่ยวกับการฝึกอบรม

ปัจจุบัน เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปแล้วว่า ในบรรดาปัจจัยทางการบริหารทั้งหลาย ไม่ว่าจะเป็นคน เงิน วัสดุอุปกรณ์ และการจัดการ ฯลฯ “คน” นับเป็นปัจจัยทางการบริหารที่มีความสำคัญมากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบทรัพยากรมนุษย์กับทรัพยากรอื่นๆ แล้ว จะเห็นได้ว่า ทรัพยากรมนุษย์มีความสำคัญ และทรงคุณค่ามากกว่าทรัพยากรอื่นๆ ทั้งหมด กล่าวคือ ทรัพยากรอื่นๆ เมื่อใช้ไปแล้วย่อมมีการเสื่อมสลาย สึกหรอหรือหมดไปไปในที่สุด แต่คนหรือทรัพยากรมนุษย์ เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาได้ เพิ่มคุณค่าได้ และสามารถนำมาใช้ได้อยู่เสมอๆ อีกทั้งจะยังมีคุณภาพและประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพราะ “คน” จะมีการสะสมความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถ ทักษะ และประสบการณ์ที่สามารถนำไปใช้ปฏิบัติงาน หรือพัฒนางานให้ดียิ่งขึ้นได้

ที่สำคัญ “คน” สามารถบันดาลการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ให้เกิดขึ้นกับบริษัทหรือหน่วยงานใดก็ได้ จะทำให้หน่วยงานและบริษัทนั้น เจริญก้าวหน้าหรือถดถอยก็ได้ และจะทำให้การดำเนินการต่างๆ ในบริษัทหรือหน่วยงานนั้น ประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวก็ได้ ดังนั้น บริษัทหรือหน่วยงานที่มุ่งหวังความสำเร็จทั้งหลาย จึงต่างให้ความสำคัญกับคนและวิธีการพัฒนาคนในบริษัทหรือหน่วยงานของเขาอย่างมากเพื่อให้คนของเขาที่มีอยู่ มีคุณภาพและประสิทธิภาพที่สุด ซึ่งวิธีการพัฒนาคนนั้นมีหลายวิธี แต่วิธีการพัฒนาคนให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพมาก และเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายมาก ในหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐ และภาคเอกชนวิธีการหนึ่ง คือ “การฝึกอบรม”

2.3 การสร้างหลักสูตรการฝึกอบรม

การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรม เป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นหนึ่งในกระบวนการฝึกอบรม เป็นกระบวนการที่กระทำหลังการวิเคราะห์ความจำเป็นในการฝึกอบรม บริษัท ภารกิจ หน้าที่ และพนักงาน หลักสูตรการฝึกอบรมและพัฒนา จะต้องสอดคล้องกับการวิเคราะห์ ความจำเป็นในการฝึกอบรมและพัฒนา คือ หลังจากที่มีการฝึกอบรมแล้ว ผลที่ได้ต้องสามารถแก้ไขข้อบกพร่องและปัญหาของบริษัท ในการพัฒนาหลักสูตรนี้ นอกจากจะต้องรู้ถึงกระบวนการในการพัฒนาหลักสูตรแล้ว ยังต้องเข้าใจและนำทฤษฎีการเรียนรู้มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม และพัฒนาด้วย

กระบวนการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม ประกอบด้วยกิจกรรมหลักดังนี้

- ขบวนการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม
- การกำหนดวัตถุประสงค์ของหลักสูตรฝึกอบรม
- การกำหนดเนื้อหาของหลักสูตร
- การนำเอาหลักสูตรไปใช้

- การประเมินผลหลักสูตร
- การปรับปรุงหลักสูตร

2.3.1 การกำหนดวัตถุประสงค์ของหลักสูตร เป็นการกำหนดความต้องการที่จะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมว่าเป็นไปในลักษณะใด จึงจะสามารถแก้ไขปัญหาที่มีความจำเป็นในการฝึกอบรม

2.3.1.1 ความสำคัญของวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

ก) ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เข้าใจโดยย่อว่า หลักสูตรการฝึกอบรมและพัฒนาต้องการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องอะไรเพื่อจะได้เตรียมตัวเรียนรู้และได้ผลตรงกับวัตถุประสงค์

ข) ทำให้วิทยากรหรือผู้บริหารงานฝึกอบรมและพัฒนาสามารถเลือกเทคนิค หรือวิธีการฝึกอบรมและพัฒนาที่เหมาะสม สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการฝึกอบรมและพัฒนา

ค) ทำให้ผู้บริหารบริษัทได้รู้ผลหรือเป้าหมายที่จะได้รับเมื่อมีการลงทุนจัดให้มีการฝึกอบรมและพัฒนา

ง) ทำให้ผู้บังคับบัญชาของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้สนับสนุนให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมนำความรู้ ทักษะ และทัศนคติที่ได้รับจากการฝึกอบรมและพัฒนาไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง ๆ

จ) ทำให้เจ้าหน้าที่ฝึกอบรมใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลการฝึกอบรมและพัฒนาทำให้สามารถกำหนดวิชา เนื้อหาสาระ และระยะเวลาที่เหมาะสมสอดคล้องกับความจำเป็นในการฝึกอบรมและพัฒนา ก่อให้เกิดการเรียนรู้และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างแท้จริง

ระดับวัตถุประสงค์ สามารถจำแนกได้เป็น 3 ระดับ คือ

1. วัตถุประสงค์ของหลักสูตร หมายถึง วัตถุประสงค์สูงสุดของโครงการฝึกอบรม หรือ เป็นสิ่งที่บริษัทต้องการจะได้รับจากการฝึกอบรม
2. วัตถุประสงค์ของหมวดวิชา หมายถึง สิ่งคาดหวังที่จะได้รับจากการเรียนรู้ในหมวดวิชาหนึ่ง ๆ
3. วัตถุประสงค์ของรายวิชา หมายถึง สิ่งที่ได้รับอบรมควรจะมีหรือกระทำได้ ภายหลังการเรียนรู้รายวิชานั้น โดยทั่วไปแล้ว มักจะเขียนอย่างละเอียดและอยู่ในรูปวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อรวมกันวัตถุประสงค์แต่ละระดับจะต้องสอดคล้องกัน โดยวัตถุประสงค์หลักสูตรจะเป็น วัตถุประสงค์อย่างกว้าง ๆ ของหลักสูตรนั้น และจะเฉพาะเจาะจงในวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลักเกณฑ์ในการกำหนดวัตถุประสงค์

- สอดคล้องกับความต้องการของสังคม
- สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน
- สอดคล้องกับหลักการปกครอง
- สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ข้ออื่น ๆ
- สามารถนำมาปฏิบัติได้

2.3.1.2 ขั้นตอนการสร้างวัตถุประสงค์

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม สามารถสรุปขั้นตอนการสร้าง วัตถุประสงค์ได้ดังนี้

ก) ศึกษารวบรวมหัวข้อเรื่องต่าง ๆ ของหลักสูตร ในขั้นตอนแรกทำได้

โดย การสร้างรายการหัวข้อเรื่อง (Topic listing Sheet) เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรที่จะพัฒนา ให้สมบูรณ์มากที่สุดจากแหล่งข้อมูลสำคัญ ๆ คือ จากการสังเกตการทำงาน จากตำรา เอกสารที่ เกี่ยวข้อง จากประสบการณ์ จากผู้เชี่ยวชาญ (สุรยาภรณ์, 2531, 43)

ข) ประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง หัวข้อเรื่อง (Topic) ในหลักสูตร

รายวิชาหนึ่ง ๆ ซึ่งได้รวบรวมเอาไว้แล้ว หากนำมาพิจารณาดูในรายละเอียดจะเห็นว่าบางหัวข้อ เรื่องมีความจำเป็นอย่างมาก ที่จะต้องนำมาจัดการเรียนการสอน แต่ทว่าบางหัวข้อเรื่องอาจมี ความสำคัญ มีคุณค่าต่อการจัดการเรียนการสอนและโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าหัวข้อเรื่องนั้นมีเรื่องราวที่ ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน คาดว่าผู้เรียนอาจเรียนรู้ได้จากประสบการณ์อื่น ๆ แล้วก็อาจตัดหัวข้อเรื่องนั้น ๆ ออกได้ หากเวลาในการเรียนการสอนค่อนข้างจำกัด

อย่างไรก็ดี การพิจารณาว่าหัวข้อเรื่องใดที่ควรที่จะคงไว้หรือตัดออกนี้ก็ต้องมีเกณฑ์ที่ เคนชัดพอสมควรเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจ ซึ่งการประมาณค่าความสำคัญของหัวข้อเรื่องต่างๆ ของแต่ละหลักสูตรมีเกณฑ์ที่จะใช้เป็นข้อพิจารณาดังนี้

- การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา

ซึ่งจะพิจารณาว่าเมื่อเรียนหัวข้อเรื่องๆ นั้นแล้วคาดว่าผู้เรียนจะนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาใน การเรียนหรือการทำงานได้มากน้อยแค่ไหน โดยให้คะแนน X, I, O แทนการส่งเสริมความสามารถ ในการแก้ปัญหาในแต่ละหัวข้อเรื่องดังนี้

X = ส่งเสริมการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในการเรียนและการทำงานเป็นอย่างมาก ถ้าไม่ได้ ศึกษาหัวข้อเรื่องนี้แล้วจะไม่สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ในวิชานั้นได้ล่วงหน้า

I = ช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาในวิชานั้น ได้ถูกต้องและรวดเร็วเพิ่มมากขึ้นด้วย

O = เกือบจะหรือไม่ช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาในการเรียนหรือการทำงาน จะให้ผู้เรียนได้ศึกษาหรือไม่ก็เกิดคุณค่าในการแก้ปัญหาในวิชานั้น ๆ ได้พอ ๆ กัน

การส่งเสริมทักษะการทำงานให้สมบูรณ์ถูกต้อง

- ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดี

ซึ่งจะพิจารณาว่าหลังจากที่ศึกษาจบหัวข้อเรื่องนี้แล้ว คาดว่าจะส่งผลทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีหรือไม่เพียงใด ดังนี้

X = ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนหรือต่อการทำงานเป็นอย่างมาก

I = อาจมีส่วนช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนหรือการทำงาน

O = เกือบจะหรือไม่มีคุณประโยชน์ที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนหรือการทำงาน แต่อย่างใด

ค) การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง จากการประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง ทำให้ทราบเพียงว่าหัวข้อใดบ้างที่มีคุณค่าสมควรที่จะนำมาจัดการเรียนการสอนในหลักสูตร ที่จะพัฒนาหลักสูตรหัวข้อเรื่องอย่างเดียวนั้นยังให้ข้อมูลที่ค่อนข้างจะกว้างมากในการจัดเตรียมการสอน โดยที่แท้ที่จริงแล้วหัวข้อเรื่องยังประกอบด้วยหัวข้อเรื่องย่อยที่มีความละเอียดลึกซึ้งของเนื้อหาแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าในหัวข้อเรื่องที่สอนนั้นใครเป็นผู้เรียนและผู้สอนเพื่อให้เขานำความรู้ไปใช้ทำอะไร

สิ่งสำคัญประการหนึ่งในการแยกย่อยหัวข้อเรื่อง เพื่อกำหนดรายการเนื้อหาสำคัญ (Main Element) นั่นก็คือ ข้อมูลที่ระบุไว้จะต้องสมบูรณ์เพียงพอที่จะก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้เรียนตามระดับการศึกษาที่เขาเรียนอยู่ การกำหนดรายการเนื้อหาสำคัญจึงควรที่จะศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่าง ๆ อย่างละเอียดเช่น จากผู้เชี่ยวชาญและในหัวข้อเรื่องนั้น ๆ จากตำราเอกสารที่เกี่ยวข้องจากประสบการณ์ของผู้พัฒนาเองหรือ จากผู้ทำงานที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเรื่อง

ง) การวิเคราะห์ความรู้สำหรับรายการเนื้อหาสำคัญ รายการเนื้อหาสำคัญ (Main Element) เป็นแต่จุดหรือประเด็นสำคัญ ๆ ที่จะต้องนำมากล่าวถึงในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งโดยแท้ที่จริงแล้วรายการเนื้อหาสำคัญต่าง ๆ นั้นก็ยังไม่มียละเอียดที่ชัดเจนมากนักว่าจะสอนให้ผู้เรียนมีความรู้ (Knowledge) อย่างไรบ้าง ดังนั้นขั้นตอนต่อไปของการวิเคราะห์หัวข้อเรื่องคือ

- จะต้องกำหนดขอบเขตของความรู้สำหรับแต่ละรายการเนื้อหาสำคัญว่าจะให้ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาสำคัญนั้นอย่างไรบ้าง

- เมื่อผู้เรียนเรียนจบหัวข้อเรื่องแล้ว เขาควรที่จะนำความรู้ที่ได้จากเนื้อหาสำคัญต่าง ๆ ไปใช้อย่างไรในการศึกษาต่อหรือทำงานจริง ๆ

หลังจากได้พิจารณา เลือกหัวข้อเรื่องที่จะจัดการเรียนการสอนเอาไว้แล้ว ขั้นตอนต่อมา ก็วิเคราะห์แยกย่อยในรายละเอียดของแต่ละหัวข้อเรื่องว่ามีจุดประเด็นสำคัญอะไรบ้างที่ต้องสอน จะต้องบรรจุเนื้อหาความรู้อะไรบ้าง ในการสอนหัวข้อเรื่องนั้น ๆ จากนั้นก็จะนำข้อมูลเหล่านี้ไป กำหนดวัตถุประสงค์ของการสอนในวิชาต่อไป (สุราษฎร์, 2531 : 42-52)

การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (บุญเชิด, 2525:91-92) จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็น จุดประสงค์รายวิชา ที่ระบุพฤติกรรมแสดงออกเอาไว้อย่างชัดเจนและต้องเป็นพฤติกรรมที่คาดหวัง ไว้ภายใต้สถานการณ์หนึ่ง

Robert F. Mager ได้อธิบายไว้ว่าพฤติกรรมนั้นจะต้องสังเกตและวัดได้ อีกทั้งต้องเป็นปัจเจก พฤติกรรม (Terminal behaviors) ที่ปรารถนาจะให้นักเรียนแสดงออกเมื่อสิ้นสุดการสอน

ประโยชน์ของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สามารถแยกออกเป็น 3 ด้านคือ

- 1) ช่วยชี้แนะแนวทางการสอนและการพัฒนาหลักสูตร
- 2) ช่วยชี้แนวทางในการประเมินผล
- 3) ช่วยให้การเรียนรู้เป็นไปโดยง่ายขึ้น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นจุดประสงค์การสอนที่มีความรัดกุม ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ต่อ การเรียนการสอน และการประเมินผลมาก อย่างไรก็ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ก็ยังมี ข้อบกพร่องบางประการ ซึ่งควรจะสนใจ W. James Popham ได้เสนอข้อเตือนใจเกี่ยวกับการใช้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้หลายประการ ดังนี้

- การเขียนพฤติกรรมบางครั้ง จะเน้นพฤติกรรมเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่ไม่สำคัญอะไร เนื่องจากเขียนได้ง่าย จนมองข้ามพฤติกรรมที่สำคัญ ๆ
- ในระหว่างการทำการสอน ถ้าผู้สอนยึดมั่นจุดประสงค์ อย่างไม่ยืดหยุ่น อาจจะ ทำให้ละเลยพฤติกรรมสำคัญบางประการ ที่ควรจะสอดแทรกเข้าไปได้
- การวางแผนไว้ล่วงหน้าว่า ผู้เรียนจะต้องมีพฤติกรรมอย่างไรหลังจากทำการสอนไว้ แล้วจะมีลักษณะที่ไม่สนับสนุนการเรียนลักษณะประชาธิปไตย
- การเน้นปัจเจกพฤติกรรมมาก จะทำให้ครูขาดความสนใจในบทบาทที่สำคัญของการ เป็นครูที่ดีไปได้

จากประโยชน์ และข้อเตือนใจดังกล่าว จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาถึงการเขียน วัตถุประสงค์การสอน เพื่อที่จะได้นำไปใช้ประโยชน์ในงานวิจัยต่อไป ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ขั้นตอนในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังนี้

1. ส่วนประกอบของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ดี จะต้องเป็นข้อความที่สื่อความหมายได้ดี กล่าวคือ เมื่อครูผู้สอนหรือคนอ่าน อ่านแล้วเข้าใจตรงกันว่า พฤติกรรมที่ต้องการจากผู้เรียนคืออะไร ภายใต้เงื่อนไขหรือขอบเขตอย่างไร ด้วยเกณฑ์หรือมาตรฐานในการแสดงออกแค่ไหน จึงจะเป็นที่ยอมรับได้ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สมบูรณ์ จึงประกอบด้วยสิ่งสำคัญ ๆ 3 ส่วนคือ

- การแสดงออกหรือพฤติกรรมของผู้เรียน
- เงื่อนไขหรือขอบเขตในการแสดงออกซึ่งพฤติกรรมที่ต้องการ
- เกณฑ์หรือมาตรฐานขั้นต่ำในการแสดงพฤติกรรมเงื่อนไขนั้น ๆ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม อาจจะไม่ต้องระบุเงื่อนไขหรือมาตรฐานไว้ก็ได้ หากอ่านแล้วได้ความหมายที่ชัดเจน จะระบุหรือไม่ก็ตีความได้ตรงกัน จึงไม่จำเป็นต้องระบุเงื่อนไข หรือมาตรฐานไว้ในวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แต่องค์ประกอบที่สำคัญจะต้องระบุเอาไว้เสมอ ก็คือการแสดงออก หรือพฤติกรรมของผู้เรียน

2. ประเภทของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

- วัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นความสามารถของผู้เรียน ในการนำความรู้ไปใช้งาน ไป

แก้ปัญหาหรือความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill)

- วัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นความสำคัญในการใช้กล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายทำงาน

หรือทักษะฝีมือ (Physical Skill)

- วัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นเชิงพฤติกรรมการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม (Interactive Skill)

3. ระดับของวัตถุประสงค์ (Taxonomic Levels)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้ง 3 ประเภท ยังแบ่งออกเป็นหลายระดับตามความยากง่ายของการแสดงออกของผู้เรียน Taxonomic Levels (ดังแผนภูมิที่ 1)

- ความสามารถด้านสติปัญญา (Intellectual Skill) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้าน

ความสามารถทางสติปัญญา แบ่งความยากเป็น 3 ระดับคือ

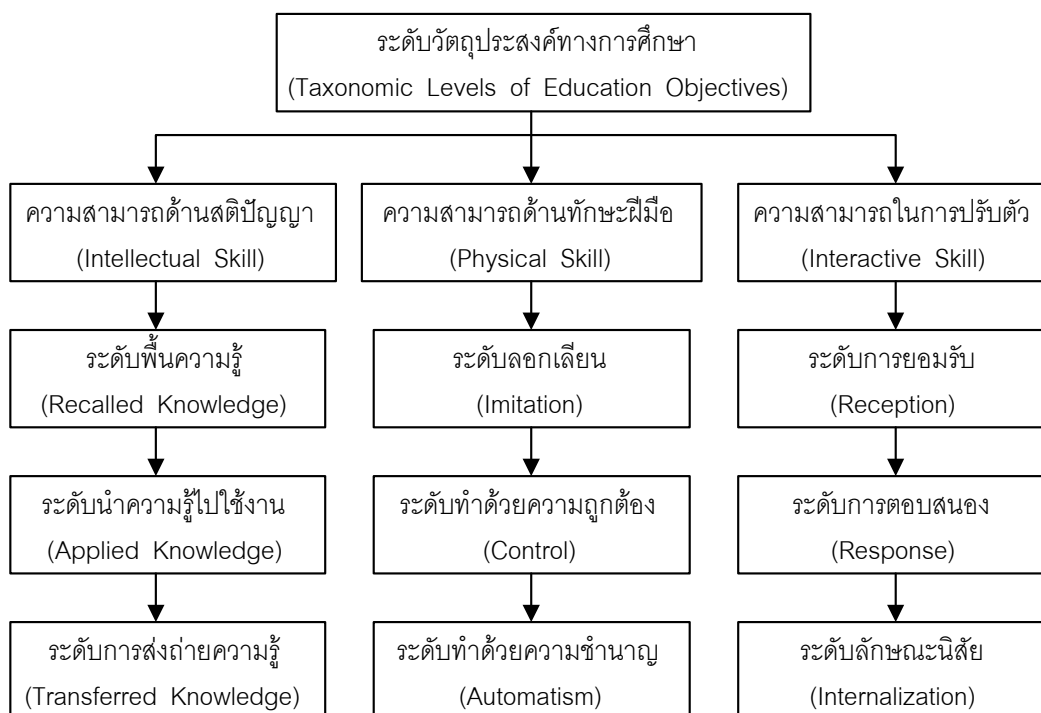
1. ระดับพินิจความรู้ เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นการพินิจ (Recall) ความรู้

(Knowledge) ต่าง ๆ ที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาในลักษณะการลอกเลียนโดยการเขียน หรือ เล่า

2. ระดับประยุกต์ความรู้ เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นความสามารถของผู้เรียนในการ

นำความรู้ที่มีอยู่ ไปแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่มีลักษณะเดียวกันกับสิ่งที่เคยมีประสบการณ์มาแล้วโดยวิธีการพูด เขียน อธิบาย สรุปร

3. ระดับถ่ายความรู้ เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นความสามารถของผู้เรียนในการส่งถ่ายความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสิ่งใหม่ ๆ ซึ่งปัญหาดังกล่าวไม่เคยถูกถกกันมาก่อนโดยการวิเคราะห์ การสังเคราะห์หรือการสรุปผล



ภาพที่ 2-1 ระดับวัตถุประสงค์ทางการศึกษา

- ความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อ (Physical Skill) วัตถุประสงค์ที่กล่าวถึงความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ซึ่งอาจแบ่งระดับความยากเป็น 3 ระดับ จากง่ายไปยากดังนี้

1. ระดับเลียนแบบ เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงทักษะทางกล้ามเนื้อเหมือนรูปแบบที่เคยได้เห็น ได้ฟังมาได้อย่างถูกต้อง โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงท่าทาง
2. ระดับทำด้วยความถูกต้อง เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงทักษะทางกล้ามเนื้อที่ได้ฝึกมา โดยอาจเปลี่ยนรูปแบบการแสดงทักษะทางกล้ามเนื้อก็ได้ แต่อาจจะมีเค้าโครงเดิมอยู่ และได้ผลงานที่ถูกต้องสมบูรณ์
3. ระดับความชำนาญ เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงทักษะทางกล้ามเนื้อตามที่เคยมีประสบการณ์มา โดยถูกต้องชำนาญเป็นไปโดยอิสระ ซึ่งอาจแตกต่างจากรูปแบบเดิมบางส่วน หรือทั้งหมด

- ความสามารถในการด้านพฤติกรรมกรปรับตัว (Interactive Skill) วัตถุประสงค์ที่กล่าวถึง พฤติกรรมกรแสดงออกซึ่งความรู้สึก (Feeling) ต่อสิ่งแวดล้อมต่างๆ ซึ่งอาจแบ่งระดับการแสดงผลออกเป็น 3 ระดับ จากง่ายไปหายากดังนี้

1. ระดับขั้นยอมรับ เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกซึ่งความสนใจ ความเอาใจใส่ต่อสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เห็น ได้ทำ โดยมีความยินดี ภาวะจิตใจที่พร้อมจะรับสิ่งเร้า หรือให้ความสนใจสิ่งเร้านั้น

2. ระดับขั้นตอบสนอง เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกซึ่งความเต็มใจ ความพอใจ สนองตอบ ซึ่งผู้เรียนจะพยายามทำปฏิกิริยาตอบสนองบางอย่างที่เขายอมรับระดับขั้นเป็นลักษณะนิสัย เป็นวัตถุประสงค์ที่มีความต้องการให้ ผู้เรียนมีพฤติกรรมในการแสดงออกซึ่งความรู้สึก ความสำนึก ในคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ด้วยความพอใจจนกลายเป็นความนิยมชมชอบ เชื่อถือสิ่งนั้นเป็นลักษณะนิสัย

การเขียนวัตถุประสงค์ในระดับต่าง ๆ

การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หรือการกำหนดพฤติกรรมปลายทางหลังจากการเรียนการสอนจบลงแล้ว จำเป็นต้องระบุข้อความให้เด่นชัด ว่าพฤติกรรมอันเป็นผลจากความสามารถของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ นั้นจะต้องสร้างให้เกิดขึ้นอยู่ในระดับไหนซึ่งเป็นสิ่งที่ค่อนข้างยากในทางปฏิบัติ มีข้อพิจารณาอย่างคร่าว ๆ สำหรับการกำหนดระดับ และการเขียนวัตถุประสงค์ในด้านความสามารถทางสติปัญญา และความสามารถทางทักษะฝีมือดังนี้

1. ระดับของความสามารถทางสติปัญญา วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ด้านความสามารถทางสติปัญญา มี 3 ระดับคือ ระดับพื้นถิ่นความรู้ ระดับประยุกต์ความรู้ และระดับส่งถ่ายความรู้ซึ่งมีข้อพิจารณาในการกำหนดระดับและเขียนดังนี้

- ระดับพื้นถิ่นความรู้ เป็นระดับที่ผู้เรียนนำความรู้ (Knowledge) ไปใช้ในลักษณะลอกเลียน (Cramming) เขียนวัตถุประสงค์โดยใช้คำกริยาแสดงพฤติกรรม (Action Verb) เช่น บอก เล่า พรรณนา บรรยาย นิยาม บอกความหมาย อาทิเช่น นักศึกษาสามารถบอกทฤษฎีวงจรต่าง ๆ ในการลัสมิกถึงได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 ข้อ

- ระดับประยุกต์ความรู้ เป็นระดับที่ผู้เรียนนำความรู้ไปแก้ปัญหาคำใหม่ เขียนวัตถุประสงค์โดยใช้คำกริยาแสดงพฤติกรรม เช่น อธิบาย คำนวน ยกตัวอย่าง จำแนก อาทิเช่น นักศึกษาสามารถคำนวณหาค่าความเร็วรอบเมื่อกำหนดขนาดและชนิดของวัตถุที่จะกลิ้งได้

- ระดับส่งถ่ายความรู้ เป็นระดับที่ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาคำใหม่ในลักษณะที่ต้องส่งถ่ายความรู้ (Transfer) เขียนวัตถุประสงค์โดยใช้คำกริยาแสดงพฤติกรรม เช่น นักศึกษาสามารถวิเคราะห์สาเหตุที่เกิดจากการประกอบระบบไฟจุดระเบิดไม่ถูกต้องได้

2. ระดับความสามารถทางทักษะกล้ามเนื้อ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ด้านความสามารถทาง ทักษะกล้ามเนื้อ หรือทักษะฝีมือนั้นแบ่งได้ 3 ระดับ คือ ระดับเลียนแบบ ระดับทำด้วยความถูกต้อง และระดับชำนาญ ซึ่งมีข้อพิจารณาในการกำหนดระดับและการเขียนดังนี้

- ระดับเลียนแบบ เขียนวัตถุประสงค์โดยใช้คำกริยาแสดงพฤติกรรม เช่น ทำประกอบ เปลี่ยน ถอด อาทิเช่น นักศึกษาสามารถประกอบระบบเบรกรถจักรยานยนต์ได้
- ระดับทำด้วยความถูกต้อง เขียนวัตถุประสงค์ โดยใช้คำว่า ได้อย่างถูกต้อง เช่น นักศึกษาสามารถติดตั้งได้อย่างถูกต้อง
- ระดับชำนาญ เขียนวัตถุประสงค์โดยใช้คำว่า ได้อย่างถูกต้องชำนาญ เช่น นักศึกษาสามารถเชื่อมต่อชิ้นงานในแนวนอนด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ได้อย่างถูกต้องชำนาญ

3. ระดับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการปรับตัว วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทางด้านการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ในการปรับตัวนี้บางครั้งก็ยาก ที่จะระบุถึงระดับพฤติกรรมการแสดงออกให้เด่นชัดว่าจะต้องอยู่ในเกณฑ์ระดับใด สิ่งที่น่าสนใจเกี่ยวกับพฤติกรรมแสดงออกด้านนี้คือการประเมินพฤติกรรมผู้เรียนว่าเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ เช่น หลังจากการเรียนการสอนจบลงแล้วผู้เรียน จะปฏิบัติตามกฎโรงงาน ในการเจียรในทุกครั้งอย่างสม่ำเสมอ (สุราษฎร์, 2531 : 72-82)

2.3.2 การกำหนดเนื้อหาของหลักสูตร

ความหมายของเนื้อหาของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตรการฝึกอบรม หมายถึง เนื้อหาสาระความรู้และประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรม ควรจะได้เรียนรู้และนำไปใช้ในการปฏิบัติงาน การกำหนดเนื้อหาของหลักสูตร ประกอบด้วย ขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอนคือ

2.3.2.1 การจัดเตรียมโครงร่างของหลักสูตร (Course Outline) ซึ่งหมายถึง คำบรรยายเกี่ยวกับโครงสร้างของหลักสูตร ตามลักษณะรายวิชาและการจัดลำดับขั้นตอนการเสนอเนื้อหาของหลักสูตรฝึกอบรม การจัดลำดับขั้นตอนการเสนอเนื้อหาสำหรับการจัดลำดับขั้นตอนการเสนอเนื้อหานั้น ควรจะกระทำโดยยึดถือแนวทางดังนี้

- ก) เริ่มต้นด้วยการระบุถึงวัตถุประสงค์ของหลักสูตร
- ข) ให้ภาพรวมอย่างกว้าง ๆ ของหลักสูตร ก่อนที่จะเจาะลึกลงไป ในรายละเอียด ผู้รับการอบรมซึ่งเป็นผู้ใหญ่ต้องการที่จะมองเห็นภาพรวมก่อนที่จะต้องการรู้รายละเอียดปลีกย่อย
- ค) จัดลำดับเนื้อหาโดยเริ่มจากสิ่งง่ายไปสู่สิ่งที่ยาก และจากความรู้พื้น ๆ ไปสู่ความรู้ที่สลับซับซ้อน การจัดลำดับจากง่ายไปสู่ยาก จะทำให้ผู้รับการอบรมรู้สึกประสบความสำเร็จในการเรียน และมีความมั่นใจในตนเองมากขึ้นเรื่อง ๆ

ง) จัดลำดับเนื้อหาโดยเริ่มจากสิ่งที่เป็นหลักการทั่วไปไปสู่สิ่งที่กลุ่ณ

เฉพาะ

จ) จัดลำดับอย่างคำนึงถึงความจำเป็นก่อนหลัง หรือความเป็นเหตุเป็นผล

ต่อกัน

ฉ) ใช้ประสบการณ์ของผู้รับการอบรมให้เป็นประโยชน์ เมื่อต้องการเสนอความรู้ใหม่ควรจะนำสิ่งใหม่ไปสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับความรู้เก่าหรือประสบการณ์ของผู้รับการอบรม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้โดยเร็ว

2.3.2.2 การเลือกเนื้อหาวิชาหลักเกณฑ์ในการเลือกเนื้อหาวิชา สำหรับการกำหนดว่าหลักสูตรการฝึกอบรม ควรจะประกอบด้วยเนื้อหาสาระอะไรบ้างนั้น ควรยึดตามหลักเกณฑ์ดังนี้

หลักเกณฑ์ในการเลือกเนื้อหาวิชา

ก) เนื้อหาวิชานั้นต้องสอดคล้องกับความจำเป็นในการฝึกอบรมและพัฒนา

ข) เนื้อหาวิชานั้นต้องเชื่อถือได้ และเป็นแก่นสารของความรู้ในแต่ละ

สาขาวิชา ความทันสมัยและถูกต้อง

ค) เนื้อหาวิชานั้นต้องมีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในการ

ทำงาน

ง) เนื้อหาวิชาที่นำมาบรรจุในหลักสูตร ต้องมีความสมดุลพอดี ครอบคลุมกับการให้ข้อมูล กระบวนการ และความคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องนั้นเพียงพอที่จะให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมและพัฒนา เกิดความเข้าใจถึงหลักการ และความคิดรวบยอดได้อย่างลึกซึ้ง

จ) เนื้อหาวิชาต้องสนองวัตถุประสงค์ได้หลายประการ หลายด้าน

ฉ) เนื้อหาวิชาต้องสอดคล้องกับวุฒิภาวะในการเรียนรู้และประสบการณ์

ของผู้เข้ารับ การฝึกอบรม

ช) เนื้อหาวิชาต้องสอดคล้องกับความต้องการและความสนใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมเมื่อเลือกเนื้อหาวิชาบรรจุลงในหลักสูตร ขึ้นต่อไปต้องจัดเนื้อหาวิชาลำดับก่อนหลัง (Organization of Sequence) เพื่อพัฒนาให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เรียนรู้อย่างต่อเนื่องและเกิดผลการเรียนรู้สูงสุด

การจัดวางเนื้อหาวิชา แนวทางในการจัดวางเนื้อหาวิชามีดังต่อไปนี้คือ

1. ระบุสิ่งที่ต้องการจะให้เกิดการเรียนรู้

ก) ความรู้หรือข้อมูลอะไรที่ต้องการให้เรียนรู้

ข) ทักษะอะไรที่ต้องการให้เรียนรู้

ค) แบบฝึกหัดหรือกิจกรรมอะไรที่ต้องการให้มีการฝึก

2. ระบุความสนใจ ความต้องการ และความสามารถของผู้รับการอบรม
3. รวบรวมเอกสารซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำงานทั้งหมด
4. ค้นหาเอกสารที่จำเป็นจากแหล่งข้อมูลภายนอก
5. จัดวางหรือแก้ไขปรับปรุงเนื้อหาวิชาตามความเหมาะสม
6. ประเมินว่าเนื้อหาที่กำหนดมีความเหมาะสมกับผู้รับการอบรมหรือไม่

การจัดลำดับเนื้อหาวิชาในหลักสูตรฝึกอบรมและพัฒนาไม่ควรจัดตามความสะดวกของวิทยากร หรือจัดตามความสะดวกผู้เข้ารับการฝึกอบรม เพราะจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความสับสน และการเรียนรู้จะไม่เกิดผลหรือเกิดผลต่ำ

2.3.2.3 การสร้างแผนการเรียนรู้ แผนการเรียนรู้ (Lesson Plan) คือ สิ่งที่ยบรรยายถึงวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอน และวิธีการประเมินผล การเขียนแผนการเรียนรู้ที่ดี ควรจะบ่งชี้ถึงสิ่งที่ผู้รับการอบรมจะต้องทำมิใช่สิ่งที่ผู้ฝึกอบรมต้องการจะทำ ทั้งนี้ อาจจะยึดถือแนวทางต่อไปนี้นำในการสร้างแผนการเรียนรู้

ก) ระบุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแผนการเรียนรู้ ซึ่งก็คือผู้รับการอบรมควรจะกระทำอะไรได้ ภายหลังการฝึกอบรม

ข) กำหนดว่าผู้รับการอบรมจะต้องเรียนความรู้และทักษะอะไร จึงสนองตอบต่อวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

ค) จัดวางหัวข้อย่อยของบทเรียนตามลำดับที่เหมาะสม โดยยึดถือแนวทางที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนที่ผ่านมา

ง) ระบุเนื้อหาของหัวข้อย่อยโดยละเอียด โดยการตอบคำถามที่ว่า “ผู้รับการอบรมจะต้องรู้หรือสามารถทำอะไร จึงจะบรรลุถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้”

จ) เลือกกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งเหมาะสมกับการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อย่อย ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้

ฉ) ทบทวนการจัดลำดับเนื้อหา ปรับปรุงแก้ไขตามความเหมาะสม

ช) จัดเตรียมวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้รับการอบรม

2.3.3 การนำหลักสูตรไปใช้

การนำหลักสูตรไปใช้ หมายถึง การให้ผู้บริหาร โครงการฝึกอบรมและพัฒนา เอาโครงการของหลักสูตรไปฝึกอบรมให้เกิดผลอย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.4 การประเมินผลหลักสูตร

การประเมินผลหลักสูตร คือ การหาคำตอบว่า หลักสูตรสัมฤทธิ์ผล ตามที่วัตถุประสงค์กำหนดไว้หรือไม่ และมากน้อยเพียงใด

2.3.5 การปรับปรุงหลักสูตร

การปรับปรุงหลักสูตร คือ กระบวนการพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมและพัฒนา มีวัฏจักรเริ่มต้นจากการกำหนดวัตถุประสงค์ เลือก และจัดเนื้อหาวิชา และประสบการณ์ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ นำหลักสูตรไปฝึกอบรมและพัฒนาประเมินผลสัมฤทธิ์การฝึกอบรมและพัฒนา และนำผลการประเมินที่ได้ไปใช้ในการปรับหลักสูตร เมื่อปรับปรุงหลักสูตรก็กลับสู่การปรับปรุงวัตถุประสงค์หลักสูตร การฝึกอบรมและพัฒนา

2.4 สื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนการสอน มาจากคำว่า สื่อ (Media) และการเรียนการสอน (Instruction) คำว่า สื่อ หมายถึง ตัวกลาง ส่วนคำว่า การเรียนการสอน หมายถึง กระบวนการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและทัศนคติระหว่างครูกับผู้เรียน ดังนั้น สื่อการเรียนการสอน จึงหมายถึง ตัวกลาง ที่ใช้ให้ได้ผลดี ตรงตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน (ลัดดา,2522:60)

สื่อการสอน หมายถึง ตัวกลางช่วยนำ และถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอน หรือจากแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ (กิดานันท์,2531:76)

สื่อการเรียน หมายถึง หนังสือเรียน คู่มือการสอน วัสดุอุปกรณ์ สถานที่รวมทั้งกิจกรรมนอกเหนือ (กิจกรรมพิเศษ) กิจกรรมเสริมบางอย่าง เอกสาร สิ่งพิมพ์

นอกจากคำว่า สื่อ แล้วยังมีคำว่า อุปกรณ์ช่วยสอนอีก โดยมีความหมายดังนี้ อุปกรณ์ช่วยสอน (Teaching Aids) หมายถึง อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น อุปกรณ์ช่วยสอนมีอยู่มากมายหลายชนิด ซึ่งครูผู้สอนจะต้องตัดสินใจเลือกนำมาใช้เพื่อให้เหมาะสมกับบทเรียน (พิสิฐและธีรพล, 2531:132)

ในการเรียนการสอนที่ดี จะต้องให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ การใช้สื่อเป็นตัวกลางทำให้ผู้สอนสามารถส่งหรือถ่ายทอดความรู้ เจตคติและทักษะไปสู่ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ศึกษาการสร้างและหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนซึ่งมีดังนี้

2.4.1 ประเภทของสื่อการสอน

การจำแนกประเภทสื่อการสอน หรืออุปกรณ์ช่วยสอนแบบต่าง ๆ สามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้ (กิดานันท์,2531:78-79)

2.4.1.1 สื่อประเภทวัสดุ (Software) หมายถึง สื่อที่เก็บความรู้ไว้ในตัวเอง ซึ่งจำแนกย่อยได้เป็น 2 ลักษณะ

ก) วัสดุประเภทที่สามารถถ่ายทอดความรู้ได้ด้วยตัวเองโดยไม่ต้องอาศัย

อุปกรณ์อื่นช่วย เช่น แผนที่ ลูกโลก รูปภาพ หุ่นจำลอง ฯลฯ

ข) วัสดุประเภทที่ไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ได้ด้วยตัวเอง จึงจำเป็นต้องอาศัย อุปกรณ์อื่นช่วย เช่น แผ่นเสียง ฟิล์มภาพยนตร์ สไลด์ ฯลฯ

2.4.1.2 สื่อประเภทอุปกรณ์ (Hardware) หมายถึง สิ่งที่เป็นตัวผ่านที่ทำให้ข้อมูลหรือความรู้ที่อยู่ในวัสดุ สามารถถ่ายทอดออกมาใช้หรือเรียนรู้ได้ เช่น เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องเล่นแผ่นเสียง เป็นต้น

2.4.1.3 สื่อประเภทเทคนิคและวิธีการ (Techniques and methods) หมายถึง สื่อที่มีลักษณะเป็นแนวคิดหรือรูปแบบขั้นตอนในการเรียนการสอน ซึ่งไม่มีลักษณะเป็นวัสดุหรืออุปกรณ์ แต่ก็สามารถใช้สื่อ วัสดุ และอุปกรณ์เหล่านั้นมาช่วยในการดำเนินการได้ เช่น การสอนแบบจุลภาค การจัดระบบ การสาธิต เป็นต้น

การจำแนกตามลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้เป็นการแบ่งหมวดหมู่หรือจัดประเภทเท่านั้น ส่วนสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน โดยทั่วไปเรียงลำดับตามความถี่ในการใช้ตามชนิดต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้ กระดานดำ (Chalk board) หนังสือตำรา / ใบเนื้อหาและใบงาน (Book or Text / Information and Work Sheet) แผ่นภาพ (Wall chart) แผ่นใส (Transparency) ของจริง (Real - object) หุ่นจำลอง (Model) ภาพสไลด์ (Slide) ภาพยนตร์ / วิดีโอ (Film / Video)

หลักเกณฑ์ในการเลือกสื่อการสอน

ในชุดการสอน สื่อการเรียนการสอน นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอย่างหนึ่งที่จะทำให้ชุดการสอนมีประสิทธิภาพสูงหรือต่ำ ดังนั้นในการสร้างชุดการสอนจะต้องเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสม

สุชาติ (2526:51) ได้ให้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกสื่อการเรียนการสอนไว้ 5 ประการ คือ สื่อการเรียนการสอนจะต้อง

1. มีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน
2. มีความเหมาะสมกับระดับการแสดงออกของผู้เรียน
3. มีความเหมาะสมกับเนื้อหาความรู้
4. ช่วยแนะแนวทางในการเรียน
5. มี Software ที่สัมพันธ์กับ Hardware

สุนันท์ (2526:17-18) กล่าวถึง หลักในการเลือกสื่อการเรียนการสอนว่า ในการเลือกใช้สื่อการสอนแต่ละครั้ง ครูควรพิจารณาถึงความเหมาะสมของสื่อการสอน แต่ละชนิดในเรื่องต่อไปนี้

1. ความเหมาะสม สื่อที่ใช้นั้นเหมาะสมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการสอนหรือไม่
2. ความถูกต้อง สื่อที่ใช้จะช่วยให้นักเรียนได้ข้อสรุปที่ถูกต้องหรือไม่

3. ความเข้าใจ สื่อที่ใช้นั้นช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และให้ข้อมูลที่ถูกต้องกับนักเรียนหรือไม่

4. ประสบการณ์ที่ได้รับ สื่อที่ใช้นั้นช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์ให้แก่ นักเรียนหรือไม่

5. เหมาะสมกับวัย ระดับความยากง่ายของเนื้อหาที่บรรจุในสื่อ นั้น ๆ เหมาะสมกับระดับความสามารถ ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียนหรือไม่

6. เทียบตรงในเนื้อหา สื่อที่ใช้นั้นช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่ถูกต้องหรือไม่

7. ใช้การได้ดี ถ้าจะนำสื่อที่ใช้นั้นมาใช้จะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ได้ดีหรือไม่

8. คู่กับราคา ผลที่ได้จะคุ้มกับเวลา เงินและการจัดเตรียมสื่อที่ใช้นั้นหรือไม่

9. ตรงกับความต้องการ สื่อที่ใช้นั้นช่วยให้นักเรียนร่วมกิจกรรมตามที่ครูต้องการหรือไม่

10. ช่วงเวลาความสนใจ สื่อที่ใช้นั้นช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในช่วงเวลาที่นานพอสมควรหรือไม่

ไชยยศ (2526:157) กล่าวถึงหลักในการเลือกสื่อการเรียนการสอนว่า

1. สื่อต้องสัมพันธ์กับจุดหมายและเรื่องที่สอน

2. สื่อต้องเหมาะสมกับความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน

3. เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน

4. เนื้อหาและวิธีใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน

5. น่าสนใจ ทันสมัยและไม่ซับซ้อน

6. เนื้อหามีความถูกต้อง

7. เทคนิคการผลิตดี เช่น ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับขนาด สี เสียง ภาพ ความเป็นจริง และการจัดวางใจ เป็นต้น

8. เป็นสื่อที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน

9. สามารถนำเข้าร่วมในการเรียนการสอนได้อย่างดี

10. ถ้ามีสื่อการสอนหลายอย่างในเรื่องเดียวกัน ให้พิจารณาว่าสื่อใดเหมาะสมที่สุด ที่จะทำให้ความรู้ความเข้าใจแก่ผู้เรียนได้ดีที่สุดในเวลาอันสั้นที่สุด

ถัดดา (2523:67-68) ได้กล่าวถึงหลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกสื่อการเรียนการสอนไว้อีก

4 ประการ พอสรุปได้ดังนี้ คือ

1. เลือกสื่อที่สอดคล้องกับจุดหมายของการเรียนการสอน

2. เลือกสื่อที่สอดคล้องกับลักษณะการตอบสนองและพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของผู้เรียนที่คาดหวังจะเกิดขึ้น

3. เลือกสื่อการเรียนการสอนที่มีความเหมาะสมกับความสามารถ และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนแต่ละคน

4. เลือกสื่อและอุปกรณ์ที่พอจะหาได้ ไม่จำเป็นต้องเป็นสื่อที่มีราคาแพงเสมอไป

จากหลักเกณฑ์ ในการพิจารณาเลือกสื่อการเรียนการสอน ที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า สื่อการเรียนการสอนที่นำมาใช้ จะต้องมีความสมบัติดังต่อไปนี้

1. มีความสอดคล้องกับเนื้อหา และเหมาะสมกับวัตถุประสงค์การสอน
2. มีความเหมาะสมกับวัย ระดับสติปัญญา และประสบการณ์ของผู้เรียน
3. มีขนาดและความชัดเจนสูงเพื่อสร้างความสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย
4. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน
5. มีความทันสมัยน่าสนใจ ใช้สะดวกปลอดภัย
6. เป็นวัสดุอุปกรณ์ที่พอหาได้ในราคาย่อมเยาไม่แพงจนเกินไป
7. มีความคุ้มค่ากับเวลาและต้นทุนในการผลิต

2.4.1.4 การประเมินสื่อ

การประเมินสื่อการเรียนการสอนมักจะควบคู่ไปกับวิธีการประเมินไปด้วย การประเมินสื่อ เป็นการพิจารณาประสิทธิภาพ และคุณภาพของสื่อการเรียนการสอน ดังนั้น การประเมินสื่อ จึงเริ่มด้วยการกำหนดปัญหา หรือคำถาม เช่นเดียวกันกับการวิจัย เช่นสื่อการเรียนการสอนที่ใช้ มีประสิทธิภาพเพียงใด สื่อจะสามารถปรับปรุงการสอนได้ดีเพียงใด คำนวณในแง่ผลการเรียนรู้หรือไม่ ต้องใช้เวลาในการใช้สื่อมากเพียงใด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อมีการใช้สื่อเป็นครั้งแรกควรมีการประเมินสื่อ นั้น เพื่อปรับปรุงในการใช้ครั้งต่อไป การประเมินด้วยตัวผู้สอนเอง อาจใช้แบบประเมินง่าย ๆ โดยใช้แบบประเมินสื่อทั่วไป หรือใช้แบบประเมินเฉพาะสื่อ ก็ได้

การประเมินสื่ออาจทำได้หลายวิธี ที่นิยมกันมี 5 วิธี คือ

- ก) การประเมินโดยผู้สอน
- ข) การประเมินโดยผู้ชำนาญ
- ค) การประเมินโดยคณะกรรมการเฉพาะกิจ
- ง) การประเมินโดยผู้เรียน
- จ) การประเมินประสิทธิภาพของสื่อ

การประเมินสื่อ อาจทำได้ด้วยการสังเกตพฤติกรรมการเรียน การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน การอภิปรายระหว่างสอนกับผู้เรียนเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนก็เป็นแนวทางหนึ่งในการประเมิน ทั้งนี้ผู้ประเมินควรมีแบบประเมิน เพื่อช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยนำมาวิเคราะห์ผลการประเมินต่อไป

ก) การประเมินโดยผู้สอน ผู้สอนควรจะได้รับคัดเลือก ให้เป็นผู้ประเมินสื่อ ควรเป็นผู้สอนที่มีประสบการณ์ในการสอน เคยรับการฝึกอบรมจนมีความรู้ความชำนาญเกี่ยวกับการผลิตและการใช้สื่อ และมีประสบการณ์ในการใช้สื่อการเรียนการสอนมาเป็นอย่างดี ผู้สอนที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับสื่อและวิธีการสอน อาจจัดเป็นผู้ชำนาญได้

ข) การประเมินโดยผู้ชำนาญ ผู้ชำนาญในที่นี้ หมายถึง ผู้ชำนาญด้านสื่อการเรียนการสอน และมีประสบการณ์ด้านการประเมินด้วย ดังนั้น ผู้ชำนาญอาจเป็นผู้สอน เป็นอาจารย์ในมหาวิทยาลัยที่สอนสาขาวิชาสื่อ และเทคโนโลยีการศึกษา รวมทั้งอาจารย์ด้านการวัดผล และการประเมินผล ที่มีความรู้ความสามารถด้านสื่อการเรียนการสอน เป็นต้น

ค) การประเมินโดยคณะกรรมการเฉพาะกิจ คณะกรรมการเฉพาะกิจเพื่อประเมินสื่อการสอน เป็นกลุ่มบุคคลที่หน่วยงานแต่งตั้งขึ้นมาประเมินสื่อลักษณะของกรรมการชุดนี้คล้ายคลึงกับ กรรมการตรวจรับวัสดุครุภัณฑ์ ซึ่งจะมุ่งประเมินเฉพาะในด้านกายภาพที่กำหนดขึ้นมาก่อนการจัดซื้อ แต่กรรมการประเมินสื่อจะประเมินคุณลักษณะประสิทธิภาพการใช้ และ คุณลักษณะด้านอื่น ๆ ของสื่อการเรียนการสอนด้วย

ง) การประเมินโดยผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้รับรู้จากสื่อ ดังนั้น การให้ผู้เรียนได้มีโอกาสประเมินสื่อ จึงช่วยให้ได้ข้อคิดในการปรับปรุงสื่ออย่างเหมาะสมกับผู้เรียน การประเมินสื่อโดยผู้เรียนควรจัดทำขึ้นทันทีเมื่อใช้สื่อแล้ว และให้ประเมินเฉพาะตัวสื่อไม่ให้เอาวิธีสอนของผู้สอนเข้ามาเกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตามการประเมินสื่อโดยผู้เรียนอาจมีปัญหาอยู่บ้างในแง่ของผู้เรียนอาจจะมีประสบการณ์น้อย ผู้สอนควรชี้แจงเกณฑ์หรือหัวข้อการประเมินให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนที่จะให้ประเมิน

จ) การประเมินประสิทธิภาพของสื่อ เป็นการประเมินประสิทธิภาพของสื่อ สื่อที่จะต้องได้รับการประเมินประสิทธิภาพส่วนใหญ่จะเป็นสื่อ ที่ผลิตขึ้นตามหลักการของการสอนแบบโปรแกรม เช่น บทเรียนโปรแกรมชุดการสอนโมดูล และโสตทัศนูปกรณ์โปรแกรม เป็นต้น การประเมินสื่อโดยวิธีนี้ จะคำนึงถึงจุดมุ่งหมายของสื่อการเรียนการสอน และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ภายหลังที่เรียนจากสื่อชิ้นนั้นแล้ว วิธีประเมินประสิทธิภาพสื่อ ทำได้ 2 วิธี คือ

- ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ เช่น การประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม จะอาศัยเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (90/90 Standard) โดย 90 ตัวแรก หมายถึง คะแนนรวมของผลทดสอบของผู้เรียนทั้งหมดที่ตอบถูกโดยนำมารวมกันเข้าแล้วคิดเป็นร้อยละได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 และ 90 ตัวหลัง หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อมีผู้เรียนทำถูกไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 ถ้าข้อใดมีผู้เรียนทำได้ต่ำกว่าร้อยละ 90 ต้องปรับปรุงแก้ไขบทเรียนโปรแกรมนั้น แล้วทำการทดลองซ้ำอีก จนกว่าจะได้คะแนนถึงเกณฑ์มาตรฐาน 90/90

- ประเมินโดยไม่ได้ตั้งเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า เป็นการประเมินประสิทธิภาพของสื่อด้วยการเปรียบเทียบผลการสอบของผู้เรียน ภายหลังจากที่ผู้เรียน เรียนจากสื่อ นั้นแล้ว (Post-test) สูงกว่าผลสอบก่อนเรียน (Pre test) อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หากผลเปรียบเทียบพบว่า ผู้เรียนได้คะแนนสอบหลังเรียน สูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ก็แสดงว่าสื่อมีประสิทธิภาพ (ไชยยศ,2533:127)

2.5 การสร้างแบบทดสอบ

เนื่องจากการวัดและประเมินผลการเรียนเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อจะได้รู้ว่าผู้เรียนแต่ละคนมีการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของการสอนที่กำหนดไว้หรือไม่เพียงใด อีกทั้งยังเป็นตัวชี้บ่งถึงข้อผิดพลาดต่าง ๆ ในขบวนการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปรับปรุงการเรียนการสอนในครั้งหรือเรื่องต่อไป และเป็นการส่งเสริมกำลังใจแก่ผู้เรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ ในการวัดผลของการเรียนรู้นั้นอาจทำได้หลายวิธี วิธีการหนึ่งที่นิยมมากที่สุด คือ การใช้แบบทดสอบ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาถึงการสร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยขอเสนอเป็นหัวข้อดังนี้

2.5.1 ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี

แบบทดสอบที่ดี ควรมีลักษณะสำคัญดังนี้ (ประดับ, 2542 : 587)

2.5.1.1 ความเที่ยงตรง (Validity) วัดแล้วได้คะแนนตรงกับสิ่งที่ต้องการวัด คือมี

- ก) ความเที่ยงตรงในเนื้อหา
- ข) ความเที่ยงตรงตามสภาพ
- ค) ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์
- ง) ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

2.5.1.2 ความเชื่อมั่น (Reliability) มีการวัดแล้วคะแนนไม่เปลี่ยนแปลง ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีความสัมพันธ์สอดคล้องระหว่างคะแนนสอบครั้งแรกกับครั้งหลัง

2.5.1.3 ความเป็นปรนัย (Objectively) คือ มีความตรง ความแจ่มชัดในคำถาม การให้คะแนนและความหมายของคะแนน

2.5.1.4 ความยากของข้อสอบ (Difficulty) ข้อสอบมีความยากปานกลาง เป็นข้อสอบที่ดีเพราะจะช่วยให้แปรตามความหมายคะแนนได้ดี ช่วยให้ข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกสูง ทำให้การกระจายของคะแนนมาก มีความแปรปรวนสูง ซึ่งมีผลให้แบบทดสอบทั้งฉบับมีความเชื่อมั่นสูงตามได้ด้วย

2.5.1.5 อำนาจจำแนก (Discrimination) สามารถแยกกลุ่มเก่ง – กลุ่มอ่อนได้ตามความสามารถจริง ๆ มีพิสัยของคะแนนกว้าง คะแนนสูงสุดและต่ำสุดต่างกันมาก และมีความแปรปรวน

2.5.1.6 ความยุติธรรม (Fairness) มีลักษณะคือ

- ก) เป็นแบบทดสอบไม่ลำเอียงกับกลุ่มใด
- ข) ไม่เปิดโอกาสให้คนเก่งเก่งข้อสอบได้

2.5.1.7 ประโยชน์ใช้สอย (Usability) มีลักษณะคือ

- ก) ง่ายต่อการดำเนินการสอบ (Administering)
- ข) เวลาที่ใช้ในการทดสอบพอเหมาะ
- ค) ง่ายต่อการตรวจให้คะแนน (Scoring)
- ง) ง่ายต่อการแปลผลและการนำไปใช้ (Interpretation)

2.5.1.8 ช่วยเป็นเยี่ยงอย่าง (Exemplary) ข้อสอบควรมีลักษณะ ทำท่าย ชวนให้คิดต่อ มีความยาก – ง่ายพอเหมาะ มีคำถามเร้าใจ

2.5.1.9 ความลึก (Searching) คือ มีการให้คำถามไม่ใช่ถามความจำอย่างเดียว

2.5.1.10 ประสิทธิภาพ (Efficiency) เป็นข้อสอบที่ให้คะแนนเที่ยงตรง เชื่อถือได้มากใช้เวลา แรงงานน้อยที่สุด กล่าวคือ น้อยข้อ ใช้เวลาน้อย แล้ววัดได้ดีเท่ากับแบบทดสอบข้อมาก ๆ และใช้เวลามาก

2.5.2 การเลือกชนิดแบบทดสอบ

การที่จะเลือกใช้แบบทดสอบแบบใด จะต้องคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

2.5.2.1 จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ ถ้านักเรียนมีไม่มากนัก จำนวนประมาณ 25-30 คน อาจจะใช้ข้อสอบอัตนัยก็ได้

2.5.2.2 ความมุ่งหมายของการทดสอบ เราจะต้องพิจารณาว่าเราจะวัดอะไร นี่คือการมุ่งหมายของการทดสอบ ถ้าต้องการวัดความสามารถในการแสดงความคิดเห็นก็ใช้ข้อสอบแบบเรียงความ ถ้าต้องการจะวัดความเข้าใจ การตีความ การแปลความหมาย หรือต้องการคัดเลือกรับบุคคลเข้าทำงาน หรือคัดเลือกรักเรียนก็ใช้แบบทดสอบแบบปรนัย เป็นต้น

2.5.2.3 เวลาสำหรับผู้ออกและตรวจข้อสอบ ผู้ออกและตรวจข้อสอบ มักจะเป็นคน ๆ เดียวกัน จะต้องพิจารณาว่ามีเวลาตอนก่อนสอบกับหลังสอบตอนไหนมากกว่ากัน การสร้างข้อทดสอบแบบปรนัยต้องเสียเวลามาก ในตอนก่อนสอบกับขั้นตอนหลังสอบตอนไหนมากกว่ากัน การสร้างข้อทดสอบแบบปรนัยต้องเสียเวลามากในตอนก่อนสอบ แต่ประหยัดเวลาภายหลัง เป็นต้น

2.5.2.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำแบบทดสอบ ได้แก่ เครื่องพิมพ์ เครื่องอัดสำเนา กระดาษ และเครื่องใช้อื่น ๆ ตลอดจนพนักงานพิมพ์ดีด ถ้าสิ่งเหล่านี้มีพร้อม การกระทำข้อสอบปรนัยก็ไม่ยากเย็น แต่ถ้าไม่พร้อมก็ควรจะออกแบบทดสอบแบบเรียงความ

2.5.2.5 ความชำนาญของผู้ออกแบบทดสอบ เนื่องจากครูแต่ละท่าน มีความชำนาญในการออกแบบทดสอบที่ต่างกัน

2.5.2.6 การวิเคราะห์แบบทดสอบ ถ้าต้องการวิเคราะห์แบบทดสอบ ก็ควรเลือกแบบปรนัย เพราะสามารถวิเคราะห์ได้โดยวิธีวิทยาศาสตร์

2.5.3 การสร้างแบบทดสอบวัดความก้าวหน้าของการเรียน

การวัดความก้าวหน้าในการเรียนเป็นการวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าได้ผลตามวัตถุประสงค์การสอนที่ระบุเอาไว้หรือไม่เพียงใด การวัดจะกระทำระหว่าง หรือหลังการเรียนการสอนของแต่ละหัวข้อ (Topic) ดังนั้นในการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความก้าวหน้าอาจพิจารณาดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้ (ฟิลิฐ และธีรพล, 2529 : 187)

2.5.3.1 วิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน โดยคำนึงถึงระดับของวัตถุประสงค์ และการแสดงออกถึงพฤติกรรมทางด้านไหน

2.5.3.2 เลือกประเภทหรือชนิดของแบบทดสอบที่เหมาะสม กล่าวคือ แบบทดสอบนั้นจะต้องวัดความสามารถของผู้เรียนได้จริง ในการเลือกประเภทของแบบสอบถามก็ขึ้นอยู่กับระดับความสามารถที่ต้องการวัด เนื้อหาวิชา จำนวนวัตถุประสงค์ เวลา เป็นต้น

2.5.3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนตามวัตถุประสงค์การสอน โดยสร้างข้อคำถามด้วยภาษาที่ง่าย เหมาะสมกับระดับผู้เรียน ตามข้อกำหนดของการสร้างแบบทดสอบชนิดต่าง ๆ ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงความเป็นปรนัยและระดับความยากง่ายของข้อความ

2.5.3.4 ตรวจสอบแบบทดสอบข้อคำถามของข้อสอบอีกครั้งหนึ่งว่าสมบูรณ์เรียบร้อยหรือไม่แบบทดสอบที่ดีจะต้องมีคำถามที่ชัดเจนแน่นอน อ่านแล้วตีความได้ง่ายกว่าคำถามมุ่งให้ผู้เรียนปฏิบัติอย่างไร คำตอบต้องเด่นชัด

2.5.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เมื่อจบการเรียนการสอนแต่ละรายวิชาแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะทดสอบหรือวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าสัมฤทธิ์ผลมากน้อยแค่ไหน อย่างไรก็ตามแบบทดสอบที่ดีและมีประสิทธิภาพเท่านั้นที่จะวัดผลสัมฤทธิ์ได้ดีและเที่ยงตรง ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งในการสร้างมีขั้นตอนดังนี้ (สุราษฎร์, 2530 : 25)

2.5.4.1 วิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอนทั้งหมดของวิชา

การวิเคราะห์วัตถุประสงค์ทำได้โดยการเขียนวัตถุประสงค์ทั้งหมดของวิชานั้น ๆ ลงในใบรายการวัตถุประสงค์ (Objective Listing Sheet) เพื่อดูว่าวัตถุประสงค์แต่ละข้อต้องการให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมในการเรียนรู้ระดับใด และแต่ละข้อนั้น จะมีความสำคัญมากน้อยแค่ไหน ในการวิเคราะห์เราจะใช้สัญลักษณ์ X, I, O แทนความสามารถทางสติปัญญาของผู้เรียน

2.5.4.1 สร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ (Test Blueprint)

การสร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ เป็นแผนผังสำหรับใช้ในการพิจารณาออกแบบทดสอบมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

- ก) รายการวัตถุประสงค์การสอนที่ระบุไว้ในแต่ละหัวข้อเรื่อง
- ข) รายการความสามารถทางสติปัญญา

รายละเอียดของรายการทั้งสอง ได้มาจากรายวิเคราะห์วัตถุประสงค์ซึ่งได้ผ่านการวิเคราะห์มาแล้ว ส่วนจำนวนแบบทดสอบที่จะวัดขึ้นอยู่กับเวลาที่สอบที่กำหนดไว้ในขั้นต้น การคำนวณจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบให้คิดว่าแต่ละนาทีให้ออกแบบทดสอบเป็นปรนัยเลือกตอบ 1 ข้อ ส่วนจะปรับปรุงในตารางเพื่อออกแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัยร่วมด้วยนั้น ก็ให้ทำหลังจากได้พิจารณาแล้วเห็นว่า วัตถุประสงค์การสอนนั้นควรที่จะออกแบบทดสอบประเภทอัตนัย

2.5.4.3 เลือกแบบทดสอบที่เหมาะสม

การเลือกแบบทดสอบที่เหมาะสมว่าควรเลือกแบบทดสอบแบบใดในการวัดผลการเรียนของผู้เรียน มีข้อพิจารณา คือ

- ก) ระดับของวัตถุประสงค์การสอน
 - เพื่อวัดขั้นพื้นฐาน (Recalled Knowledge) และขั้นประยุกต์ (Applied Knowledge) ควรใช้แบบทดสอบแบบปรนัย
 - เพื่อวัดขั้นส่งถ่าย (Transferred Knowledge) ควรใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยและสามารถใช้วัดขั้นพื้นฐาน และขั้นประยุกต์ได้
- ข) เวลาในการจัดสร้างและการตรวจให้คะแนน
 - ถ้ามีเวลาในการเตรียมออกแบบทดสอบน้อยและมีเวลาพอในการตรวจให้คะแนน ควรใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย
 - ถ้ามีเวลาในการเตรียมออกแบบทดสอบมาก และมีเวลาตรวจให้คะแนนน้อย ควรใช้แบบทดสอบแบบปรนัย
- ค) จำนวนผู้เข้าสอบ

- ถ้าผู้เข้าสอบมีจำนวนน้อยและแบบทดสอบไม่ได้ใช้กับกลุ่มอื่น ๆ

ต่อไป ควรใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย

- ถ้าผู้เข้าสอบมีจำนวนมาก และแบบทดสอบต้องการใช้ต่อไปควรใช้แบบทดสอบแบบปรนัย

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน ทางด้านการสอนทางด้านวิชาช่างนับวันจะยิ่งมีมากขึ้น เนื่องจากได้ผลและประสิทธิภาพตามที่ต้องการดังตัวอย่างดังต่อไปนี้

สมเกียรติ (2540) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ใบเนื้อหา แบบฝึกหัดแบบทดสอบ แผนการสอน และสื่อการสอนที่ครูใช้ประกอบการสอน ได้แก่ชุดแผ่นใส กับแผ่นชุดสาริต กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 คณะเครื่องกล แผนกช่างยนต์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ จำนวน 28 คน เลือกโดยวิธีเจาะจง ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทางทฤษฎี 83.32/80.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ปวีณา (2543) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน หลักสูตรความรู้พื้นฐานด้านช่างโทรคมนาคม ชุดการสอนที่สร้างขึ้นประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เอกสารประกอบการอบรม แบบฝึกหัดพร้อมเฉลย แบบทดสอบพร้อมเฉลย และสื่อการสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นพนักงานบริษัทโทรศัพท์แห่งประเทศไทย ที่เข้ารับการฝึกอบรมในหลักสูตรความรู้พื้นฐานด้านช่างโทรคมนาคม ส่วนการฝึกอบรม บริษัทโทรศัพท์แห่งประเทศไทย จำนวน 30 คน เลือกโดยวิธีเจาะจง ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทางทฤษฎี 86.5/80.07 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ชัยณรงค์ (2545) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 2 เรื่องสมการสเตทและฟังก์ชันของวงจร ชุดการสอนที่สร้างขึ้นประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เอกสารประกอบการอบรม แบบฝึกหัดพร้อมเฉลย แบบทดสอบพร้อมเฉลย และสื่อการสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภาควิชาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 38 คน เลือกโดยวิธีเจาะจง ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทางทฤษฎี 81.97/80.92 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ดลฤดี (2547) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน หลักสูตรเทคโนโลยี สมาร์ทการ์ดและการประยุกต์ใช้งาน สถาบันวิชาการ ทศท บริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) ชุดการสอนที่สร้างขึ้นประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เอกสารประกอบการอบรม แบบฝึกหัดพร้อมเฉลย แบบทดสอบพร้อมเฉลย และสื่อการสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นผู้เข้ารับการฝึกอบรม หลักสูตรเทคโนโลยีสมาร์ทการ์ดและการประยุกต์ใช้งานในไตรมาสที่ 1 ปีงบประมาณ 2547 จำนวน 30 คน เลือกโดยวิธีเจาะจง ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.08/81.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

สมมารถ (2547) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง สนามแม่เหล็กและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า วิชาทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า (04-210-206) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2545) วิชาเอก วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ชุดการสอนที่สร้างขึ้นประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอน แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ ที่ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง สนามแม่เหล็กและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จากนั้นจึงนำไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ที่ได้ลงทะเบียนเรียน ในวิชาทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า ปีการศึกษา 2/2547 ภาคสมทบ จำนวน 33 คน เลือกโดยวิธีเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 76.42/73.15 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนโดยเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อน และหลังเรียนพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดการสอน สรุปได้ว่าชุดการสอนเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่มีประโยชน์และคุณค่าสูงสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำเอาหลักการต่าง ๆ จาก เอกสารและงานวิจัยเหล่านี้มาเป็นแนวทางในการสร้างชุดการสอน เรื่อง “เทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ตามหลักสูตรการฝึกอบรม สถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)

ผลจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนที่ผู้วิจัยได้รวบรวมไว้ดังกล่าวข้างต้น ทำให้ทราบถึงรายละเอียดของเนื้อหาถึงแนวคิด ความหมาย ความสำคัญ ประเภท และความจำเป็นของการฝึกอบรม ขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรม

และการสร้างชุดการสอนให้มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน การเลือกกำหนดเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน การเลือกสื่อการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และการสร้างแบบทดสอบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเอาหลักการต่างๆจากเอกสารและงานวิจัยเหล่านี้ มาเป็นแนวทางในการสร้างชุดการสอน หลักสูตร เทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ตามหลักสูตรการฝึกอบรม สถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ที่เป็นนวัตกรรมการศึกษาที่ซึ่งนำสื่อประสมที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาของหลักสูตร มาใช้ในระบบการเรียนการสอน มีสื่อการเรียนการสอนที่ประกอบด้วยภาพเคลื่อนไหว ร่วมกับการนำเสนอเพาเวอร์-พอยต์ เพื่อช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

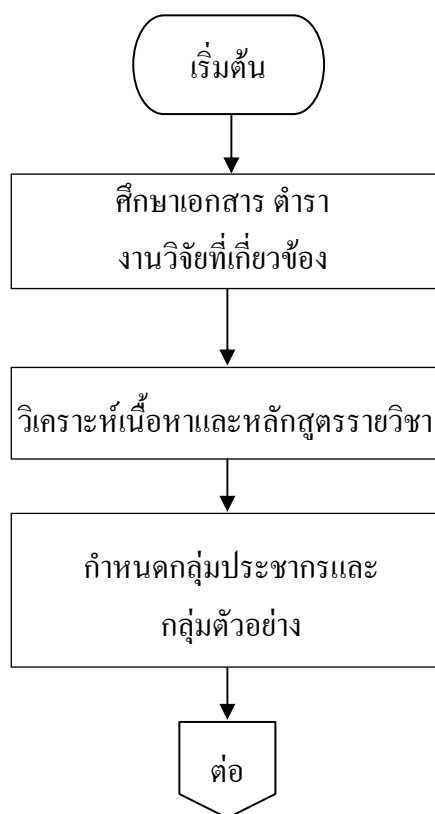
บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

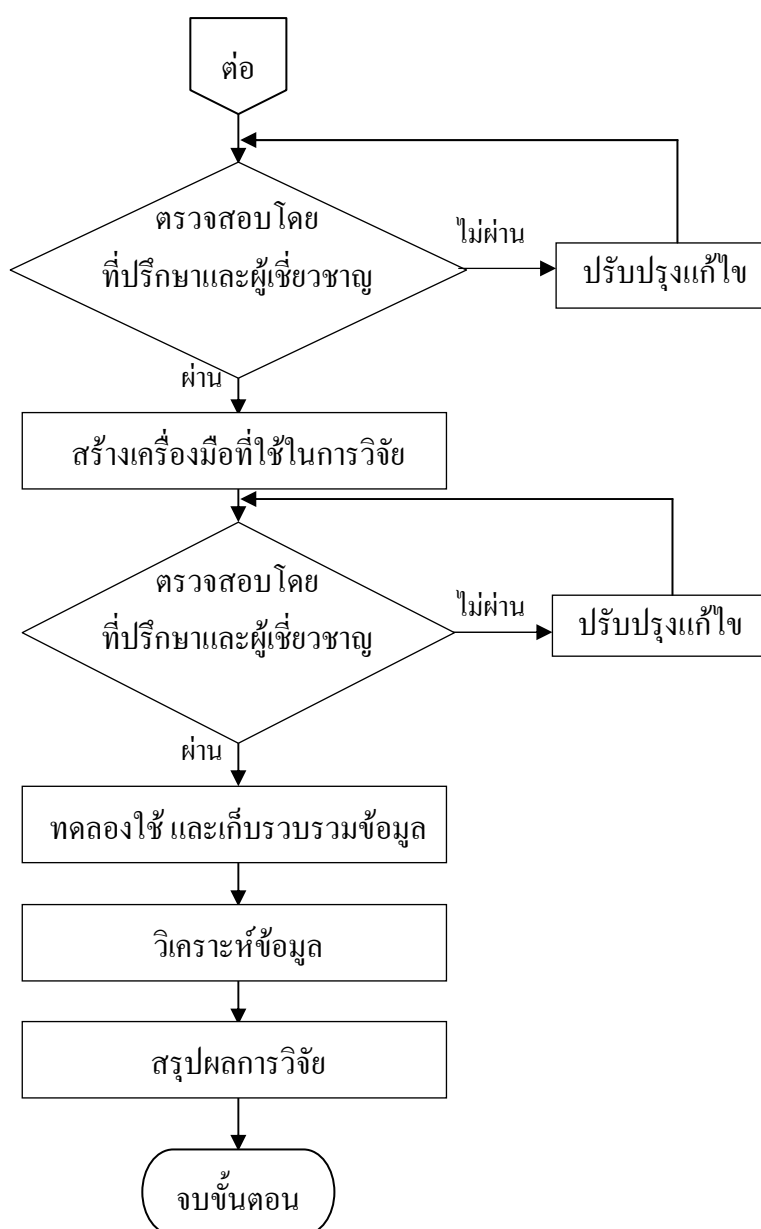
การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอน หลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ตามหลักสูตรการฝึกอบรม สถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1 ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 3.2 วิเคราะห์เนื้อหาและพัฒนาหลักสูตรรายวิชา
- 3.3 กำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.5 ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 วิเคราะห์ข้อมูล

แสดงในภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 แสดงขั้นตอนการวิจัย



ภาพที่ 3-1 (ต่อ)

3.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูล ดังต่อไปนี้

3.1.1 ศึกษาเอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับการสร้างชุดการสอน โดยผู้วิจัยได้นำความรู้ที่ได้ศึกษาจากบทที่ 2 มาประยุกต์ใช้ในการทำวิจัย และสร้างชุดการสอน

3.1.2 ศึกษารายละเอียดโครงร่างหลักสูตรโครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System ของโครงร่างหลักสูตรเดิมที่มีอยู่แล้วซึ่งยังไม่มีชุดการสอนและยังไม่มีเคยมีการจัดฝึกอบรมมาก่อนเพื่อสร้างชุดฝึกอบรมขึ้นใหม่สำหรับหลักสูตรนี้ จาก เอกสาร ตำรา ผู้เชี่ยวชาญ วิทยากร และ

อาจารย์ที่ปรึกษา

3.2 การวิเคราะห์เนื้อหาและพัฒนาหลักสูตรรายวิชา

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการวิจัย โดยศึกษาเนื้อหา วิเคราะห์และพัฒนาหลักสูตรในแต่ละ หัวข้อวิชา ของหลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ของเดิม ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งเพื่อให้ได้มาซึ่งการกำหนดหัวข้อวิชาและหัวข้อย่อย ดังแสดงในภาพที่ 3-2 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรรายวิชา ซึ่งจากการศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องพบว่า มีหัวข้อที่สอดคล้องกับหลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ที่สำคัญทั้งหมด 7 หัวข้อหลัก ประกอบไปด้วย

- 3.2.1.1 การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารแบบไร้สาย
- 3.2.1.2 สถาปัตยกรรมของโครงข่าย UMTS
- 3.2.1.3 การเข้าถึงโครงข่ายโดยวิธีการด้วยคลื่น
- 3.2.1.4 โปรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS
- 3.2.1.5 การทำงานพื้นฐานของโครงข่าย UMTS
- 3.2.1.6 ระบบความปลอดภัยที่ใช้กับโครงข่าย UMTS
- 3.2.1.7 การให้บริการบนโครงข่าย UMTS

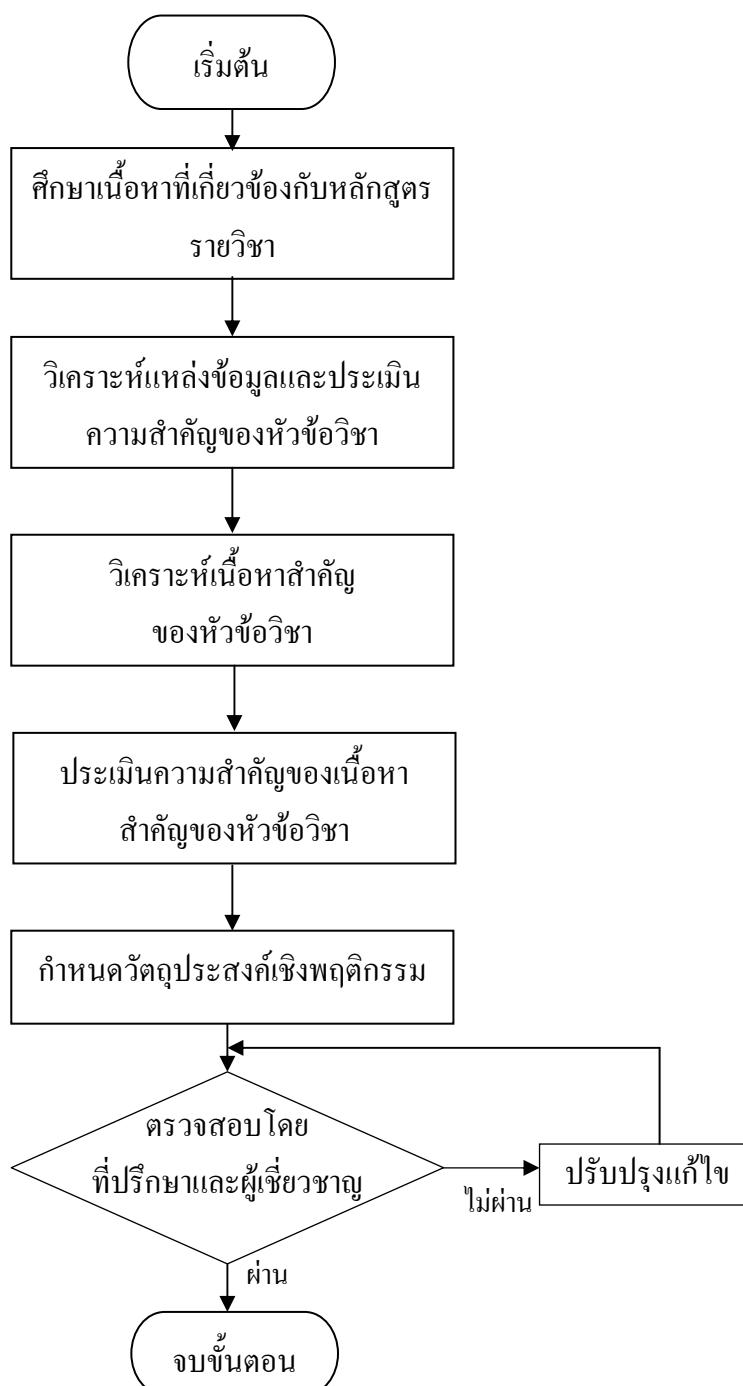
3.2.2 วิเคราะห์แหล่งข้อมูลและประเมินความสำคัญของหัวข้อวิชา โดยทุกหัวข้อวิชาอาศัยข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้คือ เอกสารและตำรา, วิทยากร ผู้เชี่ยวชาญ และประสบการณ์ของผู้วิจัย หลังจากนั้นทำการประเมินความสำคัญของหัวข้อวิชา แต่ละข้อโดยมีเกณฑ์การพิจารณาให้น้ำหนักความสำคัญในแต่ละหัวข้อวิชา ว่ามีลำดับความสำคัญมากน้อยเพียงใด จากการประเมินพบว่าหัวข้อที่ 1 และ 2 มีความสำคัญมากที่สุด หัวข้อที่ 3 และ 6 มีความสำคัญมาก และหัวข้อที่ 4, 5 และ 7 มีความสำคัญปานกลาง (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข. หน้า 82)

3.2.3 วิเคราะห์ความสำคัญของหัวข้อวิชา โดยการวิเคราะห์ในแต่ละหัวข้อวิชาว่ามีประเด็นที่สำคัญอะไรบ้าง และประกอบไปด้วยเนื้อหาสำคัญใดบ้าง (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข. หน้า 83) หลังจากนั้นนำหัวข้อวิชามาวิเคราะห์ เพื่อกำหนดเนื้อหาสำคัญของหัวข้อวิชา

3.2.4 ประเมินความสำคัญของเนื้อหาสำคัญของหัวข้อวิชา โดยการให้น้ำหนักความสำคัญในแต่ละหัวข้อวิชาว่ามีลำดับความสำคัญมากน้อยเพียงใด ซึ่งใช้เกณฑ์เดียวกันกับการประเมินความสำคัญของหัวข้อวิชา (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข. หน้า 84-86)

3.2.5 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากการวิเคราะห์หลักสูตร วิเคราะห์หัวข้อวิชา

ประเมินความสำคัญของหัวข้อวิชา และวิเคราะห์เนื้อหาสำคัญของหัวข้อวิชา หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มากำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข.หน้า 87-92)



ภาพที่ 3-2 การวิเคราะห์เนื้อหาและหลักสูตรรายวิชา

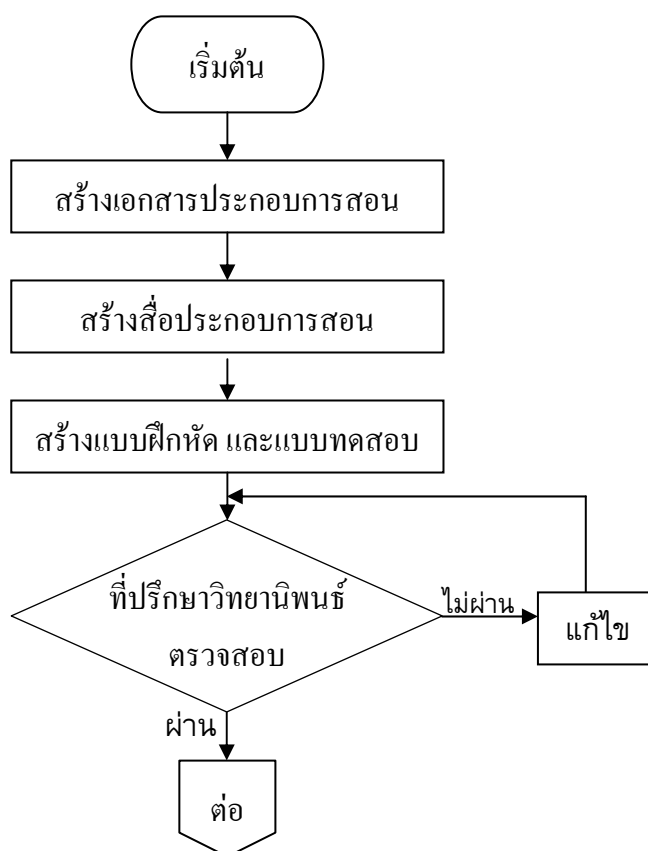
3.3 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ พนักงานที่ปฏิบัติงานด้านเทคนิคหรือผู้ที่เกี่ยวข้องของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)

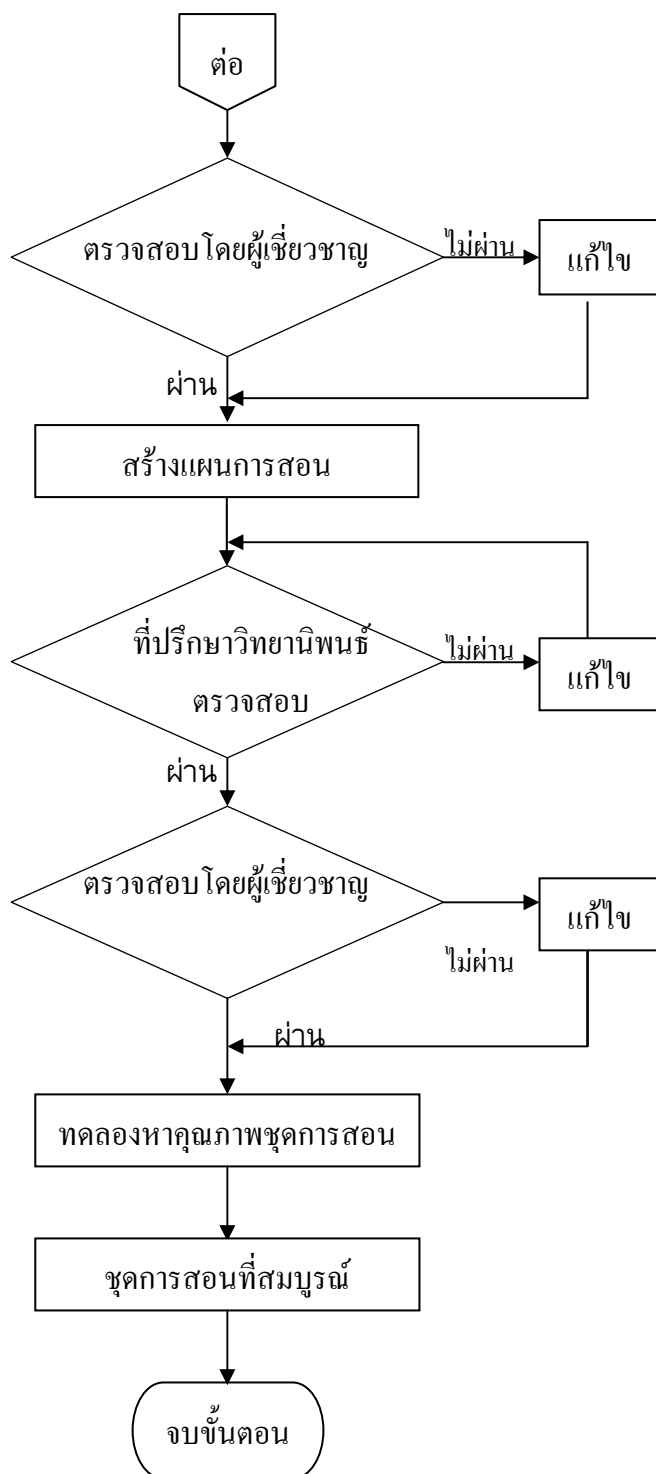
กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มพนักงานบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ที่ได้รับการคัดเลือกให้เข้ารับการฝึกอบรมในหลักสูตรหลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ตามหลักสูตรการฝึกอบรม สถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) จำนวน 30 คน และใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.4 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นชุดการสอนหลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ตามหลักสูตรการฝึกอบรม สถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังภาพที่ 3-3 โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน มีดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3-3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย



ภาพที่ 3-3 (ต่อ)

3.4.1 สร้างใบเนื้อหาสำหรับผู้เข้ารับการอบรมเพื่อเป็นเอกสารประกอบการเรียนการสอน และเป็นการทบทวนเนื้อหาหลังจากจบบทเรียนซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และจากการวิเคราะห์เนื้อหาสำคัญของหัวข้อวิชาเพื่อให้ได้เนื้อหาครอบคลุมตรงตามระดับความรู้

ของวัตถุประสงค์ ซึ่งมีแหล่งข้อมูลมาจากเอกสาร ตำรา วิทยากร ผู้เชี่ยวชาญ และประสบการณ์ของผู้วิจัย (ตามตารางที่ 3-1)

ตารางที่ 3-1 จำนวนเอกสาร สื่อการสอนและข้อสอบ

หัวข้อที่	จำนวนใบเนื้อหา	จำนวนสื่อการสอน	จำนวนข้อสอบ
1	24	86	12
2	28	73	10
3	33	61	11
4	21	38	9
5	10	20	6
6	12	18	6
7	21	31	6

3.4.2 สร้างสื่อการสอน โดยสร้างขึ้นจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และรายละเอียดของเนื้อหาวิชาเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สื่อการสอนที่สร้างขึ้น เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบคำบรรยาย ในลักษณะ Presentation ภาพเคลื่อนไหว และวิดีโอ เนื่องจากสถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) มีความพร้อมในด้านอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์ ทั้งด้านคอมพิวเตอร์ และโปรเจกเตอร์ ทำให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจในแต่ละบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น และเป็นสื่อที่ทันสมัย สะดวกในการปรับปรุงแก้ไข



ภาพที่ 3-4 ตัวอย่างสื่อวิดีโอ

จุดเด่นของระบบ 3G/UMTS	
คุณลักษณะที่สำคัญของโครงข่าย UMTS มี 2 อย่างคือ	
1. ความเร็วของข้อมูลสูง:	
144 kbps ใช้งานอยู่ในรถ ภายนอกอาคาร	
384 kbps ใช้งานแบบเดินนอกอาคาร	
2,048 kbps ใช้งานภายในอาคาร/แบบหยุดนิ่ง	
2. ต้นทุนที่ต่ำลงของการให้บริการเสียง ค่าเฉลี่ยของความสำเร็จของ UMTS Node B มีค่าประมาณ 8 เท่ามากกว่าของ GSM BTS แต่มีค่าราคาสูงกว่า 1-1.5 เท่า	
Node B เป็นสถานีฐานของโครงข่าย UMTS BTS เป็นสถานีฐานของโครงข่าย GSM	
UMTS Technology	1.55

ภาพที่ 3-5 ตัวอย่างสื่อเพาเวอร์พอยต์

3.4.3 สร้างแบบฝึกหัดหลังบทเรียน เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการอบรมในระหว่างการฝึกอบรม และเป็นเครื่องมือที่ใช้หาประสิทธิภาพของชุดการสอน จำนวน 90 ข้อ

3.4.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เพื่อเป็นเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากจบบทเรียนแล้ว และเป็นเครื่องมือที่ใช้หาประสิทธิภาพของชุดการสอนจำนวน 60 ข้อ

การสร้างแบบฝึกหัดและแบบทดสอบนั้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1. นำวัตถุประสงค์ที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหา และการศึกษาจากหลักสูตรทั้งหมดมาลงในการวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน (Objective Listing Sheet) เพื่อกำหนดระดับการเรียนรู้ ความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์ (XIO) และระดับคะแนน (321) โดยพิจารณาจากความยากง่ายของเนื้อหาปริมาณเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง ทำการรวบรวมน้ำหนักคะแนนในแต่ละวัตถุประสงค์ เป็นน้ำหนักคะแนนสำคัญ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 94-99) แล้วนำค่าน้ำหนักคะแนนที่ได้จากการประเมินความสำคัญตามระดับวัตถุประสงค์มาใส่ลงในตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Test - Blueprint) เพื่อกำหนดจำนวนแบบฝึกหัดในแต่ละวัตถุประสงค์ โดยการกำหนดจำนวนข้อสอบตามน้ำหนักคะแนนสำคัญ หรือ นำน้ำหนักคะแนนทุกหัวเรื่องรวมกัน แล้วกำหนดการออกข้อสอบตามจำนวนวัตถุประสงค์ ทำการหาค่าน้ำหนักคะแนนรายข้อ แล้วนำไปคำนวณจำนวนข้อสอบในแต่ละหัวเรื่อง เช่น รวมคะแนนสำคัญทุกหัวเรื่องได้ 84 คะแนน มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทุกหัวเรื่องจำนวน 57 วัตถุประสงค์ โดยในหัวเรื่องที่ 1 มีน้ำหนักคะแนน 17 คะแนน ดังนั้นข้อสอบ 1 ข้อ มีน้ำหนักคะแนนสำคัญคือ $84/57 = 1.47$ คะแนนแสดงว่าในหัวเรื่องที่ 1 ต้องออกข้อสอบทั้งหมด $17/1.47 = 11$ ข้อ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 100-109)

2. สร้างแบบฝึกหัดและแบบทดสอบเมื่อได้จำนวนข้อแล้ว ดำเนินการสร้างแบบฝึกหัดและแบบทดสอบโดยคำนึงถึง ระดับของวัตถุประสงค์เป็นหลักในการสร้าง

3. ประเมินความสอดคล้อง หลังจากสร้างแบบฝึกหัดและแบบทดสอบเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำไปให้ ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ที่ประเมินแบบฝึกหัดทั้งหมด 90 ข้อ พบว่าดัชนีความสอดคล้องมีค่า ระหว่าง 0.6 – 1.00 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 และผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ที่ประเมินแบบทดสอบทั้งหมด 60 ข้อ พบว่าดัชนีความสอดคล้องมีค่า ระหว่าง 0.6 – 1.00 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.95 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 111-118)

4. คัดเลือกแบบทดสอบ ปรากฏว่าสามารถเลือกใช้แบบฝึกหัดได้จำนวน 90 ข้อ และเลือกแบบทดสอบได้จำนวน 60 ข้อ

3.4.5 สร้างแผนการสอน เป็นการกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ซึ่งแผนการสอน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ระบุถึงเนื้อหาสำคัญของหัวข้อวิชา วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เอกสารประกอบการสอน วิธีการสอน สื่อการสอน และการประเมินผล โดยใช้แบบทดสอบที่จะสามารถตอบสนองวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ดังรายละเอียดในภาคผนวก จ.หน้า 135)

3.4.6 สร้างแบบประเมินคุณภาพชุดการสอน เป็นแบบประเมินที่ใช้รวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยการเรียบเรียงและอ้างอิงจากเอกสารการเรียนการสอนของ พิสิฐ และ ชีรพล (2531 : 171) เรื่อง “การประเมินคุณภาพของสื่อ” แล้วจัดสร้างเป็นแบบประเมินคุณภาพชุดการสอน สำหรับผู้เชี่ยวชาญ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข.หน้า 131-133)

3.4.7 ประเมินคุณภาพชุดการสอน หลังจากสร้างชุดการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำชุดการสอนไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเรียบร้อย เพื่อหาจุดบกพร่อง จากนั้นจึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินคุณภาพเนื้อหาวิชา สื่อการสอน แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ ก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างผลการวิเคราะห์การแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่าผู้เชี่ยวชาญได้มีความคิดเห็นต่อชุดการสอน โดยเฉลี่ยทั้งเนื้อหาวิชา สื่อการสอนและแบบทดสอบ อยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยทุกด้านอยู่ที่ 4.21 ตามรายละเอียดตารางที่ 4.2 คือ ผู้เชี่ยวชาญยอมรับชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในทุกด้าน

3.4.8 นำชุดการสอนที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลอง จำนวน 27 คน ที่สมัครเข้ามารับการฝึกอบรมในหลักสูตรโครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System วันที่ 16 – 19 ตุลาคม พ.ศ. 2549 โดย อาจารย์ ดร.พงศ์ฐิติ พงศ์ศิลาณี เป็นวิทยากรบรรยาย ผลการนำชุดการสอนไปทดลองใช้สรุปได้ดังนี้

3.4.8.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยากง่ายเฉลี่ยเท่ากับ 0.59 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ 0.64 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 96.8 % สามารถเลือกแบบทดสอบที่มีคุณภาพได้ 56 ข้อ และข้อสอบไม่มีคุณภาพ 7 ข้อที่ต้องปรับปรุงพร้อมทั้งปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในการแก้ไขข้อสอบที่ไม่ผ่านคุณภาพใหม่ โดยใช้โปรแกรม SIA (Simple Item Analysis) ในการวิเคราะห์ข้อสอบ รวมข้อสอบทั้งหมด 63 ข้อ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ง.หน้า 119-123)

3.4.8.2 ผลจากการสัมภาษณ์วิทยากรบรรยายหลักสูตรที่สร้างขึ้น สรุปได้ดังนี้

ก) ด้านเนื้อหา ควรเพิ่มเนื้อหาในหัวข้อที่ 1, 3 และ 6 เพราะรายละเอียดของเนื้อหามีน้อย ไม่ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้วิเคราะห์ไว้

ข) ด้านสื่อการสอน ควรเพิ่มงานนำเสนอ และปรังปรุงสี และขนาดของตัวอักษร

ของงานนำเสนอ

ค) ด้านเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรมในแต่ละหัวข้อ โดยในหัวข้อที่ 1 ควรเพิ่มเวลาจาก 3 ชั่วโมง เป็น 6 ชั่วโมง เพราะเนื้อหาดีมาก และเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนหัวข้อต่อไป

3.4.8.3 ผลจากการประเมินหลักสูตรที่สร้างขึ้นของผู้เข้าร่วมฝึกอบรม สรุปได้ดังนี้

ก. การประเมินความสำคัญของหัวข้อวิชา แสดงดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การประเมินความสำคัญของหัวข้อวิชา

หัวข้อวิชา	ความสำคัญของข้อมูล		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
1. การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่	3.96	0.66	สำคัญมาก
2. สถาปัตยกรรมของโครงข่าย UMTS	4.11	0.51	สำคัญมาก
3. การเข้าถึงโครงข่ายโดยวิธีการด้วยคลื่น	4.07	0.48	สำคัญมาก
4. โปรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS	4.15	0.61	สำคัญมาก
5. ระบบความปลอดภัยที่ใช้กับโครงข่าย UMTS	4.11	0.65	สำคัญมาก
6. การทำงานพื้นฐาน	3.92	0.48	สำคัญมาก
7. การให้บริการบนโครงข่าย UMTS	4.07	0.56	สำคัญมาก
ค่าเฉลี่ย	4.05		

จากตารางที่ 3-2 สรุปได้ว่า ทุกหัวข้อวิชามีความสำคัญมาก โดยที่หัวข้อที่ 4 เรื่องโปรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (4.15) และหัวข้อที่ 6 เรื่องการทำงานพื้นฐาน มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (3.92)

ข. ประเมินรายละเอียดของเนื้อหาในแต่ละหัวข้อวิชา แสดงดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 การประเมินรายละเอียดของเนื้อหาในแต่ละหัวข้อวิชา

หัวข้อวิชา	รายละเอียดของเนื้อหา		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
1. การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่	3.76	0.65	มีความละเอียดมาก
2. สถาปัตยกรรมของโครงข่าย UMTS	3.92	0.74	มีความละเอียดมาก
3. การเข้าถึงโครงข่ายโดยวิธีการด้วยคลื่น	3.92	0.68	มีความละเอียดมาก
4. โปรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS	3.88	0.81	มีความละเอียดมาก

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

หัวข้อวิชา	รายละเอียดของเนื้อหา		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
5. ระบบความปลอดภัยที่ใช้กับโครงข่าย UMTS	3.76	0.86	มีความละเอียดมาก
6. การทำงานพื้นฐาน	3.80	0.74	มีความละเอียดมาก
7. การให้บริการบนโครงข่าย UMTS	3.69	0.78	มีความละเอียดมาก
ค่าเฉลี่ย	3.81		มีความละเอียดมาก

จากตารางที่ 3-3 สรุปได้ว่า ทุกหัวข้อวิชาเนื้อหาที่มีความละเอียดมาก โดยที่หัวข้อที่ 2 เรื่องสถาปัตยกรรมของโครงข่าย UMTS และหัวข้อที่ 3 เรื่องการเข้าถึงโครงข่ายโดยวิธีการด้วยคลื่น มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (3.92) และหัวข้อที่ 7 เรื่องการให้บริการบนโครงข่าย UMTS มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (3.69)

ค. ด้านสื่อการสอน แสดงดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 การประเมินความเหมาะสมของสื่อการสอน

หัวข้อวิชา	ความเหมาะสมของสื่อการสอน		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
1. การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่	3.73	0.60	เหมาะสมมาก
2. สถาปัตยกรรมของโครงข่าย UMTS	3.84	0.73	เหมาะสมมาก
3. การเข้าถึงโครงข่ายโดยวิธีการด้วยคลื่น	3.80	0.84	เหมาะสมมาก
4. โปรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS	3.88	0.71	เหมาะสมมาก
5. ระบบความปลอดภัยที่ใช้กับโครงข่าย UMTS	3.88	0.76	เหมาะสมมาก
6. การทำงานพื้นฐาน	3.73	0.72	เหมาะสมมาก
7. การให้บริการบนโครงข่าย UMTS	3.73	0.77	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	3.79		เหมาะสมมาก

จากตารางที่ 3-4 สรุปได้ว่า สื่อการสอนของทุกหัวข้อวิชามีความเหมาะสมมาก โดยที่หัวข้อที่ 4 เรื่องโปรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS และหัวข้อที่ 5 เรื่องระบบความ

ปลอดภัยที่ใช้กับโครงข่าย UMTS มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (3.88) และหัวข้อที่ 1 เรื่องการพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ หัวข้อที่ 6 เรื่องการทำงานพื้นฐาน และหัวข้อที่ 7 เรื่องการให้บริการบนโครงข่าย UMTS มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (3.73)

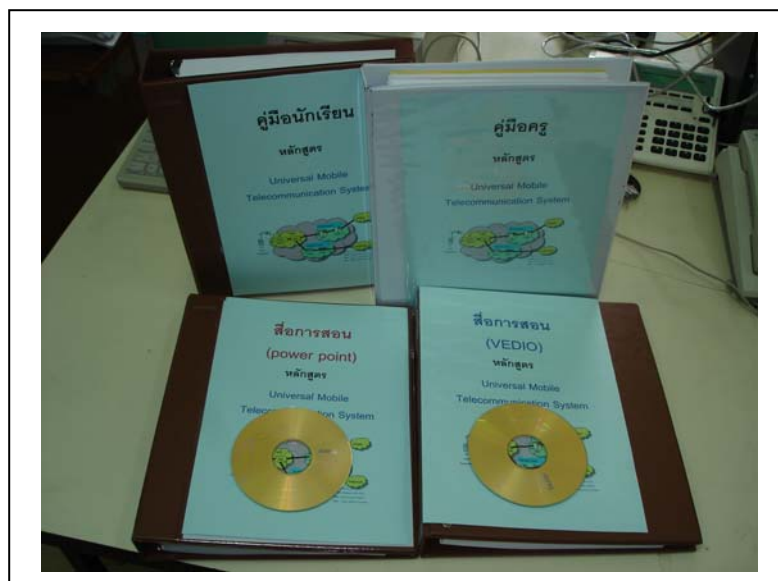
ง. ประเมินความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรม แสดงดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 การประเมินความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรม

หัวข้อวิชา	ระยะเวลา อบรม	ระดับความเหมาะสม (ค่าเฉลี่ย)		
		$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
1. การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่	6 ชม.	2.35	0.42	น้อย
2. สถาปัตยกรรมของโครงข่าย UMTS	3 ชม.	3.00	0.39	ปานกลาง
3. การเข้าถึงโครงข่ายโดยวิธีการด้วยคลื่น	3 ชม.	2.81	0.62	ปานกลาง
4. โปรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS	3 ชม.	2.62	0.68	ปานกลาง
5. ระบบความปลอดภัยที่ใช้กับโครงข่าย UMTS	3 ชม.	2.92	0.54	ปานกลาง
6. การทำงานพื้นฐาน	3 ชม.	3.03	0.51	ปานกลาง
7. การให้บริการบนโครงข่าย UMTS	3 ชม.	2.92	0.54	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	-	2.80		ปานกลาง

จากตารางที่ 3-5 สรุปได้ว่า หัวข้อที่ 1 เรื่องการพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่มีเวลาในการฝึกอบรมมีความเหมาะสมน้อย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.35 และในหัวข้อที่ 1 ถึง 7 มีเวลาในการฝึกอบรมเหมาะสม โดยที่หัวข้อที่ 6 เรื่องการทำงานพื้นฐาน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (3.03) และหัวข้อที่ 4 เรื่องโปรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (2.62)

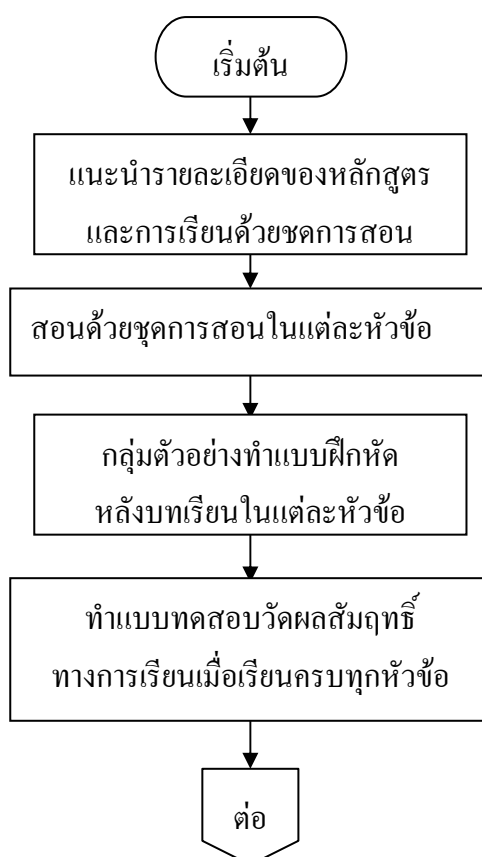
3.4.8.4 ปรับปรุงและแก้ไขชุดการสอน โดยผู้วิจัยทำการปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ยังไม่ได้คุณภาพทั้ง 7 ข้อใหม่ เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมด และทำการปรับปรุงทางด้านเนื้อหา สื่อการสอนและเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรมตามที่วิทยากร และผู้เข้ารับการฝึกอบรมให้การแนะนำไว้ จึงได้ชุดการสอนที่สมบูรณ์ดังแสดงในภาพที่ 3-6

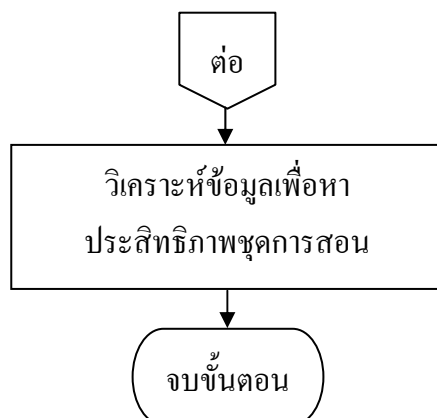


ภาพที่ 3-6 ชุดการสอนที่สมบูรณ์

3.5 ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากที่ผู้วิจัยนำชุดการสอนที่เสร็จสมบูรณ์ ไปดำเนินการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนดังนี้ (ดังแสดงในภาพที่ 3-7)





ภาพที่ 3-7 ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.1 แนะนำการใช้ชุดการสอน กับวิทยากรที่สอนในแต่ละหัวข้อวิชา

3.5.2 ชี้แจงผู้เข้ารับการฝึกอบรมถึงวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและวิธีการเรียนด้วยชุดการสอน

3.5.3 ดำเนินการสอนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ประจำปีงบประมาณ 2549 ระยะเวลา 4 วัน โดยเริ่มตั้งแต่ เวลา 09.00 น.-16.30 น. ด้วยชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเนื้อหาประกอบด้วย 7 หัวข้อวิชาดังตารางที่ 3-6 ต่อไปนี้

ตารางที่ 3-6 ตารางดำเนินการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง

หัวข้อวิชาที่	ระยะเวลาอบรม	จำนวนแบบฝึกหัด	เวลาทำแบบฝึกหัด	เฉลยและสรุป
1	6 ชั่วโมง	15 ข้อ	20 นาที	10 นาที
2	3 ชั่วโมง	15 ข้อ	20 นาที	10 นาที
3	3 ชั่วโมง	15 ข้อ	20 นาที	10 นาที
4	3 ชั่วโมง	10 ข้อ	20 นาที	10 นาที
5	3 ชั่วโมง	10 ข้อ	20 นาที	10 นาที
6	3 ชั่วโมง	10 ข้อ	20 นาที	10 นาที
7	3 ชั่วโมง	15 ข้อ	20 นาที	10 นาที

3.5.4 ทดสอบหลังจากผู้เข้ารับการฝึกอบรมผ่านการเรียนการสอนครบทุกหัวข้อวิชาแล้ว ก่อนที่จะให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบ มีการทบทวนเนื้อหาที่ได้ผ่านการเรียนการสอนมาแล้ว โดยใช้เวลาประมาณ 20 นาที หลังจากนั้นจึงให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบที่ได้เตรียมไว้ จำนวน 60 ข้อใช้เวลา 90 นาที

3.5.5 ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมประเมินผลการฝึกอบรม (จากแบบการประเมินผลการฝึกอบรม ของสถาบันวิชาการ ทศท. บริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน))

3.5.6 นำผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบและแบบฝึกหัดไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอน โดยมีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

3.6.1 หาความยากง่าย (Difficulty) ในสมการที่ (3-1) และอำนาจจำแนก (Discrimination) ในสมการที่ (3-2) ของแบบทดสอบ (ถ้วน, 2538 : 210-211)

$$P = \frac{R}{N}$$

P = ค่าระดับความยากง่ายของแบบทดสอบ

R = จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก

N = จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบข้อนั้นทั้งหมด

$$D = \frac{R_U - R_L}{N_U} \quad (3-2)$$

D = ค่าอำนาจจำแนก

R_U = จำนวนคนที่ทำข้อสอบได้ถูกต้องในกลุ่มเก่ง

R_L = จำนวนคนที่ทำข้อสอบได้ถูกต้องในกลุ่มอ่อน

N_U = จำนวนคนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

ขอบเขตของค่าความยากง่ายของแบบทดสอบควรอยู่ที่ 0.2-0.8 และขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกที่ยอมรับคือ ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม SIA (Simple Item Analysis) ในการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

3.6.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) ในสมการที่ (3-3) และ (3-4) โดยใช้สูตร (KR-21) ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder- Richardson) (ถ้วน, 2538:199)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\bar{x}(n-\bar{x})}{n(s_t)^2} \right] \quad (3-3)$$

$$(s_t)^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2} \quad (3-4)$$

r_{tt} = ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n = จำนวนข้อในแบบทดสอบ
 $\sum x$ = ผลรวมของคะแนนเฉลี่ย
 $\bar{X}$ = คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ
 $(S_t)^2$ = ค่าความแปรปรวนของคะแนน
 N = จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม SIA (Simple Item Analysis) ในการวิเคราะห์หาค่าเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability)

3.6.3 การวิเคราะห์ผลจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาแปลงเป็นคะแนน ดังนี้ (มวกคส, 2545: 60)

มีความเห็นว่า	สอดคล้อง	กำหนดคะแนนเป็น	1
มีความเห็นว่า	ไม่แน่ใจ	กำหนดคะแนนเป็น	0
มีความเห็นว่า	ไม่สอดคล้อง	กำหนดคะแนนเป็น	-1

จากนั้นนำมาแทนค่าในสูตรหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3-5)$$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency)
 $\sum R$ คือ ค่าผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งเกณฑ์การแปลความหมายดัชนีความสอดคล้อง มีดังนี้

0.50 ถึง 1.00	หมายถึง	สอดคล้อง
-0.50 ถึง 0.49	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
-1.00 ถึง -0.49	หมายถึง	ไม่สอดคล้อง

3.6.4 การแปลความหมายของแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้เข้ารับการอบรม (ชูศรี, 2544:75) มีรายละเอียดดังนี้

ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	4.51-5.00	หมายถึง	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	3.51-4.50	หมายถึง	มาก
ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	2.51-3.50	หมายถึง	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	1.51-2.50	หมายถึง	น้อย
ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	1.00-1.50	หมายถึง	น้อยที่สุด

3.6.5 หาประสิทธิภาพของชุดการสอน ในสมการที่ (3-5) และ (3-6)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N} \times 100}{A} \% \quad (3-6)$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N} \times 100}{B} \% \quad (3-7)$$

E_1 = ประสิทธิภาพของขบวนการที่วัดได้ในชุดการสอนคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดหลังบทเรียน

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่วัดได้ในชุดการสอนคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$\sum x$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดหลังบทเรียน

$\sum F$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

N = จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอน หลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ตามหลักสูตรการฝึกอบรม สถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ซึ่งผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

4.1 ผลของชุดการสอนที่สร้างขึ้น

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลของชุดการสอนที่สร้างขึ้น

ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย

4.1.1 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1.2 เอกสารประกอบการสอน

4.1.3 สื่อการสอน(โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประกอบคำบรรยายลักษณะ Presentation)

4.1.4 แบบฝึกหัด และเฉลยแบบฝึกหัด

4.1.5 แบบทดสอบ และเฉลยแบบทดสอบ

ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะดังภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 ชุดการสอนหลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System

สรุปผลของชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลของชุดการสอน

หัวข้อ ที่	วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม จำนวน(ข้อ)	เอกสาร ประกอบการ สอน (จำนวนหน้า)	สื่อการสอน จำนวน (สไลด์)	แบบฝึกหัด จำนวน(ข้อ)	แบบทดสอบ จำนวน(ข้อ)
1	9	24	86	15	12
2	10	28	74	15	10
3	14	33	63	15	11
4	9	21	40	10	9
5	3	10	21	10	6
6	6	12	18	10	6
7	6	21	32	15	6
รวม	57	149	334	90	60

จากตารางที่ 4-1 ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย หัวข้อวิชาจำนวน 7 หัวข้อวิชา วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจำนวน 57 ข้อ เอกสารประกอบการสอนจำนวน 149 หน้า สื่อการสอนจำนวน 334 สไลด์ แบบฝึกหัดจำนวน 90 ข้อ และแบบทดสอบจำนวน 60 ข้อ

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

- 4.2.1 ผลการประเมินชุดการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ
- 4.2.2 ผลคะแนนของแบบฝึกหัดหลังบทเรียน
- 4.2.3 ผลคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 4.2.4 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดการสอน
- 4.2.5 ผลความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

4.2.1 ผลการประเมินชุดการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ

ประเมินคุณภาพชุดการสอน หลังจากสร้างชุดการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำชุดการสอนไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเรียบร้อย เพื่อหาจุดบกพร่อง จากนั้นจึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินคุณภาพเนื้อหาวิชาสื่อการสอนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ ก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างผลการวิเคราะห์การแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่าผู้เชี่ยวชาญได้มีความคิดเห็นต่อชุดการสอนโดยเฉลี่ยทั้งเนื้อหาวิชาสื่อการสอนและแบบทดสอบ อยู่ในเกณฑ์ดีโดย มีค่าเฉลี่ยทุกด้านอยู่ที่ 4.21 คือ ผู้เชี่ยวชาญยอมรับชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในทุกด้าน แสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลประเมินชุดการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ(รายละเอียดในภาคผนวก จ.)

ด้านเนื้อหา	แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ	สื่อการสอน	เฉลี่ยรวม
4.20	4.24	4.20	4.21

4.2.2 ผลคะแนนของแบบฝึกหัดหลังบทเรียน

การวิเคราะห์คะแนนแบบฝึกหัดเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนจบในหัวข้อนั้นๆ โดยการนำคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดมาหาค่าคะแนนเฉลี่ยแล้วคิดเป็นค่าร้อยละ ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลคะแนนของแบบฝึกหัดหลังบทเรียน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมของคะแนน	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
แบบฝึกหัดที่ 1	30	15	336	11.20	74.6
แบบฝึกหัดที่ 2	30	15	335	11.16	74.4
แบบฝึกหัดที่ 3	30	15	395	13.16	87.7
แบบฝึกหัดที่ 4	30	10	273	9.10	91.0
แบบฝึกหัดที่ 5	30	10	251	8.36	84.0
แบบฝึกหัดที่ 6	30	10	237	7.90	79.0
แบบฝึกหัดที่ 7	30	15	358	11.93	79.5
รวม	30	90	2185	72.81	81.46

จากตารางที่ 4-3 ค่าคะแนนที่มีค่าสูงสุดคือแบบฝึกหัดที่ 4 โดยคิดเป็นร้อยละ 91 รองลงมา ได้แก่แบบฝึกหัดที่ 3 โดยคิดเป็นร้อยละ 87.7 และต่ำสุดได้แก่แบบฝึกหัดที่ 2 โดยคิดเป็นร้อยละ 74.4 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวมทุกแบบฝึกหัดร้อยละ 81.46

4.2.3 ผลคะแนนของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการนำชุดการสอน หลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างและเมื่อจบบทเรียนในทุกหัวข้อวิชาแล้วให้ผู้เข้ารับการอบรมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งผลคะแนนปรากฏดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลคะแนนของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	60	58	32	81.05

จากตารางที่ 4-4 แสดงผลคะแนนของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เข้ารับการอบรม โดยคิดเป็นคะแนนเต็ม 60 คะแนน คะแนนสูงสุดที่ผู้เข้ารับการอบรมทำได้คือ 58 คะแนน และคะแนนต่ำสุดที่ทำได้ 32 คะแนน คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 81.05

4.2.4 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน

จากการดำเนินการทดลองโดยใช้ชุดการสอน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนทุกหัวเรื่องรวมกันโดยคิดเป็นร้อยละ 80 และได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หลังเรียนครบทุกหัวเรื่องโดยคิดเป็นร้อยละ 80 ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน

รายการ	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ
คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด	30	90	72.81	81.46
คะแนนจากการทำแบบทดสอบ	30	60	51.06	81.05

จากตารางที่ 4-5 จะเห็นว่ากลุ่มตัวอย่าง ทำข้อสอบในแบบฝึกหัดได้ถูกต้องเฉลี่ย ร้อยละ 81.46 ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ที่ ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม และทำข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 81.05 ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ที่ ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

4.2.5 ผลความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

การวิเคราะห์การแสดงความคิดเห็นของผู้เข้ารับการฝึกอบรม โดยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่ผ่านกระบวนการเรียนการสอนโดยชุดการสอน ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นโดยใช้แบบประเมินผลการอบรม ของสถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอน ปรากฏผลดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย	ความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา		3.87	มาก
1	เนื้อหาวิชาที่ได้รับ ตรงกับความต้องการและความสนใจ	4.26	มาก
2	รายละเอียดในแต่ละหัวข้อมีความเหมาะสม	4.05	มาก
3	หลังจบการอบรม ท่านมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเพิ่มขึ้น	3.83	มาก
4	ความรู้ที่ได้รับในครั้งนี้ คาดว่าจะนำไปใช้ปฏิบัติงานได้จริง	3.83	มาก
5	ประโยชน์ที่ได้รับ จากการฝึกอบรมในครั้งนี้	4.26	มาก
ด้านการฝึกอบรม		3.75	มาก
1	เอกสารการฝึกอบรมมีเนื้อหาและรายละเอียดสมบูรณ์	3.78	มาก
2	ความชัดเจนหรือความคมชัด ของเอกสารการฝึกอบรม	3.30	ปานกลาง
3	การประสานงานของผู้ดูแลหลักสูตร	3.74	มาก
4	อาคาร สถานที่ และห้องฝึกอบรม	4.17	มาก
5	อุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์ภายในห้องอบรม	4.17	มาก
6	การจัดเลี้ยงอาหารและเครื่องดื่ม	3.48	มาก

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

ด้านวิทยากร		4.43	มาก
1	บรรยายได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการอบรม	4.59	มากที่สุด
2	การถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ	4.50	มากที่สุด
3	ความรอบรู้ในเนื้อหาวิชาที่บรรยาย	4.64	มากที่สุด
4	การจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาวิชา	4.27	มาก
5	การสรุปและทบทวนประเด็นสำคัญ	4.38	มาก
6	การตั้งและการตอบคำถาม	4.09	มาก
7	เทคนิคการสร้างบรรยากาศในการอบรม	3.91	มาก
8	การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์	4.45	มาก

จากตารางที่ 4-6 แสดงให้เห็นว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความคิดเห็นต่อชุดการสอน หลักสูตร เทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

ด้านเกี่ยวกับหัวข้อวิชาพบว่าเนื้อหาวิชาที่ได้รับ ตรงกับความต้องการและความสนใจ และประโยชน์ที่ได้รับจากการฝึกอบรมในครั้งนี้ มีค่าเฉลี่ยระดับความเหมาะสมมาก (4.26) รองลงมาคือ รายละเอียดในแต่ละหัวข้อมีความเหมาะสมระดับมาก (4.05) หลังจบการอบรม มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเพิ่มขึ้นและความรู้ที่ได้รับในครั้งนี้ คาดว่าจะนำไปใช้ปฏิบัติงานได้จริงมีค่าเฉลี่ยระดับความเหมาะสมมาก (3.83) ทั้งหมดมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (3.87)

ด้านเกี่ยวกับการดำเนินการฝึกอบรม พบว่าอาคาร สถานที่ และห้องฝึกอบรม และอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์ภายในห้องอบรม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (4.17) รองลงมาคือเอกสารการฝึกอบรมมีเนื้อหาและรายละเอียดสมบูรณ์ (3.78) และความชัดเจนหรือความคมชัดของเอกสารการฝึกอบรม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (3.30) ทั้งหมดมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (3.75)

ด้านเกี่ยวกับวิทยากร พบว่า บุคลิกภาพและการแต่งกายของวิทยากร มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (4.82) รองลงมาคือการตรงต่อเวลา (4.68) และเทคนิคการสร้างบรรยากาศในการอบรม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (3.91) ทั้งหมดมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.43)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอน หลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ตามหลักสูตรการฝึกอบรม สถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 โดยเริ่มตั้งแต่ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นทำการวิเคราะห์เนื้อหาและหลักสูตรรายวิชา กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง หลังจากนั้นทำการสร้างชุดการสอนซึ่งประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เอกสารประกอบ สื่อการสอน แบบฝึกหัดพร้อมเฉลย และแบบทดสอบพร้อมเฉลย หลังจากนั้นได้นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมินชุดการสอน เพื่อหาคุณภาพของชุดการสอนในด้านต่าง ๆ พบว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีค่าเฉลี่ย 4.21 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ก่อนจะนำไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองจำนวน 27 คน ที่สมัครเข้ามารับการฝึกอบรมในหลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System วันที่ 16 – 19 ตุลาคม พ.ศ. 2549 โดย อาจารย์ ดร.พงศ์วุฒิ พงศ์ศิลามณี เป็นวิทยากรบรรยาย เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยสามารถหาค่าความยากง่ายมีค่าเท่ากับ 0.59 อำนาจจำแนกมีค่าเท่ากับ 0.64 และค่าความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.96 และผู้วิจัยได้สัมภาษณ์วิทยากร และให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมตอบแบบสอบถามหลังจากผ่านการฝึกอบรมแล้วผลปรากฏว่า วิทยากรแนะนำให้เพิ่มเนื้อหาในหัวข้อที่ 1 เพราะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนหัวข้ออื่นๆต่อไป พร้อมทั้งปรับปรุงสื่อเพาเวอร์พอยต์ ในเรื่องขนาดของตัวอักษร และสีที่ใช้ให้เหมาะสม ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความคิดเห็นว่าทุกหัวข้อวิชามีความสำคัญมาก โดยที่หัวข้อที่ 4 เรื่องโปรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (4.15) และหัวข้อที่ 6 เรื่องการทำงานพื้นฐาน มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (3.92) ทางด้านรายละเอียดของเนื้อหาในแต่ละหัวข้อวิชานั้น ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความคิดเห็นว่าทุกหัวข้อวิชาเนื้อหามีความละเอียดมาก โดยที่หัวข้อที่ 2 เรื่องสถาปัตยกรรมของโครงข่าย UMTS และหัวข้อที่ 3 เรื่องการเข้าถึงโครงข่ายโดยวิธีการด้วยคลื่น มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (3.92) และหัวข้อที่ 7 เรื่องการให้บริการบนโครงข่าย UMTS มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (3.69) ทางด้านสื่อการสอน ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความคิดเห็นว่าสื่อการสอนของทุกหัวข้อวิชามีความเหมาะสมมาก โดยที่หัวข้อที่ 4 เรื่องโปรโตคอลและระบบ

ควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS และหัวข้อที่ 5 เรื่องระบบความปลอดภัยที่ใช้กับโครงข่าย UMTS มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (3.88) และหัวข้อ ที่ 1 เรื่องการพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ หัวข้อที่ 6 เรื่องการทำงานพื้นฐาน และหัวข้อที่ 7 เรื่องการให้บริการบนโครงข่าย UMTS มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (3.73) ทางด้านเวลาที่ใช้ในการบรรยายแต่ละหัวข้อนั้น ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความคิดเห็นว่า หัวข้อที่ 1 เรื่องการพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ มีเวลาในการฝึกอบรมมีความเหมาะสมน้อย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.35 และในหัวข้อที่ 2 ถึง 7 มีเวลาในการฝึกอบรมเหมาะสม โดยที่หัวข้อที่ 6 เรื่องการทำงานพื้นฐาน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (3.03) และหัวข้อที่ 4 เรื่องโปรโตคอล และระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (2.62) ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า ควรเพิ่มเวลาในการฝึกอบรมในหัวข้อที่ 1 ให้มากขึ้น เนื่องจากเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนหัวข้ออื่นๆต่อไป

หลังจากนั้นผู้วิจัยทำการปรับปรุงชุดการสอน ได้แก่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ยังไม่ได้คุณภาพทั้ง 7 ข้อใหม่ เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมด และทำการปรับปรุงทางด้านเนื้อหา สื่อการสอนและเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรมตามที่วิทยากร และผู้เข้ารับการฝึกอบรมให้การแนะนำไว้ จึงได้ชุดการสอนที่สมบูรณ์

ผู้วิจัยได้นำชุดการสอนที่สมบูรณ์ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้เข้ารับการฝึกอบรมหลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System วันที่ 19 – 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549 โดย อาจารย์ ดร.พงษ์วุฒิ พงศ์ศิลาณี เป็นวิทยากรบรรยาย โดยในระหว่างการเรียนการสอนในแต่ละหัวข้อวิชาให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบฝึกหัดหลังบทเรียน และเมื่อจบทุกหัวข้อวิชาแล้วให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ มาคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการนำชุดการสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 ชุดการสอนหลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.46/81.05 ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ 80/80

5.1.2 ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ด้านหัวข้อวิชาอยู่ในระดับมาก (3.87) ด้านการฝึกอบรมอยู่ในระดับมาก (3.75) และด้านวิทยากรอยู่ในระดับมาก (4.43)

5.1.3 ผลการประเมินชุดการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านเนื้อหาอยู่ในเกณฑ์ดี (4.20) ด้านของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบอยู่ในเกณฑ์ดี (4.24) และด้านชุดการสอนอยู่ในเกณฑ์ดี (4.20)

ดังนั้นสรุปได้ว่า ชุดการสอนหลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมติฐาน และเมื่อหลังจากฝึกอบรมเสร็จแล้วได้สำรวจความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมพบว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกด้าน ได้แก่ ด้านการหัวข้อวิชาที่อบรม ด้านการดำเนินการฝึกอบรม และด้านวิทยากร แสดงว่าการเรียนโดยใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมานี้ ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้ความสามารถสูงขึ้น ตามเกณฑ์ที่คาดหวังไว้

5.2 การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย แสดงให้เห็นว่า ชุดการสอน หลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีค่าประสิทธิภาพตัวแรกที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดหลังบทเรียนเฉลี่ยร้อยละ 81.46 และประสิทธิภาพตัวหลังที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 81.05 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความพึงพอใจภายหลังการฝึกอบรมเสร็จแล้วอยู่ในระดับมาก แสดงว่าชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้สอนเพื่อพัฒนาบุคลากรในองค์กรที่มีความสนใจได้เป็นอย่างดี

ตัวอย่างผลการวิจัยของชุดการสอนหลักสูตรเทคโนโลยีสมาร์ตการ์ดและการประยุกต์ใช้งาน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีค่าประสิทธิภาพตัวแรกที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดหลังบทเรียนเฉลี่ยร้อยละ 83.08 และประสิทธิภาพตัวหลังที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 81.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 แสดงว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้สอนได้ (คลฤติ, 2546:66) ซึ่งมีความสอดคล้องกับชุดการสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นสำหรับฝึกอบรมให้กับกลุ่มตัวอย่างในองค์กรเดียวกัน จากผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน หลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ระหว่างการฝึกอบรมในหลักสูตรที่ผ่านมา ก่อนสร้างชุดการสอนกับหลังจากการใช้ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จะเห็นได้ว่าผลคะแนนเฉลี่ย และผลการประเมินของผู้เข้ารับการฝึกอบรม หลังจากการใช้ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าการฝึกอบรมในหลักสูตรที่ผ่านมา ก่อนสร้างชุดการสอนทุกด้าน คือทั้งผลคะแนนเฉลี่ย ของการประเมินเนื้อหา สื่อการสอน เอกสารประกอบการสอน วิทยากร ทั้งนี้อาจมีผลมาจาก ในการสร้างชุดการสอนนั้นมีการสร้างอย่างเป็นระบบ และผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำข้อบกพร่องต่างๆ ไปปรับปรุงและแก้ไขก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้สอนกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม หลักสูตรเทคโนโลยี

Universal Mobile Telecommunication System ตามหลักสูตรการฝึกอบรม สถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) และผู้อบรมสนใจได้เป็นอย่างดี ประสิทธิภาพของชุดการสอนอยู่ในเกณฑ์ดีเช่นเดียวกัน

จากผลการวิจัย จะสังเกตได้ว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดหลังบทเรียนมีค่าสูงกว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้เรียนยังจำ และเข้าใจเนื้อหาได้ดีอยู่ เนื่องจากได้ผ่านการเรียนการสอนมาใหม่ๆ ส่วนการทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ทำหลังจากจบบทเรียนในทุกหัวข้อรายวิชาแล้ว ซึ่งในเนื้อหา รายวิชามีความหลากหลาย แต่ละบทเรียนก็มีรายละเอียดของเนื้อหา และระยะเวลาจากบทเรียน แรกถึงบทเรียนสุดท้ายได้ทั้งช่วงเวลานาน ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความเข้าใจเนื้อหาในหัวข้อ วิชาแรกๆของการเรียนน้อยลง

เมื่อพิจารณาผลคะแนนเฉลี่ยของแบบฝึกหัดของทั้ง 7 หัวข้อวิชา จะเห็นได้ว่าคะแนนใน หัวข้อที่ 4 มีผลคะแนนเฉลี่ยสูงสุด (ร้อยละ 91) อาจมีผลมาจากเนื้อหาในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง โปรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS ซึ่งเป็นเนื้อหาพื้นฐานเดิมที่ผู้เข้ารับการ ฝึกอบรมมีความรู้มาบ้างแล้ว ประกอบด้วยผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน จึงทำให้พนักงานที่เข้า รับการฝึกอบรมมีความรู้ในเรื่องนี้มากขึ้นด้วย ทำให้มีผลคะแนนเฉลี่ยมากกว่าหัวข้ออื่น ส่วน คะแนนเฉลี่ยที่มีค่าต่ำสุดได้แก่ แบบฝึกหัดหัวข้อที่ 2 (ร้อยละ 74.4) เรื่องสถาปัตยกรรมของ โครงข่าย UMTS เนื่องจากเป็นเนื้อหาใหม่ ซึ่งเน้นไปในส่วนของการทำงานของโครงข่ายระบบ UMTS ซึ่งจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของโครงสร้าง และการทำงานของระบบ UMTS จำเป็นต้องใช้ความจำ และความเข้าใจในการที่จะศึกษาส่วนต่างๆของระบบ และในเนื้อหานี้ยังไม่ เคยมีข้อมูลมาก่อนทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมต้องใช้เวลาในการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม และเวลาที่ใช้ ในการฝึกอบรมที่น้อยเกินไป จึงทำให้มีผลคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าบทเรียนอื่นๆ และแบบฝึกหัดหัวข้อ ที่ 1 (ร้อยละ 74.6) เรื่องการพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารไร้สาย ซึ่งในบทนี้จะมีเนื้อหามากและเป็น การปรับพื้นฐานความรู้ในการเรียนบทต่อไปผู้อบรมจะต้องใช้ทั้งความเข้าใจและความจำในเรื่อง ใหม่ๆ รวมทั้งระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรมที่น้อยเกินไป จึงทำให้มีผลคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า บทเรียนอื่นเช่นเดียวกัน

นอกจากที่กล่าวมาแล้ว พบว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่ผ่านเรียนด้วยชุดการสอนที่สร้างขึ้นมี ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้สอน กับผู้เข้ารับการฝึกอบรมหลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ตาม หลักสูตรการฝึกอบรม สถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) และผู้สนใจได้เป็น อย่างดี

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.3.1.1 ในการสร้างชุดการสอน ที่มีวิทยากรหรือผู้สอนหลาย ๆ ท่านควรมีการประสานงานที่ดี ทุกขั้นตอน เพื่อลดปัญหาความขัดแย้งทางด้านความคิด และการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น

5.3.1.2 ก่อนใช้ชุดการสอนควรมีการเตรียมตัวให้พร้อมทั้งทางด้านเนื้อหา วิธีการ และสื่อที่ใช้ประกอบการสอน เนื่องจากประสิทธิภาพของชุดการสอนไม่ได้ขึ้นอยู่กับชุดการสอนเพียงอย่างเดียว หากแต่ขึ้นอยู่กับ วิทยากรและผู้เรียนประกอบกัน

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

5.3.2.1 ในการฝึกอบรม ตามหลักสูตรการฝึกอบรม สถาบันวิชาการ ทีโอที. บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ควรมีการสร้างชุดการสอนทุกๆ หลักสูตร เพื่อให้การฝึกอบรมเป็นไปอย่างมีระบบและบรรลุวัตถุประสงค์ทางการเรียนของผู้เข้ารับการฝึกอบรมตามมาตรฐานที่ตั้งไว้

5.3.2.2 เนื่องจากหลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System เป็นหลักสูตรที่ให้ความรู้ในเรื่องของการนำเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System ซึ่งเหมาะสมสำหรับพนักงานทุกคนที่ควรจะมีความรู้ ควรมีการวิจัยนำชุดการสอนของหลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System นี้ เผยแพร่แก่ผู้สนใจทั่วไป อาจจะอยู่ในรูปของสื่อต่างๆ เช่น สร้างเป็นบทเรียน e-learning หรืออาจสร้างลงบน WEB Intranet ของ บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) เพื่อประโยชน์สูงสุดของบริษัทต่อไป

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กาญจนา เกียรติประวัตติ. วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์
วัฒนาพานิช, 2524.

กรองกาญจน์ อรุณรัตน์. เอกสารประกอบการสอนเรื่องชุดการเรียนรู้การสอน. 2536. (อัดสำเนา)
กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีทางการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. การใช้ SPSS เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล. www.watpon.com, 2544.

ชม ภูมิภาค. เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ประสานมิตร, 2524.

ชาญ สวัสดิ์สาตี. คู่มือนักฝึกอบรมมืออาชีพ. กรุงเทพมหานคร : สถาบันพัฒนาข้าราชการพลเรือน
สำนักงาน ก.พ., 2539.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. “เอกสารการสอนชุดวิชา 20301 เทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา.”
กรุงเทพมหานคร : สำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2523.
(อัดสำเนา)

ชัยณรงค์ เข็นศิริ. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 2 เรื่อง
สมการสเตทและฟังก์ชันของวงจร.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ, 2545.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. เทคโนโลยีทางการศึกษาหลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร :
สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2526.

ชลฤดี วิบูลพัฒนาพฤษ, “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน หลักสูตรเทคโนโลยีสมาร์ต
การ์ดและการประยุกต์ใช้งาน สถาบันวิชาการ ทศท บริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่น จำกัด
(มหาชน).” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชา
ครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.

นิพนธ์ สุขปรีดี. นวัตกรรมเทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์พิมพ์เนศ, 2520.

บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์. การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ. กรุงเทพมหานคร :
โอเดียนสโตร์, 2527.

บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. คู่มือการจัดทำวิทยานิพนธ์ :
กรุงเทพมหานคร : 2544.

ปวีณา อินวูล. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน หลักสูตรความรู้พื้นฐานด้านช่าง
โทรคมนาคม” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชา
ครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.
ประดับ เรืองมาลัย. หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์ภาคปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร :
สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2524.

ประหยัด จิรวรพงษ์. เทคโนโลยีทางการสอน. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์อักษร
วัฒนา, 2522.

พิสิฐ เมธาภัก, ชีระพล เมธาภัก. ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค. กรุงเทพมหานคร :
โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2529.

_____. ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ, 2531.

รุ่งทิวา จักรกร. วิธีการสอนทั่วไป. กรุงเทพมหานคร. ภาควิชาหลักสูตรและการสอนมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527

ล้วน สายยศ, อังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร :
สุวีริยาสาส์น, 2538.

ลัดดา สุขปริดี. เทคโนโลยีทางการสอน. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษามหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2522.

_____. เทคโนโลยีการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2523.

วาสนา ชาวหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์กราฟอาร์ต, 2525.

สมมารด จำเกลี้ยง. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง สนามแม่เหล็กและ
สนามแม่เหล็กไฟฟ้า วิชาทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า (04-210-206) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร
บัณฑิต (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2545) วิชาเอกวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา
ไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ, 2547.

สมหญิง เจริญจิตรกรรม. เทคโนโลยีทางการศึกษาเบื้องต้น. นครปฐม : มหาวิทยาลัยศิลปากร,
2529.

สมเกียรติ ทองแก้ว. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า”
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2540.

เสาวณีย์ สิกขามันฑิต. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบัน

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.

สุนันท์ สังข์อ่อง. สื่อการสอนและนวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์
โอเดียนสโตร์, 2526.

สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. การสอนทักษะภาคปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2526.

สุปราณี ศรีฉัตรเกษม. การฝึกอบรมและการพัฒนาบุคลากร. กรุงเทพมหานคร :
โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2524.

สุราษฎร์ พรหมจันทร์. การวัดผลการศึกษา. ภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2530.

_____ การพัฒนาหลักสูตรรายวิชา. ภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2531.

อัญชลี แจ่มเจริญ, สุกัญญา ธารีวรรณ. หลักสูตรการสอนและการเตรียมประสบการณ์.
กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์เฉลิมชัยการพิมพ์, 2524.

ภาษาอังกฤษ

Flavio Muratore, UMTS Mobile Communications for the Future, John Wiley & Sons, Ltd, 2001

ภาคผนวก ก

รายละเอียดของของหลักสูตรและลักษณะรายวิชา

โครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System

ลักษณะวิชา

หลักสูตร	โครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System เบื้องต้น
รหัสหลักสูตร	-
วัตถุประสงค์	1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของโครงข่าย UMTS เบื้องต้น 2. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ใช้งานในโครงข่าย
คุณสมบัติผู้เข้าอบรม	เป็นพนักงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีของ UMTS หรือ CDMA2000 เป็นพนักงานช่าง สังกัดกิจการร่วม ไทย-โมบาย
หัวข้อวิชา	1. การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารแบบไร้สาย 2. สถาปัตยกรรมของโครงข่าย UMTS 3. การเข้าถึงโครงข่ายโดยวิธีการด้วยคลื่น 4. โปรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS 5. การทำงานพื้นฐานของโครงข่าย UMTS 6. ระบบความปลอดภัยที่ใช้กับโครงข่าย UMTS 7. การให้บริการบนโครงข่าย UMTS
วิธีการประเมินผล	เวลาเรียนและผลการสอบ
เกณฑ์ประเมินผล	เวลาเข้ารับการอบรมไม่ต่ำกว่า 80% และ ผลการทดสอบไม่ต่ำกว่า 60%
ระยะเวลาอบรม	4 วัน
จำนวนผู้เข้าอบรม	30 คน

ลักษณะรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับการกำเนิดของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ การพัฒนาการโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 1 การพัฒนาการโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 2 การพัฒนาการโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 3 แร่งขับเคลื่อนของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ ประโยชน์ของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ มาตรฐานของโครงข่าย UMTS ส่วนประกอบของโครงข่าย UMTS อุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ (UE: Universal equipment) โครงข่ายเข้าถึง (AN: Access Network) โครงข่ายหลัก (CN) ระบบย่อย IMS (IP Multimedia Subsystem) อุปกรณ์/หน่วยต่าง ๆ ที่มีใช้งานในโครงข่าย UMTS Identities and Addressing โครงสร้างของพื้นที่ให้บริการ แถบสเปกตรัมความถี่ 3G ข้อกำหนดของ UTRA FDD เทคโนโลยี Code Division Multiple Access และการทำ spreading รหัส OVSF การทำ scrambling วงจร RAKE receiver

รูปแบบของเฟรมวิทยุ การเข้าถึงโครงข่ายโดยวิธีการด้วยคลื่น (Radio Access Method) ช่องสัญญาณตรรกะ (Logical Channel) ช่องสัญญาณขนส่ง (Transport channels) ช่องสัญญาณเชิงกายภาพ (Physical channel) การ mapping ระหว่างช่องสัญญาณต่าง ๆ สถาปัตยกรรมเชิงโปรโตคอลของระบบ UMTS โครงสร้างของโปรโตคอลสำหรับการเชื่อมต่อทางวิทยุ โปรโตคอล MAC โปรโตคอล RLC โปรโตคอล PDCP โปรโตคอล BMC โปรโตคอล RRC สถานะการทำงานของอุปกรณ์ UE สถาปัตยกรรมเชิงโปรโตคอลสำหรับ transport network การควบคุมค่ากำลังงานส่งออก Power Control Softer และ Soft handover การทำ downlink transmit diversity เทคนิคการรักษาความปลอดภัยของโครงข่าย GSM การตรวจสอบสิทธิ์ทั้งสองด้าน (Mutual authentication) การผลิตรหัสประจำตัวชั่วคราวขึ้นใช้งาน การเข้ารหัสช่องสัญญาณวิทยุ Integrity Protection ของ RRC Signaling ระบบความปลอดภัยของโครงข่าย QoS Class ของโครงข่าย UMTS บริการบนโครงข่ายไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 3 บริการ SMS (Short Message Service) บริการ VHE (Virtual Home Environment) MVNO (Mobile Virtual Network Operator)

ภาคผนวก ข

รายการหัวข้อวิชาและแหล่งข้อมูล
การประเมินความสำคัญของหัวข้อวิชา
รายการเนื้อหาสำคัญของหัวข้อวิชา
การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ ข-1 รายการหัวข้อเรื่องและแหล่งข้อมูล

หลักสูตร : โครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System

รายการหัวข้อวิชา มีหัวข้อวิชาทั้งหมด 7 ข้อ ดังแสดงในตาราง ดังนี้

หัวข้อวิชา	แหล่งข้อมูล				หมายเหตุ
	A	B	C	D	
1. การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารแบบไร้สาย	X	X	X	X	
2. สถาปัตยกรรมของโครงข่าย UMTS	X	X	X	X	
3. การเข้าถึงโครงข่ายโดยวิธีการด้วยคลื่น	X	X	X	X	
4. โปรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS	X	X	X	X	
5. การทำงานพื้นฐานของโครงข่าย UMTS	X	X	X	X	
6. ระบบความปลอดภัยที่ใช้กับโครงข่าย UMTS	X	X	X	X	
7. การให้บริการบนโครงข่าย UMTS	X	X	X	X	

หมายเหตุ

A: คำอธิบายรายวิชา

B: เอกสารและตำรา

C: ผู้เชี่ยวชาญ

D: ประสบการณ์ของผู้วิจัย

ตารางที่ ข-2 รายการประเมินความสำคัญของหัวข้อวิชา

หลักสูตร : โครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System

การประเมินความสำคัญของหัวข้อวิชา

ทั้ง 7 หัวข้อวิชามีระดับความสำคัญของเนื้อหา และระยะเวลาอบรมที่สัมพันธ์กับระดับความสำคัญ ดังแสดงในตาราง ดังนี้

หัวข้อวิชา	ระยะเวลา อบรม	ความสำคัญของข้อมูล					หมายเหตุ
		1	2	3	4	5	
1. การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารแบบไร้สาย	6 ชม.					X	
2. สถาปัตยกรรมของโครงข่าย UMTS	3 ชม.					X	
3. การเข้าถึงโครงข่ายโดยวิธีการด้วยคลื่น	3 ชม.				X		
4. โปรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS	3 ชม.			X			
5. การทำงานพื้นฐานของโครงข่าย UMTS	3 ชม.			X			
6. ระบบความปลอดภัยที่ใช้กับโครงข่าย UMTS	3 ชม.				X		
7. การให้บริการบนโครงข่าย UMTS	3 ชม.			X			

หมายเหตุ

1. ความสำคัญน้อยที่สุด
2. ความสำคัญน้อย
3. ความสำคัญปานกลาง
4. ความสำคัญมาก
5. ความสำคัญมากที่สุด

ตารางที่ ข-3 รายการเนื้อหาสำคัญของหัวข้อวิชา

หลักสูตร : โครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System

หัวข้อวิชาที่1: การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารแบบไร้สาย

เนื้อหาสำคัญของหัวข้อวิชา	แหล่งข้อมูล			หมายเหตุ
	A	B	C	
1. การกำเนิดของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่	X	X	X	
2. การพัฒนาการโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 1	X	X	X	
3. การพัฒนาการโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 2	X	X	X	
4. การพัฒนาการโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 3	X	X	X	
5. แรงขับเคลื่อนของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่	X	X	X	
6. ประโยชน์ของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่	X	X	X	

หมายเหตุ

A: ผู้เชี่ยวชาญ

B: เอกสารและตำรา

C: ประสบการณ์ของผู้วิจัย

หัวข้อวิชาที่ 2: สถาปัตยกรรมของโครงข่าย UMTS

เนื้อหาสำคัญของหัวข้อวิชา	แหล่งข้อมูล			หมายเหตุ
	A	B	C	
1. มาตรฐานของโครงข่าย UMTS	X	X	X	
2. ส่วนประกอบของโครงข่าย UMTS	X	X	X	
3. อุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ (UE: Universal equipment)	X	X	X	
4. โครงข่ายเข้าถึง (AN: Access Network)	X	X	X	
5. โครงข่ายหลัก (CN)	X	X	X	
6. ระบบย่อย IMS (IP Multimedia Subsystem)	X	X	X	
7. อุปกรณ์/หน่วยต่าง ๆ ที่มีใช้งานในโครงข่าย UMTS	X	X	X	
8. Identities and Addressing	X	X	X	
9. โครงสร้างของพื้นที่ให้บริการ	X	X	X	

ตารางที่ ข-3 (ต่อ) หัวข้อวิชาที่ 3: การเข้าถึงโครงข่ายโดยวิธีทางคลื่น (Radio Access Method)

เนื้อหาสำคัญของหัวข้อวิชา	แหล่งข้อมูล			หมายเหตุ
	A	B	C	
1. แถบสเปกตรัมความถี่ 3G	X	X	X	
2. ข้อกำหนดของ UTRA FDD	X	X	X	
3. เทคโนโลยี Code Division Multiple Access และการทำ spreading	X	X	X	
4. รหัส OVFSF	X	X	X	
5. การทำ scrambling	X	X	X	
6. วงจร RAKE receiver	X	X	X	
7. รูปแบบของเฟรมวิทยุ	X	X	X	
8. การเข้าถึงโครงข่ายโดยวิธีการด้วยคลื่น (Radio Access Method)	X	X	X	
9. ช่องสัญญาณตรรกะ (Logical Channel)	X	X	X	
10. ช่องสัญญาณขนส่ง (Transport channels)	X	X	X	
11. ช่องสัญญาณเชิงกายภาพ (Physical channel)	X	X	X	
12. การ mapping ระหว่างช่องสัญญาณต่าง ๆ	X	X	X	

หัวข้อวิชาที่ 4: โพรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS

เนื้อหาสำคัญของหัวข้อวิชา	แหล่งข้อมูล			หมายเหตุ
	A	B	C	
1. สถาปัตยกรรมเชิงโพรโตคอลของระบบ UMTS	X	X	X	
2. โครงสร้างของโพรโตคอลสำหรับการเชื่อมต่อทางวิทยุ	X	X	X	
3. โพรโตคอล MAC	X	X	X	
4. โพรโตคอล RLC	X	X	X	
5. โพรโตคอล PDCP	X	X	X	
6. โพรโตคอล BMC	X	X	X	
7. โพรโตคอล RRC	X	X	X	
8. สถานะการทำงานของอุปกรณ์ UE	X	X	X	
9. สถาปัตยกรรมเชิงโพรโตคอลสำหรับ transport network	X	X	X	

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

หัวข้อวิชาที่ 5: การทำงานพื้นฐานของโครงข่าย UMTS

เนื้อหาสำคัญของหัวข้อวิชา	แหล่งข้อมูล			หมายเหตุ
	A	B	C	
1. การควบคุมค่ากำลังงานส่งออก Power Control	X	X	X	
2. Softer และ Soft handover	X	X	X	
3. การทำ downlink transmit diversity	X	X	X	

หัวข้อวิชาที่ 6: ระบบความปลอดภัยที่ใช้กับโครงข่าย UMTS

เนื้อหาสำคัญของหัวข้อวิชา	แหล่งข้อมูล			หมายเหตุ
	A	B	C	
1. เทคนิคการรักษาความปลอดภัยของโครงข่าย GSM	X	X	X	
2. การตรวจสอบสิทธิทั้งสองด้าน (Mutual authentication)	X	X	X	
3. การผลิตรหัสประจำตัวชั่วคราวขึ้นใช้งาน	X	X	X	
4. การเข้ารหัสช่องสัญญาณวิทยุ	X	X	X	
5. Integrity Protection ของ RRC Signaling	X	X	X	
6. ระบบความปลอดภัยของโครงข่าย	X	X	X	

หัวข้อวิชาที่ 7: การให้บริการบนโครงข่าย UMTS

เนื้อหาสำคัญของหัวข้อวิชา	แหล่งข้อมูล			หมายเหตุ
	A	B	C	
1. QoS Class ของโครงข่าย UMTS	X	X	X	
2. บริการบนโครงข่ายไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 3	X	X	X	
3. บริการ SMS (Short Message Service)	X	X	X	
4. บริการ VHE (Virtual Home Environment)	X	X	X	
5. MVNO (Mobile Virtual Network Operator)	X	X	X	

หมายเหตุ

A: ผู้เชี่ยวชาญ

B: เอกสารและตำรา

C: ประสบการณ์ของผู้วิจัย

ตารางที่ ข-4 รายการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลักสูตร : โครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System

หัวข้อวิชาที่ 1 การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารแบบไร้สาย

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับวัตถุประสงค์		
	R	A	T
1. อธิบายการนำเอาโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่มาใช้งานได้	O		
2. อธิบายรูปแบบ (model) การให้บริการโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 1 ได้		O	
3. บอกคุณลักษณะที่สำคัญของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 1 ได้	O		
4. อธิบายรูปแบบ (model) การให้บริการโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 2 ได้		I	
5. บอกคุณลักษณะที่สำคัญของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 2 ได้		X	
6. อธิบายรูปแบบ (model) การให้บริการโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 3 ได้		X	
7. บอกคุณลักษณะที่สำคัญของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 3 ได้			X
8. บอกแรงขับเคลื่อนที่สำคัญของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ได้	I		
9. บอกประโยชน์ที่สำคัญของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ได้	O		

หมายเหตุ

LS:ระดับการเรียนรู้(Levels of Intellectual Skill)

ความสำคัญ ระดับ

R: การฟื้นคืน (Recalled Knowledge)

O: สำคัญน้อย 1

A: การประยุกต์ (Applied Knowledge)

I: สำคัญปานกลาง 2

T: การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge)

X: สำคัญมาก 3

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

หัวข้อวิชาที่ 2: สถาปัตยกรรมของโครงข่าย UMTS

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับวัตถุประสงค์		
	R	A	T
1. บอกมาตรฐานเวอร์ชันต่าง ๆ ที่กำหนดสำหรับโครงข่าย UMTS ได้	O		
2. บอกส่วนประกอบโครงข่าย UMTS ได้		I	
3. อธิบายการทำงานของอุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ได้			X
4. บอกส่วนประกอบของโครงข่ายเข้าถึงได้	O		
5. อธิบายการทำงานของ Node B และ RNC ได้	O		
6. อธิบายการทำงานของส่วนประกอบต่าง ๆ ของโครงข่ายหลักได้			X
7. อธิบายการทำงานของระบบย่อย IMS ได้	O		
8. อธิบายการทำงานของส่วนประกอบอื่น ๆ ได้		I	
9. บอกค่ารหัส identities และ address ต่าง ๆ ที่มีใช้งานได้	O		
10. อธิบายโครงสร้างของพื้นที่ให้บริการได้		O	

หมายเหตุ

LS:ระดับการเรียนรู้(Levels of Intellectual Skill)

ความสำคัญ ระดับ

R: การฟื้นคืน (Recalled Knowledge)

O: สำคัญน้อย 1

A: การประยุกต์ (Applied Knowledge)

I: สำคัญปานกลาง 2

T: การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge)

X: สำคัญมาก 3

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

หัวข้อวิชาที่ 3: การเข้าถึงด้วยวิธีทางคลื่น(Radio Access Method)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับวัตถุประสงค์		
	R	A	T
1. บอกย่านความถี่ใช้งานได้		O	
2. บอกข้อกำหนดการใช้ความถี่วิทยุของ UTRA FDD ได้		O	
3. อธิบายหลักการทำงานของ CDMA		X	
4. อธิบายการใช้สูตรคำนวณค่า spreading gain ได้	O		
5. อธิบายการผลิตและการใช้งานของรหัส OVSF ได้		O	
6. อธิบายการเข้ารหัส scrambling ได้		I	
7. อธิบายการทำงานของ RAKE receiver ได้	O		
8. บอกรูปแบบของเฟรมวิทยุที่ใช้งานของโครงข่ายได้	O		
9. อธิบายการเข้าถึงโครงข่ายด้วยคลื่นวิทยุได้		I	
10. อธิบายการใช้งานและจุดที่ใช้งานของช่องสัญญาณตรรกะ ช่องสัญญาณขนส่ง และช่องสัญญาณกายภาพได้			X
11. อธิบายชนิดต่าง ๆ ของช่องสัญญาณตรรกะได้	O		
12. อธิบายชนิดต่าง ๆ ของช่องช่องสัญญาณขนส่งได้	O		
13. อธิบายชนิดต่าง ๆ ของช่องสัญญาณกายภาพได้	O		
14. อธิบายการทำ mapping ระหว่างช่องสัญญาณตรรกะ ช่องสัญญาณขนส่ง และช่องสัญญาณกายภาพได้			I

หมายเหตุ

LS:ระดับการเรียนรู้(Levels of Intellectual Skill)

ความสำคัญ ระดับ

R: การฟื้นคืน (Recalled Knowledge)

O: สำคัญน้อย 1

A: การประยุกต์ (Applied Knowledge)

I: สำคัญปานกลาง 2

T: การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge)

X: สำคัญมาก 3

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

หัวข้อวิชาที่ 4: โปรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับวัตถุประสงค์		
	R	A	T
1. อธิบายสถาปัตยกรรมเชิงโปรโตคอลที่ใช้งานในโครงข่าย UMTS ได้		O	
2. อธิบายกลุ่มของโปรโตคอลที่เกี่ยวข้องการเข้าถึงทางวิทยุได้			I
3. อธิบายชั้น MAC และหน้าที่การทำงาน		I	
4. อธิบายชั้น RLC และหน้าที่การทำงาน	O		
5. อธิบายชั้น PDCP และหน้าที่การทำงาน	O		
6. อธิบายชั้น BMC และหน้าที่การทำงาน	O		
7. อธิบายชั้น RRC และหน้าที่การทำงาน	O		
8. อธิบายการทำงานในสถานะต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ของอุปกรณ์ UE	O		
9. อธิบายการใช้งานของโปรโตคอลอื่น ๆ ที่จุดเชื่อมต่อทางสาย			X

หัวข้อวิชาที่ 5: การทำงานพื้นฐานของโครงข่าย UMTS

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับวัตถุประสงค์		
	R	A	T
1. อธิบายการควบคุมกำลังงานส่งออกในโครงข่าย	I		
2. อธิบายการทำ softer และ soft handover ในโครงข่าย		X	
3. อธิบายการทำ downlink transmit diversity ในโครงข่าย		X	

หมายเหตุ

LS:ระดับการเรียนรู้(Levels of Intellectual Skill)

ความสำคัญ ระดับ

R: การฟื้นคืน (Recalled Knowledge)

O: สำคัญน้อย 1

A: การประยุกต์ (Applied Knowledge)

I: สำคัญปานกลาง 2

T: การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge)

X: สำคัญมาก 3

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

หัวข้อวิชาที่ 6: ระบบความปลอดภัยที่ใช้กับโครงข่าย UMTS

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับวัตถุประสงค์		
	R	A	T
1. อธิบายวิธีการรักษาความปลอดภัยที่มีใช้งานในโครงข่าย GSM ได้	O		
2. อธิบายวิธีการตรวจสอบสิทธิทั้งสองด้านที่มีใช้งานในโครงข่าย UMTS ได้	O		
3. อธิบายวิธีการผลิตรหัสประจำตัวชั่วคราวขึ้นใช้งานในโครงข่าย UMTS ได้		I	
4. อธิบายวิธีเข้ารหัสช่องสัญญาณวิทยุที่มีใช้งานในโครงข่าย UMTS ได้			X
5. อธิบายวิธีการทำ integrity protection ของ RRC signaling ที่มีใช้งานในโครงข่าย UMTS ได้		I	
6. อธิบายจุดอ่อนและการป้องกันของระบบการรักษาความปลอดภัยในโครงข่าย UMTS ได้	O		

หมายเหตุ

LS:ระดับการเรียนรู้(Levels of Intellectual Skill)

ความสำคัญ ระดับ

R: การฟื้นคืน (Recalled Knowledge)

O: สำคัญน้อย 1

A: การประยุกต์ (Applied Knowledge)

I: สำคัญปานกลาง 2

T: การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge)

X: สำคัญมาก 3

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

หัวข้อวิชาที่ 7: การให้บริการบนโครงข่าย UMTS

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับวัตถุประสงค์		
	R	A	T
1. บอกนิยามของ bearer services และ tele-services ได้	O		
2. อธิบาย class ต่างๆ ของบริการบนโครงข่าย UMTS ได้		I	
3. อธิบายบริการต่าง ๆ ที่มีให้บริการบนโครงข่าย UMTS ได้			X
4. อธิบายบริการ SMS ได้		I	
5. อธิบายบริการ VHE ได้		I	
6. อธิบายบริการ MVNO ได้	O		

หมายเหตุ

LS:ระดับการเรียนรู้(Levels of Intellectual Skill)

ความสำคัญ ระดับ

R: การฟื้นคืน (Recalled Knowledge)

O: สำคัญน้อย 1

A: การประยุกต์ (Applied Knowledge)

I: สำคัญปานกลาง 2

T: การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge)

X: สำคัญมาก 3

ภาคผนวก ค

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน

ตารางวิเคราะห์การออกข้อสอบ

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เพื่อการออกข้อสอบ

ตารางวิเคราะห์สื่อการสอน

ตารางที่ ค-1-1 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอนหัวข้อวิชาที่1: การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารแบบไร้สาย

หัวข้อที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
1.	1. อธิบายการนำเอาโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ มาใช้งานได้	R	O	1	17
	2. อธิบายรูปแบบ (model) ของการให้บริการ โครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 1 ได้	A	O	1	
	3. บอกคุณลักษณะที่สำคัญของโครงข่ายสื่อสารไร้ สายเคลื่อนที่ยุคที่ 1 ได้	R	O	1	
	4. อธิบายรูปแบบ (model) ของการให้บริการ โครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 2 ได้	R	I	2	
	5. บอกคุณลักษณะที่สำคัญของโครงข่ายสื่อสารไร้ สายเคลื่อนที่ยุคที่ 2 ได้	A	X	3	
	6. อธิบายรูปแบบ (model) ของการให้บริการ โครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 3 ได้	T	X	3	
	7. บอกคุณลักษณะที่สำคัญของโครงข่ายสื่อสารไร้ สายเคลื่อนที่ยุคที่ 3 ได้	T	X	3	
	8. บอกแรงขับเคลื่อนที่สำคัญของโครงข่ายสื่อสารไร้ สายเคลื่อนที่ได้	R	I	2	
	9. บอกประโยชน์ที่สำคัญของโครงข่ายสื่อสารไร้สาย เคลื่อนที่ได้	R	O	1	

หมายเหตุ

LS: ระดับการเรียนรู้ (Levels of intellectual Skill)

ความสำคัญ ระดับ

R: การฟื้นคืน (Recalled Knowledge)

O: สำคัญน้อย 1

A: การประยุกต์ (Applied Knowledge)

I: สำคัญปานกลาง 2

T: การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge)

X: สำคัญมาก 3

ตารางที่ ค-1-2 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอนหัวข้อวิชาที่2: สถาปัตยกรรมของโครงข่าย UMTS

หัวข้อที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
2.	1. บอกมาตรฐานเวอร์ชันต่าง ๆ ที่กำหนดสำหรับโครงข่าย UMTS ได้	R	O	1	16
	2. บอกส่วนประกอบโครงข่าย UMTS ได้	A	I	2	
	3. อธิบายการทำงานของอุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ได้	T	X	3	
	4. บอกส่วนประกอบของโครงข่ายเข้าถึงได้	R	O	1	
	5. อธิบายการทำงานของ Node B และ RNC ได้	R	O	1	
	6. อธิบายการทำงานของส่วนประกอบต่าง ๆ ของโครงข่ายหลักได้	T	X	3	
	7. อธิบายการทำงานของระบบย่อย IMS ได้	R	O	1	
	8. อธิบายการทำงานของส่วนประกอบอื่น ๆ ได้	A	I	2	
	9. บอกค่ารหัส identities และ address ต่าง ๆ ที่มีใช้งานได้	R	O	1	
	10. อธิบายโครงสร้างของพื้นที่ให้บริการได้	A	O	1	

หมายเหตุ

LS:ระดับการเรียนรู้(Levels of Intellectual Skill)

ความสำคัญ

ระดับ

R: การฟื้นคืน (Recalled Knowledge)

O: สำคัญน้อย 1

A: การประยุกต์ (Applied Knowledge)

I: สำคัญปานกลาง 2

T: การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge)

X: สำคัญมาก 3

ตารางที่ ค-1-3 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอนหัวข้อวิชาที่3: การเข้าถึงโครงข่ายโดยวิธีการด้วยคลื่น (Radio Access Method)

หัวข้อที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
3	1. บอกย่านความถี่ใช้งานได้	A	O	1	17
	2. บอกข้อกำหนดการใช้ความถี่วิทยุของ UTRA FDD ได้	A	O	1	
	3. อธิบายหลักการทำงานของ CDMA	T	X	3	
	4. อธิบายการใช้สูตรคำนวณค่า spreading gain ได้	R	O	1	
	5. อธิบายการผลิตและการใช้งานของรหัส OVSF ได้	A	O	1	
	6. อธิบายการเข้ารหัส scrambling ได้	A	I	2	
	7. อธิบายการทำงานของ RAKE receiver ได้	R	O	1	
	8. บอกรูปแบบของเฟรมวิทยุที่ใช้งานของโครงข่ายได้	R	O	1	
	9. อธิบายการเข้าถึงโครงข่ายด้วยคลื่นวิทยุได้	A	O	1	
	10. อธิบายการใช้งานและจุดที่ใช้งานของช่องสัญญาณตรรกะ ช่องสัญญาณขนส่ง และช่องสัญญาณกายภาพได้	T	I	2	
	11. อธิบายชนิดต่าง ๆ ของช่องสัญญาณตรรกะได้	R	O	1	
	12. อธิบายชนิดต่าง ๆ ของช่องช่องสัญญาณขนส่งได้	R	O	1	
	13. อธิบายชนิดต่าง ๆ ของช่องสัญญาณกายภาพได้	R	O	1	
	14. อธิบายการทำ mapping ระหว่างช่องสัญญาณตรรกะ ช่องสัญญาณขนส่ง และช่องสัญญาณกายภาพได้	T	I	2	

หมายเหตุ

LS:ระดับการเรียนรู้(Levels of Intellectual Skill)

R: การฟื้นคืน (Recalled Knowledge)

A: การประยุกต์ (Applied Knowledge)

T: การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge)

ความสำคัญ ระดับ

O: สำคัญน้อย 1

I: สำคัญปานกลาง 2

X: สำคัญมาก 3

ตารางที่ ค-1-4 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอนหัวข้อวิชาที่4: โปรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS

หัวข้อที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
4.	1. อธิบายสถาปัตยกรรมเชิงโปรโตคอลที่ใช้งานในโครงข่าย UMTS ได้	A	O	1	13
	2. อธิบายกลุ่มของโปรโตคอลที่เกี่ยวข้องการเข้าถึงทางวิทยุได้	T	I	2	
	3. อธิบายชั้น MAC และหน้าที่การทำงาน	A	I	2	
	4. อธิบายชั้น RLC และหน้าที่การทำงาน	R	O	1	
	5. อธิบายชั้น PDCP และหน้าที่การทำงาน	R	O	1	
	6. อธิบายชั้น BMC และหน้าที่การทำงาน	R	O	1	
	7. อธิบายชั้น RRC และหน้าที่การทำงาน	R	O	1	
	8. อธิบายการทำงานในสถานะต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ของอุปกรณ์ UE	R	O	1	
	9. อธิบายการใช้งานของโปรโตคอลอื่น ๆ ที่จุดเชื่อมต่อทางสาย	T	X	3	

ตารางที่ ค-1-5 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอนหัวข้อวิชาที่5: การทำงานพื้นฐานของโครงข่าย UMTS

หัวข้อที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
5	1. อธิบายการควบคุมกำลังงานส่งออกในโครงข่าย	R	I	2	8
	2. อธิบายการทำ softer และ soft handover ในโครงข่าย	A	X	3	
	3. อธิบายการทำ downlink transmit diversity ในโครงข่าย	A	X	3	

ตารางที่ ค-1-6 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอนหัวข้อวิชาที่6: ระบบความปลอดภัยที่ใช้กับ
โครงข่าย UMTS

หัวข้อที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
6	1. อธิบายวิธีการรักษาความปลอดภัยที่มีใช้งานในโครงข่าย GSM ได้	R	O	1	10
	2. อธิบายวิธีการตรวจสอบสิทธิทั้งสองด้านที่มีใช้งานในโครงข่าย UMTS ได้	R	O	1	
	3. อธิบายวิธีการผลิตรหัสประจำตัวชั่วคราวขึ้นใช้งานในโครงข่าย UMTS ได้	A	I	2	
	4. อธิบายวิธีเข้ารหัสช่องสัญญาณวิทยุที่มีใช้งานในโครงข่าย UMTS ได้	T	X	3	
	5. อธิบายวิธีการทำ integrity protection ของ RRC signaling ที่มีใช้งานในโครงข่าย UMTS ได้	A	I	2	
	6. อธิบายจุดอ่อนและการป้องกันของระบบการรักษาความปลอดภัยในโครงข่าย UMTS ได้	R	O	1	

หมายเหตุ

LS:ระดับการเรียนรู้(Levels of Intellectual Skill)

ความสำคัญ ระดับ

R: การฟื้นคืน (Recalled Knowledge)

O: สำคัญน้อย 1

A: การประยุกต์ (Applied Knowledge)

I: สำคัญปานกลาง 2

T: การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge)

X: สำคัญมาก 3

ตารางที่ ค-1-7 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอนหัวข้อวิชาที่7: การให้บริการบนโครงข่าย UMTS

หัวข้อที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
7	1. บอกนิยามของ bearer services และ tele-services ได้	R	O	1	11
	2. อธิบาย class ต่างๆ ของบริการบนโครงข่าย UMTS ได้	A	I	2	
	3. อธิบายบริการต่าง ๆ ที่มีให้บริการบนโครงข่าย UMTS ได้	T	X	3	
	4. อธิบายบริการ SMS ได้	A	I	2	
	5. อธิบายบริการ VHE ได้	A	I	2	
	6. อธิบายบริการ MVNO ได้	R	O	1	

หมายเหตุ

LS:ระดับการเรียนรู้(Levels of Intellectual Skill)

ความสำคัญ ระดับ

R: การฟื้นคืน (Recalled Knowledge)

O: สำคัญน้อย 1

A: การประยุกต์ (Applied Knowledge)

I: สำคัญปานกลาง 2

T: การส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge)

X: สำคัญมาก 3

ตารางที่ ค-2 แสดงการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อออกข้อสอบ

		ระดับของสติปัญญา			รวม คะแนน	ข้อ สอบ	จำนวน ข้อ สอบ
		พื้นฐาน ความรู้	ประยุกต์ ความรู้	ส่งถ่าย ความรู้			
บทที่ 1	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม						
	1.	O			17		10
	2.		O				
	3.	O					
	4.		I				
	5.		X				
	6.		X				
	7.			X			
	8.	I					
	9.	O					
บทที่ 2	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม				16		8
	1.	O					
	2.		I				
	3.			X			
	4.	O					
	5.	O					
	6.			X			
	7.	O					
	8.		I				
	9.	O					
	10.		O				

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

		ระดับของสติปัญญา			รวม คะแนน	ข้อ สอบ	จำนวน ข้อ สอบ
		พื้น พื้น ความรู้	ประยุกต์ ความรู้	ส่งถ่าย ความรู้			
บทที่ 3	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม						
	1.		O		17		10
	2.		O				
	3.			X			
	4.	O					
	5.		O				
	6.		I				
	7.	O					
	8.	O					
	9.		O				
	10.			I			
	11.	O					
	12.	O					
	13.	O					
	14.			I			

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

		ระดับของสติปัญญา			รวม คะแนน	ข้อ สอบ	จำนวน ข้อ สอบ
		พื้นฐาน ความรู้	ประยุกต์ ความรู้	ส่งถ่าย ความรู้			
บทที่ 4	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม						
	1.		O		13		7
	2.			I			
	3.		I				
	4.	O					
	5.	O					
	6.	O					
	7.	O					
	8.	O					
	9.			X			
บทที่ 5	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม						
	1.	I			8		6
	2		X				
	3.		X				
บทที่ 6	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม						
	1.	O			10		6
	2.	O					
	3.		I				
	4.			X			
	5.		I				
	6.	O					

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

		ระดับของสติปัญญา			รวม คะแนน	ข้อ สอบ	จำนวน ข้อ สอบ
		พื้นฐาน ความรู้	ประยุกต์ ความรู้	ส่งถ่าย ความรู้			
บทที่ 7	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม						
	1.	O			11		6
	2.		I				
	3.			X			
	4.		I				
	5.		I				
	6.	O					

ตารางที่ ค-3 จำนวนข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์

บทที่ 1 การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารแบบไร้สาย

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อสอบ ที่
1.	1. อธิบายการนำเอาโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่มาใช้งานได้	R	O	10	1
	2. อธิบายรูปแบบ (model) ของการให้บริการโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 1 ได้	A	O		2
	3. บอกคุณลักษณะที่สำคัญของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 1 ได้	R	O		3
	4. อธิบายรูปแบบ (model) ของการให้บริการโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 2 ได้	A	I		4
	5. บอกคุณลักษณะที่สำคัญของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 2 ได้	A	X		5,6
	6. อธิบายรูปแบบ (model) การให้บริการโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 3 ได้	A	X		7,8
	7. บอกคุณลักษณะที่สำคัญของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 3 ได้	T	X		9,10,1
	8. บอกแรงขับเคลื่อนที่สำคัญของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ได้	R	X		1
	9. บอกประโยชน์ที่สำคัญของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ได้	R	O		12
					-

ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

บทที่ 2 สถาปัตยกรรมของโครงข่าย UMTS

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อ สอบที่
2.	1. บอกมาตรฐานเวอร์ชันต่าง ๆ ที่กำหนดสำหรับโครงข่าย UMTS ได้	R	O	10	13
	2. บอกส่วนประกอบโครงข่าย UMTS ได้	A	I		14
	3. อธิบายการทำงานของอุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ได้	T	X		15
	4. บอกส่วนประกอบของโครงข่ายเข้าถึงได้	R	O		16
	5. อธิบายการทำงานของ Node B และ RNC ได้	R	O		17
	6. อธิบายการทำงานของส่วนประกอบต่าง ๆ ของโครงข่ายหลักได้	T	X		18
	7. อธิบายการทำงานของระบบย่อย IMS ได้	R	O		19
	8. อธิบายการทำงานของส่วนประกอบอื่น ๆ ได้	A	I		20
	9. บอกคำรหัส identities และ address ต่าง ๆ ที่มีใช้งานได้	R	O		21
	10. อธิบายโครงสร้างของพื้นที่ให้บริการได้	A	O		22

ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

บทที่ 3 การเข้าถึงด้วยวิธีทางคลื่น(Radio Access Method)

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อ สอบที่
3.	1. บอกย่านความถี่ใช้งานได้	A	O	11	23
	2. บอกข้อกำหนดการใช้ความถี่วิทยุของ UTRA FDD ได้	A	O		24
	3. อธิบายหลักการทำงานของ CDMA	T	X		25
	4. อธิบายการใช้สูตรคำนวณค่า spreading gain ได้	R	O		-
	5. อธิบายการผลิตและการใช้งานของรหัส OVSF ได้	A	O		26
	6. อธิบายการเข้ารหัส scrambling ได้	A	I		27
	7. อธิบายการทำงานของ RAKE receiver ได้	R	O		28
	8. บอกรูปแบบของเฟรมวิทยุที่ใช้งานของ โครงข่ายได้	R	O		-
	9. อธิบายการเข้าถึงโครงข่ายด้วยคลื่นวิทยุได้	A	O		29
	10. อธิบายการใช้งานและจุดที่ใช้งานของ ช่องสัญญาณตรรกะ ช่องสัญญาณขนส่ง และช่องสัญญาณกายภาพได้	A	I		30
	11. อธิบายชนิดต่าง ๆ ของช่องสัญญาณตรรกะได้	R	O		31
	12. อธิบายชนิดต่าง ๆ ของช่องช่องสัญญาณขนส่งได้	R	O		32
	13. อธิบายชนิดต่าง ๆ ของช่องสัญญาณกายภาพได้	R	O		-
	14. อธิบายการทำ mapping ระหว่างช่องสัญญาณ ตรรกะ ช่องสัญญาณขนส่ง และช่องสัญญาณ กายภาพได้	T	I		33

ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

บทที่ 4 โพรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อ สอบที่
4	1. อธิบายสถาปัตยกรรมเชิงโปรโตคอลที่ใช้งานในโครงข่าย UMTS ได้	A	O	9	34
	2. อธิบายกลุ่มของโปรโตคอลที่เกี่ยวข้องการเข้าถึงทางวิทยุได้	T	I		35
	3. อธิบายชั้น MAC และหน้าที่การทำงาน	A	I		36
	4. อธิบายชั้น RLC และหน้าที่การทำงาน	R	O		37
	5. อธิบายชั้น PDCP และหน้าที่การทำงาน	R	O		38
	6. อธิบายชั้น BMC และหน้าที่การทำงาน	R	O		39
	7. อธิบายชั้น RRC และหน้าที่การทำงาน	R	O		40
	8. อธิบายการทำงานใสถานะต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ของอุปกรณ์ UE	R	O		-
	9. อธิบายการใช้งานของโปรโตคอลอื่น ๆ ที่จุดเชื่อมต่อทางสาย	T	X		41,42

ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

บทที่ 5. การทำงานพื้นฐานของโครงข่าย UMTS

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อ สอบที่
5.	1. อธิบายการทำความคุมกำลังงานส่งออกในโครงข่าย	R	I	6	43,44
	2. อธิบายการทำ softer และ soft handover ในโครงข่าย	A	X		45,46, 47
	3. อธิบายการทำ downlink transmit diversity ในโครงข่าย	A	X		48

ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

บทที่ 6 ระบบความปลอดภัยที่ใช้กับโครงข่าย UMTS

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อ สอบที่
6.	1. อธิบายวิธีการรักษาความปลอดภัยที่มีใช้งานในโครงข่าย GSM ได้	R	O	7	49
	2. อธิบายวิธีการตรวจสอบสิทธิทั้งสองด้านที่มีใช้งานในโครงข่าย UMTS ได้	R	O		50
	3. อธิบายวิธีการผลิตรหัสประจำตัวชั่วคราวขึ้นใช้งานในโครงข่าย UMTS ได้	A	I		51
	4. อธิบายวิธีเข้ารหัสช่องสัญญาณวิทยุที่มีใช้งานในโครงข่าย UMTS ได้	T	X		52,
	5. อธิบายวิธีการทำ integrity protection ของ RRC signaling ที่มีใช้งานในโครงข่าย UMTS ได้	A	I		53
	6. อธิบายจุดอ่อนและการป้องกันของระบบการรักษาความปลอดภัยในโครงข่าย UMTS ได้	R	O		54

บทที่ 7 การให้บริการบนโครงข่าย UMTS

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อ สอบที่
7.	1. บอกนิยามของ bearer services และ tele-services ได้	R	O	8	55
	2. อธิบาย class ต่างๆ ของบริการบนโครงข่าย UMTS ได้	A	I		56
	3. อธิบายบริการต่าง ๆ ที่มีให้บริการบนโครงข่าย UMTS ได้	T	X		57
	4. อธิบายบริการ SMS ได้	A	I		58
	5. อธิบายบริการ VHE ได้	A	I		59
	6. อธิบายบริการ MVNO ได้	R	O		60

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์แบบฝึกหัดและแบบทดสอบเพื่อหาความสัมพันธ์ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้เชี่ยวชาญ
ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (D) และค่าความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ง-1 การวิเคราะห์แบบฝึกหัดเพื่อหาธรรมชาติความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

บทที่	วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum^R$	IOC
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	1	+1	0	0	+1	+1	3	0.6
	3	12	+1	0	0	+1	+1	3	0.6
	4	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	5	4	+1	0	0	+1	+1	3	0.6
		13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	6	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	7	6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		7	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
		9	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
		10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	8	8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	9	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1	4	+1	0	0	+1	+1	3	0.6
	2	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	13	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
	4	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		3	+1	0	0	+1	+1	3	0.6
	5	5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	6	6	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
	7	14	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

บทที่	วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum^R$	IOC
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
2	8	7	+1	0	0	+1	+1	3	0.6
		8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	9	9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	10	12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	7	+1	0	0	+1	+1	3	0.6
	4	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	3	+1	0	0	+1	+1	3	0.6
		4	+1	0	0	+1	+1	3	0.6
	6	5	+1	0	0	+1	+1	3	0.6
	7	6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	8	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	10	11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	11	12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	12	14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	13	15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	14	10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

บทที่	วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4	1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	8	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
	4	3	+1	0	0	+1	+1	3	0.6
		4	+1	0	0	+1	+1	3	0.6
	5	7	+1	0	0	+1	+1	3	0.6
	6	5	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
	7	6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	8	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
6	1	9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

บทที่	วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
6	2	5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		10	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
	4	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	5	7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	6	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7	1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	4	8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		14	+1	0	0	+1	+1	3	0.6
	5	9	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
	6	10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ

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

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ

$$\sum R$$
 คือ ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การแปลความหมายของการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ค่าดัชนีที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อสอบวัดหรือเป็นตัวแทนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น ถ้าค่าดัชนีที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 0.5 แสดงว่าข้อสอบไม่วัดหรือไม่เป็นตัวแทนวัตถุประสงค์ในข้อนั้น ๆ (บุญเชิด, 2527: 69)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ที่ประเมินแบบฝึกหัดทั้งหมด 90 ข้อ พบว่าดัชนีความสอดคล้องมีค่า ระหว่าง 0.6 – 1.00 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.91

ตารางที่ ง-2 การวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

บทที่	วัตถุประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					Σ^R	IOC
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	2	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
	3	3	+1	0	0	+1	+1	3	0.6
	4	4	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
	5	5	+1	0	0	+1	+1	3	0.6
		6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	6	7	+1	0	0	0	+1	3	0.6
		8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	7	9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	8	12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	9	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	4	16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	5	17	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
	6	18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	7	19	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
	8	20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	9	21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	10	22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

บทที่	วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum^R$	IOC
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
3	1	23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	4	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	6	27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	7	28	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
	8	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	10	30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	11	31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	12	32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	13	-	-	-	-	-	-	-	-
	14	33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4	1	34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	4	37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	5	38	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
	6	39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	7	40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	8	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		42	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

บทที่	วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5	1	43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		44	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	48	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
6	1	49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	50	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	51	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	4	52	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		53	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	5	54	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
7	6	55	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	1	56	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	57	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		58	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	59	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		60	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	4	61	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	5	62	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
	6	63	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ

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

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ
 $\sum R$ คือ ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การแปลความหมายของการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ค่าดัชนีที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อสอบวัดหรือเป็นตัวแทนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น ถ้าค่าดัชนีที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 0.5 แสดงว่าข้อสอบไม่วัดหรือไม่เป็นตัวแทนวัตถุประสงค์ในข้อนั้น ๆ (บุญเชิด, 2527: 69)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ที่ประเมินแบบทดสอบทั้งหมด 90 ข้อ พบว่าดัชนีความสอดคล้องมีค่า ระหว่าง 0.6 – 1.00 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.95

ผลการตรวจคะแนนและการวิเคราะห์ข้อสอบจากผลการทดลองใช้
 ข้อสอบจำนวน 63 ข้อ ผู้เข้าสอบจำนวน 27 คน

ตอนที่ 1 :

รหัสพนักงาน	คะแนนดิบ	Z-Score	t-Score
23600982	20	-0.90	41.03
04002581	57	1.24	62.36
22207913	20	-0.90	41.03
02506296	61	1.47	64.67
03307574	53	1.01	60.05
02714021	58	1.29	62.94
13412286	25	-0.61	43.92
12302698	55	1.12	61.21
02713827	57	1.24	62.36
13601972	20	-0.90	41.03
13712092	29	-0.38	46.22
13712129	20	-0.90	41.03
13706671	24	-0.67	43.34

14002745	21	-0.84	41.61
04400511	58	1.29	62.94
13721154	24	-0.67	43.34
13708687	24	-0.67	43.34
23505411	20	-0.90	41.03
03306673	58	1.29	62.94
02901511	59	1.35	63.51
13600362	20	-0.90	41.03
12801216	22	-0.78	42.19
13705009	26	-0.55	44.49
02511792	59	1.35	63.51
13811472	23	-0.72	42.76
12702812	20	-0.90	41.03
13813630	27	-0.49	45.07

ตอนที่ 2 : สถิติพื้นฐาน

คะแนนเฉลี่ย (Mean) = 35.56

ค่ามัธยฐาน (Median) = 25.00

ค่าฐานนิยม (Mode) = 4.00 (ประมาณจาก $\text{Mode} = 3\text{Median} - 2\text{Mean}$)

พิสัย (Range) = 41 (คะแนนสูงสุด = 61 , คะแนนต่ำสุด = 20)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) = 17.350

ความเบ้ (Skewness) = 0.253

ความโด่ง (Kurtosis) = 1.338

ตอนที่ 3 : คุณภาพของแบบสอบ

ค่าความเชื่อมั่น = 0.968

ค่าความยาก (Difficulty) และ ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

ข้อ 1	0.59	0.29	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
ข้อ 2	0.78	0.29	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
ข้อ 3	0.70	0.29	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
ข้อ 4	0.56	0.57	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 5	0.63	0.29	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
ข้อ 6	0.89	0.29	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 7	0.63	0.57	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 8	0.59	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 9	0.59	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 10	0.67	0.43	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 11	0.59	0.57	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 12	0.67	0.57	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 13	0.56	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 14	0.63	0.14	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 15	0.52	0.57	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 16	0.67	0.71	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 17	0.52	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 18	0.59	0.57	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 19	0.59	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 20	0.41	0.14	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 21	0.63	0.57	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 22	0.56	0.57	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 23	0.67	0.57	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 24	0.67	0.71	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 25	0.52	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 26	0.44	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 27	0.37	1.00	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 28	0.52	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 29	0.44	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 30	0.44	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก

ข้อ 31	0.44	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 32	0.63	0.57	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 33	0.67	0.43	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 34	0.52	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 35	0.81	0.29	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 36	0.44	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 37	0.44	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 38	0.67	0.43	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 39	0.44	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 40	0.63	0.57	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 41	0.48	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 42	0.74	0.43	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 43	0.37	1.00	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 44	0.48	0.57	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 45	0.85	0.29	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 46	0.74	0.29	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
ข้อ 47	0.67	0.43	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 48	0.52	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 49	0.78	0.43	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 50	0.41	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 51	0.33	-0.57	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 52	0.52	0.57	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 53	0.52	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 54	0.44	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 55	0.48	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 56	0.41	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 57	0.48	0.57	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 58	0.41	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 59	0.70	0.43	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 60	0.19	-0.43	ยากมาก	จำแนกได้ไม่ดี

ข้อ 61	0.70	0.43	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 62	0.41	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 63	0.59	0.43	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก

ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์นำไปใช้ได้ คือ 1 2 3 4 5 7 9 10 11 12 13 15 16 17 18 19 21 22 23 24 25 26
27 28 29 30 31 32 33 34 36 37 38 39 40 41 42 43 44 46 47 48 49 50 52 53 54 55 56 57 58 59 61
62 63 จำนวน 56 ข้อ

ตารางที่ ง-3 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุดและค่าเฉลี่ยของค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก
และค่าความเชื่อมั่น

	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเชื่อมั่น
ค่าต่ำสุด	0.39	0.29	0.968
ค่าสูงสุด	0.78	1	
ค่าเฉลี่ย	0.59	0.645	

ภาคผนวก จ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ
หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดการสอน
แบบประเมินชุดการสอน
ผลประเมินชุดการสอน โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบชุดการสอน หลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile
Telecommunication system

1. อาจารย์วิรัตน์ อัสวานวัตร
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. อาจารย์ต้อง ศรีรักษา
ผู้จัดการส่วนวิทยากรและผู้เชี่ยวชาญ
สถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)
3. อาจารย์ปวีณา อินวูล
ส่วนพัฒนาและจัดการฝึกอบรม
สถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)
4. เรืออากาศโทจิระวัฒน์ อโศกวัฒนะ
ส่วนกิจการร่วมค้าไทยโมบาย
ฝ่ายปฏิบัติการสื่อสารไร้สาย บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)
5. อาจารย์ศีดา หอมกลิ่นเดช
ส่วนวิทยากรและผู้เชี่ยวชาญ
สถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

โทร. 3203

ที่ กศ 2๑0/2548

วันที่ ๖ เมษายน 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมิน การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เรียน อาจารย์วรัดี อัสวานวัตร

ด้วย นายวิสูตร งามศิริ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน หลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System สถาบันวิชาการ ทศท บริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผศ.ดร.สมศักดิ์ อรรคทิมากุล เป็นประธานกรรมการ และ ดร.พงษ์จิตติ พงศ์ศิลาณี เป็นกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ประเมินชุดการสอน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรหมจันทร์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ที่ ศร 0525.3/๖๖๖



คณะกรรมการอุดมศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

5 เมษายน 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมิน การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เรียน อาจารย์ต้อง ศรีรักษา

ด้วย นายวิสูตร งามศิริ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหา
ประสิทธิภาพชุดการสอน หลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System สถาบันวิชาการ ทศท
บริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผศ.ดร.สมศักดิ์ อรรถทิมากุล
เป็นประธานกรรมการ และ ดร.พงษ์จิตติ พงศ์ศิลาณี เป็นกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ประเมินชุดการสอน เพื่อประกอบ
การทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรหมจันทร์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255



ที่ ศธ 0525.3/377

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 จ.พินุลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

5 เมษายน 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมิน การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เรียน อาจารย์ปวีณา อินวูล

ด้วย นายวิสูตร งามศิริ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน หลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System สถาบันวิชาการ ทศท บริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผศ.ดร.สมศักดิ์ อรรถทิมากุล เป็นประธานกรรมการ และ ดร.พงศ์จิต พงศ์ศิลาณี เป็นกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ประเมินชุดการสอน เพื่อประกอบ การทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรหมจันทร์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ที่ ศร 0525.3/377



คณะกรรมการอุดมศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 อ.พินลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

5 เมษายน 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมิน การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
เรียน เรืออากาศโทจิระวัฒน์ อโศกวัฒน์

ด้วย นายวิสูตร งามศิริ นักศึกษาหลักสูตรศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหา
ประสิทธิภาพชุดการสอน หลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System สถาบันวิชาการ ทศท
บริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผศ.ดร.สมศักดิ์ อรรถทิมากุล
เป็นประธานกรรมการ และ ดร.พงศ์ฐิติ พงศ์สิลามณี เป็นกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ประเมินชุดการสอน เพื่อประกอบ
การทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรหมจันทร์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ที่ ศธ 0525.3/ ๖๖๖



คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 จ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

๕ เมษายน 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมิน การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เรียน อาจารย์ศิดา หอมกลิ่นเดช

ด้วย นายวิสูตร งามศิริ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน หลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication System สถาบันวิชาการ ทศท บริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผศ.ดร.สมศักดิ์ อรรถทิมากุล เป็นประธานกรรมการ และ ดร.พงษ์สุติ พงศ์ศิลาภรณ์ เป็นกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ประเมินชุดการสอน เพื่อประกอบ การทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาคือ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรหมจันทร์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255

แบบประเมินชุดการสอน

แบบประเมินชุดการสอนนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการสร้างชุดการสอน หลักสูตร หลักสูตรเทคโนโลยี Universal Mobile Telecommunication system ตามหลักสูตรการฝึกอบรม สถาบันวิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับชุดการสอน

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย (/) ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน
โดยมีระดับคะแนนดังนี้

- | | |
|---|-----------------|
| 5 | หมายถึงดีมาก |
| 4 | หมายถึงดี |
| 3 | หมายถึงปานกลาง |
| 2 | หมายถึงไม่ดี |
| 1 | หมายถึงไม่ดีเลย |

ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
1	<u>เนื้อหาวิชา</u> เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์					
2	เนื้อหาถูกต้อง					
3	เนื้อหาแยกย่อยได้					
4	การเรียงลำดับเนื้อหา					
5	ความเหมาะสมในการใช้ภาษา					
ข้อเสนอแนะ						
.....						
6	<u>แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ</u> ครอบคลุมวัตถุประสงค์					
7	เหมาะสมกับระดับของวัตถุประสงค์					
8	ปริมาณเหมาะสมกับความสามารถของ ผู้เรียน					
9	คำถามและคำตอบมีเป้าหมายชัดเจน					
10	ตัวลงในโจทย์มีคุณภาพ					
ข้อเสนอแนะ.....						
.....						
11	<u>สื่อการสอน</u> เหมาะสมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์					
12	รูปภาพและตัวอักษรมองเห็นชัดเจน					
13	การใช้สีสันทันเหมาะสม					
14	สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน					
15	สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน					
ข้อเสนอแนะ						
.....						
.....						

ลงชื่อ

(.....)

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างชุดการสอน

ตัวอย่างใบเนื้อหา

ตัวอย่างสื่อเพาเวอร์พอยต์

ตัวอย่างแบบฝึกหัดพร้อมเฉลย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แผนการสอน หลักสูตรโครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System

หัวข้อวิชาที่1: การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารไร้สาย					
เนื้อหาสำคัญของหัวข้อวิชา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	เอกสารประกอบการสอน	วิธีการสอน	สื่อการสอน	การประเมินผล (แบบทดสอบ)
1.1 การกำเนิดของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่	1. อธิบายการนำเอาโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่มาใช้งานได้	หน้า 1- 4	บรรยาย	ภาพ 1.5 – 1.20	ข้อ 1
1.2 การพัฒนาการโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 1	2. อธิบายรูปแบบ (model) ของการให้บริการโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 1 ได้	หน้า 4 - 7	บรรยาย	ภาพ 1.21 – 1.22	ข้อ 2
	3. บอกคุณลักษณะที่สำคัญของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 1 ได้		บรรยาย	ภาพ 1.23 – 1.24	ข้อ 3
1.3 การพัฒนาการโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 2	4. อธิบายรูปแบบ (model) ของการให้บริการโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 2 ได้	หน้า 7 – 17	บรรยาย	ภาพ 1.25 – 1.31ภาพ 1.38 – 1.49	ข้อ 4
	5. บอกคุณลักษณะที่สำคัญของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 2 ได้		บรรยาย	ภาพ 1.32 – 1.37	ข้อ 5,6

ใบเนื้อหาหัวข้อที่ 1

การแนะนำโครงข่ายสื่อสารไร้สาย

1.1 การกำเนิดของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่

เหตุการณ์สำคัญที่เป็นรากฐานให้กับระบบโครงข่ายสื่อสารไร้สายในปัจจุบัน เกิดขึ้นในปี 1897 (พ.ศ. 2440) เมื่อนาย Guglielmo Marconi ได้แสดงให้เห็นถึง ความสามารถของคลื่นวิทยุ สำหรับการเชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างชายฝั่งกับเรือที่แล่นอยู่ในช่องแคบอังกฤษ หลังจากนั้นเป็นต้นมา การพัฒนาการสื่อสารไร้สายด้วยคลื่นวิทยุจึงได้เริ่มขึ้น แต่ในระยะแรก การพัฒนาระบบโครงข่ายสื่อสารไร้สายเป็นไปอย่างเชื่องช้า ทั้งนี้เป็นเพราะว่า เทคโนโลยีในสมัยนั้นยังไม่พร้อมที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์สำหรับใช้งานในโครงข่ายสื่อสารไร้สายได้ ต่อมาด้วยระยะเวลาไม่กี่สิบปีที่ผ่านมา มีเทคโนโลยีหลายอย่าง เช่น เทคโนโลยีด้าน digital signaling processing เทคโนโลยีวงจรรวมหรือวงจรร IC (integrated circuit) และเทคโนโลยีการผลิตอุปกรณ์/วงจรรที่เกี่ยวข้องกับคลื่นวิทยุความถี่สูง ได้รับการพัฒนาอย่างมาก จนกระทั่งสามารถนำมาใช้ในการผลิตอุปกรณ์ของระบบโครงข่ายสื่อสารไร้สายได้ จึงทำให้การพัฒนาการสื่อสารไร้สายมีอัตราการเติบโตค่อนข้างสูงมากเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน



รูปที่ 1.1 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นแรก

ในปี 1934 (พ.ศ. 2477) ระบบโครงข่ายสื่อสารเคลื่อนที่ด้วยเทคนิคการมอดูเลชันทางขนาด (amplitude modulation) ได้ถูกนำมาใช้งานเป็นระบบสื่อสารวิทยุของตำรวจท้องถิ่น สำหรับงานรักษาความปลอดภัย ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา รูปที่ 1.1 แสดงภาพของบริการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นแรกดังกล่าว มีการประมาณการไว้ว่า ในช่วงกลางทศวรรษ 1930 จำนวนอุปกรณ์รับส่งคลื่นวิทยุที่ติดตั้งในรถตำรวจมีมากถึง 5,000 เครื่อง ระบบสื่อสารวิทยุนี้มีความสามารถที่จำกัด นั่นคือ ระบบโครงข่ายไม่ได้เชื่อมโยงเข้ากับโครงข่าย PSTN (Public Switched Telephone Network) และตำรวจไม่สามารถหมุนเบอร์โทรศัพท์เพื่อติดต่อไปยังผู้รับได้โดยตรง ต่อมาในช่วงปลายทศวรรษ ระบบโครงข่ายวิทยุนี้ ได้รับการปรับปรุงให้ใช้วิธีการมอดูเลชันทางความถี่ (frequency modulation) แทนการมอดูเลชันทางขนาด หลังจากนั้นเป็นต้นมา วิธีการมอดูเลชันทางความถี่ได้กลายมาเป็นเทคนิคพื้นฐานที่ใช้เรื่อยมา สำหรับการมอดูเลชันของระบบสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ จนกระทั่งระบบได้รับการพัฒนาเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ โดยการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลทดแทนที่

ในปี 1946 (พ.ศ. 2489) ประเทศสหรัฐอเมริกาได้นำเอาระบบบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่มาใช้งานเชิงสาธารณะเป็นครั้งแรกในเมืองสำคัญจำนวน 25 เมือง โดยให้บริการโทรศัพท์แบบ push-to-talk สถานีฐานที่ใช้งานมีค่ากำลังงานส่งออกสูงและมีเสาอากาศขนาดใหญ่เพื่อครอบคลุมพื้นที่บริการได้มากที่สุด การมอดูเลชันทางความถี่ (FM) เป็นวิธีการที่เลือกใช้ โดยมีสัญญาณคลื่นวิทยุส่งออกด้วยขนาดความกว้างของ bandwidth เท่ากับ 120 kHz และมีรูปแบบการเชื่อมโยงเป็นแบบ half duplex กล่าวคือ ในแต่ละเวลาการสนทนาจะมีผู้พูดเพียงคนเดียวเท่านั้น มีข้อสังเกตว่าในสมัยนั้น แม้ว่าสัญญาณเสียงมี bandwidth เพียง 4 kHz ก็ตาม แต่ค่า bandwidth ที่ใช้งานของช่องสัญญาณคลื่นวิทยุมีค่ามาก ทั้งนี้เป็นเพราะว่า ในสมัยนั้นการออกแบบวงจร filter ที่มี bandwidth แคบ ๆ ทำได้ยาก เมื่อเทคโนโลยีการผลิตวงจรที่ใช้งานกับคลื่นวิทยุมีความเจริญมากขึ้น สัญญาณคลื่นวิทยุได้รับการปรับปรุงให้มีความกว้างของ bandwidth ลดลงอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งเหลือเพียง 60 kHz ในปี 1950 (พ.ศ. 2493) และ 30 kHz ในช่วงกลางทศวรรษ 1960 สำหรับการใช้งานในประเทศสหรัฐอเมริกา

ต่อมาในช่วงระหว่างทศวรรษ 1950 จนถึงทศวรรษ 1960 ระบบโครงข่าย IMTS (Improved Mobile Telephone Service) ได้ถูกนำมาใช้งานแทนระบบที่ใช้งานเดิม ระบบนี้มีรูปแบบการให้บริการโทรศัพท์เป็นแบบ full duplex มีความสามารถในการหมุนหมายเลขออก (dialing) และมีความสามารถทำ trunking แบบอัตโนมัติได้ หลังจากให้บริการโครงข่าย IMTS ได้ไม่นาน พบว่าการให้บริการในเมืองใหญ่ถึงจุดอิ่มตัวในเวลารวดเร็วมาก ดังตัวอย่างการให้บริการของ Bell

Mobile Phone ที่เมือง New York City ในปี 1976 (พ.ศ. 2519) ในขณะนั้นมีประชากรราว 10 ล้านคน แต่มีจำนวนช่องสัญญาณให้บริการได้เพียง 12 ช่อง ซึ่งสามารถรองรับลูกค้าได้เพียง 543 คนเท่านั้น ลูกค้าที่รอใช้บริการในบัญชีรายชื่อ waiting list มีมากกว่า 3,700 คน และยิ่งไปกว่านั้นการให้บริการมีค่า call blocking ที่สูงมาก อันเนื่องจากจำนวนช่องสัญญาณที่น้อยมากนั่นเอง

ปัญหาที่สำคัญในขณะนั้นคือ ช่องสัญญาณคลื่นวิทยุที่ใช้งานมีจำนวนจำกัด ซึ่งส่งผลให้โครงข่ายไม่สามารถให้บริการแก่ลูกค้าที่มีจำนวนมากและมีพื้นที่ให้บริการจำกัด มีการศึกษาวิจัยเพื่อหาทางแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผลการศึกษาได้เทคนิคเซลลูลาร์ (cellular) ขึ้นใช้งาน เทคนิคเซลลูลาร์ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยห้องปฏิบัติการทดลอง AT&T Bell Laboratories และบริษัทสื่อสารโทรคมนาคมอื่น ๆ แนวคิดของเทคนิคเซลลูลาร์เป็นการแบ่งพื้นที่ให้บริการออกเป็นพื้นที่เล็ก ๆ โดยที่แต่ละพื้นที่ย่อยมีชื่อเรียกว่าเซล แต่ละพื้นที่เซลมีการติดตั้งสถานีฐานขึ้นใช้งาน และพื้นที่เซล 2 พื้นที่ที่อยู่ห่างกันเพียงพอที่คลื่นวิทยุที่ถูกผลิตขึ้นใช้งานในเซลไม่รบกวนซึ่งกันและกัน สามารถเลือกใช้ค่าความถี่วิทยุใช้งานที่ซ้ำกันได้ ด้วยแนวคิดแบบนี้ทำให้เราสามารถให้บริการสื่อสารไร้สาย โดยมีพื้นที่ให้บริการได้อย่างไม่มีขีดจำกัด ภายใต้การใช้ทรัพยากรความถี่ที่เท่าเดิม แม้ว่า AT&T จะได้เสนอแนวคิดของระบบสื่อสารเคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ต่อองค์กร FCC (Federal Communications Commission Inc) ในปี 1968 (พ.ศ. 2511) แต่ด้วยเทคโนโลยีที่มีในขณะนั้น ยังไม่สามารถใช้ในการผลิตโครงข่ายที่ทำงานด้วยเทคนิคเซลลูลาร์ขึ้นใช้งานได้ จนกระทั่งถึงปลายทศวรรษ 1970 จนเข้าถึงต้นทศวรรษ 1980 ความก้าวหน้าในการพัฒนาเทคโนโลยีไมโครโปรเซสเซอร์ ตลอดจนการพัฒนาส่วนต่าง ๆ ของโครงข่ายสื่อสารไร้สาย ได้นำไปสู่การกำเนิดระบบโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ รุ่นที่ 1 ขึ้นใช้งาน โดยในปี 1979 (พ.ศ. 2522) บริษัท NTT ของประเทศญี่ปุ่นได้กำหนดมาตรฐานให้กับระบบโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ขึ้นใช้งานในประเทศญี่ปุ่น และได้นำออกใช้งานเป็นระบบแรกในโลก ระบบดังกล่าวใช้ช่องสัญญาณขนาด 25 kHz จำนวน 600 ช่อง สำหรับรับส่งสัญญาณ FM ออกในย่านความถี่ 800 MHz

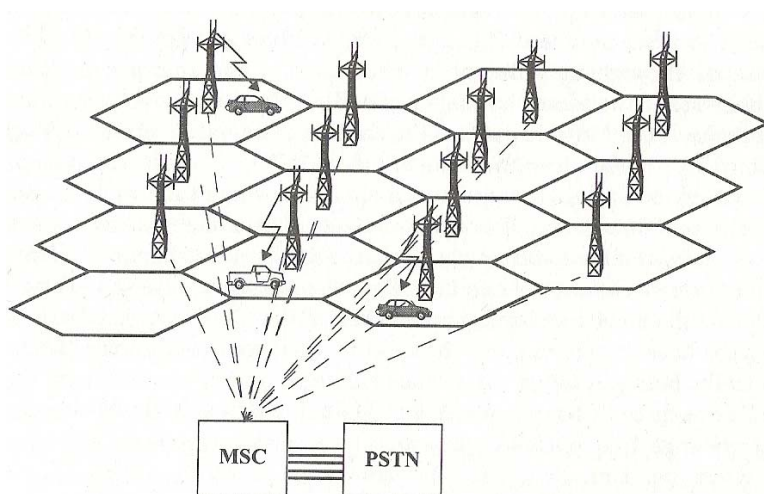
รูปที่ 1.2 แสดงระบบโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ที่เป็นแบบฉบับ โดยประกอบขึ้นจากส่วนประกอบหลัก 3 ส่วนคือ อุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ (MS: Mobile Station) สถานีฐาน (BS: Base Station) และชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (MSC: Mobile Switching Center) โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์มีการเชื่อมโยงเข้ากับโครงข่าย PSTN (Public Switched Telephone Network) ด้วย เพื่อให้ผู้ใช้บริการของทั้ง 2 โครงข่ายสามารถใช้บริการโทรศัพท์ติดต่อ

ถึงกันได้ หลังจากนั้นเป็นต้นมา ระบบสื่อสารเคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์นี้ ได้รับการพัฒนามาเรื่อยมา ตามการพัฒนาการของเทคโนโลยีและตามความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งสามารถแบ่งการพัฒนาการออกเป็นยุค (generation) ได้ดังนี้

ยุคที่ 1: ระบบอนาล็อก (หรือบางครั้งเรียกระบบกึ่งอนาล็อก เพราะการเชื่อมโยงด้วยคลื่นวิทยุจะยังคงใช้เทคโนโลยีอนาล็อก แต่ชุมสายเคลื่อนที่ที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล) ที่ให้บริการด้านเสียงอย่างเดียว

ยุคที่ 2: ระบบดิจิทัลที่ให้บริการด้านเสียงเป็นหลัก แต่เริ่มมีการให้บริการข้อมูลที่มีความเร็วยังไม่สูงมากนัก

ยุคที่ 3: ระบบดิจิทัลที่มุ่งเน้นบริการสื่อผสม (multimedia) และมีแนวคิดการให้บริการคือ ผู้ใช้สามารถใช้เครื่องอุปกรณ์เคลื่อนที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต (mobile Internet) ได้



รูปที่ 1.2 โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์

1.2 การพัฒนาการโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 1

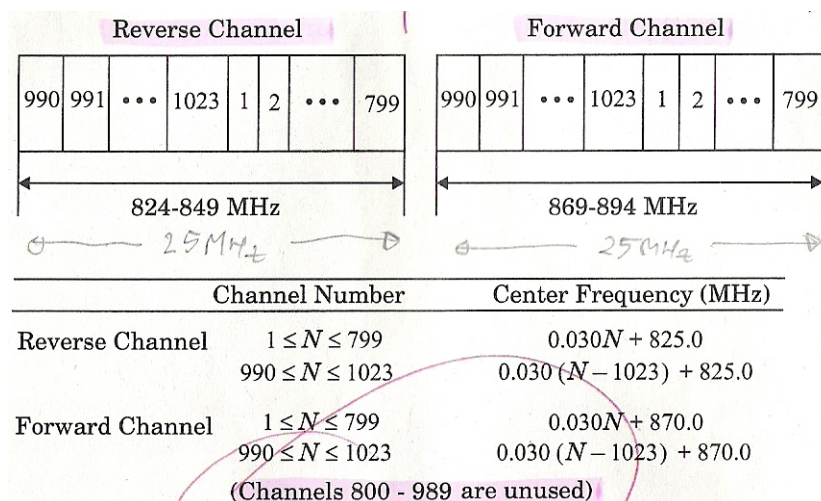
ในปี 1970 (พ.ศ. 2513) องค์การร่วม Nordic telecommunications administrations ได้เริ่มออกข้อกำหนด NMT (Nordisk Mobil Telefoni or Nordiska Mobil Telefoni-gruppen หรือภาษาอังกฤษใช้คำว่า Nordic Mobile Telephone) ให้กับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ และได้เปิดใช้งานในปี 1981 เพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่มีอย่างมากของบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ manual ที่มีใช้งานในขณะนั้น (ระบบ ARP ที่ใช้งานในประเทศฟินแลนด์ และระบบ MTD ในประเทศสวีเดน) ระบบ NMT เป็นระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นที่ 1 ที่ใช้เทคโนโลยีอนาล็อก และมีใช้

งาน 2 มาตรฐาน คือ ระบบ NMT-450 ซึ่งใช้งานที่ย่านความถี่ 450 MHz และระบบ NMT-900 ซึ่งใช้งานที่ย่านความถี่ 900 MHz มาตรฐานระบบ NMT ได้เริ่มนำมาใช้งานในกลุ่มประเทศ สแกนดิเนเวีย อันประกอบด้วย เดนมาร์ก ฟินแลนด์ ไอซ์แลนด์ นอร์เวย์ และสวีเดน (ต่อมาได้ ขยายการใช้งานไปสู่ เนเธอร์แลนด์ และสวิตเซอร์แลนด์) ระบบ NMT มีบริการที่ให้ผู้ใช้งานสามารถทำ international roaming ได้ ซึ่งเป็นบริการใหม่ในขณะนั้นและได้รับการตอบรับอย่างดีของผู้ใช้บริการ โดยที่ผู้ให้บริการสามารถนำอุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ไปใช้ในประเทศอื่นที่มีการใช้ ระบบ NMT ได้ แม้ว่าในช่วงเวลานั้นโดยทั่วไปแล้ว นโยบายทางการเมืองและกฎระเบียบที่เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์คลื่นวิทยุในต่างประเทศของประเทศต่าง ๆ ในยุโรป จะเป็นอุปสรรคต่อการสร้าง ระบบมาตรฐานร่วม (pan-European) ขึ้นใช้งาน

ในปี 1979 (พ.ศ. 2522) ที่ประชุมของ ITU World Administrative Radio Conference ได้มีการตัดสินใจกำหนดกลุ่มความถี่ย่าน 900 MHz ให้ใช้กับระบบสื่อสารเคลื่อนที่ภาคพื้นดินในยุโรป ย่านความถี่นี้มีชื่อเรียกว่า WARC'79 ตามมติของที่ประชุมดังกล่าว ทำนองเดียวกัน ที่ สหรัฐอเมริกา ในปี 1983 (พ.ศ. 2526) องค์การ FCC ได้จัดสรรความถี่ย่าน 800 MHz ซึ่งมีขนาด 40 MHz สำหรับใช้งานเป็นช่องสัญญาณวิทยุแบบ duplex จำนวน 666 ช่องสัญญาณ โดยที่แต่ละ ช่องความถี่มีความกว้างเท่ากับ 30 kHz ดังแสดงในรูปที่ 1.3 ช่องสัญญาณวิทยุดังกล่าวได้ถูก นำไปใช้กับโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ AMPS (Advanced Mobile Phone System) ซึ่งเป็น ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ระบบอนาล็อก ระบบแรกที่ใช้งานในสหรัฐอเมริกา โครงข่าย AMPS ได้เริ่มเปิดให้บริการในช่วงปลายปี 1983 (พ.ศ. 2526) แก่ประชาชนในเมืองชิคาโก มลรัฐอิลลินอยส์ โดย Ameritech ต่อมาในปี 1989 (พ.ศ. 2532) องค์การ FCC ได้จัดสรรช่องความถี่ใช้งาน เพิ่มเติมให้อีก 166 ช่องความถี่ (ขนาด 10 MHz) เพื่อให้ทันต่อความต้องการต่อการใช้งานของ ผู้ใช้บริการที่มีอัตราการเพิ่มอย่างรวดเร็วมาก

ในการปรับปรุงให้ระบบรองรับความจุที่เพิ่มขึ้น บริษัท Motorola ได้พัฒนาระบบ N-AMPS (narrowband AMPS) ที่มีคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกับระบบ AMPS ขึ้นใช้งาน ระบบ N-AMPS ใช้ ความกว้างของช่องสัญญาณวิทยุเพียง 10 kHz ดังนั้น ในขณะที่ช่องความถี่ของ AMPS สามารถ ให้บริการได้เพียงคนเดียว ระบบ N-AMPS สามารถให้บริการแก่ผู้ใช้ได้ถึง 3 คน ในพื้นที่ที่มี ประชาชนหนาแน่น ผู้ให้บริการเลือกใช้ระบบ N-AMPS แทนระบบ AMPS เพื่อให้บริการแก่ลูกค้า ได้มากกว่า 3 เท่า ผลทำให้ค่า grade of service ของการบริการมีค่าดีขึ้น แต่เนื่องจากการใช้ ความกว้างของช่องสัญญาณวิทยุที่เล็กลง ทำให้ค่า FM deviation มีค่าลดลงด้วย ส่งผลทำให้ อัตราส่วนระหว่างสัญญาณข่าวสาร (S) ต่อผลรวมของสัญญาณรบกวน (N) และสัญญาณแทรก

ข้อ (I) หรือค่า $S/(N+I)$ มีค่าลดลง ซึ่งแสดงนัยว่า คุณภาพของสัญญาณเสียงที่รับส่งบนระบบ N-AMPS จะดีกว่าที่ใช้กับระบบ AMPS เพื่อแก้ไขปัญหานี้ ระบบ N-AMPS มีการใช้ voice companding เพื่อสร้างบรรยากาศเสียงเทียมขึ้นในขณะเงียบเสียง (synthetic voice channel quieting)



รูปที่ 1.3 การจัดสรรแถบสเปกตรัมของคลื่นความถี่วิทยุให้กับระบบ AMPS

ในประเทศอังกฤษ มีผู้ให้บริการ 2 รายคือ Vodafone และ Cellnet ได้ร่วมกับหน่วยงานภาครัฐ Department of Trade and Industry ออกมาตรฐาน TACS (Total Access Communications System) ขึ้นใช้งานในปี 1985 (พ.ศ. 2528) มาตรฐาน TACS ได้รับการออกแบบอยู่บนพื้นฐานของมาตรฐาน AMPS เพราะต้องการให้ได้มาตรฐานใหม่สร้างขึ้นใช้งานภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว ความแตกต่างของมาตรฐานทั้งสองจะอยู่ที่มาตรฐาน TACS ใช้งานที่ย่านความถี่ 900 MHz และมีความกว้างของช่องสัญญาณความถี่ใช้งานเพียง 25 kHz ระบบ TACS มีใช้งานในกลุ่มประเทศยุโรป เช่น อังกฤษ อิตาลี และออสเตรเลีย

นอกจากดังกล่าวแล้ว ยังมีมาตรฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ระบบอนาล็อกที่ได้รับการพัฒนาขึ้นใช้งานอีกหลายมาตรฐานในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ดังแสดงในตารางที่ 1.1 ระบบเหล่านี้มีความคล้ายคลึงร่วมกันหลายอย่าง อาทิเช่น ระบบได้รับการออกแบบให้ใช้สำหรับการสื่อสารด้านเสียงและบริการที่เกี่ยวข้องกับเสียงเป็นหลัก การทำงานของสถานีฐานเป็นระบบอนาล็อก ที่ใช้เทคนิคการมอดูเลชันแบบ narrowband FM และมีความกว้างของช่องสัญญาณความถี่เท่ากับ 25-30 kHz อุปกรณ์ปลายทาง (MS: Mobile Station) ใช้เทคนิคการเข้าถึงโครงข่ายด้วยคลื่นวิทยุเป็นแบบ FDMA (Frequency Division Multiple Access) และการทำงานของชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (MSC: Mobile Switching Center) เป็นแบบดิจิทัล การ

ทำงานของชุมสาย MSC นี้ถือว่าเป็นส่วนสำคัญที่สุดของโครงข่ายสื่อสารไร้สาย เพราะว่า ชุมสาย MSC ทำงานที่สำคัญทุกอย่าง อาทิเช่น ควบคุมวงจรสวิสช์เพื่อสร้างการเชื่อมต่อสำหรับการ call ให้กับเครื่อง MS ควบคุมการบริหารช่องความถี่ใช้งาน ควบคุมการเคลื่อนที่ (mobility) ของอุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ ควบคุมการทำกลไก handoff หรือhandover เป็นต้น

ตารางที่ 1.1 มาตรฐานของโครงข่ายเคลื่อนที่ยุคที่ 1

มาตรฐาน	ประเทศ	ปีที่นำออกใช้	Multiple access	Modulation	ย่านความถี่ใช้งาน MHz	ความกว้างของช่องความถี่
NTT	ญี่ปุ่น	1979	FDMA	FM	400/800	25 kHz
NMT-450	กลุ่มประเทศ สแกนดิเนเวีย	1981	FDMA	FM	450-470	25 kHz
AMPS	สหรัฐอเมริกา	1983	FDMA	FM	824-894	30 kHz
C-450	เยอรมัน	1985	FDMA	FM	450-465	20/10 kHz
TACS	อังกฤษ	1985	FDMA	FM	900	25 kHz
NMT-900	กลุ่มประเทศ สแกนดิเนเวีย	1986	FDMA	FM	890-960	12.5 kHz
NAMPS	สหรัฐอเมริกา	1992	FDMA	FM	824-894	10 kHz

การดำเนินงานของบริการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์รุ่นที่ 1 ได้รับความสำเร็จอย่างมากในช่วงทศวรรษ 1980 ดังเห็นได้จาก ผู้ใช้บริการโครงข่ายมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมากมาย และผู้ให้บริการโครงข่ายมีรายได้สูงจากการประกอบการ จากการศึกษากิจการให้บริการไปประเทศต่าง ๆ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลให้การดำเนินงานประสบความสำเร็จอย่างมากคือ ขนาดของพื้นที่ให้บริการที่ครอบคลุมทั่วประเทศและความจุของโครงข่ายที่มีค่ามาก

ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์รุ่นที่ 1 ได้รับการพัฒนาขึ้น โดยใช้แนวทางการพัฒนาที่ได้จากการตกลงร่วมกันระหว่างผู้ให้บริการโครงข่ายซึ่งในขณะนั้นมีฐานะเป็นองค์กรของภาครัฐ กับบริษัท ผู้ผลิตในประเทศ ดังนั้น แนวทางในการพัฒนาโครงข่ายและมาตรฐานที่เขียนขึ้นไม่ได้ถูกตีพิมพ์เพื่อให้ประเทศอื่น ๆ ได้รับทราบ ทำให้การพัฒนาระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์รุ่นที่ 1 ของแต่ละประเทศมีความเป็นอิสระต่อกัน และผลลัพธ์ของการพัฒนาที่แยกอิสระต่อกัน ทำให้โครงข่ายของแต่ละมาตรฐานทำงานเข้ากันไม่ได้ (non inter-working)

1.3 การพัฒนาการโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 2

โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในรุ่นที่ 1 มีปัญหาเกิดขึ้นหลายอย่าง อาทิเช่น ค่าการใช้ประโยชน์ของแถบความถี่สเปกตรัมมีค่าต่ำ บริการจำกัดเฉพาะการสื่อสารทางเสียงเท่านั้น เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่มีขนาดใหญ่โต มีน้ำหนักมาก และราคาแพง การแอบดักฟังเสียงโทรศัพท์และการแอบจูนเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ทางคลื่นวิทยุทำได้ไม่ยาก ปัญหาที่สำคัญที่สุดคือ การทำงานที่เข้ากันไม่ได้ (incompatibility) ของมาตรฐานต่าง ๆ ส่งผลให้เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้งานในประเทศหนึ่ง ไม่สามารถนำไปใช้ในอีกประเทศหนึ่ง ที่ใช้มาตรฐานของระบบไม่เหมือนกันได้ ปัญหานี้ได้ส่งผลให้เกิดปัญหาอื่นตามมา อาทิเช่น ตลาดมีขนาดเล็กเนื่องจากการแบ่งซอยตลาดออกตามมาตรฐานที่ใช้งาน เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่มีราคาแพงเพราะไม่ได้ผลิตจำนวนมาก และค่าธรรมเนียมในการใช้บริการมีราคาแพง จนทำให้การสื่อสารไร้สายถูกมองว่าเป็นบริการให้กับชนชั้นที่มีฐานะ และเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้กลายเป็นเครื่องหมายที่แสดงถึงการมีฐานะในสังคมในหลายประเทศ

ความสำเร็จของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์รุ่นที่ 1 ทำให้มนุษย์มีความต้องการใช้ระบบโครงข่ายใหม่ที่มีความจุสูงขึ้น เพื่อรองรับปริมาณของผู้ใช้ที่เพิ่มขึ้น แม้ว่าระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ มีการใช้เทคนิคการนำเอาความถี่ที่ใช้งานในพื้นที่หนึ่งมาใช้ซ้ำในอีกพื้นที่หนึ่งได้หลาย ๆ ครั้ง ทำให้ระบบมีความจุสูง อย่างไรก็ตาม ด้วยเทคโนโลยีอนาล็อก จำนวนครั้งของการใช้ความถี่ซ้ำมีค่าจำกัด ก่อนที่สัญญาณแทรกสอดอันเกิดจากการใช้ความถี่ซ้ำจะเริ่มรุนแรงและส่งผลให้เกิดปัญหา dropped call และปัญหาสายพันกัน (crossed lines) ขึ้น การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ทำให้จำนวนครั้งของการใช้ความถี่ซ้ำได้มากกว่า ดังนั้น ระบบที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลจึงมีความจุได้มากกว่าระบบที่ใช้เทคโนโลยีอนาล็อก อีกทั้งเทคโนโลยีดิจิทัลมีเทคนิคการเข้ารหัสสัญญาณเสียงที่มีความปลอดภัยสูง และสามารถสนับสนุนการให้บริการสื่อสารข้อมูลแบบใหม่ ๆ ได้นอกเหนือจากการให้บริการด้านเสียง ด้วยเหตุนี้ การพัฒนาระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์รุ่นที่ 1 ไปสู่ระบบใหม่จึงได้หันมาใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นพื้นฐานของการพัฒนา เพื่อให้ระบบโครงข่ายใหม่มีความจุสูงขึ้น สามารถรองรับจำนวนของผู้ใช้บริการที่เพิ่มมากขึ้น

ในการประชุมของคณะกรรมการสื่อสารโทรคมนาคมของ CEPT (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications) ที่กรุงเวียนนา (Vienna) ในเดือนมิถุนายน ปี 1982 (พ.ศ. 2525) ประเทศเนเธอร์แลนด์ได้ชี้ให้เห็นว่า ถ้ายังไม่มีความร่วมมืออย่างเป็นทางการที่จะวางแผนงานกำหนดมาตรฐานร่วมของยุโรปอย่างเร่งด่วน อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงที่ยาน

ความถี่ 900 MHz จะถูกใช้หมดไปกับระบบของแต่ละประเทศที่ไม่สามารถทำงานเข้ากันได้ โอกาสสุดท้ายที่จะสร้างมาตรฐานร่วมจะหมดไป อันเนื่องจากจะไม่มีย่านความถี่ที่ต่ำกว่า 1 GHz (ที่ได้รับการพิจารณาแล้วว่า เหมาะสมกับระบบการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ ด้วยเทคโนโลยีที่มีใช้งานในขณะนั้น) เหลือให้ใช้งานได้อีก คณะกรรมการสื่อสารโทรคมนาคมของ CEPT ได้ยอมรับข้อเสนอและจัดตั้งคณะทำงานชื่อ GSM (Groupe Spécial Mobile) เพื่อศึกษาภายใต้หัวข้อ *“Harmonization of the technical and operational characteristics of a public mobile communications system in the 900 MHz band”* คณะกรรมการสื่อสารโทรคมนาคมของ CEPT ได้ให้คณะทำงาน GSM เป็นผู้เสนอ term of reference ขึ้นมาเอง ดังนั้น ในช่วงฤดูร้อนของปี 1982 (พ.ศ. 2525) ตัวแทนจากประเทศเนเธอร์แลนด์ได้ร่วมมือกับทีมงานของกลุ่ม NMT ในการเขียนข้อเสนอสำหรับแผนปฏิบัติ (action plan) ซึ่งต่อมาได้รับความเห็นชอบในเดือนพฤศจิกายนของปีเดียวกัน เพื่อใช้เป็นพื้นฐานให้กับงานกำหนดมาตรฐาน GSM เป็นระยะเวลาค่อนข้างนาน

ในการประชุมของคณะทำงานในเดือนพฤศจิกายนของปี 1982 (พ.ศ. 2525) ได้มีข้อตกลงของการเริ่มศึกษาอย่างจริงจังตามแผนศึกษาของปี 1982 ซึ่งสาระสำคัญที่เกี่ยวกับความต้องการพื้นฐานสำหรับระบบใหม่ที่ต้องมี มีดังนี้

1. ระบบต้องสามารถทำงานในย่านความถี่ 890-915 MHz และ 935-960 MHz
2. ต้องมีการรับประกันการใช้งานร่วมกับระบบที่มีในขณะนั้นสำหรับย่านความถี่ 900 MHz
3. เครื่องอุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ของระบบ GSM ต้องสามารถใช้งานได้ในทุกประเทศที่มีส่วนร่วม โดยเฉพาะประเทศในกลุ่ม CEPT
4. ต้องมีบริการอื่น ๆ เพิ่มเติมนอกเหนือจากบริการด้านเสียง แม้ว่าความต้องการในขณะนั้นยังไม่ชัดเจนว่า บริการใหม่ ๆ เหล่านั้นคืออะไร ระบบควรได้รับการออกแบบให้มีลักษณะเป็นแบบ modular system เพื่อสร้างความยืดหยุ่นในการเพิ่มบริการใหม่ ๆ ให้กับระบบได้ง่าย
5. มีประสิทธิภาพสูงในการใช้แถบสเปกตรัม และเครื่อง facilities ที่มีให้บริการแก่ผู้ใช้ต้องมีความทันสมัย
6. facilities ที่มีใช้งานในโครงข่ายโทรศัพท์และโครงข่ายข้อมูล ควรมีใช้งานในโครงข่ายเคลื่อนที่ด้วย

7. แผนการระบุรหัสประจำตัวหรือรหัส ID ให้กับโครงข่ายเคลื่อนที่ ต้องสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้กับแผนการกำหนดเลขหมายและการทำ routing ที่มีในโครงข่ายโทรศัพท์และโครงข่ายข้อมูล
8. อุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ประเภทอุปกรณ์มือถือ (handheld) ต้องสามารถใช้งานกับระบบสื่อสารได้
9. สัญญาณเสียงต้องมีการเข้ารหัส
10. ไม่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงโครงข่ายโทรศัพท์ประจำที่ของประเทศ
11. ระบบต้องสามารถใช้งานร่วมกับระบบคิดเงิน (charging system) ได้
12. ต้องมีการใช้ระบบ signaling ที่เป็นมาตรฐาน เชื่อมต่อ (interconnect) เข้ากับชุมสาย

การประชุมครั้งแรกของคณะทำงาน GSM ได้มีการพูดถึงปัญหาที่สำคัญ 2 อย่างที่จะต้องแก้ไขให้หมดไป ปัญหาแรกคือการใช้แบนด์ความถี่ 900 MHz เพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ อาจหลีกเลี่ยงไม่ได้ แรงกดดันเรื่องการใช้แบนด์ความถี่ดังกล่าวค่อนข้างใหญ่มาก ทำให้เห็นถึงความเสี่ยงว่าการนำเอาบางส่วนของแบนด์ความถี่ 900 MHz ไปใช้งานกับระบบอื่น อาจเป็นภัยคุกคามต่อมาตรฐานร่วมของยุโรปที่จะมีขึ้นในอนาคต ปัญหาอย่างที่สองเกี่ยวข้องโดยตรงกับบริการ international roaming การไหลเวียนของผู้ใช้ที่ถือเครื่องอุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ในยุโรป โดยไม่เก็บค่าธรรมเนียมอาจมีอุปสรรค เพราะข้อจำกัดที่มีอยู่ในหลายประเทศของยุโรปเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์วิทยุโดยชาวต่างชาติ

ในปี 1989 (พ.ศ. 2532) งานการออกข้อกำหนดเชิงเทคนิคขององค์กร CEPT ได้ถูกโอนไปอยู่กับองค์กร ETSI (European Telecommunications Standards Institute) ซึ่งได้จัดตั้งขึ้นในปี 1988 (พ.ศ. 2531) ด้วยเหตุนี้ คณะทำงาน GSM จึงถูกรวมเข้ากับองค์กร ETSI (European Telecommunications Standards Institute) และภายหลังได้เปลี่ยนชื่อใหม่เป็น SMG (Special Mobile Group) สำหรับอักษรย่อของ GSM ได้ถูกเปลี่ยนเป็น Global System for Mobile เพื่อเหตุผลทางการตลาด

ในขณะที่งานพัฒนาโครงข่าย GSM กำลังดำเนินไป ประเทศอังกฤษได้เสนอความต้องการที่จะมีโครงข่าย PCN (Personal Communication Network) หรือระบบ PCS (Personal Communication System) สำหรับใช้งานในย่านความถี่ 1800 MHz โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้บริการสื่อสารไร้สายให้ครอบคลุมพื้นที่อย่างแพร่หลาย (ubiquitous) ผู้ใช้บริการสามารถเข้าถึงโครงข่ายโทรศัพท์ไร้สายเคลื่อนที่ได้ตามความต้องการที่หลากหลาย โดยไม่คำนึงถึงตำแหน่งของผู้ใช้หรือตำแหน่งของข่าวสารที่ผู้ใช้ต้องการเข้าถึง แนวคิดของ PCS ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการใช้

งานร่วมกับระบบ AIN (Advanced Intelligent Network) โครงข่ายเคลื่อนที่และโครงข่ายประจำที่ (fixed network) จะรวมเข้าด้วยกัน เพื่อให้บริการเข้าถึงโครงข่ายและฐานข้อมูลของโครงข่ายแบบ universal access ระบบ AIN ยอมให้ผู้มีเบอร์โทรศัพท์เพียงเบอร์เดียว สำหรับใช้งานทั้งบริการไร้สายและบริการที่ใช้สาย ETSI ได้ศึกษาความต้องการ และพบว่า ในขณะนั้นข้อกำหนดของระบบ GSM ได้เกือบเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้ว ดังนั้น เพื่อให้ได้โครงข่าย PCN สำหรับใช้งานได้รวดเร็วตามความต้องการของประเทศอังกฤษ ทาง ETSI จึงได้เอาระบบ GSM มาปรับปรุงให้ใช้งานเป็นระบบ PCN โดยการเพิ่มย่านความถี่ของ PCN เข้าไปในย่านความถี่ใช้งานของระบบ GSM และปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ สำหรับการเชื่อมโยงกับช่องความถี่ PCN ดังนั้นมาตรฐาน PCN สำหรับย่านความถี่ 1800 MHz จึงได้ถือกำเนิดขึ้น

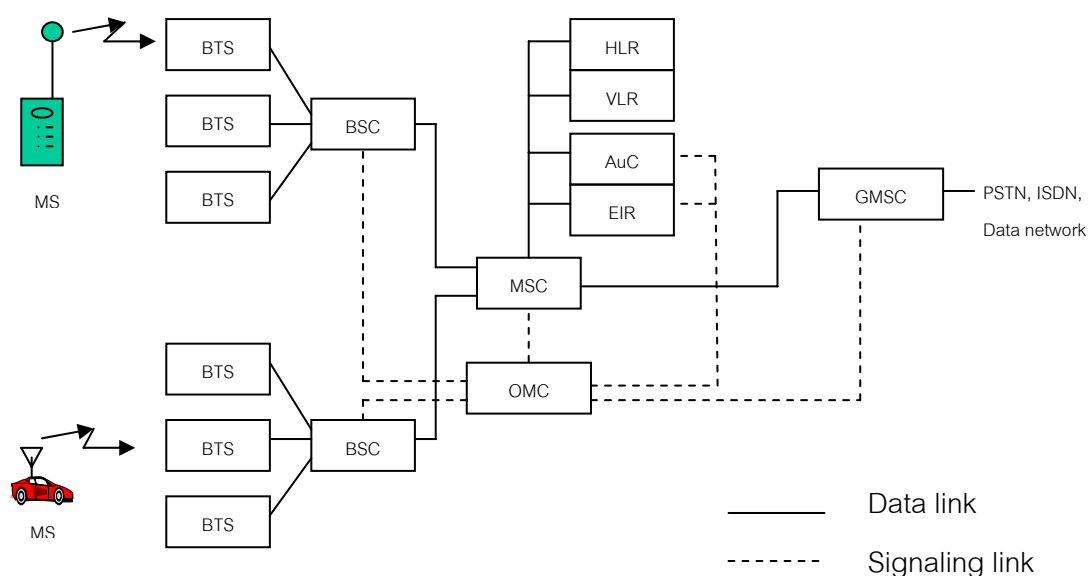
เนื่องจากในปี 1990 คณะทำงานกำหนดมาตรฐานเริ่มตระหนักชัดว่า มาตรฐาน GSM คงไม่เสร็จทันตามกำหนดการที่จะนำออกใช้งานในเชิงพาณิชย์ในปี 1991 นอกจากนี้ คณะทำงานยังพบเห็นข้อกำหนดหลายแห่งในมาตรฐานที่ยังสามารถปรับปรุงได้อีกมาก คณะทำงานจึงตัดสินใจที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว ด้วยการแบ่งงานพัฒนามาตรฐานออกเป็นเฟส ดังนี้

งานเฟส 1 เป็นงานที่เร่งเขียนมาตรฐานแรกออกให้ทันต่อการใช้งานในปี 1991 โดยมีเนื้อหาครอบคลุมบริการต่าง ๆ เป็นบางส่วนเท่านั้นจากทั้งหมดที่ได้วางแผนให้มีใช้งานกับโครงข่าย ดังนั้น มาตรฐานเฟสที่ 1 จึงเป็นมาตรฐานที่ยังไม่สมบูรณ์และมีที่ผิดอยู่มาก โครงข่ายตามมาตรฐานเฟส 1 ได้เปิดทดลองใช้งานที่ประเทศฟินแลนด์ ในวันที่ 1 เดือนกรกฎาคม ปี 1991 ตามที่ได้วางแผนไว้ และตามด้วยการเปิดใช้งานจริงในเชิงพาณิชย์ในปีถัดมา โครงข่าย GSM ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 1.4

งานเฟส 2 มีการเพิ่มบริการต่าง ๆ ให้ครบตามที่ได้วางแผนไว้ แก้ไขข้อผิดพลาด/ข้อจำกัดที่ตรวจพบในงานเฟส 1 และปรับปรุงฟังก์ชันงานที่สำคัญเช่น การทำ handover และการทำงานของอุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ นอกจากนี้ งานในเฟส 2 ยังได้ปรับข้อกำหนดของระบบ PCN ให้รวมเข้ากับมาตรฐาน GSM ซึ่งการกระทำนี้ ทำให้เกิดอุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ที่มีฟังก์ชันทำงานเป็นแบบ dual band ในเวลาต่อมา งานพัฒนามาตรฐานในเฟส 2 เริ่มต้นทันทีที่มีเปิดใช้งานจริงในเชิงพาณิชย์ในปี 1992 และสิ้นสุดในปี 1995

งานเฟส 2+ เป็นการพัฒนาที่เปิดกว้าง เพื่อให้ระบบ GSM สามารถปรับให้เข้ากับความต้องการใหม่ ๆ ของตลาด ที่มาจากผู้ใช้ ผู้ให้บริการ และผู้ผลิต และที่เป็นผลมาจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในการผลิตอุปกรณ์เคลื่อนที่ให้มีคุณสมบัติและฟังก์ชันที่ได้รับการพัฒนามากขึ้น งานพัฒนาในเฟส 2+ เริ่มต้นในปี 1993 และมีการประกาศมาตรฐานเฟส 2+ ออก

ใช้งานเป็นประจำปี 4 ฉบับคือ ฉบับปี 1996 ฉบับปี 1997 ฉบับปี 1998 และฉบับปี 1999 งานที่สำคัญในเฟส 2+ ได้แก่ SIM ที่ใช้ระดับแรงดันไฟ 3 โวลท์ เทคนิคการเข้ารหัสสัญญาณเสียงแบบ Enhanced Full-Rate (EFR) speech codec ฟังก์ชันการทำงานแบบ multi-band (900/1800MHz) ของอุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ ระบบ CAMEL (Customized Applications for Mobile Enhanced Logic) ระบบ HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) ระบบ GPRS (General Packet Radio Service) โปรโตคอล SIM Application Toolkit เป็นต้น



MS:	Mobile Station	HLR:	Home Location Register
BTS:	Base Transceiving Station	VLR:	Visited Location Register
BSC:	Base Station Controller	AuC:	Authentication Center
MSC:	Mobile Switching Center	VLR:	Visited Location Register
GMSC:	Gateway MSC	EIR:	Equipment Identity Register
PLMN:	Public Land Mobile Network	OMC:	Operation and Maintenance Center

รูปที่ 1.4 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของโครงข่าย GSM

HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) เป็นเทคโนโลยีที่ถูกเสนอโดย Nokia เพื่อให้เป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐาน GSM เฟส 2+ ฉบับปี 1996 เทคโนโลยี HSCSD ยอมให้เครื่องอุปกรณ์เคลื่อนที่สามารถใช้ time slot ได้มากกว่า 1 slot ในการรับส่งข้อมูล ทำให้ค่าความเร็วของ

ข้อมูลที่ใช้งานมีค่าเท่ากับ $n \times 9.6$ kb/s หรือ $n \times 14.4$ kb/s เท่านั้น โดยที่ n คือจำนวน time slot ที่ใช้ แม้ว่าการใช้งานของ HSCSD ทำให้การรับส่งข้อมูลมีค่าความเร็วใช้งานสูงขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม ตาม HSCSD เป็นเทคโนโลยีที่อยู่บนหลักการของ circuit switching ดังนั้นค่า bandwidth efficiency ของระบบสื่อสารไร้สายไม่ได้ดีขึ้นแต่อย่างไร HSCSD ถูกนำมาใช้งานในระยะแรกที่มีการนำเอาโครงข่าย GSM ไปให้บริการสื่อสารข้อมูล เมื่อระบบ GPRS ได้ถูกสร้างขึ้นใช้งาน การใช้งานของ HSCSD จะถูกแทนที่ด้วยระบบ GPRS

ในช่วงแรกของการพัฒนามาตรฐาน GSM บริษัท IBM และ Motorola ได้เคยเสนอให้ระบบ GSM มีบริการสื่อสารข้อมูลด้วยเทคโนโลยี packet switching ด้วย อย่างไรก็ตาม ข้อเสนอนี้ได้รับการปฏิเสธ เนื่องจากโครงข่าย GSM มีโครงสร้างเป็นแบบ circuit switching การเพิ่มโหมดการทำงานแบบ packet switching จึงทำได้ยาก อย่างไรก็ตาม ในช่วงระหว่างปี 1992–1993 คณะทำงาน SMG ได้รับแรงกดดันที่จะต้องเพิ่มบริการสื่อสารข้อมูลแบบ packet switching เข้าไปในระบบ GSM อีกครั้ง ด้วยหน่วยงานต่าง ๆ ในยุโรปที่สนใจจะนำโครงข่าย GSM ไปใช้ในงานเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการรับส่งข้อมูล เพิ่มเติมจากการสื่อสารด้านเสียง นอกจากนี้ เหตุผลสำคัญที่ทำให้คณะทำงาน SMG เริ่มลงมือศึกษาคือ ในสหรัฐอเมริกา เริ่มมีการให้บริการ CDPD ซึ่งเป็นบริการที่ใช้เทคโนโลยี packet switching โดยตรงกับโครงข่ายเซลล์ลาร์ของผู้ให้บริการบางรายในสหรัฐอเมริกา ดังนั้น บริการในโหมดของ packet switching จึงเป็นบริการที่ระบบ GSM จำเป็นต้องมี เพื่อให้สามารถแข่งขันกับระบบอื่น ๆ ในโลกได้ งานการพัฒนาคำหนดเพื่อเพิ่มฟังก์ชัน packet switching จึงได้รับการบรรจุลงในรายการของงานพัฒนาระบบ GSM ในเฟส 2+ และใช้ชื่อว่า งานพัฒนาคำหนด GPRS ซึ่งได้เริ่มต้นในปี 1994 นอกจากการให้บริการในโหมด packet switching แล้ว ระบบ GPRS ยังมีวัตถุประสงค์ เพื่อจัดให้มีวิธีการเข้าถึงโครงข่ายอินเทอร์เน็ตและโครงข่าย IP อื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย ในช่วงแรก มีการคาดการณ์ไว้ว่าข้อกำหนด GPRS จะแล้วเสร็จในปี 1995 แต่ปรากฏว่าข้อกำหนด GPRS มีผลกระทบต่อระบบ GSM อย่างมาก โดยเฉพาะ ภาคการรับส่งคลื่นวิทยุที่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก และโครงข่ายหลักต้องมีการวางโครงข่ายข้อมูลคู่ขนานไปกับชุมสาย MSC ที่มีใช้อยู่เดิม ทำให้งานพัฒนาคำหนด GPRS จึงต้องแบ่งออกเป็นหลายเฟส มาตรฐาน GPRS เฟสที่ 1 เป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐาน GSM ฉบับปี 1997 ในขณะที่มาตรฐาน GPRS เฟสที่ 2 เป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐาน GSM ฉบับปี 1999

EDGE (Enhanced Data Rates For the GSM Evolution) เป็นเทคโนโลยีลำดับต่อมา ที่ใช้กับภาครับส่งวิทยุในระบบ GSM เพื่อให้ระบบ GSM และระบบร่วม GSM/GPRS สามารถใช้งาน

รับส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงขึ้นได้ เทคโนโลยี EDGE ยังคงใช้ช่องความถี่วิทยุของระบบ GSM และโครงสร้างเฟรมแบบ TDMA ของระบบ GSM เหมือนเดิม แต่ EDGE เลือกใช้วิธีการมอดูเลชันแบบ 8PSK แทน GMSK ทำให้ระบบที่ใช้เทคโนโลยี EDGE สามารถรับส่งสัญญาณข้อมูลได้สูงสุดถึง 384 kb/s เช่นเดียวกับมาตรฐาน GPRS งานพัฒนามาตรฐาน EDGE ได้ถูกแบ่งออกเป็นหลายเฟส มาตรฐาน EDGE เฟสที่ 1 เป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐาน GSM ฉบับปี 1999 ในขณะที่มาตรฐาน EDGE เฟสที่ 2 เป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐาน GSM ฉบับปี 2000

มาตรฐาน ANSI 136 TDMA ของสหรัฐอเมริกาได้วางแผนให้ EDGE เป็นเทคโนโลยีเป้าหมายของการพัฒนาระบบ TDMA (IS-136) ไปสู่ระบบโครงข่าย 3G โดยมีการกำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติมจำนวน 2 ข้อ สำหรับการ deployment นั่นคือ ต้องใช้งานที่ย่านความถี่ 800 MHz และมีแถบสเปคตรัมใช้งานในช่วงแรกเพียง 1 MHz ซึ่งข้อกำหนดที่ 2 นี้ส่งผลให้เกิดการพัฒนา EDGE Compact ขึ้นใช้งาน

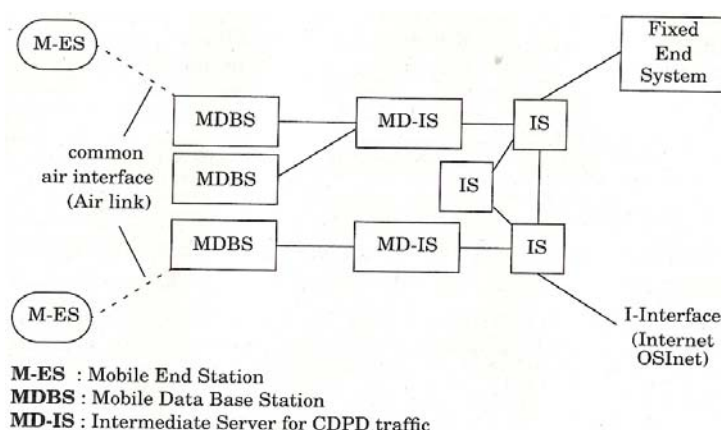
ในปี 1991 (พ.ศ. 2534) เริ่มนำโครงข่าย GSM ออกใช้งานในยุโรป เนื่องจากในขณะนั้น ยังไม่มีอุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ในท้องตลาด ดังนั้นการนำเอาโครงข่าย GSM มาใช้งาน แทบไม่มีผลกระทบต่อตลาดบริการสื่อสารโทรคมนาคมในขณะนั้นเลย แต่กลับได้รับเสียงวิพากษ์วิจารณ์อย่างกว้างขวาง สามปีต่อมา การเติบโตของโครงข่าย GSM เริ่มมีขึ้นอย่างช้า ๆ ในท้องตลาดเริ่มมีอุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่สำหรับใช้งานบนโครงข่าย GSM แต่ก็ยังมีข้อสงสัยว่า การลงทุนที่สูงของโครงข่าย GSM จะคืนทุนได้หรือไม่ แม้ว่าโครงข่าย GSM มีการเติบโตที่ช้าในช่วงแรก แต่ในที่สุดโครงข่าย GSM ได้กลายเป็นโครงข่ายที่มีใช้งานในทวีปยุโรป และความนิยมของโครงข่าย GSM ได้ใช้งานแพร่หลายเข้าไปในประเทศต่าง ๆ ของ ทวีปอเมริกาใต้ ทวีปเอเชีย และทวีปออสเตรเลียอีกด้วย โดยมีสัดส่วนการใช้งานมากกว่า 70% ทั่วโลก และมีผู้ใช้บริการมากกว่า 850 ล้านคน

ในยุโรป การกำหนดมาตรฐานอยู่ภายใต้การดูแลของ CEPT ในช่วงแรก และต่อมาได้โอนงานไปที่ ETSI อย่างไรก็ตาม การทำงานขององค์กรทั้งสองยังคงอยู่ภายใต้กรอบอันเดียวกัน ทำให้มาตรฐานของยุโรป (มาตรฐาน GSM) เป็นมาตรฐานที่สมบูรณ์ที่กล่าวถึงทั้งวิธีการเชื่อมโยงด้วยคลื่นวิทยุและระบบชุมสาย ซึ่งเป็นแกนหลักให้กับโครงข่ายเข้าถึงด้วยวิธีทางคลื่น นอกจากนี้ในกระบวนการกำหนดมาตรฐาน ETSI เปิดโอกาสให้ทั้งผู้ให้บริการโครงข่าย (operator) และผู้ผลิต (supplier) ร่วมกันทำงาน ทำให้งานสร้างอุตสาหกรรมใหม่เกิดควบคู่ไปกับการสร้างมาตรฐานได้ แต่ในสหรัฐอเมริกา มาตรฐานของระบบสื่อสารไร้สายที่ใช้ในสหรัฐอเมริกาพูดถึงเฉพาะการเชื่อมโยงด้วยคลื่นวิทยุเท่านั้น ทั้งนี้เป็นเพราะว่า ในสหรัฐอเมริกา มาตรฐานโครงข่าย

สื่อสารโทรคมนาคม จะถูกกำหนดโดย T1 Committee ในขณะที่มาตรฐานการเชื่อมโยงด้วยคลื่นวิทยุจะถูกกำหนดโดย Telecommunications Industry Associations (TIA) และทั้ง 2 องค์การนี้จะทำงานที่อิสระต่อกัน

สหรัฐอเมริกามีการพัฒนาโครงข่ายระบบดิจิทัลขึ้นใช้งานหลายมาตรฐาน เช่น มาตรฐานระบบดิจิทัล USDC (United States Digital Cellular System) มาตรฐานระบบ TDMA (IS-136) และมาตรฐานระบบ CDMA One (IS-95)

USDC เป็นมาตรฐานระบบดิจิทัลระยะแรก ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นใช้งานในกลุ่มประเทศอเมริกาเหนือ เพื่อให้บริการข้อมูลโดยใช้ช่องสัญญาณคลื่น 800 MHz ซึ่งเป็นค่าความถี่เดียวกับที่ใช้กับระบบ AMPS แต่ระบบ USDC สามารถรองรับการให้บริการแก่ผู้ใช้ได้มากกว่า 6 เท่า (3 เท่าสำหรับการใช้งานแบบ Full-rate และ 6 เท่าสำหรับการใช้งานแบบ Half-rate) รูปที่ 1.5 แสดงองค์ประกอบใช้งานของโครงข่าย USDC องค์การ EIA/TIA (Electronic Industries Association and Telecommunication Industry Association) ได้กำหนดระบบร่วม USDC/AMPS ให้เป็นมาตรฐาน IS-54 (interim standard) สำหรับใช้งานในปี 1990 ทั้งระบบ USDC และระบบ AMPS แบ่งปันการใช้ช่องความถี่ใช้งานเดียวกัน โดยใช้แผนเดียวกันในการใช้ความถี่ซ้ำ และที่สำคัญใช้สถานีฐานร่วมกัน ดังนั้น เพื่อให้ทั้งสถานีฐานและอุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่มีใช้งานทั้งช่องสัญญาณของ USDC และของ AMPS ภายในเครื่องเดียวกัน อุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่จึงได้รับการออกแบบใช้งานเป็นแบบ dual mode การให้บริการในลักษณะเช่นนี้ ทำให้ผู้ใช้บริการสามารถให้บริการ USDC กับลูกค้าของบริการ AMPS ได้ บริการ USDC ค่อย ๆ ทดแทนการบริการของ AMPS จนกระทั่งในที่สุด ระบบ USDC เข้ามาทดแทนการให้บริการ AMPS อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากระบบ USDC สามารถใช้งานร่วมกันกับระบบ AMPS ได้ในหลาย ๆ อย่าง ดังนั้น ระบบ USDC จึงมีชื่อเรียกอีกชื่อว่า Digital AMPS (D-AMPS) การเปลี่ยนแปลงจากระบบอนาล็อกไปสู่ระบบดิจิทัล โดยยังคงใช้ย่านความถี่วิทยุใช้งานเหมือนเดิม เป็นแรงผลักดันที่สำคัญที่ทำให้เกิดการพัฒนาระบบ USDC ขึ้นใช้งาน ในทางปฏิบัติ เฉพาะเมืองใหญ่ในสหรัฐอเมริกาที่ความจุของโครงข่ายมีไม่เพียงพอ เช่น เมือง New York หรือ Los Angeles) มีการเปลี่ยนแปลงการให้บริการ AMPS ไปสู่ระบบ USDC อย่างรวดเร็ว ในขณะที่เมืองเล็ก ๆ จะค่อยจนกว่า มีผู้ใช้เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีฟังก์ชันของระบบ USDC เพียงพอไว้ใช้งาน



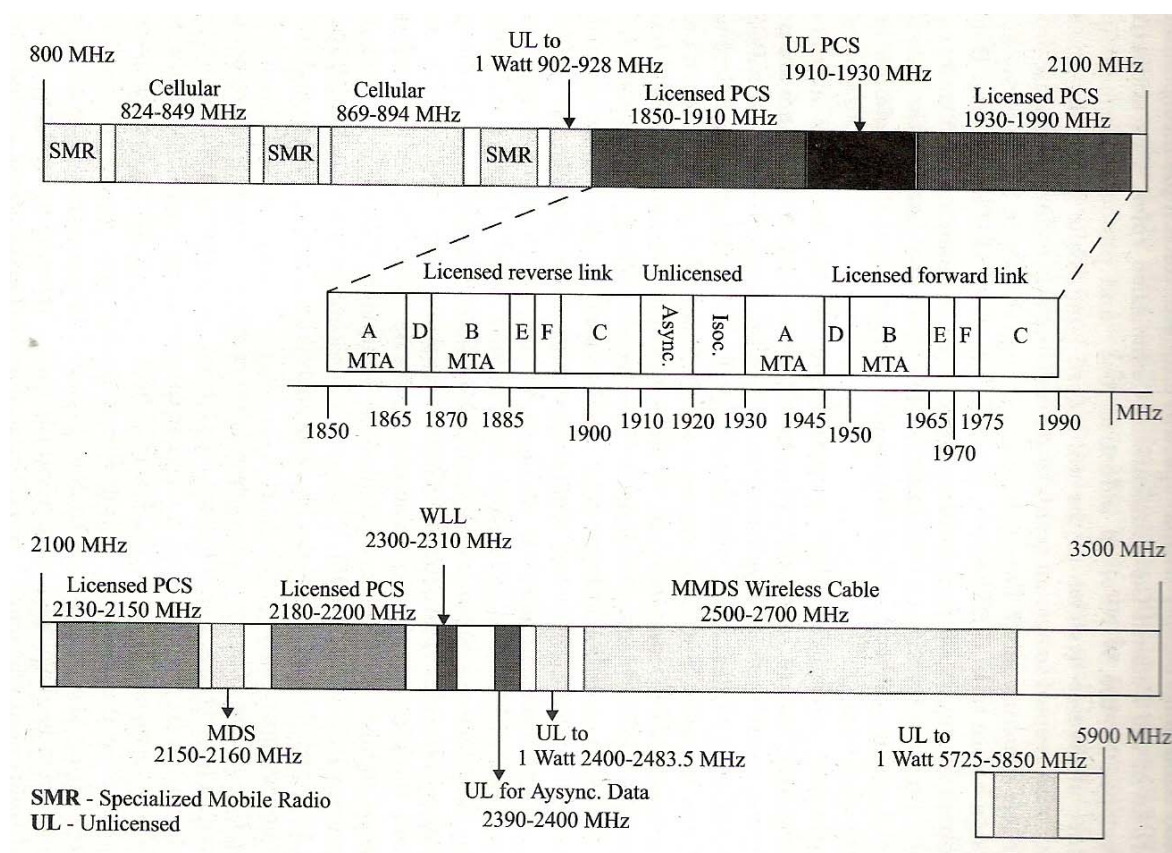
รูปที่ 1.5 โครงข่าย USDC

มาตรฐานระบบ TDMA (IS-136) เป็นระบบเซลลูลาร์ระบบใหม่ที่พัฒนาขึ้นให้มีคุณลักษณะของโครงข่ายรวมทั้งบริการใหม่ ๆ ที่สามารถแข่งขันกับระบบ PCS ได้ อุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ของระบบ IS-136 จะไม่สามารถใช้งานร่วมกับระบบ IS-54 ได้ เพราะระบบ IS-136 ใช้ช่องสัญญาณควบคุมที่ระดับความเร็วเท่ากับ 48.6 kb/s ในขณะที่ระบบ IS-54 ใช้ช่องสัญญาณแบบ FSK ที่ระดับความเร็วเท่ากับ 10 kb/s

ระบบสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ ที่ทำงานอยู่บนหลักการของเทคโนโลยีการเข้าถึงแบบ CDMA (Code Division Multiple Access) ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Qualcomm และต่อมาได้ถูกกำหนดให้เป็นมาตรฐาน Interim Standard (IS-95) โดย Telecommunications Industry Association (TIA) ระบบ IS-95 ได้รับการออกแบบให้สามารถทำงานร่วมกัน (compatible) กับระบบ AMPS ได้ โดยอุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ที่มีฟังก์ชันการทำงานเป็นแบบ dual mode เพื่อให้สามารถใช้งานกับโครงข่ายทั้งสองได้ ในปี 1994 บริษัท Qualcomm ได้ผลิตอุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่รุ่นแรกที่มีฟังก์ชันการทำงานเป็นแบบ dual mode ดังกล่าวขึ้นใช้งานระบบ CDMA มีความจุ (capacity) ได้สูงถึง 10-20 เท่าเมื่อเทียบกับระบบอนาล็อก และสามารถใช้งานเข้ากันได้ดี (good compatibility) กับระบบอนาล็อก แต่เนื่องจากระบบ CDMA เกิดขึ้นใช้งานช้ากว่าระบบ GSM ทำให้ปริมาณของผู้ใช้บริการระบบ CDMA มีจำนวนน้อยกว่าผู้ให้บริการของระบบ GSM อยู่จำนวนมาก บริการที่มีใช้งานในระบบ CDMA ยังคงเป็นบริการทางด้านเสียงเป็นหลัก โดยมีบริการสื่อสารข้อมูลความเร็วต่ำร่วมด้วย

ด้วยเทคนิค CDMA ผู้ใช้บริการในโครงข่าย IS-95 ใช้ช่องความถี่วิทยุเดียวกันในการรับส่งคลื่น ผู้ใช้บริการที่อยู่ในเซลใกล้เคียงก็ใช้ช่องสัญญาณความถี่เช่นเดียวกัน ทำให้งานด้านการวาง

แผนการใช้ช่องสัญญาณความถี่ ไม่มีความจำเป็นต้องใช้งานอีกต่อไป เพื่อให้การเปลี่ยนเทคโนโลยีจากระบบ AMP ไปสู่ระบบ CDMA เป็นไปอย่างราบรื่น แต่ละช่องสัญญาณของระบบ IS-95 จะเลือกใช้ค่าความกว้างของ bandwidth เท่ากับ 1.25 MHz ในแต่ละทิศทาง ซึ่งคิดเป็น 10% ของแถบความถี่ที่ผู้ให้บริการในสหรัฐอเมริกาใช้งาน (ระบบโครงข่ายแบบเซลลูลาร์ในสหรัฐอเมริกาจะมีแถบความถี่ใช้งานกว้าง 25 MHz โดยผู้ให้บริการโครงข่าย (operator) จะได้รับการจัดสรรแถบความถี่นี้เป็นจำนวนครึ่งหนึ่งหรือเท่ากับ 12.5 MHz



รูปที่ 1.6 แถบสเปกตรัมที่ใช้งานกับระบบสื่อสารไร้สายแบบต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกา

ในอดีต ย่านความถี่ 2000 MHz เป็นย่านที่ใช้กับระบบสื่อสารวิทยุทางไกลด้วยคลื่นไมโครเวฟแบบจุดต่อจุดบนภาคพื้นดิน แต่ ITU ได้เรียกกลับคืน เพื่อมากำหนดให้ใช้กับระบบ FPLMTS (Future Public Land Mobile Telecommunications System) ในเดือนกันยายน ปี 1993 ส่วนทางสหรัฐอเมริกา หน่วยงาน FCC ได้ประกาศให้ระบบ PCS ที่ใช้งานในย่านความถี่ 2000 GHz เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่สหรัฐอเมริกาจะนำมาใช้งาน เพื่อกระตุ้นการสร้างเทคโนโลยีใหม่

ทดแทนเทคโนโลยีอนาล็อกและดิจิทัลที่มีใช้งานในขณะนั้น ทาง FCC ได้เปิดให้มีการประมูลย่านความถี่ดังกล่าว หลังจากนั้น งานสร้างมาตรฐานให้กับระบบ PCS จึงได้เริ่มขึ้น มีการจัดตั้งคณะทำงาน JTC (Joint Technical Committee) ซึ่งเป็นการร่วมมือกันระหว่าง TIA Committee และ T1 เพื่อพัฒนาการเชื่อมโยงด้วยคลื่นวิทยุของระบบ PCS ในขณะนั้น มีการเสนอเทคนิคการเชื่อมโยงด้วยคลื่นวิทยุ 7 แบบ โดยที่ระบบ PCS 1900 เป็นหนึ่งในนั้น ระบบ PCS 1900 เป็นระบบที่ปรับปรุงมาจาก PCS 1800 แต่ใช้ย่านความถี่ 1900 MHz การยอมรับมาตรฐานของ PCS 1900 ในตลาดอเมริกา ได้รับการขัดขวางอย่างมากในช่วงแรก เพราะต้องเผชิญกับผู้ให้บริการโครงข่ายที่ใช้ระบบ TDMA และระบบ CDMA ที่มีอยู่เดิม แต่ท้ายที่สุดแล้ว PCS 1900 ก็เจาะตลาดอเมริกาได้เป็นผลสำเร็จ รูปที่ 1.6 แสดงการจัดแบ่งแถบสเปกตรัมที่ใช้งานกับระบบสื่อสารไร้สายแบบต่าง ๆ ที่ใช้งานในสหรัฐอเมริกา

ระบบ PDC (Pacific Digital Cellular) หรือรู้จักกันในอีกชื่อว่าระบบ JDC (Japan Digital Cellular) เป็นระบบสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่รุ่นที่ 2 ที่เริ่มพัฒนาขึ้นใช้งานที่ประเทศญี่ปุ่นในปี 1991 เพื่อบรรเทาปัญหาความหนาแน่นของการใช้โครงข่ายเซลลูลาร์ในขณะนั้น มาตรฐานถูกนำออกใช้งานครั้งแรกในปี 1993 ระบบใช้เทคนิค TDMA/FDD เพื่อจัดให้มีช่องทางเข้าถึงโครงข่ายหลักได้ 3 timeslots ต่อ 1 frame ที่ยาว 20 มิลลิวินาที

เป็นที่น่าสังเกตว่า ระบบ GSM และระบบ CDMA One ต่างก็แพร่หลายไปในประเทศต่าง ๆ รวมทั้งประเทศในเอเชีย นอกจากนี้ ระบบ GSM ยังสามารถบุกตลาดของสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นเจ้าของระบบ CDMA One ได้เป็นผลสำเร็จ แต่การใช้งานของระบบ PDC กลับจำกัดการใช้เฉพาะในประเทศญี่ปุ่นเท่านั้น ไม่มีประเทศอื่นเลือกใช้ระบบ PDC เลย แม้แต่ตลาดเอเชียก็ไม่สามารถบุกได้ ทำให้การยอมรับโครงข่าย GSM เป็นมาตรฐานเปิด (open standard) เพื่อใช้งานทั่วโลก เด่นชัดขึ้นสำหรับยุคที่ 2 ของการพัฒนาการพัฒนาระบบโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ ตารางที่ 1.2 ได้รวบรวมมาตรฐานต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นใช้งานให้กับโครงข่ายเคลื่อนที่ยุคที่ 2

ตารางที่ 1.2 มาตรฐานของโครงข่ายเคลื่อนที่ยุคที่ 2

มาตรฐาน	ประเทศ	ปีที่นำออกใช้	Multiple access	Modulation	ย่านความถี่ใช้งาน MHz	ความกว้างของช่องความถี่
GSM 900	ยุโรป	1991	TDMA	GMSK	890-960	200 kHz
USDC (IS 54)	สหรัฐอเมริกา	1991	TDMA	$\pi/4$ DQPSK	824-894	30 kHz
PDC	ญี่ปุ่น	1993	TDMA	$\pi/4$	810-830, 1429-1453	25 kHz

				DQPSK	(Reverse CH) 940-960, 1477-1501 (Forward CH)	
DCS-1800	ยุโรป	1993	TDMA	GMSK	1710-1880	200 kHz
DCS-1900	ยุโรป	1994	TDMA	GMSK	1850-1990	200 kHz
MIRS	สหรัฐอเมริกา	1994	TDMA	16 QAM	หลายย่าน	25 kHz
CDMA One (IS 95)	สหรัฐอเมริกา	1993	CDMA	QPSK/ BPSK	824-894, 1800-2000	1.25 MHz

1.4 การพัฒนาการโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 3

การประสบความสำเร็จอย่างมากของโครงข่าย GSM ทำให้เริ่มมีคำถามอีกครั้งหนึ่งเกี่ยวกับโครงข่ายในอนาคตที่จะตอบสนองต่อความต้องการใช้งานที่มีมากขึ้นเรื่อย ๆ ในครั้งนี้เป็นการแข่งขันกันระหว่าง 3 เทคโนโลยีใหญ่คือ เทคโนโลยีจากสหรัฐอเมริกา จากยุโรป และจากญี่ปุ่น ญี่ปุ่นเริ่มศึกษาเทคโนโลยีที่จะรองรับโครงข่ายยุคที่ 3 หรือโครงข่าย 3G ก่อนประเทศอื่น เพื่อต้องการความเป็นผู้นำในโครงข่ายยุคที่ 3 หลังจากที่ญี่ปุ่นแทบไม่มีบทบาทในการกำหนดมาตรฐานให้กับโครงข่ายยุคที่ 2 เลย เป็นผลทำให้ญี่ปุ่นเป็นชาติแรกที่น่าจะระบบโครงข่ายยุคที่ 3 มาใช้งาน ญี่ปุ่นได้ยึดแนวทางการพัฒนามาตรฐานโครงข่ายของยุโรป แต่เนื่องจากการดำเนินที่ช้าของยุโรปและญี่ปุ่นไม่สามารถรอได้ ทำให้ญี่ปุ่นจึงออกกำหนดข้อกำหนดต่าง ๆ ขึ้นใช้งานเอง หลังจากที่ยุโรปได้สร้างมาตรฐานโครงข่ายยุคที่ 3 ขึ้นใช้งานที่เสร็จสมบูรณ์ ญี่ปุ่นได้ปรับมาตรฐานของตนเองให้เข้ากับมาตรฐานของยุโรป ทำให้มาตรฐานของยุโรปและของญี่ปุ่นได้กลายมาเป็นมาตรฐานเดียวกัน

ในยุโรป การประชุมของคณะทำงาน GSM ระหว่างวันที่ 30 กันยายน ถึงวันที่ 10 ตุลาคม ปี 1992 ได้ตัดสินใจที่จะเริ่มศึกษาระบบ UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) เพื่อเป็นระบบสื่อสารเคลื่อนที่ระบบใหม่ยุคที่ 3 ที่จะนำออกใช้งานหลังปี 2000 มีการตั้งคณะทำงานย่อยเพื่อศึกษาเรื่องนี้โดยเฉพาะ ต่อมา ETSI ได้ตัดสินใจที่กำหนดให้งานของ UMTS มาไว้ที่คณะทำงาน GSM และเปลี่ยนชื่อคณะทำงานใหม่เป็น SMG (Special Mobile Group) ในเดือนมกราคม ปี 1992

ในช่วงต้นปี 1998 คณะทำงาน TC-SMG ของ ETSI ได้ตัดสินใจเลือก UTRA WCDMA (Universal Terrestrial Radio Access Wideband CDMA) เป็นเทคโนโลยีการรับส่งด้วยคลื่นวิทยุสำหรับการเข้าถึงโครงข่ายหลัก และเสนอให้กับคณะทำงานวิจัยกลุ่มที่ 8 (TG8/1) ของ ITU ได้จัดเตรียมสร้างมาตรฐานโครงข่าย 3G การเลือกครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจาก NTT DoCoMo ซึ่งเป็นผู้ให้บริการรายใหญ่ที่สุดในขณะนั้นของญี่ปุ่น ส่วนโครงข่ายหลักเป็นที่ตกลงร่วมกัน ให้พัฒนาบนพื้นฐานของโครงข่ายหลักของระบบ GSM/GPRS ในปีเดียวกันนี้เอง องค์กร ETSI ของยุโรปและองค์กรกำหนดมาตรฐานของญี่ปุ่นได้แก่ TTC และ ARIB ได้ตกลงร่วมกันที่จะสร้างมาตรฐาน UMTS ขึ้น การตกลงร่วมกันนี้ ทำให้มีการจัดตั้งองค์กร 3GPP ขึ้นตามมา จะเห็นได้ว่า การพัฒนาของระบบสื่อสารไร้สายจากยุคที่ 2 ไปสู่ยุคที่ 3 ของกลุ่มประเทศยุโรปและญี่ปุ่น มีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการรับส่งด้วยคลื่นวิทยุ จากเทคโนโลยี TDMA ไปสู่เทคโนโลยี CDMA

ในปี 1986 (พ.ศ. 2529) สำนักงาน ITU (International Telecommunications Union) ซึ่งเป็นหน่วยงานกำหนดมาตรฐานของสหประชาชาติ ได้ริเริ่มแนวคิดของระบบสื่อสารโทรคมนาคมเคลื่อนที่นานาชาติ โดยทั่วโลกควรมีมาตรฐานใช้งานเพียงระบบเดียว ซึ่ง ITU ได้ให้ชื่อระบบดังกล่าวว่า Future Public Land Mobile Telephone Network (FPLMTS) คณะทำงานของ ITU ได้พิจารณาถึงระบบ PCN ควรที่จะพัฒนาไปอย่างไร ยานความถี่ใช้งานสำหรับระบบใหม่ควรเป็นย่านอะไร ตลอดจนความร่วมมือของแต่ละประเทศที่จะใช้ย่านความถี่ดังกล่าวกับระบบใหม่ เพื่อให้ระบบใหม่สามารถถูกใช้งานได้ในทุก ๆ ที่ในโลก ระบบ FPLMTS ที่ต้องการจะเป็นระบบสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 3 ที่รวมเอาฟังก์ชัน paging เครื่องโทรศัพท์ไร้สาย (cordless) ระบบเซลลูลาร์ รวมทั้งระบบสื่อสารดาวเทียมวงโคจรต่ำ (LEO: low-earth-orbit satellite) เข้าด้วยกัน ในส่วนของย่านความถี่ใช้งาน ITU ได้วางเป้าหมายการใช้ที่ย่านความถี่ 1885 - 2025 MHz และ 2110 - 2200 MHz ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่ได้รับการกำหนดใช้งานจากที่ประชุม World Administrative Radio Conference เมื่อปี 1992 (WARC'92)

คณะทำงานวิจัยกลุ่มที่ 8 (TG8/1) ของ ITU ได้กำหนดกรอบงานกำหนดมาตรฐาน FPLMTS และเป็นตัวสมานเทคโนโลยีการรับส่งด้วยคลื่นวิทยุ (RTT: Radio Transmission Technology) ที่ใช้กับมาตรฐาน FPLMTS เข้าด้วยกัน จนกระทั่งถึงเดือนกันยายน ปี 1998 มีการเสนอเทคโนโลยี RTT ให้คณะทำงาน TG8/1 พิจารณารวมทั้งสิ้น 16 ข้อเสนอ ดังนี้

1. UTRA WCDMA (ยุโรป)
2. DECT (ยุโรป)
3. CDMA 2000 (สหรัฐอเมริกา)

4. UWC-136 (สหรัฐอเมริกา)
5. WIMS WCDMA (สหรัฐอเมริกา)
6. WCDMA/NA (สหรัฐอเมริกา)
7. WCDMA (ญี่ปุ่น)
8. TD-SCDMA (จีน)
9. Global CDMA (Synchronous, เกาหลี)
10. Global CDMA (Asynchronous, เกาหลี)
11. LEO satellite SAT-CDMA
12. ESA wideband satellite system SW-CDMA
13. CDMA/TDMA hybrid bandwidth satellite system SW-CTDMA
14. ICO RTT
15. INMARSAT Satellite system Horizons
16. Iridium LLC satellite system INX

ข้อเสนอที่ 1-10 เป็นข้อเสนอสำหรับระบบ FPLMTS ที่ใช้งานบนพื้นโลก (terrestrial) ในขณะที่ข้อเสนอที่ 11-16 เป็นข้อเสนอสำหรับบริการดาวเทียมเคลื่อนที่ (MSS: Mobile Satellite Service) ที่มีความพยายามที่จะผนวกเข้าเป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐาน FPLMTS

เป็นที่ประจักษ์ชัดในเวลาต่อมาว่า ในทางปฏิบัติ เป็นไปไม่ได้ที่ทุกประเทศซึ่งเป็นเจ้าของเทคโนโลยี ยอมรับในการมีมาตรฐานใช้งานเพียงมาตรฐานเดียวใช้งานทั่วโลก ดังนั้น ด้วยแนวคิดที่ต้องการให้ระบบใหม่สามารถ backward compatible เข้ากับระบบที่มีใช้งานอยู่เดิม ทำให้มีการยอมรับมาตรฐาน FPLMTS ใช้งานเป็นจำนวน 5 กลุ่ม ดังนี้

มาตรฐาน WCDMA

มาตรฐาน CDMA 2000

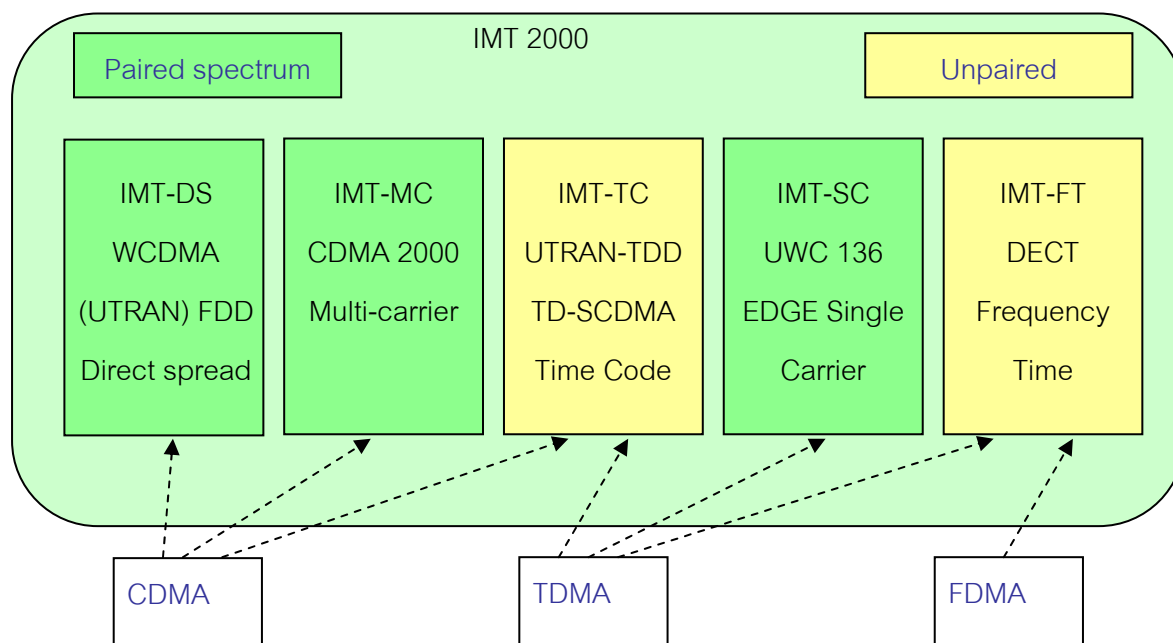
มาตรฐาน TD-SCDMA

มาตรฐาน EDGE

มาตรฐาน DECT

พร้อมกันนี้ ITU ได้เปลี่ยนชื่อเรียกกลุ่มของมาตรฐานนี้จาก FPLMTS มาเป็น IMT-2000 (International Mobile Telecommunications) ตามปีคริสต์ศักราชที่มาตรฐานแล้วเสร็จ นั่นคือปี 2000 (พ.ศ. 2543) รูปที่ 1.7 แสดงมาตรฐานต่าง ๆ ที่อยู่ในตระกูล IMT-2000 จำนวน 5 มาตรฐาน ตามการใช้ช่องสัญญาณวิทยุและเทคนิคการเข้าถึง ปัจจุบันนี้พบว่า มาตรฐานของ

IMT2000 ที่ประสบความสำเร็จอย่างมากมีเพียง 2 มาตรฐาน คือ มาตรฐาน WCDMA ซึ่งกำหนดโดยยุโรปและมาตรฐาน CDMA 2000 ซึ่งกำหนดโดยสหรัฐอเมริกา



รูปที่ 1.7 มาตรฐานในตระกูล IMT-2000

ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น 3GPP (3rd Generation Partnership Project) เป็นองค์กรที่จัดตั้งขึ้นในเดือนธันวาคม ปี 1998 (พ.ศ. 2541) โดยความร่วมมือขององค์กรกำหนดมาตรฐานของประเทศต่าง ๆ ดังนี้

ETSI (European Telecommunication Standard Institute) ของยุโรป

TTA (Telecommunication Technology Association) ของประเทศเกาหลีใต้

ARIB (Association of Radio Industries and Business) ของประเทศญี่ปุ่น

TTC (Telecommunications Technology Committee) ของประเทศญี่ปุ่น

T1 (Standardization Committee T1-Telecommunications) ของประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อกำหนดมาตรฐานให้กับระบบ 3G ที่พัฒนาขึ้นจากระบบ GSM และให้การสนับสนุนมาตรฐานการเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุ UTRA (Universal Terrestrial Radio Access) ในปี 1999 (พ.ศ. 2542) CWTS (China Wireless Telecommunication Standard Group) ซึ่งเป็นองค์กรกำหนดมาตรฐานของประเทศจีนได้เข้าร่วม 3GPP ด้วย นอกจากนี้ยังมีการสร้างมาตรฐานจากประเทศต่าง ๆ แล้ว 3GPP ยังมีสมาชิกที่เป็นบริษัทผู้ผลิตและผู้ให้บริการโครงข่าย และมีพันธมิตรที่มาจาก

องค์กรอื่นอีก เช่น องค์กร GSM Association องค์กร UMTS Forum องค์กร Global Mobile Suppliers Association องค์กร IPv6 Forum และองค์กร UMCC (Universal Wireless Communications Consortium)

3GPP ประกอบด้วยกลุ่มข้อกำหนดเชิงเทคนิค TSG (Technical Specification Groups) 5 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีหน้าที่และขอบเขตของงาน ดังแสดงในตารางที่ 1.3

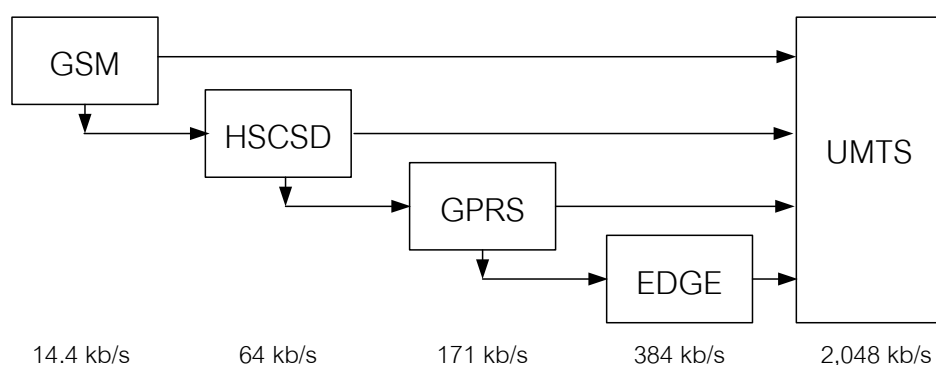
ตารางที่ 1.3 องค์กร 3GPP

ชื่อกลุ่ม		ขอบเขตของงาน	
TSG CN		Core network	
TSG GERAN		GSM/EDGE radio access network)	
TSG RAN	WG1	Radio access network	Physical layer
	WG2		Layer 2 &3 protocols
	WG3 (Working group 3)		Iub, Iur, Iu interface specifications
	WG4		Performance requirements
TSG SA		Services and systems	
TSG T		Terminals	

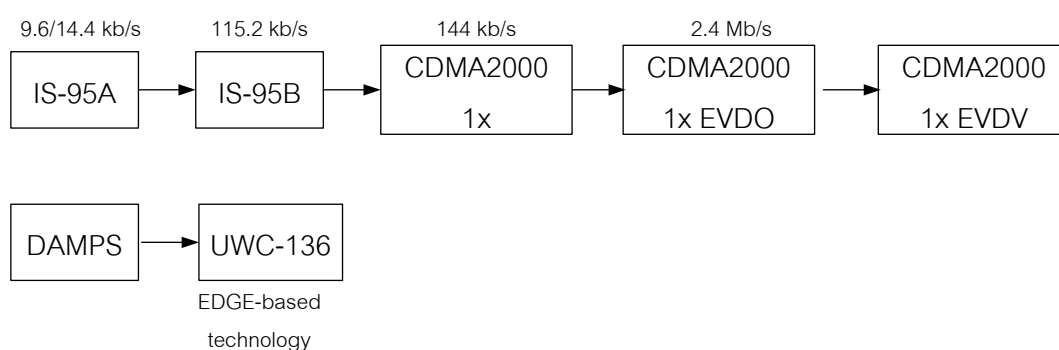
ด้วยเหตุผลทำนองเดียวกัน ในเดือนมกราคม ปี 1999 องค์กร 3GPP2 ได้ถูกจัดตั้งขึ้น โดย TTA ของประเทศสหรัฐอเมริกา TTA ของประเทศเกาหลีใต้ และ ARIB ของประเทศญี่ปุ่น เพื่อกำหนดมาตรฐาน CDMA 2000 และให้การสนับสนุนมาตรฐานการใช้งานของมาตรฐานที่กำหนดขึ้นดังกล่าว

องค์กร 3GPP และองค์กร 3GPP2 มีนโยบายสำหรับการพัฒนาการของโครงข่ายไปสู่ระบบ 3G จำนวน 2 ข้อ คือ

1. รับประกันการลงทุนในโครงข่าย 2G ให้ได้รับประโยชน์เต็มที่
2. เร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี 2G ไปสู่เทคโนโลยี 3G อย่างราบรื่น (smooth transition)



รูปที่ 1.8 แสดงพัฒนาการของระบบ GSM ไปสู่ระบบ UMTS



รูปที่ 1.9 แสดงพัฒนาการของมาตรฐานสหรัฐอเมริกาไปสู่ระบบ IMT2000

ด้วยแนวคิดเชิงนโยบายเช่นนี้ กระบวนการพัฒนาโครงข่าย 2G ที่ใช้งานอยู่ให้กลายเป็นระบบ IMT2000 เป็นงานที่สำคัญ การพัฒนาจะเกี่ยวข้องการนำเอาโครงสร้างพื้นฐานของระบบ 2G มาใช้งานกับระบบ IMT2000 ดังนั้น โครงข่ายที่ใช้งานในช่วงแรกไม่ได้เป็น optimal solution ให้กับระบบ IMT2000 แต่จะเป็นการรับประกันว่าโครงสร้างพื้นฐานของระบบ 2G จะมีการใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ นอกจากนี้ การพัฒนาจะเกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนมาตรฐานของระบบ 2G ที่มีหลายมาตรฐานให้กลายเป็นมาตรฐานร่วมกัน รูปที่ 1.8 แสดงพัฒนาการของระบบ GSM ไปสู่ระบบ UMTS และรูปที่ 1.9 แสดงพัฒนาการของระบบที่ใช้มาตรฐานของสหรัฐอเมริกา

คณะทำงาน 3GPP ได้กำหนดมาตรฐานของโครงข่าย UMTS ไปแล้วหลายเวอร์ชัน ดังรายละเอียดที่มีในหัวข้อ 2.1 ของบทที่ 2 แนวคิดที่ใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาโครงข่ายคือ การปรับปรุงต้องไม่ทำส่งผลกระทบต่อให้เกิดความไม่แน่นอนในบริการที่มีใช้งานบนโครงข่าย รวมทั้งต้องสามารถรองรับบริการใหม่ ๆ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตด้วย ด้วยเหตุนี้ ในการปรับปรุงโครงข่าย

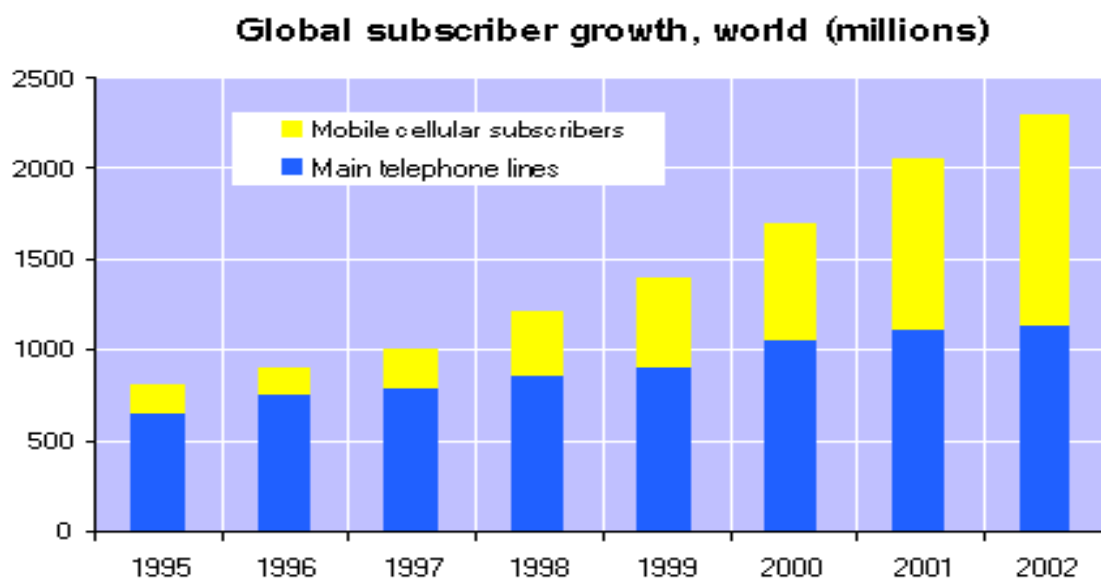
UMTS ได้แยก การประยุกต์ใช้งานของผู้ใช้ โครงข่ายเข้าถึง โครงข่ายหลัก และ platform สำหรับสร้างบริการบนโครงข่ายด้วยโดเมน IMS ออกอิสระต่อกัน การแยกดังกล่าวนี้จะปรากฏอย่างชัดเจนในมาตรฐาน 3GPP R5

ในปัจจุบันนี้ แม้ว่าระบบ 3G ยังคงมีพัฒนาการที่ต่อเนื่อง ดังจะเห็นได้จากการมีมาตรฐานเวอร์ชันใหม่ ๆ ของระบบ 3G ออกมาเสมอ พบว่าเริ่มมีการพูดถึงการพัฒนาระบบ 4G ขึ้นใช้งานบ้างแล้ว อย่างไรก็ตาม ยังคงไม่มีความชัดเจนว่าการพัฒนาการของระบบ 4G จะเป็นอย่างไร และการเริ่มต้นอย่างจริงจังสำหรับการพัฒนาระบบจะเกิดขึ้นเมื่อไหร่

1.5 แรงขับเคลื่อนของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่

โครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่มีแรงขับเคลื่อนที่สำคัญหลายอย่าง ที่ช่วยผลักดันให้โครงข่ายได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง แรงขับเคลื่อนเหล่านั้น ได้แก่

1. ความต้องการใช้งานของผู้ใช้ (consumer need) เนื่องด้วยโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ทำให้ผู้ใช้มีความสะดวกในการใช้งาน โดยผู้ใช้สามารถใช้บริการได้ในทุกที่และสามารถเคลื่อนที่ได้ในขณะที่ให้บริการ ทำให้โครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่เป็นที่ต้องการของคนทั่วไป แต่เนื่องจาก ในระยะแรกต้นทุนอุปกรณ์โครงข่ายมีราคาแพง ทำให้ราคาค่าใช้บริการตลอดจนราคาของอุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่มีราคาแพง กลุ่มของผู้ใช้บริการจึงจำกัดอยู่ในกลุ่มคนที่มีฐานะ และในขณะนั้น อุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ถูกมองว่าเป็นเครื่องบ่งบอกฐานะที่ดีในสังคม เมื่อระบบโครงข่ายได้รับการพัฒนาให้กลายเป็นมาตรฐานร่วม ต้นทุนของการให้บริการมีค่าลดลง ประกอบกับตลาดอุปกรณ์ปลายทางไร้สายเคลื่อนที่ที่มีการการแข่งขันสูงขึ้น มีผลทำให้อุปกรณ์ปลายทางไร้สายเคลื่อนที่มีราคาถูกลง กาใช้งานของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่จึงเริ่มแพร่หลายเข้าไปในทุกกลุ่มของผู้ใช้บริการ แม้กระทั่งผู้มีรายได้น้อย นักเรียน และนักศึกษา ต่างก็มีอุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ไว้ใช้งานเช่นกัน ความนิยมในการใช้บริการเริ่มมีมากขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้เปลี่ยนพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้ทั่วโลก ซึ่งแต่เดิมโครงข่ายโทรศัพท์ประจำที่เป็นโครงข่ายพื้นฐานหลักสำหรับให้บริการติดต่อสื่อสาร แต่ในปัจจุบันนี้ ทุกคนหันมาใช้โครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่เป็นโครงข่ายหลักแทนการติดต่อสื่อสารแบบเดิม ดังแสดงสถิติของจำนวนผู้ให้บริการทั่วโลก เปรียบเทียบระหว่างโครงข่ายประจำที่และโครงข่ายเคลื่อนที่ ด้วยรูปที่ 1.10 ซึ่งพบว่าตั้งแต่ปี 2001 (พ.ศ. 2544) เป็นต้นมา จำนวนเลขหมายของโทรศัพท์เคลื่อนที่เริ่มมีจำนวนมากกว่า



รูปที่ 1.10 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนผู้ใช้บริการทั่วโลกระหว่างโครงข่ายประจำที่และโครงข่ายเคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์

2. การจัดสรรแถบความถี่ใช้งาน (frequency spectrum allocation) หลังจากที่โครงข่ายสื่อสารไร้สายยุคที่ 1 ประสบความสำเร็จ มีการกำหนดแถบความถี่วิทยุใช้งานสำหรับโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่แบบใหม่ ๆ ที่พัฒนาขึ้น เช่น แถบความถี่ 900 MHz แถบความถี่ 1800 MHz และแถบความถี่ 1900 MHz ล่าสุดมีการกำหนดแถบความถี่วิทยุใช้งาน ได้แก่ แถบความถี่ WARC'92 และแถบความถี่ WARC'2000 สำหรับใช้กับโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ยุคที่ 3 (3G) ในอนาคตเมื่อบริการของการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ได้เปลี่ยนรูปแบบการให้บริการ จากบริการทางเสียงไปสู่บริการสื่อผสมอย่างเต็มรูปแบบ ความต้องการในการรับส่งข้อมูลที่ระดับความเร็วที่สูงขึ้นจะเป็นแรงขับเคลื่อนให้มีการกำหนดแถบความถี่ใหม่ ๆ ขึ้นมาใช้งานตามมาในอนาคต

3. การพัฒนาการของเทคโนโลยีที่ใช้งาน (technology development) ความนิยมใช้ที่มีมากขึ้นของโครงข่ายเซลลูลาร์ยุคที่ 2 จนกระทั่งได้กลายเป็นระบบที่ใช้งานทั่วโลกได้ส่งผลให้มีการลงทุนในเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อที่จะนำมาใช้งาน เทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตของบริษัทผู้ผลิต ได้มีส่วนผลักดันให้อุปกรณ์ที่ผลิตมีขนาดเล็กลง แม้กระทั่ง อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับคลื่นวิทยุ RF ซึ่งในอดีตเคยมีขนาดใหญ่โต เทอะทะ ก็ได้รับการพัฒนาเทคนิคใหม่ ๆ มาใช้ เพื่อลดขนาดของวงจรลง เช่น วงจร filter ที่มีค่า Q สูง ๆ ด้วยโครงสร้าง helical resonator ซึ่งมีขนาดใหญ่โต ถูกแทนที่ด้วยวงจร filter ที่ใช้เทคโนโลยี surface acoustic wave (SAW) การพัฒนาการด้านการผลิตชิปวงจร

รวมหรือซีพวงจร IC (Integrated Circuit) ซึ่งการผลิตชิ้นส่วน IC ของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM ในยุคแรกใช้เทคโนโลยี 0.6 ไมครอน (micron) แต่ในปัจจุบันได้รับการพัฒนาไปใช้เทคโนโลยี 0.13 ไมครอนแทน โดยที่เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ ยังคงมีคุณภาพการทำงานเหมือนเดิม แต่วงจรมีขนาดเล็กลง การพัฒนาของ DSP ทำให้สามารถสร้างวงจร equalizer ขึ้นใช้งาน ด้วยวิธีทางซอฟต์แวร์แทนการสร้างวงจรทางฮาร์ดแวร์ได้ ซึ่งแนวทางนี้ ได้นำมาใช้ในการออกแบบวงจรภาครับส่งสัญญาณคลื่น RF ให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้น เพื่อให้สามารถใช้งานได้หลายแถบความถี่วิทยุและหลายวิธีการของการมอดูเลชั่น

1.6 ประโยชน์ของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่

1 ความสะดวกในการใช้งาน เนื่องจากบริการของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ ไม่ได้ผูกติดอยู่กับโครงสร้างพื้นฐานของอุปกรณ์ ดังนั้นผู้ใช้บริการสามารถใช้บริการสื่อสารได้ในทุกพื้นที่ที่คลื่นวิทยุของสถานีฐานสามารถเดินทางไปถึง นอกจากนี้ในขณะที่ใช้บริการผู้ใช้สามารถเคลื่อนที่ได้โดยไม่จำเป็นต้องยกเลิกการเชื่อมต่อ

2 การสร้างโครงสร้างพื้นฐานของระบบโครงข่าย สามารถกระทำได้เสร็จสิ้นภายในระยะเวลาที่รวดเร็ว เนื่องจากไม่มีงานวางข่ายสายซึ่งต้องใช้เวลาและต้นทุนสูง การติดตั้งโครงข่ายทำได้โดยการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานีฐานและนำเอาอุปกรณ์สถานีฐานมาติดตั้งก็สามารถให้บริการสื่อสารแก่ผู้ใช้ภายในพื้นที่ให้บริการของสถานีฐานนั้นได้ทันที



UMTS Technology



Pongthiti Pongsilamane

UMTS Technology

1.1



วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของโครงข่าย UMTS เบื้องต้น
2. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ใช้งานในโครงข่าย

UMTS Technology

1.2



วัน	เวลา	เนื้อหา
วันที่ 1	09.00 – 10.15	1. การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่
	10.30 – 12.00	
	13.00 – 14.15	
	14.30 – 16.00	
วันที่ 2	09.00 – 10.15	2. สถาปัตยกรรมของโครงข่าย UMTS
	10.30 – 12.00	
	13.00 – 14.15	
	14.30 – 16.00	
วันที่ 3	09.00 – 10.15	3. การเข้าถึงโครงข่ายโดยวิธีการด้วยคลื่น
	10.30 – 12.00	
	13.00 – 14.15	
	14.30 – 16.00	
วันที่ 4	09.00 – 10.15	4. โปรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS
	10.30 – 12.00	
	13.00 – 14.15	
	14.30 – 16.00	

UMTS Technology

1.3



ตอนที่ 1.

การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารแบบไร้สาย (Cellular Wireless Network Evolution)



หมายเหตุ: อ้างอิงมาตรฐานยุโรปเป็นหลักในการเขียน

UMTS Technology

1.4



จุดเริ่มต้นของการสื่อสารไร้สาย

การสื่อสารไร้สายเกิดขึ้นเพราะมนุษย์ต้องการความสะดวกในการติดต่อสื่อสาร โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาระบบสายส่งสัญญาณ ที่เชื่อมโยงอุปกรณ์ปลายทางเข้ากับระบบโครงข่ายสื่อสาร

ในปี 1897 (พ.ศ. 2440) นาย Guglielmo Marconi ได้แสดงให้เห็นถึงความสามารถของคลื่นวิทยุ สำหรับเป็นตัวกลางเชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างชายฝั่งกับเรือที่แล่นอยู่ในช่องแคบอังกฤษ

หลังจากนั้นเป็นต้นมา การพัฒนาการสื่อสารไร้สายด้วยการใช้คลื่นวิทยุเป็นตัวกลางจึงได้เริ่มขึ้น

UMTS Technology

1.5



พื้นฐานของการสื่อสารไร้สาย



1. ใช้คลื่นวิทยุเป็นตัวกลางในการรับส่ง
2. คลื่นวิทยุได้จากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ radiate ออกมาจากสายอากาศ
3. สัญญาณวิทยุที่รับได้ทางด้านรับ มีค่ากำลังงาน เป็นขึ้นอยู่กักระยะทางระหว่างด้านส่งกับด้านรับ นั่นคือ ค่ากำลังงานรับ $\propto 1/(\text{ระยะทาง})^n$

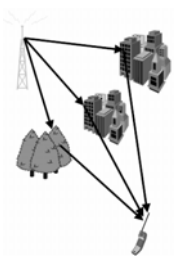
UMTS Technology

1.6

พื้นฐานของการสื่อสารไร้สาย

4. รูปแบบการแพร่กระจายของคลื่นวิทยุที่ใช้งานขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของสภาพแวดล้อม เช่น ภูเขา หน้าผา ป่าไม้ แม่น้ำ ตึก สิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่

5. ปัญหาสำคัญของการสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุคือ multi-path propagation phenomena, fading phenomena, radio resource ที่มีจำนวนจำกัดมาก



UMTS Technology 1.7

โครงข่ายสื่อสารไร้สายระยะแรก (1)

ในปี 1934 (พ.ศ. 2477) ระบบโครงข่ายสื่อสารเคลื่อนที่ด้วยเทคนิคการมอดูเลชันทางขนาด (amplitude modulation) ได้ถูกนำมาใช้งานเป็นระบบสื่อสารวิทยุของตำรวจท้องถิ่น สำหรับงานรักษาความปลอดภัยที่ประเทศสหรัฐอเมริกา

มีการประมาณการไว้ว่า ในช่วงกลางทศวรรษ 1930 จำนวนอุปกรณ์รับส่งคลื่นวิทยุที่ติดตั้งในรถตำรวจมีมากถึง 5,000 เครื่อง

ระบบสื่อสารวิทยุนี้มีความสามารถที่จำกัด นั่นคือ ระบบโครงข่ายไม่ได้เชื่อมโยงเข้ากับโครงข่าย PSTN (Public Switched Telephone Network) และตำรวจไม่สามารถหมุนเบอร์โทรศัพท์เพื่อติดต่อไปยังผู้รับได้โดยตรง

UMTS Technology 1.8

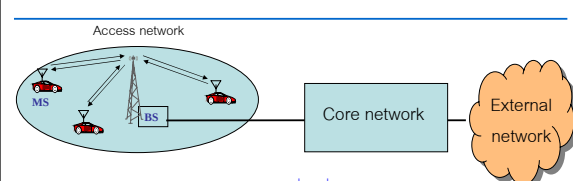
โครงข่ายสื่อสารไร้สายระยะแรก (2)

ในปี 1946 (พ.ศ. 2489) ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ใช้ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่เชิงสาธารณะเป็นครั้งแรก โดยให้บริการโทรศัพท์แบบ push-to-talk สถานีฐานที่ใช้งานมีกำลังงานส่งออกสูงและมีเสาอากาศขนาดใหญ่เพื่อครอบคลุมพื้นที่บริการได้มากที่สุด มีการใช้วิธีการมอดูเลชันทางความถี่ (FM) และใช้ขนาดความกว้างของ bandwidth เท่ากับ 120 kHz

ในช่วงระหว่างทศวรรษ 1950 - 1960 มีการใช้ระบบโครงข่าย IMTS (Improved Mobile Telephone Service) ระบบนี้มีรูปแบบการให้บริการโทรศัพท์เป็นแบบ full duplex มีความสามารถในการหมุนหมายเลขออก (dialing) และทำ trunking แบบอัตโนมัติได้

UMTS Technology 1.9

องค์ประกอบของระบบสื่อสารไร้สายในอดีต



- Core network: ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่
- Access network: สถานีฐาน
- Subscriber terminals: Mobile handset, cellular phone
- External network: PSTN

UMTS Technology 1.10

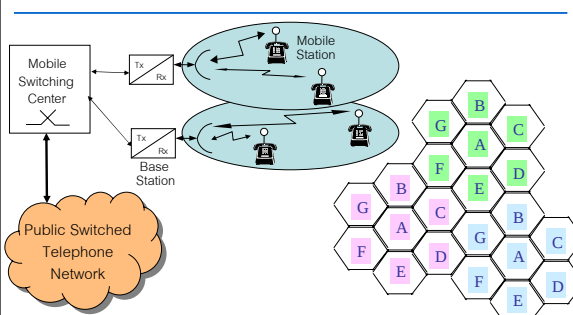
แนวคิดโครงข่ายแบบเซลล์ลูลาร์

ปัญหาที่สำคัญในขณะนั้นคือ ช่องสัญญาณคลื่นวิทยุที่ใช้งานมีจำนวนจำกัด ซึ่งส่งผลให้โครงข่ายไม่สามารถให้บริการแก่ลูกค้าที่มีจำนวนมากและมีพื้นที่ให้บริการจำกัด

การแก้ไขปัญหาดังกล่าวใช้เทคนิคเซลล์ลูลาร์ (cellular) โดยการแบ่งพื้นที่ให้บริการออกเป็นพื้นที่เล็กๆ ที่เรียกว่าเซลล์ แต่ละพื้นที่เซลล์มีการติดตั้งสถานีฐานขึ้นใช้งาน และพื้นที่เซลล์ 2 พื้นที่ที่อยู่ห่างกันเพียงพอที่คลื่นวิทยุที่ถูกผลิตขึ้นใช้งานในเซลล์ไม่รบกวนซึ่งกันและกัน สามารถเลือกใช้ค่าความถี่ใช้งานที่ซ้ำกันได้ ด้วยแนวคิดแบบนี้ทำให้เราสามารถให้บริการสื่อสารไร้สาย โดยมีพื้นที่ให้บริการได้อย่างไม่มีขีดจำกัด

UMTS Technology 1.11

โครงข่ายสื่อสารไร้สายระบบเซลล์ลูลาร์



เซลล์ที่มีเบอร์เดียวกันจะใช้ช่องสัญญาณวิทยุค่าเดียวกัน

UMTS Technology 1.12

“Mobility” ของอุปกรณ์ปลายทางไร้สาย

1. Mobility เป็นความสามารถของอุปกรณ์ปลายทางไร้สาย ที่สามารถเข้าถึงโครงข่ายหลักได้ ในทุกสถานที่และในทุกเวลา:
 - ภายในเซลล์ อุปกรณ์ปลายทางไร้สายสามารถใช้บริการในพื้นที่ที่กำลังงานเคลื่อนสามารถแผ่กระจายไปได้ถึง
 - การเดินทางข้ามเซลล์สามารถกระทำได้โดยการใช้กระบวนการ handover
2. ในขณะที่ยังไม่มีการเชื่อมต่อด้วยคลื่นวิทยุระหว่างสถานีฐานกับอุปกรณ์ปลายทางไร้สาย มีการทำงาน 2 อย่างที่สนับสนุนฟังก์ชัน mobility นั่นคือ
 - Location update
 - Paging indication

UMTS Technology 1.13

Cellular Network Generations

1st generation

- Analog system
- Basic service (voice only)
- Basic mobility
- Country standards
- Incompatible

2nd generation

- Digital system
- Primary voice with SMS service and slow-speed data service
- Advanced mobility (Equipment & personal mobilities)
- Regional solution

3rd generation

- Multimedia Service & Mobile internet
- Service concepts & models
- Global radio access
- Seamless roaming
- Global solution (try-to-be)

FDMA → TDMA → CDMA

UMTS Technology 1.14

รูปแบบของ Multiple Access

FDMA
Different Carriers

TDMA
Different Time Slots

FDMA: **F**requency Division Multiple Access
 TDMA: **T**ime Division Multiple Access
 CDMA: **C**ode Division Multiple Access

CDMA
Different “Languages”

สรุป

ระบบที่ใช้วิธี FDMA มีความจุน้อยที่สุด

ระบบที่ใช้วิธี CDMA มีความจุมากที่สุด

UMTS Technology 1.15

Frequency Spectrum Allocation for US. AMPS

Reverse Channel

824-849 MHz

Forward Channel

869-894 MHz

Note that channels 800-989 are unused.

UMTS Technology 1.16

Carrier frequencies and TDMA frames for GSM

UMTS Technology 1.17

CDMA Concept (1)

UMTS Technology 1.18

CDMA Concept (2)

UMTS Technology1.19

Evolution of Cellular Wireless Networks

UMTS Technology1.20

1G Cellular Wireless Networks

มาตรฐาน	ประเทศ	ปีหน้าออกใช้	Multiple access	Modulation	ย่านความถี่ใช้งาน MHz	ความกว้างของช่องความถี่
NTT	ญี่ปุ่น	1979	FDMA	FM	400/800	25 kHz
NMT-450	กลุ่มประเทศสแกนดิเนเวีย	1981	FDMA	FM	450-470	25 kHz
AMPS	สหรัฐอเมริกา	1983	FDMA	FM	824-894	30 kHz
C-450	เยอรมัน	1985	FDMA	FM	450-465	20/10 kHz
TACS	อังกฤษ	1985	FDMA	FM	900	25 kHz
NMT-900	กลุ่มประเทศสแกนดิเนเวีย	1986	FDMA	FM	890-960	12.5 kHz
NAMPS	สหรัฐอเมริกา	1992	FDMA	FM	824-894	10 kHz

UMTS Technology1.21

A NMT 470 Network

UMTS Technology1.22

1st generation Wireless Networks

1. 1st G cellular telephone networks are based on analog technology.

2. 1st G cellular systems use FM modulation.

3. 1st G wireless systems provide *analog speech* and *inefficient, low rate, data transmission* between base station and mobile user.

However, the speech signals are usually digitized using standard, time division multiplex format for transmission between the base station and the mobile switching exchange (MTX) and always digitized for distribution from the MTX to the PSTN.

UMTS Technology1.23

ปัญหาโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในรุ่นที่ 1

1. การใช้ประโยชน์ของแถบความถี่สเปกตรัมมีค่าต่ำ

2. บริการจำกัดเฉพาะการสื่อสารทางเสียงเท่านั้น

3. เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่มีขนาดใหญ่โตและมีน้ำหนักมาก

4. การแอบบดกฟังเสียงโทรศัพท์และการแอบบจูนเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ทางคลื่นวิทยุ

5. การทำงานที่เข้ากันไม่ได้ (incompatibility) ของมาตรฐานต่าง ๆ ที่มีใช้งาน

6. ตลาดมีขนาดเล็กเนื่องจากการแบ่งซอยตลาดออกตามมาตรฐานที่ใช้งาน ส่งผลให้ เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่มีราคาแพง และค่าธรรมเนียมในการใช้บริการมีราคาแพง จนทำให้การสื่อสารไร้สายถูกมองว่าเป็นบริการให้กับชนชั้นที่มีฐานะ

UMTS Technology1.24



กำเนิดโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

ในการประชุมของคณะกรรมการสื่อสารโทรคมนาคมของ CEPT (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications) ที่กรุงเวียนนา (Vienna) ในเดือนมิถุนายน ปี 1982 (พ.ศ. 2525) ประเทศเนเธอร์แลนด์ได้ชี้ให้เห็นว่า ถ้ายังไม่มีความร่วมมืออย่างเป็นรูปธรรม ที่จะวางแผนงานกำหนดมาตรฐานร่วมของยุโรปอย่างเร่งด่วน อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงที่ยานความถี่ 900 MHz จะถูกใช้หมดไปกับระบบของแต่ละประเทศที่ไม่สามารถทำงานเข้ากันได้ โอกาสสุดท้ายที่จะสร้างมาตรฐานร่วมจะหมดไป

คณะกรรมการสื่อสารโทรคมนาคมของ CEPT ได้ยอมรับข้อเสนอและจัดตั้งคณะทำงานชื่อ **GSM (Groupe Spécial Mobile)** เพื่อศึกษาภายใต้หัวข้อ *"Harmonization of the technical and operational characteristics of a public mobile communications system in the 900 MHz band"*

UMTS Technology 1.25



คณะทำงาน GSM ภายใต้ ETSI

ในปี 1989 (พ.ศ. 2532) งานการออกข้อกำหนดเชิงเทคนิคขององค์กร CEPT ได้ถูกโอนไปอยู่กับองค์กร ETSI (European Telecommunications Standards Institute) ซึ่งได้จัดตั้งขึ้นในปี 1988 (พ.ศ. 2531)

ด้วยเหตุนี้ คณะทำงาน GSM จึงถูกรวมเข้ากับองค์กร ETSI (European Telecommunications Standards Institute) และภายหลังได้เปลี่ยนชื่อใหม่เป็น SMG (Special Mobile Group) สำหรับอักษรย่อของ GSM ได้ถูกเปลี่ยนเป็น Global System for Mobile เพื่อเหตุผลทางการตลาด

UMTS Technology 1.26



กำเนิดโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ PCS1800

ประเทศอังกฤษได้เสนอความต้องการที่จะมีโครงข่าย PCN (Personal Communication Network) หรือระบบ PCS (Personal Communication System) สำหรับใช้งานในย่านความถี่ 1800 MHz โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้บริการสื่อสารไร้สายให้ครอบคลุมพื้นที่อย่างแพร่หลาย (ubiquitous) ผู้ใช้บริการสามารถเข้าถึงเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ไร้สายได้ตามความต้องการที่หลากหลาย โดยไม่คำนึงถึงตำแหน่งของผู้ใช้หรือตำแหน่งของข่าวสารที่ผู้ใช้ต้องการเข้าถึง

แนวคิดของ PCS ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการใช้งานร่วมกับระบบ AIN (Advanced Intelligent Network) โครงข่ายเคลื่อนที่และโครงข่ายประจำที่ (fixed network) จะรวมเข้าด้วยกัน เพื่อให้บริการเข้าถึงโครงข่ายและฐานข้อมูลของโครงข่ายแบบ universal access ระบบ AIN ยอมให้ผู้ใช้มีเบอร์โทรศัพท์เพียงเบอร์เดียว สำหรับใช้งานทั้งบริการไร้สายและบริการที่ใช้สาย

UMTS Technology 1.27



PCS1900

PCS1900 system is based on the GSM technology reconfigured for the North American market.

UMTS Technology 1.28



Personal Communication Systems (PCS)

The goals of PCS are to provide a mobile user with voice, data, and multimedia at any place, at any time, and in any format.

Thus the system has to either provide universal coverage or it has to include interworking with other communication systems. Thus ~~the~~ attempts at providing universal coverage by a globally standard system have failed (for various technical, historic, economic, and political reasons).

The market has often been fragmented based on: wide area coverage (especially for business users), enterprise (focused in-building and on campus), and homes (often equated with "personal or free-time usage"). However, we have seen that this market separation is increasingly converging rather than further diverging.

Traditionally, various PCS systems were connected to the Public Switched Telephony System (PSTN) and driven by telephony standards (and at the rate of change of telephony standards). Today, these systems are increasingly connected to the internet and driven by the internet standards & change at internet speeds.

UMTS Technology 1.29



High Tier and Low Tier Cellular, and Cordless

Generally the PCS market has been divided into these three classes:

System	High Tier Cellular	Low Tier Cellular	Cordless
Cell size	large (0.25-35km)	medium (10-100m)	small (10-20m)
User speed	high (<= 260 km/h)	medium (<= 100km/h)	low (<= 50km/h)
Handset complexity	high	low	low
Handset power consumption	high (100-500mW)	low (5-20mW)	low (5-10mW)
Speech coding rate	low (8-13kbps)	high (32kbps)	high (32kbps)
Delay or latency	high (<= 600ms)	low (<= 10 ms)	low (<= 10ms)
Costs	high	medium	low (often flat rate)
Examples	GSM, D-AMPS, PDC, cdmaOne, ...	CT2, DECT, PHS, PACS	

UMTS Technology 1.30

มาตรฐาน	ประเทศ	ปีที่นำออกใช้	Multiple access	Modulation	ย่านความถี่ใช้งาน MHz	Channel bandwidth
GSM 900	ยุโรป	1991	TDMA	GMSK	890-960	200 kHz
USDC (IS 54)	USA	1991	TDMA	$\pi/4$ DQPSK	824-894	30 kHz
PDC	ญี่ปุ่น	1993	TDMA	$\pi/4$ DQPSK	810-830, 1429-1453 (Reverse CH) 940-960, 1477-1501 (Forward CH)	25 kHz
PCS1800	ยุโรป	1993	TDMA	GMSK	1710-1880	200 kHz
PCS1900	ยุโรป	1994	TDMA	GMSK	1850-1990	200 kHz
MIRS	USA	1994	TDMA	16 QAM	หลายย่าน	25 kHz
CDMA One (IS 95)	USA	1993	CDMA	QPSK/ BPSK	824-894, 1800-2000	1.25 MHz

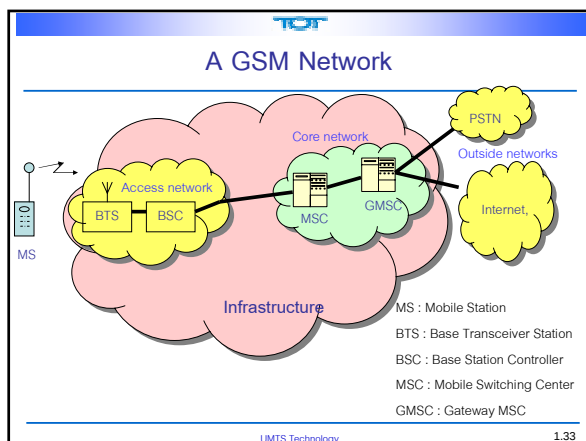
UMTS Technology

1.31

- ใช้เทคโนโลยีการแปลงสัญญาณเสียงไปเป็นสัญญาณดิจิทัลขั้นสูง ใช้เทคนิคการมอดูเลชันแบบดิจิทัล และมีความสามารถในการประมวลผลการโทรแบบขั้นสูง (advanced call processing capabilities) - ออกแบบให้ใช้งานหลักกับการให้บริการทางเสียง แต่เริ่มมีการใช้งานของบริการสื่อสารข้อมูลความเร็วต่ำ เช่น บริการ SMS บริการ FAX - เริ่มใช้สถาปัตยกรรมโครงข่ายแบบใหม่ที่ลดภาระการคำนวณของ MSC ลง โดยการใช้อุปกรณ์ BSC (Base Station Controller) ในตำแหน่งระหว่างสถานีฐานและ MSC

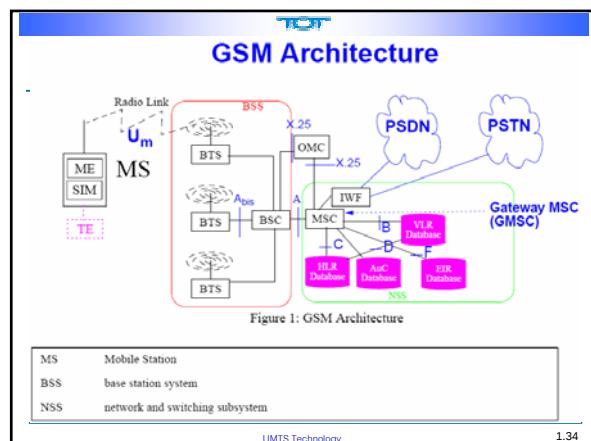
UMTS Technology

1.32



UMTS Technology

1.33



UMTS Technology

1.34

Speed: 14.4 kb/s using each of 8 GSM time slots.
Low speed data: SMS
Spectrum efficiency: Circuit-switched services

UMTS Technology

1.35

The MS is a piece of equipment which is used by a mobile service subscriber for access to services. It consists of two major components: - Mobile Equipment. - Subscriber Identity Module (SIM). Only the SIM of a subscriber turns a piece of mobile equipment into a complete mobile station with network usage privileges, which can be used to make calls or receive calls.
--

UMTS Technology

1.36

Mobility Types for MS

Terminal Mobility

The subscriber is connected to the network in a wireless way – via radio or light wave – and can move with his or her terminal relatively freely, even during a communication connection. The degree of mobility depends on the kind of mobile radio network.

Personal Mobility

The user identifies himself or herself (the person), e.g. with the help of a chip card, at the place where he or she is currently staying and has access to the network. The use of all kinds of telecommunication services is then location-independent.

UMTS Technology

1.37

เส้นทางสู่ระบบ GPRS

1. The popularity of the 2G wireless cellular system.
2. The increase in usage of Internet applications in daily life by computer connecting to the Internet network.
3. People starts using portable laptop computers and palm pilot handheld computers to access their electronic information such as email by dialing up to their ISP when they were away from home.

UMTS Technology

1.38

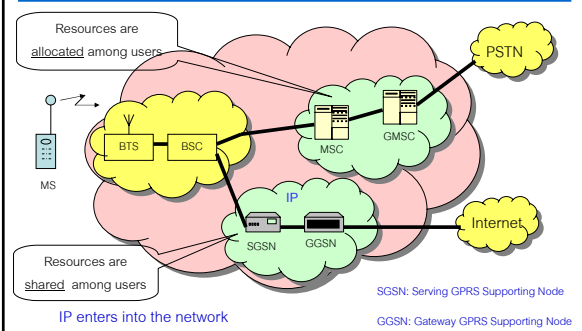
เส้นทางสู่ระบบ GPRS

4. Cellular phone modem was developed to provide access to the Internet through their cellular phone handsets. However, the circuit-switched core network could not support the burst of data traffic and thus it would be a waste of resources to use it in a mobile computing environment.
5. Temporary solution to solve this problem was to implement CSD (Circuit-Switched Data) and HSCSD (High Speed CSD).

UMTS Technology

1.39

โครงข่าย GSM / GPRS



UMTS Technology

1.40

GPRS Routers

The main entities added in the GPRS are:

SGSN: acts as an access router to the GPRS core network.

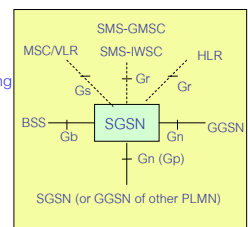
GGSN: act as the gateway router interfacing the GPRS core network to other packet data networks (PDN) and to the global Internet.

UMTS Technology

1.41

Functions of SGSN (Serving GPRS Supporting Node)

- Authentication and admission control
- Billing data collection
- Relay, routing, address translation, and mapping
- Encapsulation and tunneling
- Domain name server
- Mobility management
- Ciphering (logical link control layer)
- Logical link management
- Compression (sub-network-dependent convergence protocol (SNDCP) layer)



UMTS Technology

1.42

Functions of GGSN (Gateway GPRS Supporting Node)

- Message screening
- Billing data collection
- Relaying and routing
- Encapsulation and tunneling (GPRS tunneling protocol, GTP)
- Mobility management

UMTS Technology 1.43

GPRS Time Slots

GSM Users: ผู้ใช้แต่ละคนจะถูกกำหนดให้ใช้ 1 time slot

GPRS Users: ผู้ใช้แต่ละคนแบ่งปันการใช้ time slots ร่วมกัน

TS 1	TS 2	TS 3	TS 4	TS 5	TS 6	TS 7	TS 8
One user in each slot					6 share slots		

Dynamic Allocation

ตัวอย่างเช่น : กำหนดให้ voice users ใช้ 5 time slots

data users แบ่งปันการใช้ 3 time slots

UMTS Technology 1.44

ความสามารถของระบบ GPRS

Speed: Up to 171.2 (21.4x8) kb/s using 8 GSM time slots.
(เร็วกว่าโครงข่ายโทรศัพท์ 3 เท่า (3x56kb/s) หรือเร็วกว่าโครงข่าย GSM 10 เท่า (10x14.4 kb/s))

Always connected, no dial-up. (Based on TCP/IP network architecture)

Spectrum efficiency: Resources จะถูกใช้งานเฉพาะเมื่อมีการรับ-ส่งเท่านั้น

UMTS Technology 1.45

GPRS nodes

GPRS introduces new network elements

- Serving GPRS Support Node (SGSN)
 - authentication & authorization, GTP tunneling to GGSN, ciphering & compression, mobility management, session management, interaction with HLR, MSC/VLR, charging & statistics, as well as NMS interfaces.
- Gateway GPRS Support Node (GGSN)
 - interfacing to external data networks (basically it is a network router), encapsulating data packets in GTP and forwarding them to right SGSN, routing mobile originated packets to right destination, filtering end user traffic, as well as collecting charging and statistical information of data network usage

GPRS is the result of committees trying to "adapt" Mobile IP to GSM systems.

UMTS Technology 1.46

EDGE

ใช้เทคโนโลยีของ Digital signaling processing มาปรับปรุงการมอดูเลชันจาก GMSK ไปใช้ 8PSK ทำให้สถานีฐานและ MS สามารถติดต่อสื่อสารระหว่างกัน โดยส่งข่าวสารออกได้ในปริมาณมากขึ้น

แต่ละช่องสัญญาณสามารถส่งออกข้อมูลที่ระดับความเร็ว 48 kb/s ต่อช่อง time-slot ดังนั้น มีความเร็วสูงสุดได้ถึง 384 kb/s

Officially a 3 G standard

UMTS Technology 1.47

โครงข่าย GPRS / EDGE

SGSN: Serving GPRS Supporting Node

GGSN: Gateway GPRS Supporting Node

UMTS Technology 1.48

Problems of 2G

- High growth rate of mobile users has made 2G short of frequency resource.
- Service limited to voice.
- Global interoperability and inter-working remains unsolved.
- Technology needs to be updated to meet the challenge from Internet world.

UMTS Technology 1.49

IMT2000 Terrestrial Radio Interfaces

FPLMTS : Future Public Land Mobile Telephone Network
IMT : International Mobile Telecommunications

UMTS Technology 1.50

3G/UMTS Standardization

In 1995, ITU-T began FPLMTS (Future Plans for Land Mobile Telephone System), which later changed to PLMN (Public Land Mobile Network).

3GPP
www.3gpp.org

UMTS Technology 1.51

3GPP AND 3GPP2 PARTNERSHIP PROJECTS HELP FOR THE ITU

To facilitate rapid consensus building, two "3G Partnership Projects" have been established to provide a forum where service providers and manufacturers can work out many details for input to the ITU:

- 3GPP: Focused on W-CDMA with 4 TSGs (Technical Specification Groups)
 - TSG Services and System Aspects
 - TSG Radio Access Network
 - TSG Core Network
 - TSG Terminals
- See www.3gpp.org
- 3GPP2: Focused on cdma2000 with 6 TSGs
 - TSG-A on Access Network Interface
 - TSG-C on cdma2000 Radio
 - TSG-N on ANSI-41/WIN
 - TSG-P on Wireless Packet Data Networking
 - TSG-R on Interface of W-CDMA Radio Access to Evolved ANSI-41 Core Network
 - TSG-S on Systems and Services Aspects
- See www.3gpp2.org

WIN = Wireless Intelligent Network

UMTS Technology 1.52

UMTS Air Interface

Code Division Multiple Access

Users all transmit on the same frequency at the same time

Separate by assigning each user a unique signature or code

UMTS Technology 1.53

วิสัยทัศน์ของระบบ 3G UMTS

- Global standard
- Backward compatible at least with GSM and ISDN
- ให้บริการ multimedia
- บริการสำหรับผู้ใช้อาศัยอาศัยจากเทคโนโลยีการเข้าถึงโครงข่ายด้วยคลื่นวิทยุ และโครงสร้างพื้นฐานของโครงข่ายต้องไม่จำกัดบริการ
- การเข้าถึงด้วยวิธีทางคลื่นต้องเป็นแบบ wideband capacity

UMTS Technology 1.54

จุดเด่นของระบบ 3G/UMTS

คุณลักษณะที่สำคัญของโครงข่าย UMTS มี 2 อย่างคือ

1. ความเร็วของข้อมูลสูง:
 - 144 kbps ใช้งานอยู่ในรถ ภายนอกอาคาร
 - 384 kbps ใช้งานแบบเดินนอกอาคาร
 - 2,048 kbps ใช้งานภายในอาคาร/แบบหยุดนิ่ง
2. ต้นทุนที่ต่ำลงของการให้บริการเสียง ค่าเฉลี่ยของความจุของ UMTS Node B มีค่าประมาณ 8 เท่ามากกว่าของ GSM BTS แต่มีค่าราคาสูงกว่า 1-1.5 เท่า

Node B เป็นสถานีฐานของโครงข่าย UMTS
BTS เป็นสถานีฐานของโครงข่าย GSM

UMTS Technology 1.55

3G/UMTS Capabilities

Third generation mobile: 3G, IMT 2000

Voice quality comparable to PSTN

Data rate of 144 kb/s for fast moving users

Data rate of 384 kb/s for slow moving users

Data rate of 2.048 Mb/s for stationary users

Support for packet & circuit switched data

UMTS Technology 1.56

Challenge for Operator

Investment:

GSM – GPRS : minimal

GPRS – 3G : major investment in infrastructure & Licence

Network Capability:

GSM – GPRS : huge change in operation

GPRS – 3G : some additional services & facilities

UMTS Technology 1.57

3G Deployment

EDGE can be used as a fill-in for a gradual change in data rate.

UMTS Technology 1.58

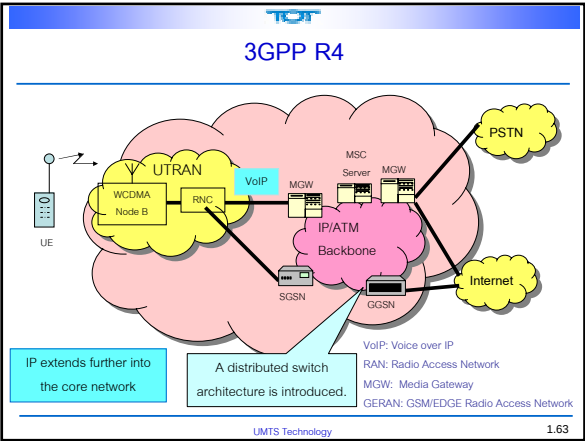
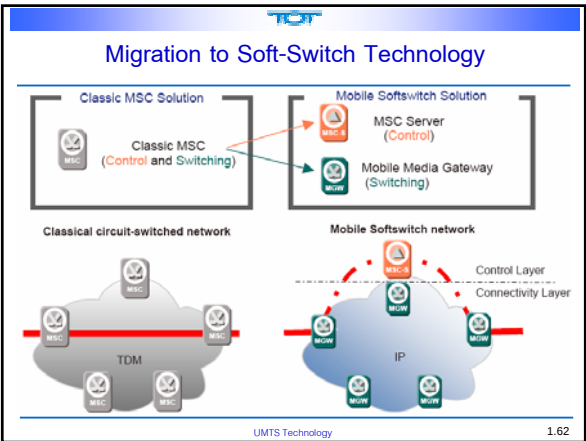
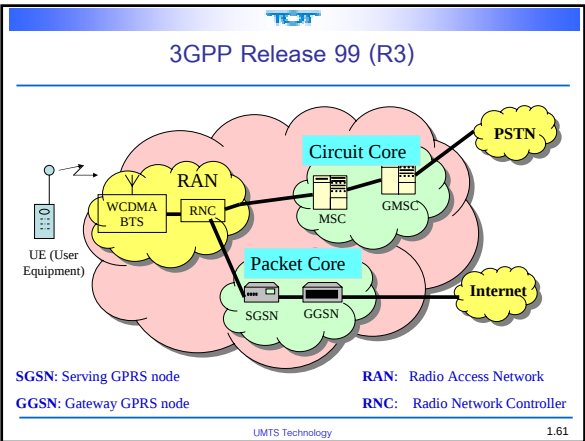
UMTS is a 3rd Generation Mobile System

UMTS Technology 1.59

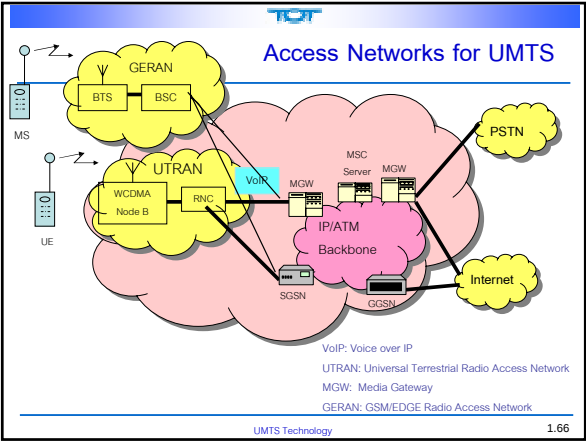
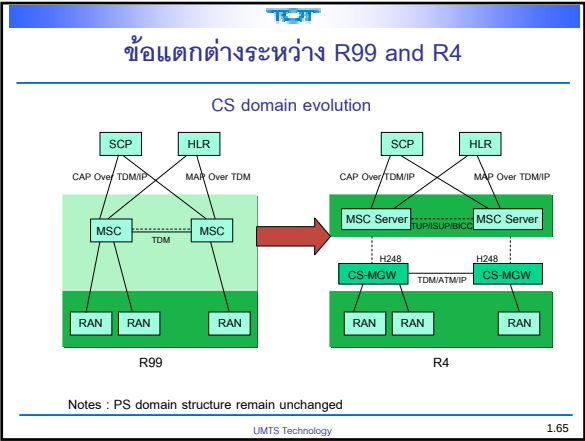
Versions of 3G UMTS

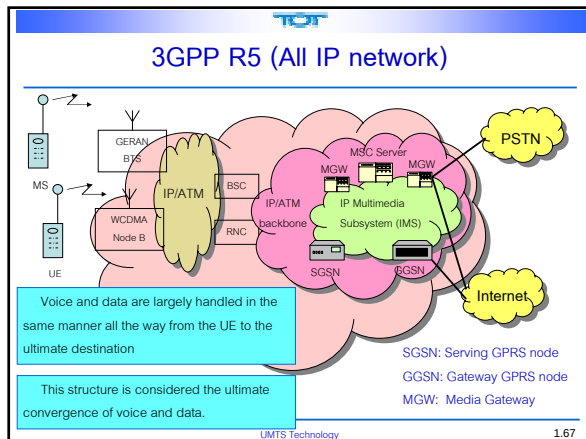
- ☐ Release 1999 (R'99): Standardized in April of 1999
- ☐ Release 2000 (no implementation)
- ☐ Release 4 (Rel'4): Standardized in April of 2001
- ☐ Release 5 (Rel'5): Standardized in March of 2002
- ☐ Release 6 (Rel'6):

UMTS Technology 1.60



- 3GPP R4
- The 3GPP R4 introduces separation of connection, its control, and services for CN CS domain.
 - Media Gateway (MGW): an element for maintaining the connection and performing switching function when required.
 - MSC server: an element controlling MGW.
 - Packet switched voice (Voice Over IP).
 - The CS call is changed to the packet switched call in MGW.
 - For higher uniformity the CS and PS domain is mediated by IP Multimedia Subsystem.
 - CAMEL will have a connection to the PS domain elements.
- UMTS Technology 1.64





3GPP R5

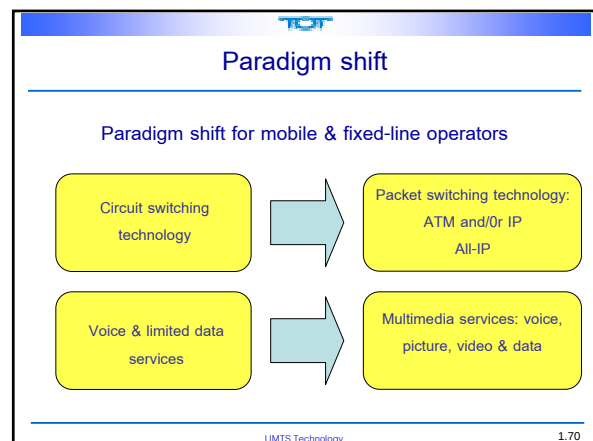
- High Speed Downlink Packet Access (HSDPA)
- IP Multimedia System (IMS)
- IP UTRAN

These features provide significant spectral/network efficiency, performance, and functionality advantages over the R'99 and Rel'4 standards.

All-IP Architecture

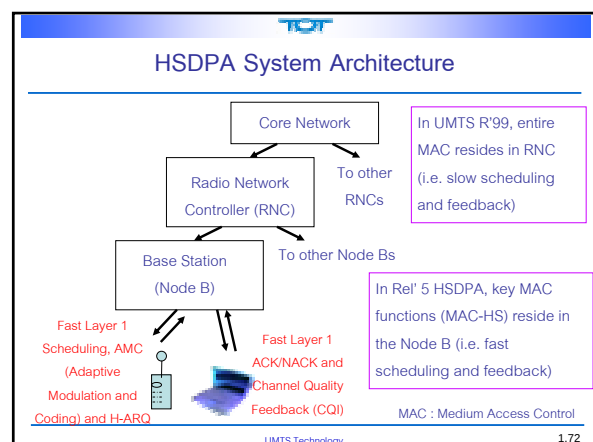
3G architecture is targeted to be a single unified network that is all 100% all-IP. This evolution to IP-based network has 3 outstanding merits:

- an IP-based network promises lower communication charge and reduced system building cost.
- it makes it easier to develop applications integrating voice and data communication. If the move to IP is carried out end-to-end, then Internet Service Providers will be less dependent on cellular operators, and will be able to develop applications more freely.
- since it is possible to handle both voice and data on a single all-IP core network running costs can be cut substantially.



HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) Channel

- offers significantly higher data capacity and data user speeds on the downlink (theoretically up to 14 MHz peak) compared to R'99 UMTS through the use of very dynamic adaptive modulation, coding and scheduling with Hybrid Automatic Retransmission Request (H-ARQ) processing.
- provides improved end-user experience for web access, file download and streaming services.
- provides wireless broadband access to the Internet, Intranet, and corporate LAN.



HS-DSCH (High-Speed Downlink Shared CHannel)

HS-DSCH is a new transport channel type that allows several users to share the air interface channel dynamically with peak channel rates up to 14 MHz.

The HS-DSCH uses 2-ms Transmission Time Interval and fixed spreading factor of a 16 that allows for maximum of 15 parallel codes for user traffic and signaling

The HS-DSCH supports QPSK and 16QAM modulation, link adaptive, and the combining of retransmission at the physical layer with H-ARQ.

UMTS Technology

1.73

Fast Scheduling

While R'99 uses scheduling of packet data at the radio network controller (RNC) level, HSDPA moves these functions to the base station, and thus closer to the air interface.

HSDPA uses terminal feedback information about channel quality, terminal capabilities, QoS needs, and air interface resource availability to achieve more efficient scheduling of data packet transmissions.

UMTS Technology

1.74

Fast Retransmissions and H-ARQ

When channel decoding of data packet fails, due to interference or other causes, a mobile terminal immediately requests the retransmission of the data packets.

While R'99 based networks handle those retransmission requests by the RNC, in HSDPA those retransmission requests are managed in the base station.

If decoding of the initial transmission fails, a retransmission is sent which is self-decodable or can be combined with the initial transmission, still kept in the buffer, before channel decoding.

UMTS Technology

1.75

Channel Quality Feedback

To accommodate fast Channel Quality Indications (CQI) and ACK/NACK signaling for H-ARQ from the terminal, an uplink High-Speed Dedicated Physical Control Channel (HS-DPCCH) is defined. The base station gathers and utilizes the CQI of each active user determine when each user is scheduled is on the HS-DSCH

UMTS Technology

1.76

Adaptive Modulation and Coding

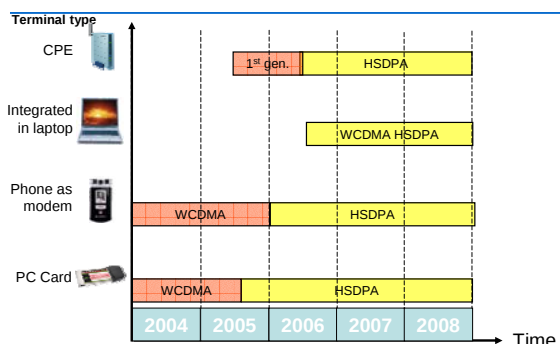
The modulation and coding schemes are adapted dynamically based on the quality of the radio link while maintaining the power level constant. In addition to QPSK, HSDPA defines 16-QAM modulation that can be used when interference conditions are favorable.

HSDPA supports the use of up to 15 parallel codes that can be dynamically shared amongst different users. Rate 1/3 turbo is used in HSDPA. However, by varying the transport block size, modulation and number of multi-code rate can be anywhere from 1/4 to 3/4. Through H-ARQ with early terminations the code rate approach 1.

UMTS Technology

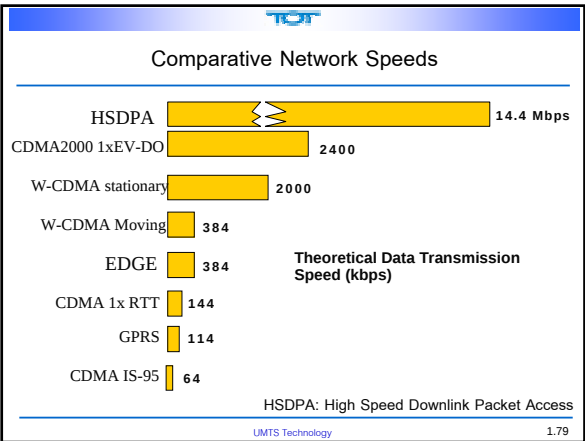
1.77

Mobile Broadband Terminal evolution



UMTS Technology

1.78



Watch video "[HSDPA straw](#)" and "[HSDPA](#)"

3GPP R6

3GPP R6 is focused on improving capacity, quality of service enabler and delivery for multimedia packet-based services.

Key features for 3GPP R6 are

- the multimedia Broadcast Multicast Service (MBMS)
- the Generic User Profile (GUP) framework

The advanced receiver performance specifications (e.g. diversity receive at the terminal), access network sharing, trace management, remote control of electrical antenna tilt, IMS enhancements, etc.

MBMS

One key feature for 3GPP R6 is the multimedia Broadcast Multicast Service (MBMS) which defines capabilities to address the same information to many users in one cell using the same radio resources.

The MBMS is a unidirectional point-to-multipoint service in which data is transmitted from a single source entity to multiple recipients.

US Carrier 3 G Evolution

Migration Path of TDMA/GSM			
AT&T Wireless	GSM/GPRS overlay	EDGE	WCDMA/UMTS
Cingular Wireless	GSM/GPRS overlay	EDGE	WCDMA/UMTS
T-Mobile (GSM)	GPRS	EDGE (July 2003)	UMTS enhanced with HSDPA at both 850 MHz and 1900 MHz (plan)

Migration Path of CDMA			
Sprint PCS	1xRTT	EVDV	
US Cellular (TDMA)	CDMA overlay	1xRTT	EVDO
Verison (CDMA)	1xRTT (nationwide)	EVDO	EVDV

EVDV : Evolution for Data Only
EVDV : Evolution for Data and voice
1xRTT : Single Carrier (1x) Radio Transmission Technology.
1xRTT has the capability of providing ISDN-like speeds of up to 144 kb/s

Key Drivers for the wireless communication System

- Consumer needs.
- Radio spectrum allocations regulatory decision.
- Technology advance in signal processing, access, LSI circuit design, RF circuit design, and other miniaturization. This advance provides ability to design portable radio equipment smaller, cheaper, and more reliable.



Future trends

- Techniques:
 - Further separation of the user plane from the control plane.
 - Towards packet switching network.
 - Transparency of access technologies. Greater emphasis to services and quality
 - 4G ?
 - Data rate ~20 Mbps (200 Mbps)
 - Self planning dynamic topologies.
 - Integration of IP.
 - OFDM
- Services
 - Location based services. Many services existing at the same time at different resolution.
 - Separation of users:
 - Commercial.
 - Private users.
 - Private users with specific needs.

UMTS Technology1.85



Advantage of Wireless systems

- ☐ To make a phone call, people were no restricted to the location of the telephone jack
- ☐ During making a call, people have ability to move around.
- ☐ The infrastructure can be built easily and quickly.

UMTS Technology1.86



Question & Answer



Thanks you for your attention.

UMTS Technology1.87

แบบฝึกหัด (หัวข้อวิชาที่ 1)

หลักสูตร : หลักสูตรโครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System

หัวข้อวิชา : การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารไร้สาย

เวลา 15 นาที

คำสั่ง จงเขียนเครื่องหมาย "X" ลงในข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. อุปกรณ์มือถือของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ในยุคที่ 1 ใช้วิธีการเข้าถึงโครงข่ายหลักแบบใด ?
 - ก. FDMA
 - ข. TDMA
 - ค. CDMA
 - ง. OFDM
 - จ. ถูกทุกข้อ
2. อุปกรณ์มือถือของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ในยุคที่ 2 ใช้วิธีการเข้าถึงโครงข่ายหลักแบบใด ?
 - ก. FDMA
 - ข. TDMA
 - ค. CDMA
 - ง. OFDM
 - จ. ถูกทุกข้อ
3. อุปกรณ์มือถือของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ในยุคที่ 3 ใช้วิธีการเข้าถึงโครงข่ายหลักแบบใด ?
 - ก. FDMA
 - ข. TDMA
 - ค. CDMA
 - ง. OFDM
 - จ. ถูกทุกข้อ
4. โครงข่าย GPRS มีสมรรถนะของโครงข่ายเทียบเท่าโครงข่ายใด ?
 - ก. GSM
 - ข. CDMA 2000 1x

- ค. CDMA One
 - ง. EDGE
 - จ. ไม่มีข้อถูก
5. ข้อใดต่อไปนี้เป็นมาตรฐานของโครงข่ายในยุคที่ 3 ?
- ก. UMTS
 - ข. CDMA 2000 1xEVDO
 - ค. EDGE
 - ง. DECT
 - จ. ถูกทุกข้อ
6. ความเร็วข้อมูลสูงสุดที่โครงข่าย UMTS สามารถให้บริการได้ มีค่าเท่ากับเท่าไร ?
- ก. 64 kb/s
 - ข. 128 kb/s
 - ค. 144 kb/s
 - ง. 384 kb/s
 - จ. 2,048 kb/s
7. ข้อใดคือ ประเด็นสำคัญของมาตรฐาน 3GPP R99 ?
- ก. อุปกรณ์ของโครงข่ายหลักยังคงใช้ MSC, GMSC, SGSN, และ GGSN
 - ข. เปลี่ยนอุปกรณ์ MSC ไปใช้ Mobile Media Gateway และ MSC server
 - ค. ใช้ IP UTRAN
 - ง. ให้บริการ Multi-media Broadcast/Multicast Service
 - จ. ไม่มีข้อถูก
8. สิ่งสำคัญที่เป็นแรงขับเคลื่อนให้โครงข่ายสื่อสารไร้สายมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องคืออะไร ?
- ก. ความต้องการของผู้ใช้งาน
 - ข. การจัดการแถบความถี่ในการใช้งาน
 - ค. การพัฒนาการของเทคโนโลยีที่นำมาใช้งาน
 - ง. ข้อ ข. และ ค. ถูก
 - จ. ถูกทุกข้อ
9. ข้อใดคือ service platform สำหรับให้บริการ IP-based service บนโครงข่าย UMTS ?
- ก. MSC
 - ข. VLR

ค. HLR

ง. IMS

จ. AuC

10. อุปกรณ์ใดต่อไปนี้เป็น Gateway router ที่จะเชื่อมต่อโครงข่ายหลักของโครงข่าย UMTS เข้ากับอินเทอร์เน็ตแบบ "always connected" ?

ก. GMSC

ข. SGSN

ค. GGSN

ง. ข้อ ข และ ค ถูก

จ. ถูกทุกข้อ

11. ข้อใดคือผลของการนำเอาโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์มาใช้งาน ?

ก. อุปกรณ์ปลายทางไร้สายสามารถใช้บริการในทุกจุดภายในพื้นที่เซล

ข. เมื่ออุปกรณ์ปลายทางไร้สายการเดินทางข้ามเซล ต้องกระทำกระบวนการ handover

ค. อุปกรณ์ปลายทางไร้สายที่อยู่ในภาวะ standby ควรมีการทำ location update

location

ง. โครงข่ายควรที่จะเรียก (paging) อุปกรณ์ปลายทางไร้สายที่อยู่ในภาวะ standby ได้

จ. ถูกทุกข้อ

12. ข้อใดต่อไปนี้เป็นมาตรฐานของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ในยุคที่ 1 ?

ก. NMT 450

ข. GSM

ค. CDMA 2000 1x

ง. UMTS

จ. ถูกทุกข้อ

13. ข้อใดต่อไปนี้เป็นมาตรฐานของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ในยุคที่ 2 ?

ก. AMPS

ข. GSM

ค. NMT 900

ง. UMTS

จ. ถูกทุกข้อ

14. ข้อใดต่อไปนี้เป็นมาตรฐานของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ในยุคที่ 3 ?

ก. TACS

ข. CDMA One

ค. US-TDMA (IS-136)

ง. UMTS

จ. ถูกทุกข้อ

15. อุปกรณ์ควบคุมสถานีฐานเริ่มมีการนำมาใช้งานกับโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ในยุคที่เท่าไร ?

ก. ยุคที่ 1

ข. ยุคที่ 2

ค. ยุคที่ 3

ง. ยุคที่ 4

จ. ถูกทุกข้อ

เฉลยแบบฝึกหัด(หัวข้อวิชาที่ 1)

หลักสูตร : โครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System

หัวข้อวิชา : การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารไร้สาย

- | | |
|-----|----|
| 1. | ก. |
| 2. | ข. |
| 3. | ค. |
| 4. | ก. |
| 5. | ก. |
| 6. | ง. |
| 7. | ก. |
| 8. | จ. |
| 9. | ง. |
| 10. | ค. |
| 11. | จ. |
| 12. | ก. |
| 13. | ข. |
| 14. | ง. |
| 15. | ข. |

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หลักสูตร : หลักสูตรโครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System

เวลา 90 นาที

คำสั่ง จงเขียนเครื่องหมาย "X" ลงในข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดคือผลของการนำเอาโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์มาใช้งาน ?
 - ก. อุปกรณ์ปลายทางไร้สายสามารถให้บริการในทุกจุดภายในพื้นที่เซล
 - ข. เมื่ออุปกรณ์ปลายทางไร้สายการเดินทางข้ามเซล ต้องกระทำการกระบวนการ handover
 - ค. อุปกรณ์ปลายทางไร้สายที่อยู่ในภาวะ standby ควรมีการทำ location update
 - ง. โครงข่ายควรที่จะเรียก (paging) อุปกรณ์ปลายทางไร้สายที่อยู่ในภาวะ standby ได้
 - จ. ถูกทุกข้อ
2. อุปกรณ์มือถือของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ในยุคที่ 1 ใช้วิธีการเข้าถึงโครงข่ายหลักแบบใด ?
 - ก. FDMA ข. TDMA ค. CDMA ง. OFDM จ. ถูกทุกข้อ
3. ข้อใดต่อไปนี้คือมาตรฐานของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ในยุคที่ 1 ?
 - ก. NMT 450 ข. GSM ค. CDMA 2000 1x ง. UMTS จ. ถูกทุกข้อ
4. อุปกรณ์มือถือของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ในยุคที่ 2 ใช้วิธีการเข้าถึงโครงข่ายหลักแบบใด ?
 - ก. FDMA ข. TDMA ค. CDMA ง. OFDM จ. ถูกทุกข้อ
5. ข้อใดต่อไปนี้คือมาตรฐานของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ในยุคที่ 2 ?
 - ก. AMPS ข. GSM ค. NMT 900 ง. UMTS จ. ถูกทุกข้อ
6. อุปกรณ์ควบคุมสถานีฐานเริ่มมีการนำมาใช้งานกับโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ในยุคที่เท่าไร
 - ก. ยุคที่ 1 ข. ยุคที่ 2 ค. ยุคที่ 3 ง. ยุคที่ 4 จ. ถูกทุกข้อ
7. อุปกรณ์มือถือของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ในยุคที่ 3 ใช้วิธีการเข้าถึงโครงข่ายหลักแบบใด ?
 - ก. FDMA ข. TDMA ค. CDMA ง. OFDM จ. ถูกทุกข้อ
8. ข้อใดต่อไปนี้คือมาตรฐานของโครงข่ายสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ในยุคที่ 3 ?
 - ก. TACS ข. CDMA One ค. US-TDMA (IS-136) ง. UMTS จ. ถูกทุกข้อ
9. อุปกรณ์ BSC ของระบบ GSM เทียบเท่ากับอุปกรณ์ใดในระบบ UMTS ?

- ก. Node B ข. RNC ค. MSC ง. HLR จ. VLR
10. ความเร็วข้อมูลสูงสุดที่โครงข่าย UMTS สามารถให้บริการได้ มีค่าเท่ากับเท่าไร ?
 ก. 64 kb/s ข. 128 kb/s ค. 144 kb/s ง. 384 kb/s จ. 2,048 kb/s
11. ข้อใดคือ ประเด็นสำคัญของมาตรฐาน 3GPP R99 ?
 ก. อุปกรณ์ของโครงข่ายหลักยังคงใช้ MSC, GMSC, SGSN, และ GGSN
 ข. เปลี่ยนอุปกรณ์ MSC ไปใช้ Mobile Media Gateway และ MSC server
 ค. ใช้ IP UTRAN
 ง. ให้บริการ Multi-media Broadcast/Multicast Service
 จ. ไม่มีข้อถูก
12. สิ่งสำคัญที่เป็นแรงขับเคลื่อนให้โครงข่ายสื่อสารไร้สายมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องคืออะไร ?
 ฉ. ความต้องการของผู้ใช้งาน
 ช. การจัดสรรแถบความถี่ในการใช้งาน
 ซ. การพัฒนาการของเทคโนโลยีที่นำมาใช้งาน
 ฌ. ข้อ ข. และ ค. ถูก
 ญ. ถูกทุกข้อ
13. จุดเด่นของ UMTS release 6 คืออะไร ?
 ก) มีความเร็วได้สูงสุด 2.048 Mb/s
 ข) มีความสามารถเทียบเท่า EDGE
 ค) ใช้ MSC Server แทนการทำงานของ HLR
 ง) มีบริการ multimedia Broadcast/Multicast
 จ) ไม่มีข้อใดถูก
14. Core network ของโครงข่าย UMTS มีกี่โดเมน อะไรบ้าง ?
 ก) Circuit-Switched, Packet-Switched, IMS subsystem
 ข) UTRAN, GERAN ค) PSTN, Internet, Intranet
 ง) ME + USIM จ) ไม่มีข้อใดถูก
15. อุปกรณ์ UE ต้องทำ location update เมื่ออุปกรณ์ UE เดินทางเข้าไปในพื้นที่ ที่มีค่ารหัสใดเปลี่ยนแปลง ?
 ก. CI ข. CGI ค. LAI ง. RAI จ. ข้อ ก และ ง ถูก
16. ข้อใดคืออุปกรณ์ของโครงข่ายเข้าถึงสำหรับโครงข่าย UMTS ?
 ก. Node B ข. MSC ค. SGSN ง. Internet จ. ถูกทุกข้อ

17. ข้อใดคืออุปกรณ์ที่มีใช้งานใน UTRAN ?

ก. Node B ข. MSC ค. BTS ง. GGSN จ. ไม่มีข้อถูก

18. ข้อใดคืออุปกรณ์ของโครงข่ายหลักสำหรับโครงข่าย UMTS ?

ก. Node B ข. BTS ค. MSC ง. Internet จ. ข้อ ก และ ข ถูก

19. การรวมเอาบริการของ เสียง ภาพ วิดีโอ การส่งข้อความ ข้อมูล รวมทั้งบริการ web-based เข้าไว้ด้วยกัน เราจะเรียกระบบที่ให้บริการนี้ว่าระบบอะไร ?

ก. ระบบ RNC ข. ระบบ MSC ค. ระบบ VLR ง. ระบบ AuC จ. ระบบ IMS

20. อุปกรณ์ใดต่อไปนี้นำฟังก์ชัน call control สำหรับบริการ voice ?

ก. RNC ข. MSC ค. VLR ง. AuC จ. ถูกทุกข้อ

21. รหัสใดต่อไปนี้นำไปใช้งานแทนรหัส IMSI ?

ก. TMSI ข. IMEI ค. MSISDN ง. LAI จ. ข้อ ข และ ค ถูก

22. พื้นที่ใดมีขนาดเล็กที่สุด ?

ก. พื้นที่เซลล์ ข. พื้นที่ SGSN ค. พื้นที่ VLR ง. พื้นที่ MSC จ. ข้อ ข ค และ ง ถูก

23. โดยปกติแล้ว โครงข่าย UMTS มีจำนวนความถี่ใช้งานกี่ช่องความถี่ ?

- ก) 1 ช่องความถี่สำหรับใช้งานแบบ TDD
- ข) 2 ช่องความถี่สำหรับใช้งานแบบ FDD (ความถี่ส่ง, ความถี่รับ)
- ค) มากกว่า 2 ช่องความถี่
- ง) ข้อ ก, ข ถูก
- จ) ไม่มีข้อถูก

24. โครงข่าย UMTS มีค่า Transmission bandwidth เท่ากับเท่าไร ?

ก. 200 KHz ข. 1.25 MHz ค. 2.048 MHz ง. 5 MHz จ. ไม่มีข้อถูก

25. ข้อดีของ CDMA ที่เหนือกว่า TDMA ?

- ก) มีความจุของระบบมากกว่า
- ข) มีจำนวนช่องความถี่ใช้งานมาก
- ค) ป้องกันปัญหาการจูนเครื่องมือสื่อสารได้
- ง) เครื่องมือสื่อสารมีขนาดเล็กลงได้
- จ) ถูกทุกข้อ.

26. รหัส OVSF ในโครงข่าย UMTS ทำหน้าที่อะไร ?

ก. Scrambling ข่าวสารที่ส่งออก

- ข. Spreading แถบสเปคตรัมของข่าวสารส่งออก
 - ค. เป็นรหัสประจำตัวของผู้ใช้
 - ง. เป็นรหัสประจำตัวให้กับสถานีฐาน
 - จ. ถูกทุกข้อ
27. รหัสใดต่อไปนี้นำมาทำ Scrambling บนโครงข่าย UMTS ?
- ก. Gold Code
 - ข. extended S(2) Code
 - ค. OVSF Code
 - ง. ข้อ ก และ ข ถูก
 - จ. ถูกทุกข้อ
28. RAKE Receiver คืออะไร ?
- ก. วงจรเครื่องรับของการสื่อสารที่ใช้เทคนิค CDMA
 - ข. วงจรรับที่ช่วยเพิ่ม Space Diversity Gain ให้กับระบบ
 - ค. วงจรที่ใช้ Match filter ในการ detect เฟสของแต่ละ finger
 - ง. วงจรที่ใช้ Code ในการ Correlate กับสัญญาณที่รับเข้ามาทางด้านรับ
 - จ. ถูกทุกข้อ
29. ชั้นใดต่อไปนี้นำมาทำหน้าที่รับ-ส่ง ข้อมูลประเภท IP Packet ?
- ก. BMC ข. PDCP ค. RLC ง. MAC จ. RRC
30. ช่องสัญญาณขนส่งเชื่อมต่อระหว่างชั้นย่อยใด ?
- ก. RRC กับ RLC ข. RLC กับ MAC
 - ค. MAC กับ PHY ง. PDCP กับ BMC
 - จ. ไม่มีข้อถูก
31. โครงข่ายเข้าถึงใช้ช่องสัญญาณตรรกะชนิดใด สำหรับการส่ง Paging message ออกให้ UE รับทราบ ?
- ก. BCCH ข. PCCH ค. DCCH ง. CCCH จ. ถูกทุกข้อ
32. ช่องสัญญาณตรรกะ BCCH จะ map เข้ากับช่องสัญญาณขนส่งชนิดใด ?
- ก. BCH ข. PCH ค. RACH ง. CPCH จ. DCH

33. ช่องสัญญาณ BCCH จะ map ไปสู่ช่องสัญญาณอะไรของ Physical channel ?

- ก) P-CCPCH ข) DPDCH ค) DPCCH ง) PRACH จ) ถูกทุกข้อ

34. โปรโตคอล CC ทำหน้าที่อะไร ?

- ก. โปรโตคอลที่ควบคุม establishment และ release ของการโทรใน domain CS
 ข. โปรโตคอลที่ควบคุม establishment และ release ของ data session ใน domain PS
 ค. โปรโตคอลควบคุมการให้บริการเสริมต่างๆ
 ง. โปรโตคอลที่ควบคุมฟังก์ชันการเคลื่อนที่ของ UE
 จ. โปรโตคอลที่ควบคุมฟังก์ชันความปลอดภัยในโครงข่าย UMTS

35. โปรโตคอล SM ทำหน้าที่อะไร ?

- ก. โปรโตคอลที่ควบคุม establishment และ release ของการโทรใน domain CS
 ข. โปรโตคอลที่ควบคุม establishment และ release ของ data session ใน domain PS
 ค. โปรโตคอลควบคุมการให้บริการเสริมต่างๆ
 ง. โปรโตคอลที่ควบคุมฟังก์ชันการเคลื่อนที่ของ UE
 จ. โปรโตคอลที่ควบคุมฟังก์ชันความปลอดภัยในโครงข่าย UMTS

36. การ mapping ช่องสัญญาณตรรกะไปยังช่องสัญญาณขนส่งและจัดลำดับความสำคัญการ

ไหลของข้อมูลใน UE จะใช้โปรโตคอลใน Layerใดควบคุมการทำงาน ?

- ก. physical Layer ข. data link Layer
 ค. Network Layer ง. Session Layer
 จ. Application Layer

37. ข้อใด คือ การทำงานของชั้น RLC ?

- ก. ทำ Segmentation
 ข. ทำ Reassembly
 ค. รับส่งข้อมูลแบบมีการตอบรับ,แบบไม่มีการตอบรับ, และแบบ Transparent
 ง. ทำการแก้ไขความผิดพลาดของข้อมูลด้วยการส่งออกใหม่
 จ. ถูกทุกข้อ

38. ข้อใด คือ การทำงานของชั้น PDCP ?
- ทำ Header compression ทางด้านส่ง
 - ทำ Reassembly
 - รับส่งข้อมูลแบบมีการตอบรับ ,แบบไม่มีการตอบรับ, และแบบ Transparent
 - ทำการแก้ไขความผิดพลาดของข้อมูลด้วยการส่งออกใหม่
 - ถูกทุกข้อ
39. BCFF (Broadcast Control Function Entity) ทำหน้าที่อะไร ?
- รับ-ส่ง ข้อมูลของผู้ใช้ UE เพียงเครื่องเดียว
 - รับ – ส่ง paging message ผ่านทางช่องสัญญาณ PCCH
 - Broadcast สารสนเทศของระบบ ผ่านทางช่องสัญญาณ BCCH และ FACH
 - ข้อ ก และ ข ถูก
 - ข้อ ก, ข และ ค ถูก
40. ข้อใด คือ ฟังก์ชันการทำงานของชั้น RRC ?
- ทำ Segmentation
 - ทำ Reassembly
 - รับส่งข้อมูลแบบมีการตอบรับ ,แบบไม่มีการตอบรับ, และแบบ Transparent
 - ทำการแก้ไขความผิดพลาดของข้อมูลด้วยการส่งออกใหม่
 - ทำหน้าที่สร้างสัญญาณ Signaling ไปควบคุม UE และ UTRAN
41. Transport technology ที่ใช้งานกับโครงข่าย 3GPP R'99 คืออะไร ?
- ATM
 - PDH (E1 Link)
 - SDH
 - IP
 - ถูกทุกข้อ
42. โปรโตคอลที่ใช้สำหรับส่ง “Charging message” ไปยังศูนย์จัดทำระบบ billing ?
- MAC
 - RLC
 - ATM
 - IP
 - GTP
43. ข้อใดเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการทำ Power Control ?
- แก้ปัญหา Near – far problem

- ข. บรรเทาการเกิด Fading
 - ค. เพิ่มความจุของระบบให้สูงขึ้น
 - ง. ลดการรบกวนแทรกสอดระหว่างผู้ใช้ด้วยกัน
 - จ. ถูกทุกข้อ
44. อัตราเร็วในการควบคุมการทำ Fast closed loop power Control คือข้อใด ?
- ก. 1,000 ครั้ง/วินาที
 - ข. 1,500 ครั้ง/วินาที
 - ค. 3.86×10^6 ครั้ง/วินาที
 - ง. 5×10^6 ครั้ง/วินาที
 - จ. ไม่มีข้อถูก
45. ข้อใด คือความหมายของ Soft handover ?
- ก. สร้าง connection ขึ้นมา 2 ชุด แล้วค่อยยกเลิกเส้นทางที่มีคุณภาพไม่ดี
 - ข. ต้องยกเลิกเส้นทางเชื่อมต่อปัจจุบันก่อน แล้วจึงสร้างเส้นทางเชื่อมต่อใหม่ ที่มีคุณภาพดีกว่า
 - ค. M.S. เปลี่ยนไปอยู่ในสถานีฐาน โดยที่ M.S. ต้องเคลื่อนที่อย่างช้าๆ
 - ง. MSC สั่งให้ RNC ที่ทำฟังก์ชัน Drift มาทำฟังก์ชัน Serving แทน
 - จ. MSC มอบอำนาจการดูแล M.S. ให้ SGSN ดูแลแทน
46. ถ้าสถานีฐานเดิม กับสถานีฐานใหม่ใช้ความถี่วิทยุที่ไม่เหมือนกัน การทำ handover ต้องเป็นแบบใด ?
- ก. Hard handover
 - ข. Soft handover
 - ค. Softer handover
 - ง. ข้อ ข และ ค ถูก
 - จ. ข้อ ก ข และ ค ถูก
47. ถ้าสถานีฐานเดิมเป็นโครงข่าย UMTS และสถานีฐานใหม่เป็นของโครงข่าย GSM การทำ hand over ต้องเป็นแบบใด ?
- ก. Hard handover
 - ข. Soft handover

- ค. Softer handover
 - ง. ข้อ ข และ ค ถูก
 - จ. ข้อ ก ข และ ค ถูก
48. ข้อใด คือผลกระทบที่เกิดจากการใช้ power control แก้ไขปัญหา Rayhigh fading ?
- ก. เกิด interference noise ไปรบกวนผู้ใช้คนอื่น
 - ข. สัญญาณรับ – ส่ง มี error เกิดเยอะขึ้น
 - ค. capacity ของโครงข่ายลดลง
 - ง. ชุมสาย MSC ทำงานมากขึ้น
 - จ. ถูกทุกข้อ
49. เมื่อเครื่องมือถือในสภาวะ standby เดินทางเข้าพื้นที่ที่มีค่ารหัส LAI เปลี่ยน จะมีกระบวนการใดเกิดขึ้น ?
- ก. Hard handoff
 - ข. Location updated
 - ค. Power Control
 - ง. ข้อ ข. และ ค. ถูก
 - จ. ไม่มีข้อใดถูก
50. การตรวจสอบสิทธิการให้บริการของผู้ใช้โดยโครงข่ายคือการทำงานอะไร ?
- ก. Confidentiality
 - ข. Authentication
 - ค. Privacy
 - ง. Integrity
 - จ. ถูกทุกข้อ
51. รหัสที่ถูกสร้างขึ้นใช้งานแทนรหัส IMSI คือรหัสอะไร ?
- ก. TMSI
 - ข. RES
 - ค. XRES
 - ง. Keystream block
 - จ. ไม่มีข้อใดถูก

52. Master K ที่ใช้งานใน โครงข่าย UMTS เก็บไว้ที่ใดบ้าง ?

- ก. USIM กับ AuC
- ข. AuC กับ MSC
- ค. MSC กับ VLR
- ง. HLR กับ VLR
- จ. ไม่มีข้อถูก

53. MAC-I ใช้ทำอะไร ?

- ก. Integrity Protection
- ข. Confidentiality
- ค. Privacy
- ง. Authentication
- จ. ถูกทุกข้อ

54. spoofing คือการ โจมตีระบบแบบใด ?

- ก. แอบดักขโมยข้อมูลในระหว่างทาง
- ข. เปลี่ยนแบบผู้รับโดยการแอบใช้ IP Address ของผู้รับ
- ค. ทำ session hijacking
- ง. ส่ง traffic มาก่อกวนจนกระทั่งทำงานต่อไปไม่ได้
- จ. ไม่มีข้อใดถูก

55. ข้อใด คือบริการของ Bearer Service ?

- ก. บริการสื่อสารทางเสียง
- ข. บริการส่ง SMS
- ค. บริการเชื่อมต่อแบบ Circuit – Switched
- ง. บริการ Call forwarding
- จ. ถูกทุกข้อ

56. โครงข่าย UMTS มีการนิยาม QoS ขึ้นใช้งานอะไรบ้าง ?

- ก. Voice, Video และ Data
- ข. Conversational, Streaming, Interactive และ Background
- ค. ประหยัด, ปกติ และ VIP
- ง. Circuit – Switched, IP – based และ Packet – Switched
- จ. ไม่มีข้อถูก

57. บริการใดต่อไปนี้มีเฉพาะในโครงข่าย UMTS ?

- ก. บริการ Video Telephony
- ข. บริการทางเสียง
- ค. บริการ รับ – ส่ง SMS
- ง. บริการ รับ – ส่ง MMS
- จ. ถูกทุกข้อ

58. พัฒนาของบริการ SMS คือบริการ อะไร ?

- ก. Chatting
- ข. m – Commerce
- ค. Video on demand
- ง. Video mail
- จ. Video conference

59. Concept ของบริการ Virtual Home Environment คืออะไร ?

- ก. ผู้ใช้สามารถใช้อุปกรณ์ปลายทางชนิดใดก็ได้เพื่อใช้บริการ
- ข. ผู้ใช้สามารถร้องขอใช้บริการได้ทุกหนแห่ง
- ค. เป็นบริการที่มีเฉพาะในโครงข่าย 3G
- ง. ข้อ ก. และ ข. ถูก
- จ. ถูกทุกข้อ

60. MVNO เป็นผู้ให้บริการประเภทใด ?

- ก. ผู้ให้บริการไม่จำเป็นต้องมีโครงข่ายเป็นของตัวเอง
 - ข. ผู้ให้บริการมีโครงข่ายเป็นของตัวเอง
 - ค. บริการ multimedia ความเร็วสูง
 - ง. บริการ VoIP
 - จ. ไม่มีข้อใดถูก
-

เฉลยแบบทดสอบ

หลักสูตร : โครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System

1.	จ.	31.	ข.
2.	ก.	32.	ก.
3.	ก.	33.	ก.
4.	ข.	34.	ก.
5.	ข.	35.	ข.
6.	ข.	36.	ข.
7.	ค.	37.	ง.
8.	ง.	38.	ก.
9.	ข.	39.	ก.
10.	ง.	40.	จ.
11.	จ.	41.	จ.
12.	จ.	42.	จ.
13.	ง.	43.	จ.
14.	ก.	44.	ข.
15.	จ.	45.	ก.
16.	ก.	46.	ก.
17.	ก.	47.	ก.
18.	ค.	48.	ก.
19.	จ.	49.	ข.
20.	ข.	50.	ข.
21.	ก.	51.	ก.
22.	ก.	52.	ก.
23.	ง.	53.	ก.
24.	ง.	54.	ข.
25.	ก.	55.	ก.
26.	ข.	56.	ข.

27.	ง.	57	ก.
28.	จ.	58	จ.
29.	ข.	59.	จ.
30.	ค.	60.	ก.



ภาคผนวก ข.

ตารางฝึกอบรม

ตารางกำหนดการอบรม

หลักสูตร โครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System

ระยะเวลา 4 วัน

สถานที่/ห้องอบรม ห้อง 8506

วัน	เวลา	หัวข้อ	วิทยากร
16 ตุลาคม 2549	09.00 น. – 12.00 น.	การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารแบบไร้สาย	ดร. พงศ์ฐิติพงศ์ศิลาภรณ์
	13.00 น. – 16.00 น.	การพัฒนาของโครงข่ายสื่อสารแบบไร้สาย	ดร. พงศ์ฐิติพงศ์ศิลาภรณ์
17 ตุลาคม 2549	09.00 น. – 12.00 น.	สถาปัตยกรรมของโครงข่ายUMTS การเข้าถึงโครงข่ายโดยวิธีการด้วยคลื่น	ดร. พงศ์ฐิติพงศ์ศิลาภรณ์
	13.00 น. – 16.00 น.		ดร. พงศ์ฐิติพงศ์ศิลาภรณ์
18 ตุลาคม 2549	09.00 น. – 12.00 น.	โปรโตคอลและระบบควบคุมที่ใช้กับโครงข่าย UMTS การทำงานพื้นฐานของโครงข่ายUMTS	ดร. พงศ์ฐิติพงศ์ศิลาภรณ์
	13.00 น. – 16.00 น.		ดร. พงศ์ฐิติพงศ์ศิลาภรณ์
19 ตุลาคม 2549	09.00 น. – 12.00 น.	ระบบความปลอดภัยที่ใช้กับโครงข่าย UMTS	ดร. พงศ์ฐิติพงศ์ศิลาภรณ์
	13.00 น. – 16.00 น.	การให้บริการบนโครงข่าย UMTS	ดร. พงศ์ฐิติพงศ์ศิลาภรณ์

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : วิสูตร งามศิริ

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอน หลักสูตร โครงข่าย Universal Mobile Telecommunication System ตามหลักสูตรการฝึกอบรม สถาบัน วิชาการ ทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)

สาขาวิชา : ไฟฟ้า

ประวัติ

ประวัติส่วนตัวเกิดเมื่อวันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2506 ที่ตำบลบางโรง อำเภอบางกล่ำ จังหวัด ฉะเชิงเทรา เป็นบุตรคนแรกของพี่น้อง 5 คน

ประวัติการศึกษา

- มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ ฉะเชิงเทรา
- โรงเรียนจ่าทหารเรือ สาขาช่างไฟฟ้า
- ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนกนกเทคโนโลยี
- ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเทคโนโลยี หมู่บ้านครู
- ปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม

ประวัติการทำงาน

- กรมจู่ทหารเรือตั้งแต่ พ.ศ. 2523-2536
- ปัจจุบันเป็นอาจารย์ ที่สถาบันวิชาการ ทีโอที