



รายงานการวิจัย

การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

Development of a Training Kit for the Performance of Optical
Communication Work Computer Networking code 3105-9004
High Diploma course Office of the Vocational Education Commission

เอกชัย ไก่แก้ว

วิทยาลัยเทคนิคแพร่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

รายงานการวิจัย

การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

Development of a Training Kit for the Performance of Optical
Communication Work Computer Networking code 3105-9004
High Diploma course Office of the Vocational Education Commission

เอกชัย ไก่แก้ว

วิทยาลัยเทคนิคแพร่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ชื่อโครงการวิจัย : การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
ผู้วิจัย : นายเอกชัย ไก่แก้ว
หน่วยงานที่สังกัด : วิทยาลัยเทคนิคแพร่
ระยะเวลาที่ทำวิจัย : ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง 2) เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ในรายวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 35 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 14 คน กลุ่มควบคุม จำนวน 21 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลได้แก่ 1) แบบประเมินชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t-test (t-Dependent) และ t-test (t-Independent)

ผลการวิจัย พบว่า 1) การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยที่ 4.68 2) ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพที่ 82.07/80.71 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 4) ผลการประเมินความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.52

คำสำคัญ : ชุดฝึกสมรรถนะ, ใยแก้วนำแสง, งานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

Thesis title : Development of a Training Kit for the Performance of Optical
Communication Work
Computer Networking System code 3105-9004
High Diploma course Office of the Vocational Education Commission
Name : Ekkachai kaikaew
Affiliated agencies : Phrae technical college
The period of research : Year 2019

Abstract

The purpose of this research is 1) to develop the capability training kit of communication works via fiber optic 2) to find the efficiency of the capability training kit of communication works via fiber optic, 3) to compare of the post- learning achievement between the experimental group and the control group and 4) to study the satisfaction of students studying by using a performance training kit for optical fiber communication work. in Computer Networking System (subject code 3105-9004) for High Vocational Certificate Level, Office of the Vocational Education Commission. The samples are the 35 students in the 1st year from the Branch of Electronics at Phrae Technical College who enrolled in Computer Networking System (subject code 3105-9004) for the academic year 2019. They were divided into 2 groups by simple random method which consisted of the experimental group of 14 students and the control group of 21 students. The instruments used for data collection were: 1) the evaluation form for the capability training kit of communication works via fiber optic; 2) the learning achievement test. The statistics used to analyze the data were mean, standard deviation. The hypothesis was tested with t-test (t-dependent) and t-test (t-independent) statistics.

The results of the research were as follows: 1) the development of the capability training kit of communication works via fiber optic was in the highest levels. The average value was 4.68. 2) The developed capability training kit of communication works via fiber optic was efficient at 82.07 / 80.71 which according to the provided criteria. 3) The post-learning achievement of the experimental group was significantly higher than that of the control group at 0.05. and 4) The results of the satisfaction level to the performance training kit for optical fiber communication work was 4.52 which interpreted the highest level.

Keywords: Performance training set, Fiber optic, Communication work

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รับการสนับสนุนส่งเสริมและคำแนะนำปรึกษา รวมไปถึงความร่วมมือให้การช่วยเหลือจากบุคคลในหน่วยงานต่าง ๆ คำแนะนำและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จและบรรลุผล

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุธี อักษรกิตติ์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรัตน์ อัศวานูวัตร, รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ, อาจารย์ไพโรจน์ พอใจ, อาจารย์สัญญา โพธิ์วงษ์, คุณชัชวาลย์ วัฒนพันธ์ วิศวกรระดับ 8 บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ที่ได้กรุณาที่ให้คำแนะนำข้อคิดเห็น ตรวจสอบผลงานและแก้ไขงานวิจัย และรองศาสตราจารย์ ดร.ปาริชาติ บัวเจริญ ที่ให้คำแนะนำตรวจสอบเครื่องมือ และสถิติในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่ รองผู้อำนวยการทั้ง 4 ฝ่าย สนับสนุนอำนวยความสะดวกในการศึกษาวิจัย คณะครูและเจ้าหน้าที่ อำนวยความสะดวกสนับสนุนข้อมูลด้านต่าง ๆ และขอขอบคุณนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ที่ร่วมกิจกรรมตามโครงการวิจัยและการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างดีมาโดยตลอด ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ที่ได้กล่าวถึง และผู้ที่ไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ มีส่วนช่วยเหลือ ให้การสนับสนุน และให้กำลังใจด้วยดีมาตลอดมาที่มีอาจกล่าวนามได้ทั้งหมด จึงขอขอบพระคุณทุกท่านด้วยความจริงใจ คุณค่าและประโยชน์จากการศึกษาฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบกตเวทิตาคุณแก่ บุพการี บुरพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างมาก จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกชัย ไก่แก้ว
กุมภาพันธ์ 2563

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	8
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	8
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น	9
1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ	9
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
2.1 หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2557	10
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีเครือข่ายใยแก้วนำแสง	12
2.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบเครือข่าย	16
2.4 ทฤษฎีการเรียนรู้	34
2.5 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	36
2.6 แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะ	45
2.7 ความพึงพอใจ	49
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	54
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	61
3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	62
3.2 ออกแบบและสร้างเครื่องมือวิจัย	64
3.3 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	65
3.4 ออกแบบและสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	66
3.5 เก็บรวบรวมข้อมูล	73
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	75
3.7 ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	78
3.8 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	80

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.9 การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ	80
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	82
4.1 ผลการออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	82
4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	85
4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	87
4.4 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	88
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	90
5.1 สรุปผลของการวิจัย	90
5.2 อภิปรายผล	92
5.3 ข้อเสนอแนะ	94
บรรณานุกรม	96
ภาคผนวก ก	101
- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	102
- หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ	144
- หนังสือตอบรับจากผู้เชี่ยวชาญ	151
ภาคผนวก ข	162
- ลักษณะรายวิชาวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004	163
- การแบ่งหน่วยเรียน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004	164
- หน่วยเรียนและสมรรถนะรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	168
- วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	172
- ตารางวิเคราะห์สมรรถนะการเรียนรู้	173
- ตารางวิเคราะห์หลักสูตรโดยบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	176
- ตารางวิเคราะห์สมรรถนะรายวิชาโดยบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	177
- ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับจำนวนแบบทดสอบ	183
- แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน 60 ข้อ	185
ภาคผนวก ค	200
- การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบ	201
- ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ 60 ข้อ	208
- คะแนนจากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่คัดเลือก (50 ข้อ)	212

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
- การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน	215
- การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม ที่ไม่ได้เรียนด้วยชุดฝึก	217
- สมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	
- ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	219
ภาคผนวก ง	220
- ตารางประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2	221
- แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของนวัตกรรมและแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	222
- แบบสอบถามระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	224
- แบบสอบถามระดับความพึงพอใจของนักศึกษา	225
ภาคผนวก จ	226
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 6	227
- ตัวอย่างใบงานการทดลองที่ใช้ประกอบการเรียนในรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	255
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 50 ข้อ	266
- เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 50 ข้อ	276
- นำผลงานร่วมแสดงงานแข่งขันทักษะและสิ่งประดิษฐ์คนรุ่นใหม่ ระดับอาชีวศึกษาจังหวัด แพร่	280
- นำชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง นำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 30105-2002	281
ภาคผนวก ฉ	
- บันทึกข้อความเผยแพร่ผลงานวิชาการชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	284
- หนังสือตอบรับการเผยแพร่บทความวิจัย	285
- เผยแพร่บนเว็บไซต์ของสถานศึกษา	295
- ตีพิมพ์วารสารบัณฑิตศึกษาปริทรรศน์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย	296
- เกียรติบัตร การอบรมเชิงปฏิบัติการเขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์วารสารทางวิชาการ	313
- หนังสือรับรองมาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ	314
ประวัติผู้วิจัย	

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	สถิติผลการเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	5
1-2	สภาพปัญหาที่ 1	5
1-3	สภาพปัญหาที่ 2	6
1-4	สภาพปัญหาที่ 3	6
1-5	สภาพปัญหาที่ 4	6
3-1	สมรรถนะของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	63
3-2	รายการความรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	63
3-3	ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	72
3-4	แบบประเมินทดสอบสมรรถนะของกลุ่มทดลอง	79
4-1	ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะ สื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	83
4-2	ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะ งานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	85
4-3	ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	85
4-4	ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม	86
4-5	คะแนนจากกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หลังเรียนของกลุ่มทดลอง	86
4-6	ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม	87
4-7	ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะ งานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	87
4-8	ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะ งานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	88

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	ชุดทดลองในการเรียนภาคปฏิบัติ วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	3
1-2	การเรียนภาคทฤษฎีและปฏิบัติ วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	3
1-3	โปรแกรมฝึกการทดลอง	4
1-4	การสอนภาคปฏิบัติด้วยโปรแกรมจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม Simulator	4
1-5	แนวความคิดการสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	7
2-1	แสดงลักษณะเทคโนโลยีใยแก้วนำแสง	13
2-2	โครงข่าย AON และ PON Networks	14
2-3	ใยแก้วนำแสง แบบ multi - mode (MM) และแบบ Single - mode (SM)	19
2-4	จะแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างภายในของสายเคเบิลใยแก้วนำแสง จำนวน 24 cores	20
2-5	โครงสร้างภายในของสายเคเบิลใยแก้วนำแสง จำนวน 24 cores	21
2-6	แสดงลักษณะของ Switch Cisco	22
2-7	แสดงลักษณะของ Router Cisco	23
2-8	แสดงลักษณะของเครื่องเซิร์ฟเวอร์	24
2-9	การเชื่อมต่อมีเดียคอนเวอร์เตอร์	25
2-10	คอนเน็คเตอร์ชนิดต่าง ๆ	26
2-11	ขนาดของหัวคอนเน็คเตอร์	27
2-12	ประเภทของปลายหัวคอนเน็คเตอร์	27
2-13	ข้อต่อกลางทางแบบตัวเมีย	28
2-14	ประเภทของ Adapters	29
2-15	Adapters ที่ปลายทั้งสองด้านไม่เหมือนกัน	29
2-16	ลักษณะกล่องโทรทัศน์วงจรปิด	30
2-17	สายเคเบิลสำหรับการส่งสัญญาณภาพ	31
2-18	เครื่องบันทึกภาพและจอแสดงผล	31
2-19	ลักษณะของแอกเซสพอยต์ไร้สาย	32
2-20	ลักษณะการเชื่อมต่อแอกเซสพอยต์	33
3-1	ผังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	61
3-2	กรอบแนวคิดและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	65
3-3	แบบร่างแนวความคิดการสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	66
3-4	การออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่าย	67
3-5	โครงสร้างหลักของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	68
3-6	Cable Stripper สำหรับตัดและปอกเปลือกหุ้มสาย	69
3-7	สายเชื่อมต่อกับหัวแบบ Fast connector แบบ SC	69

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3-8	การเชื่อมต่อระบบภาพ	70
3-9	การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	70
3-10	การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย	71
3-11	การเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย	71
3-12	กิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีและปฏิบัติของกลุ่มทดลอง	74
3-13	ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	75
3-14	แสดงขั้นตอนการวัดประสิทธิภาพการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	79
4-1	แสดงการสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	82
4-2	แสดงผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึก	84

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 มีกรอบเป้าหมายและทิศทางการจัดการศึกษาของประเทศ โดยมุ่งจัดการศึกษาให้คนไทยทุกคนสามารถเข้าถึงโอกาสและความเสมอภาคในการศึกษาที่มีคุณภาพ พัฒนาระบบการบริหารจัดการศึกษาที่มีประสิทธิภาพ พัฒนาค้นให้มีสมรรถนะในการทำงานที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานและการพัฒนาประเทศ แนวคิดการจัดการศึกษาตามแผนการศึกษาแห่งชาติ ยึดหลักสำคัญในการจัดการศึกษาประกอบด้วย หลักการจัดการศึกษาเพื่อปวงชน (Education for All) หลักการจัดการศึกษาเพื่อความเท่าเทียมและทั่วถึง (Inclusive Education) หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง (Sufficiency Economy) โดยมียุทธศาสตร์ ด้านการพัฒนากำลังคนหรือทรัพยากรมนุษย์ ให้คนไทยทุกคนได้รับการศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างเป็นสุข สอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21 (แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579, 2560) และพัฒนาค้นคนไทยให้เป็นพลเมืองดี มีคุณลักษณะ ทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับบทบาทหน้าที่ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติและยุทธศาสตร์ชาติ โดยมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญที่จะปฏิรูปการเรียนรู้เพื่อจะพัฒนาศักยภาพของคนไทยให้ก้าวสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ได้อย่างเข้มแข็ง โดยเน้นความสำคัญที่ผู้เรียนใช้วิธีการเรียนรู้อย่างกว้างขวางสามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิตและหลากหลายมีคุณภาพและประสิทธิภาพ จากการปฏิรูปการศึกษาดังกล่าว สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาจึงได้มีนโยบายและการปรับบทบาทการจัดการอาชีวศึกษาเพื่อให้สนองต่อความต้องการของตลาดแรงงานทั้งด้านปริมาณ คุณภาพและเทคโนโลยีที่พัฒนาไปอย่างไม่หยุดยั้ง โดยเฉพาะปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารของโลกในทุกวันนี้ได้มีการพัฒนาเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่นเดียวกับเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตและระบบเครือข่ายได้มีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก (วิชัย นระมาตย์, 2561) ในระบบการสื่อสารข้อมูลปัจจุบันได้มีการใช้เทคโนโลยีใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) มาใช้ในการเชื่อมโยงระบบเครือข่ายด้านต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทั้งเรื่อง ครอบคลุมของการเชื่อมต่อระบบ ความรวดเร็วในการรับส่งข้อมูล และความปลอดภัยของข้อมูล ซึ่งใยแก้วนำแสงได้เข้ามามีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมาก กล่าวได้ว่าการศึกษาทางด้านเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงเป็นส่วนสำคัญ ในด้านการพัฒนาทางการศึกษาให้มีความก้าวหน้าทันกับเทคโนโลยีที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรให้มีการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ความสามารถก้าวหน้าทันเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วตลอดจนระบบต่าง ๆ เช่น ติดตั้งระบบเครือข่ายการสื่อสาร การซ่อมบำรุงรักษาระบบโครงข่ายการสื่อสาร ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความเข้าใจในหลักการและขั้นตอนการทำงานในส่วนต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติงาน การซ่อมบำรุงอุปกรณ์การประยุกต์ใช้งานหรือ ประกอบในการเรียนการสอนในระดับชั้นสูงต่อไป

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ได้จัดการเรียนการสอนสายอาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) และระดับปริญญาตรีเทคโนโลยีหรือสายปฏิบัติการ (ทล.บ.) เพื่อป้อนเข้าสู่ตลาดแรงงานและสอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการและเทคโนโลยีที่ทันสมัย สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้จัดการเรียนการสอนวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2557 (สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ, 2562) โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจและมีทักษะเกี่ยวกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ อันจะเป็นพื้นฐานในการประยุกต์ใช้กับวิชาชีพในสาขาอื่นต่อไป จากการสอบถามข้อมูลผู้สอนรายวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ในด้านสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังจาก การจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาและจากการสอบถามครูผู้สอนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ของสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 พบว่า 1) การเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ยังขาดชุดฝึกที่มีลักษณะการฝึกปฏิบัติที่ไม่สอดคล้องกับเทคโนโลยีเครือข่ายที่มีในปัจจุบัน หรือที่มีอยู่ก็เป็นชุดฝึกระบบเครือข่ายแบบเดิมที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกัน ครูภัณฑ์มีสภาพเก่าและชำรุด 2) การเรียนการสอนในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติผู้ทำหน้าที่สอนยังคงใช้ชุดฝึกเป็นแบบเก่าและวิธีการสอนแบบครูเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ 3) สถานศึกษาจำนวนมากที่ยังขาดแคลนชุดฝึกใยแก้วนำแสงที่ทันสมัย เนื่องจากชุดทดลองมีราคาสูง บางสถานศึกษาไม่มีงบประมาณเพียงพอที่จะจัดซื้อ 4) ผลการเรียนในภาคปฏิบัติ ยังมีผลการปฏิบัติงานในระดับต่ำ ในส่วนของสถิติผลการเรียนรายวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ พบว่า นักศึกษามีผลการเรียนในระดับปานกลาง (เกรด 2) เป็นจำนวนมาก (สัญญา โพธิ์วงษ์ : 2561) จากเหตุผลและปัญหาดังที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยสนใจสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง เพื่อใช้สำหรับแก้ปัญหาสมรรถนะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาดังกล่าว

จากการสอบถามข้อมูลจากอาจารย์ผู้สอนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในสถานศึกษาสังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 ในด้านสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน และผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังจากการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาพบว่า

1. การเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ขาดชุดฝึกที่มีลักษณะการฝึกที่สอดคล้องกับเทคโนโลยีระบบเครือข่ายในปัจจุบัน หรือที่มีอยู่ก็เป็นชุดฝึกระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เก่าที่ชำรุดตามสภาพและไม่ทันสมัย วัสดุอุปกรณ์ที่จัดหาได้เป็นพื้นฐานการฝึกปฏิบัติตามงบประมาณที่จัดสรรตามรายวิชาเท่านั้น ชุดฝึกเครือข่ายที่มีอยู่เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกันเป็นเครือข่าย การฝึกปฏิบัติงานเป็นการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่าตรงตามการเรียนในภาคทฤษฎีและใบปฏิบัติงานเท่านั้น ทำให้ผู้สอนประสบปัญหาในการวางแผนกำหนดการสอน การจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง ซึ่งจะให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติให้เกิดสมรรถนะเหมือนหรือใกล้เคียงสภาพการทำงานจริง ๆ ในสถานประกอบการได้ยาก และอีกปัญหาที่พบคือขั้นตอนการเชื่อมต่อสายมีความยุ่งยากและการตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำได้ค่อนข้างยาก ผู้เรียนที่มีความสนใจเท่านั้นจึงจะทำการทดลองได้ ส่วนใหญ่จะรอดัดลอกผลจากผู้ทำงานเสร็จและมีผู้เรียนบางส่วนไม่ทำการทดลอง แต่จะสร้างผลการทดลองด้วยการนำความรู้ที่ได้รับจากการเรียนภาคทฤษฎีมาตอบในใบงานการทดลองเอง



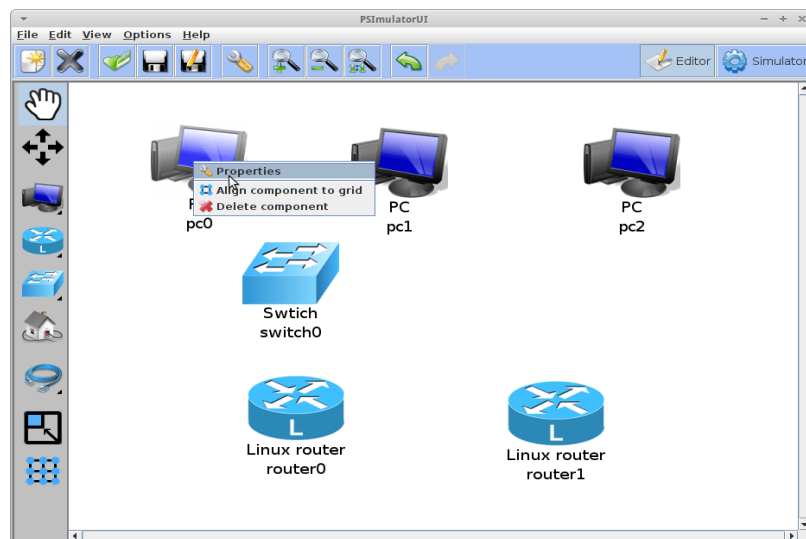
ภาพที่ 1-1 ชุดทดลองในการเรียนภาคปฏิบัติ วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
 ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

2. การเรียนการสอนในภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ ผู้ทำหน้าที่สอนยังคงใช้ชุดฝึกเป็นแบบเก่าและวิธีการสอนแบบครูเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ เช่น การสอนแบบบรรยายหน้าชั้นเรียน เพื่ออธิบายการทำงานและสาธิตการปฏิบัติ แล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติตามขั้นตอน ดังภาพที่ 1-2 ซึ่งเป็นวิธีสอนที่ไม่หลากหลายยังทำให้นักศึกษาขาดทักษะการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ไม่ได้แสดงความสามารถเต็มศักยภาพความสามารถที่อาจถูกปิดกั้นไม่มีโอกาสค้นพบความรู้ด้วยตนเอง

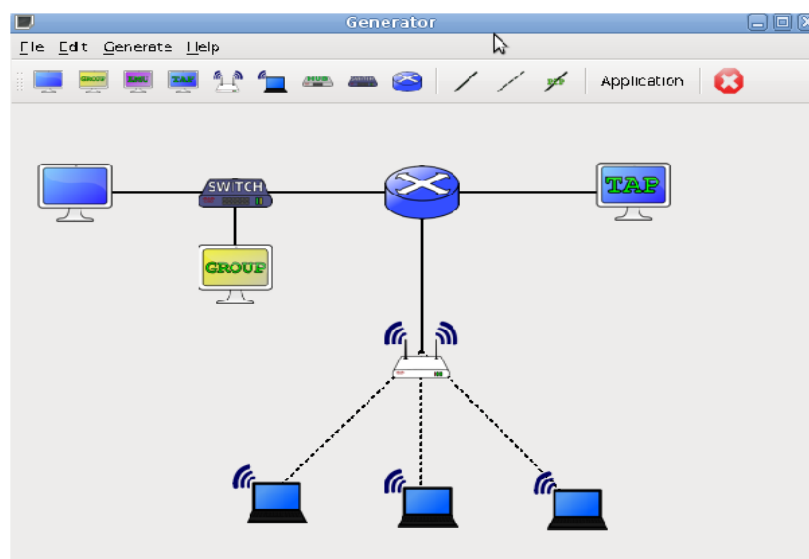


ภาพที่ 1-2 การเรียนภาคทฤษฎีและปฏิบัติ วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
 ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

3. สถานศึกษาจำนวนมากที่ยังขาดแคลนชุดฝึกระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัย เนื่องจากชุดทดลองที่มีทั้งในประเทศและจากต่างประเทศมีราคาสูง บางสถานศึกษาจึงไม่มีงบประมาณเพียงพอที่จะจัดซื้อ ที่มีอยู่จึงเป็นชุดฝึกเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีเท่านั้น เช่น โปรแกรม Network Simulator เป็นต้น ทำให้นักเรียนขาดทักษะการปฏิบัติงานกับอุปกรณ์จริง ไม่ได้สัมผัสหรือเห็นของจริง ไม่เกิดทักษะและสมรรถนะการปฏิบัติงานที่เหมือนจริงในสถานประกอบการ



ภาพที่ 1-3 โปรแกรมฝึกการทดลอง
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)



ภาพที่ 1-4 การสอนภาคปฏิบัติด้วยโปรแกรมจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม Simulator
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

4. ผลการเรียนรู้ภาคปฏิบัติ ผู้เรียนยังมีผลการปฏิบัติงานในระดับต่ำ จากสถิติของผลการเรียนรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ปีการศึกษา 2560 และ ปีการศึกษา 2561 พบว่า นักเรียนมีผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (เกรด 2-2.5) เป็นจำนวนมาก ดังตารางที่ 1-1 สาเหตุดังกล่าวผู้วิจัยพบว่า เกิดจากการขาดสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ และชุดฝึกภาคปฏิบัติ ที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาและเกิดสมรรถนะในการปฏิบัติงานและด้วยเนื้อหาวิชาที่มีปริมาณมาก ทำให้เวลาที่ใช้ในการสอนจริงไม่เพียงพอต่อเวลาที่ใช้ปฏิบัติได้ครบตามเนื้อหาของหลักสูตรที่กำหนด

ตารางที่ 1-1 สถิติผลการเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

เกรด	ปีการศึกษา 2560	ปีการศึกษา 2561
4	1 คน	3 คน
3.5	3 คน	4 คน
3	3 คน	3 คน
2.5	3 คน	7 คน
2	6 คน	7 คน
1.5	3 คน	3 คน
1	- คน	- คน
0	- คน	- คน
รวม	23 คน	27 คน

ตารางที่ 1-2 สภาพปัญหาที่ 1

ลำดับที่	ที่มาของการแบ่งหน่วยการเรียนรู้ วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004	วิทยาลัยเทคนิค แพร่	วิทยาลัยเทคนิค น่าน	วิทยาลัยเทคนิค พะเยา	วิทยาลัยเทคนิค เชียงราย
1	แบ่งตามหลักสูตรที่ สอศ. กำหนด	✓	✓	✓	✓
2	แบ่งตามคำอธิบายรายวิชาที่ สอศ. กำหนด	✓	✓	✓	✓
3	แบ่งตามหนังสือเรียนของสำนักพิมพ์ต่าง ๆ ที่มีจำหน่าย	✓	✓	✓	✓
4	แบ่งตามความเข้าใจของครูผู้สอน	✓	✓	✓	✓
5	แบ่งตามคำอธิบายรายวิชาและเทคโนโลยีใน ปัจจุบัน	-	-	-	-

ตารางที่ 1-3 สภาพปัญหาที่ 2

ลำดับที่	ชื่อสถานศึกษา	จำนวนหน่วยการเรียนรู้
1	วิทยาลัยเทคนิคแพร่	10
2	วิทยาลัยเทคนิคน่าน	9
3	วิทยาลัยเทคนิคพะเยา	9
4	วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย	10

ตารางที่ 1-4 สภาพปัญหาที่ 3

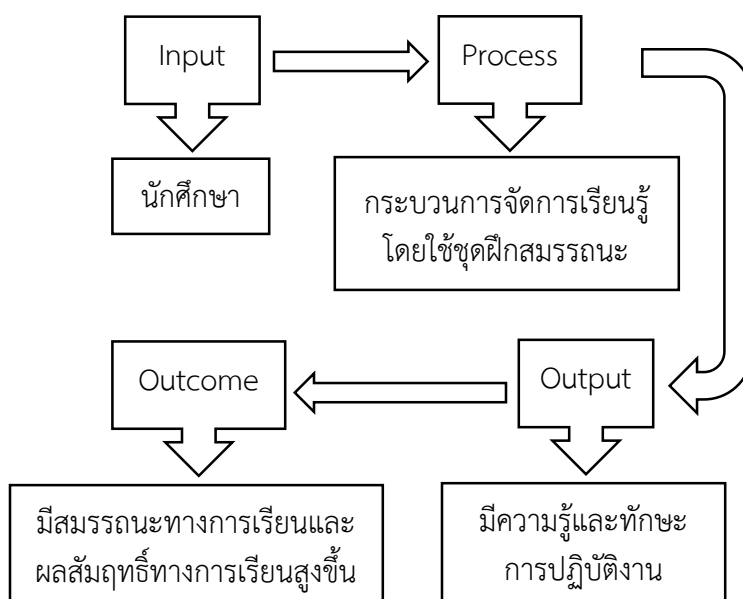
ลำดับที่	ชุดฝึกที่ใช้ฝึกปฏิบัติใบงาน	วิทยาลัยเทคนิคแพร่	วิทยาลัยเทคนิคน่าน	วิทยาลัยเทคนิคพะเยา	วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
1	อุปกรณ์ทดลองระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	1 ชุด	1 ชุด	-	1 ชุด
2	ใช้ฝึกทดลองระบบเครือข่ายเมื่อ 15 ปีที่แล้ว	1 ชุด	1 ชุด	1 ชุด	1 ชุด
3	ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่ทันสมัยและเข้าใจง่าย	-	-	-	-

ตารางที่ 1-5 สภาพปัญหาที่ 4

ลำดับที่	การแบ่งหน่วย วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004	วิทยาลัยเทคนิคแพร่	วิทยาลัยเทคนิคน่าน	วิทยาลัยเทคนิคพะเยา	วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
1	พื้นฐานระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	✓	✓	✓	✓
2	มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลบนเครือข่าย	✓	✓	✓	✓
3	แบบจำลองเครือข่ายและโพรโทคอล	✓	✓	✓	✓
4	การสื่อสารบนเครือข่าย	✓	✓	✓	✓
5	อุปกรณ์เครือข่าย	✓	✓	✓	✓
6	เทคโนโลยีเครือข่าย	✓	✓	-	✓
7	เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย	✓	✓	✓	✓
8	การออกแบบและติดตั้งระบบเครือข่าย	✓	✓	✓	✓
9	ระบบปฏิบัติการเครือข่ายและการจัดการ	✓	-	✓	✓
10	การวิเคราะห์หาสาเหตุและการแก้ไขปัญหา	✓	✓	✓	✓

จากเหตุผลและปัญหาดังที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยสนใจพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงเพื่อใช้แก้ปัญหามรรถนะของนักเรียนดังกล่าว โดยอาศัยองค์ความรู้ที่มีประกอบกับอุปกรณ์เครือข่ายที่ทันสมัยและศักยภาพของคอมพิวเตอร์ ในการสร้างชุดฝึกที่ผสมผสานอุปกรณ์เครือข่ายและเทคโนโลยีใยแก้วนำแสงที่ใหม่เข้าไป สร้างบทเรียนในภาคทฤษฎี ที่สามารถสื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ดีขึ้น ส่วนภาคปฏิบัติใช้เป็นชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง เพื่อแสดงผลการทำงานของการทำงานสื่อสารด้วยใยแก้วนำแสงและการทำงานของอุปกรณ์เครือข่าย ในใบงานการทดลองที่พัฒนาขึ้น สามารถเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง วัดค่าแสงและแสดงผลไปยังเครื่องมือวัดทางแสง การใช้ชุดคำสั่งในการตรวจสอบระบบ เชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ต การสื่อสารระบบภาพและการสื่อสารแบบไร้สาย ดังนั้นชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง จึงสามารถทำให้ผู้เรียนเห็นลักษณะทางกายภาพและการทำงานของระบบการสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงได้ชัดเจนขึ้น สามารถสร้างความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

กรอบแนวคิดของการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง เพื่อให้มีความรู้และทักษะในการปฏิบัติงานส่งผลให้นักศึกษามีสมรรถนะทางการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง แสดงดังภาพที่ 1-5



ภาพที่ 1-5 แนวคิดการสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
- 1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
- 1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
- 1.2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

- 1.3.1 ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์
- 1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้สำหรับจัดการเรียนการสอนที่ใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ดังนี้ เนื้อหาใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) งานเข้าหัว ต่อสาย วัดค่าทดสอบค่า loss สาย Fast connector การใช้คำสั่งตรวจสอบการเชื่อมต่อ เชื่อมต่อและทดสอบการเชื่อมต่อระบบภาพ เชื่อมต่อและทดสอบอินเทอร์เน็ต เชื่อมต่อและทดสอบระบบเครือข่ายไร้สาย เชื่อมต่อแบบหลอมละลายและทดสอบแบบหลอมละลาย จำนวน 5 ใบงาน สำหรับพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 ของนักศึกษาสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่

1.4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรได้แก่นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้องเรียนรวมจำนวน 35 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย และใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม มีขั้นตอนดังนี้ 1) สุ่มห้องเรียนมา 2 ห้องจากทั้งหมด 8 ห้อง โดยวิธีการจับฉลาก 2) สุ่มเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีการจับฉลาก จาก 2 ห้อง คือ ห้องเรียนที่ 1 เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 14 คน ใช้วิธีการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง และห้องเรียนที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 21 คน ใช้วิธีการเรียนการสอนด้วยวิธีปกติ

1.4.3 ตัวแปรต้น ได้แก่ ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

1.4.4 ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจต่อการใช้งานชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

การวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดในเรื่องเวลาและสถานที่ ด้วยวิทยาลัยที่ในสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษานั้น มีพื้นที่ห่างกัน ประกอบกับระยะเวลาในภาคเรียนต่อระยะเวลาของปีงบประมาณมีความเหลื่อมล้ำกัน ซึ่งส่งผลต่อวิธีการดำเนินงาน การเก็บรวบรวมข้อมูล กลุ่มประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยเลือกวิทยาลัยเทคนิคแพร่ โดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายด้วยวิธีการจับฉลาก (Simple Random Sampling) เพื่อความสะดวกในการทดลองและไม่เป็นอุปสรรคในการเดินทาง

1.7 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1.7.1 ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง หมายถึง สื่อการสอนที่มีส่วนประกอบของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อด้วยใยแก้วนำแสง โดยมีการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงด้วย Fusion Splicer การเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงด้วยหัว Fast Connector การทดสอบสายใยแก้วนำแสง การประยุกต์ใช้งานสื่อสารระบบภาพ และงานสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สาย ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อสร้างเสริมความเข้าใจ และเพิ่มทักษะการเรียนรู้ด้านการประยุกต์ใช้งานใยแก้วนำแสงร่วมกับอุปกรณ์เครือข่ายอื่น ๆ ให้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งประกอบด้วย ชุดฝึกสมรรถนะ ใบงานการทดลอง ใบเนื้อหา และแบบทดสอบ

1.7.2 สมรรถนะ หมายถึง ความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่จำเป็นของนักศึกษาที่ผ่านกระบวนการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

1.7.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 จำนวน 50 ข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.7.4 ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ที่ผู้วิจัยออกแบบและสร้างขึ้น วัดจากแบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน 14 ข้อ ลักษณะแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.8.1 ผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2557

1.8.2 เป็นแนวทางให้ครูอาชีวศึกษาในการพัฒนาและสร้างสื่อเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสร้างความพึงพอใจที่ดีต่อการเรียนอาชีวศึกษา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการออกแบบ สร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง เพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2557 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารต่าง ๆ รวบรวมข้อมูลทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนการศึกษาวิจัยดังนี้

- 2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2557
- 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีเครือข่ายใยแก้วนำแสง
- 2.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบเครือข่าย
- 2.4 ทฤษฎีการเรียนรู้
- 2.5 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
- 2.6 แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะ
- 2.7 ความพึงพอใจ
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2557

2.1.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

2.1.1.1 เป็นหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อพัฒนากำลังคนระดับเทคนิคให้มีสมรรถนะ มีคุณธรรม จริยธรรมและบรรณวิชาชีพ สามารถประกอบอาชีพได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานและการประกอบอาชีพอิสระ สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ ทั้งในระดับชุมชน ระดับท้องถิ่นและระดับชาติ

2.1.1.2 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้เลือกเรียนได้อย่างกว้างขวาง เน้นสมรรถนะด้วยการปฏิบัติจริง สามารถเลือกวิธีการเรียนตามศักยภาพและโอกาสของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเทียบโอนผลการเรียนสะสมผลการเรียน เทียบความรู้และประสบการณ์จากแหล่งวิทยาการ สถานประกอบการและสถานประกอบอาชีพอิสระ

2.1.1.3 เป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นให้ผู้สำเร็จการศึกษามีสมรรถนะในการประกอบอาชีพ มีความรู้เต็มภูมิ ปฏิบัติได้จริงมีความเป็นผู้นำและสามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี

2.1.1.4 เป็นหลักสูตรที่สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกัน ระหว่างหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและเอกชน

2.1.1.5 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา ชุมชนและท้องถิ่น มีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตรให้ตรงตามความต้องการและสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของภูมิภาค เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

2.1.2 จุดหมายของหลักสูตร

2.1.2.1 เพื่อให้มีความรู้และทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิต สามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมหรือศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น

2.1.2.2 เพื่อให้มีทักษะและสมรรถนะในอาชีพตามมาตรฐานวิชาชีพ

2.1.2.3 เพื่อให้สามารถบูรณาการความรู้ ทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ ประยุกต์ใช้งานอาชีพสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี

2.1.2.4 เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจและภาคภูมิใจในงานอาชีพ รักงาน รักองค์กร สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดีและมีความภาคภูมิใจในตนเองต่อการเรียนวิชาชีพ

2.1.2.5 เพื่อให้มีปัญญา ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีความคิดสร้างสรรค์ มีความสามารถในการจัดการ การตัดสินใจและการแก้ปัญหา รู้จักแสวงหาแนวทางใหม่ ๆ มาพัฒนาตนเอง ประยุกต์ใช้ความรู้ในการ สร้างงานให้สอดคล้องกับวิชาชีพและการพัฒนางานอาชีพอย่างต่อเนื่อง

2.1.2.6 เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีคุณธรรม ซื่อสัตย์ มีวินัย มีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรงทั้งร่างกาย และจิตใจเหมาะสมกับการปฏิบัติในอาชีพนั้น ๆ

2.1.2.7 เพื่อให้เป็นผู้มีพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม ต่อต้านความรุนแรงและสารเสพติด ทั้งในการทำงาน การอยู่ร่วมกัน มีความรับผิดชอบต่อครอบครัว องค์กร ท้องถิ่นและประเทศชาติ อุทิศตนเพื่อสังคม เข้าใจและเห็นคุณค่าของศิลปวัฒนธรรมไทย ภูมิปัญญาท้องถิ่น ตระหนักในปัญหาและความสำคัญของสิ่งแวดล้อม

2.1.2.8 เพื่อให้ตระหนักและมีส่วนร่วมในการพัฒนาและแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจของประเทศ โดยเป็นกำลังสำคัญในด้านการผลิตและให้บริการ

2.1.2.9 เพื่อให้เห็นคุณค่าและดำรงไว้ซึ่งสถาบันชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ ปฏิบัติตนในฐานะพลเมืองดีตามระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

2.1.2 หลักสูตรรายวิชา

2.1.2.1 ชื่อวิชาและรหัสวิชา

วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Networking System) รหัสวิชา 3105-9004 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 2 หน่วยกิต เวลาเรียนรวม 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

2.1.2.2 จุดประสงค์รายวิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 ดังนี้ เพื่อให้

- 1) เข้าใจหลักการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
- 2) มีทักษะในการออกแบบ ติดตั้ง ทดสอบ และแก้ไขปัญหาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

3) มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความประณีต รอบคอบและปลอดภัย ตระหนักถึง คุณภาพของงาน และมีจริยธรรมในงานอาชีพ

2.1.2.3 สมรรถนะรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 มีดังนี้

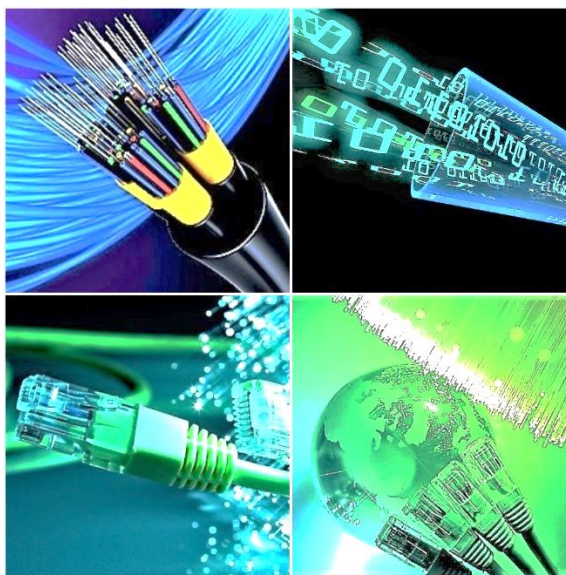
- 1) แสดงความรู้เกี่ยวกับเกี่ยวกับการออกแบบวางแผนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
- 2) ออกแบบระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
- 3) ติดตั้ง ทดสอบและแก้ปัญหาในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
- 4) ติดตั้งโปรแกรมควบคุมและใช้งานระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
- 5) บำรุงรักษาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

2.1.2.4 คำอธิบายรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 ดังนี้

ศึกษาและปฏิบัติ เกี่ยวกับการเลือกใช้และติดตั้งอุปกรณ์ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ทดสอบคุณลักษณะทั่วไปและตรวจสอบความถูกต้องของอุปกรณ์ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ การออกแบบระบบเครือข่าย การติดต่อสื่อสารระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ การส่งสัญญาณแบบแอนะล็อกและดิจิทัล OSI Model, Protocol TCP/IP, LAN, Network Topology WAN, VLAN, VPN (Virtual Private Network), ATM (Asynchronous Transfer Mode), ADSL, FDDI, FTTX ไยแก้วนำแสง มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลแบบต่าง ๆ อุปกรณ์เครือข่าย การติดตั้งเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบต่าง ๆ การจัดระบบเครือข่าย การวิเคราะห์หาสาเหตุและการแก้ไขเมื่อระบบเครือข่ายขัดข้อง

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีเครือข่ายใยแก้วนำแสง

ระบบสื่อสารในโลกทุกวันนี้พัฒนาและเติบโตขึ้นตลอดเวลา เรื่องของความปลอดภัย ความครอบคลุมของการเชื่อมต่อ และความรวดเร็วที่ใช้ในการรับส่งข้อมูล ซึ่งก็คือเทคโนโลยีใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) โดยมีการคาดการณ์กันว่าภายในปี 2025 ตลาดใยแก้วนำแสงจะมีการเติบโตมากขึ้น 8.5% และได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น ใยแก้วนำแสงประกอบด้วย สายใยแก้วเล็ก ๆ หลายเส้น โปรงใสและมีความยืดหยุ่นสูง ซึ่งโดยปกติแล้วสายเคเบิลสื่อสารจะใช้พลังงานไฟฟ้าแต่สายใยแก้วนำแสงจะใช้แสงเป็นตัวนำทำให้มีประสิทธิภาพ และมีความเร็วการรับส่งข้อมูลที่มากกว่า ซึ่งมีความเร็วที่สามารถส่งคลิปีวิดีโอความยาว 100 ชั่วโมง ส่งไปยังประเทศในอีกฟากหนึ่งของมหาสมุทรภายในเวลาไม่ถึง 1 วินาที ด้วยความเร็วการรับส่งข้อมูลดังกล่าว ทำให้มีการดำเนินโครงการสร้างสายเคเบิลใยแก้วผ่าน Faster มีความยาวทั้งหมดกว่า 9,000 กิโลเมตร เชื่อมโยงอินเทอร์เน็ตจากชายฝั่งตะวันตกของสหรัฐอเมริกาอย่าง Los Angeles, ย่าน Bay Area, Port Land และ Seattle เข้ากับจังหวัดชิบะและจังหวัดมิเอะของญี่ปุ่น ด้วยความเร็วกว่า 60 Tbsp. โดยใช้สายเคเบิลใยแก้วนำแสง 6 คู่ เพื่อตอบรับความนิยมในการใช้งานโซเชียลมีเดีย (Social Media) ที่มีมากขึ้นในสังคมทุกวันนี้ โดยมีการคาดการณ์ว่าในอนาคตเทคโนโลยีใยแก้วนำแสง จะเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในภาคธุรกิจ และบุคคลทั่วไป ทั้งในเรื่องของความรวดเร็วการรับส่งข้อมูล และที่สำคัญที่สุดก็คือเป็นความปลอดภัยด้านข้อมูล ซึ่งเป็นไปได้ว่าในอนาคตระบบการเชื่อมต่อที่ใช้สายทองแดง จะถูกยกเลิกและที่มากขึ้นไปกว่านั้นคือสายไฟเบอร์ออปติกกว่าระบบไร้สาย (Wire less) ที่ใช้กับสมาร์ทโฟนในปัจจุบัน แสดงดังภาพที่ 2-1

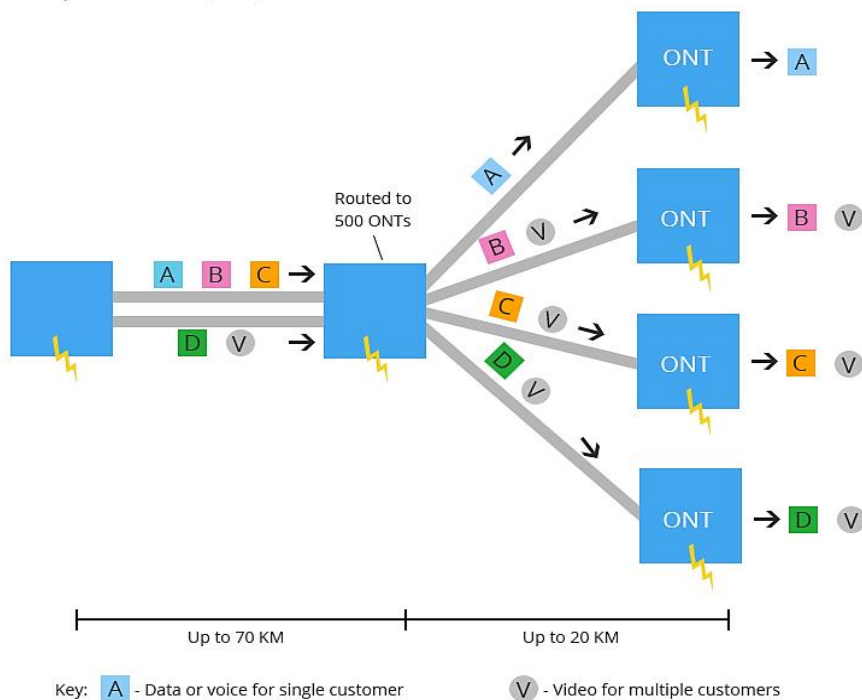


ภาพที่ 2-1 แสดงลักษณะเทคโนโลยีใยแก้วนำแสง
ที่มา : เอกชัย โภแก้ว (2562)

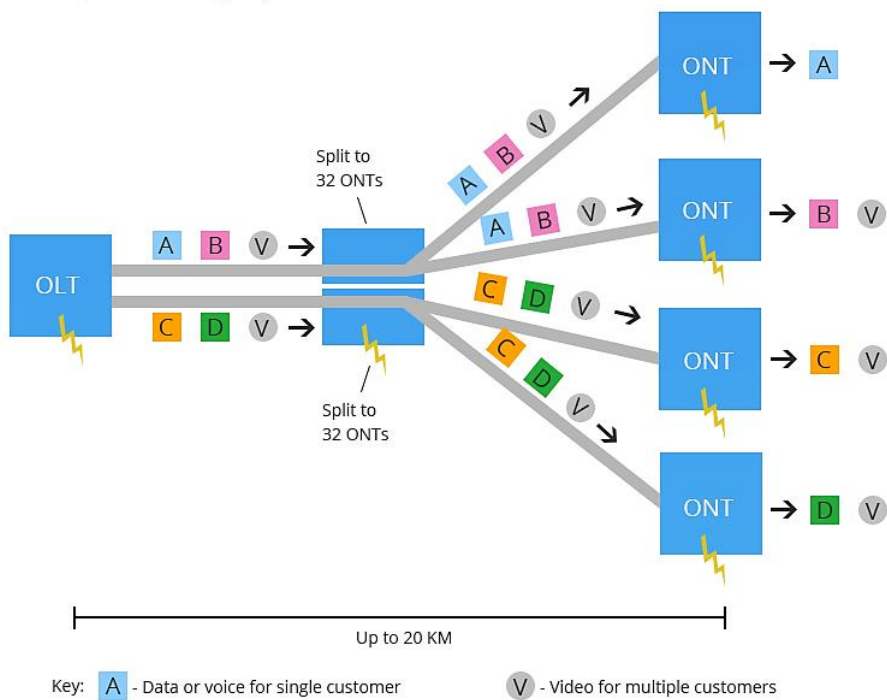
เทคโนโลยีเครือข่ายใยแก้วนำแสง ได้มีการพัฒนาระบบ AON (Active Optical Network) หรือเครือข่ายใยแก้วนำแสง ซึ่งจะช่วยให้เรื่องการประมวลผลรับส่งข้อมูล โดยไม่ต้องใช้ไฟฟ้า ช่วยเรื่องการส่งข้อมูลในระยะไกล ๆ นอกจากนี้ AON แล้วยังมี WDM (Wavelength Division Multiplexing) เป็นการส่งสัญญาณแต่ละช่องด้วยแสงที่มีความยาวคลื่นต่างกัน ทำให้สามารถส่งข้อมูลได้มากกว่า เมื่อเทียบกับการสื่อสารผ่านสายทองแดงแบบเดิม และ OAM (Orbital Angular Momentum) เป็นเทคนิคการบิดคลื่นแสงแล้วส่งออกไปในรูปของเกลียวคลื่น ซึ่งช่วยปรับปรุงเรื่องเพิ่มความจุแบนด์วิธ และความเร็วในการรับส่งข้อมูล ด้วยเทคโนโลยีการบิดเกลียวแสงเพื่อเพิ่มความเร็วการรับส่ง ทำให้อินเทอร์เน็ตดีขึ้นไปอีกขั้น นอกจากนี้เรื่องการรับส่งข้อมูลการสื่อสารและความเร็วอินเทอร์เน็ตแล้ว ยังมีส่วนช่วยในเรื่องของการสื่อสารผ่านวิทยุ เพราะเส้นใยแก้วนำแสงจะไม่ได้รับผลกระทบจากแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งถือเป็นส่วนช่วยสำคัญในอุตสาหกรรมการบินเป็นอย่างมาก

PON (Passive Optical Network) เป็นโครงสร้างเครือข่ายแบบหลายจุดที่ใช้ตัวแยกเส้นใยแก้วนำแสงแบบไม่มีกำลังขับเคลื่อนเพื่อแยกและรวบรวมสัญญาณอปติคัล เครือข่าย PON ช่วยให้ใยแก้วนำแสงเดียวให้บริการสมาชิกหลายรายโดยไม่จำเป็นต้องปรับใช้เส้นใยเดี่ยวระหว่างฮับ (Hub) และผู้ใช้ปลายทาง เครือข่าย PON ไม่รวมอุปกรณ์สวิตช์ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าและแบ่งปันเส้นใยแก้วนำแสงสำหรับส่วนต่าง ๆ ของเครือข่าย อุปกรณ์ขับเคลื่อนต้องใช้เฉพาะที่ต้นทางและจุดสิ้นสุดของสัญญาณในเครือข่าย PON ทั่วไปตัวแยก PLC เป็นแกนหลัก ตัวแยกสัญญาณ รวมสัญญาณใยแก้วนำแสงหลายตัวไว้ในเอาต์พุตเดียวหรือตัวแยกสัญญาณใยแก้วนำแสงรับอินพุตแสงเดียวและกระจายไปยังเอาต์พุตแยกหลายรายการ ตัวแยกสำหรับ PON เหล่านี้เป็นแบบสองทิศทาง เพื่อความชัดเจนสัญญาณใยแก้วนำแสงสามารถส่ง Down Stream จากสำนักงานกลางส่งออกมาจากผู้ใช้ทั้งหมด และสัญญาณจากผู้ใช้สามารถส่ง Up Stream รวมกันเป็นหนึ่งสายสัญญาณใยแก้วนำแสงเพื่อสื่อสารกับสำนักงานกลางแสดงดังภาพที่ 2-2

Active Optical Network (AON)



Passive Optical Network (PON)



ภาพที่ 2-2 โครงข่าย AON และ PON Networks
 ที่มา <https://community.fs.com/> (2562)

ภาพที่ 2-2 โครงข่ายแสดง AON และ PON Networks ตัวเลือกใดที่เหมาะสมกับระบบ FTTH (Fiber to the Home) หรือเป็นเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ (Broadband) ความเร็วสูงภายในบ้าน เป็นระบบที่ติดตั้งใยแก้วนำแสงจากจุดศูนย์กลางไปยังอาคารแต่ละหลังโดยตรงเช่นที่อยู่อาศัยและอพาร์ทเมนต์ การปรับใช้ FTTH นั้นมานานก่อนจะใช้ใยแก้วนำแสงมาทดแทนสายทองแดงเพื่อให้เข้าถึงอินเทอร์เน็ต (Internet) ได้

ความแตกต่าง AON กับ PON Networks เมื่อเลือกระหว่าง PON หรือ AON สิ่งสำคัญคือต้องพิจารณาว่าบริการใดบ้างที่จะถูกส่งผ่านเครือข่ายโทรโพลีเครือข่ายโดยรวมและลูกค้าหลักจะเป็นใคร ต่อไปนี้เป็นเกณฑ์หลักที่ต้องพิจารณาเมื่อตัดสินใจเลือกระหว่าง PON และ AON คือ การกระจายสัญญาณระหว่าง AON กับ PON Networks คือ ในระบบเครือข่าย AON ผู้สมัครสมาชิกมีสายใยแก้วนำแสงเฉพาะ กล่าวคือสมาชิกแต่ละคนจะได้รับแบนด์วิดท์ (Bandwidth) ที่เท่ากันและไม่ได้แชร์ แต่ในขณะที่ระบบ PON ผู้ใช้จะถูกแชร์สายใยแก้วนำแสงสำหรับส่วนหนึ่งของเครือข่ายใน PON ดังนั้นผู้ใช้ PON อาจพบว่าระบบนั้นช้าลงเนื่องจากผู้ใช้ทั้งหมดใช้แบนด์วิดท์เดียวกัน หากเกิดข้อผิดพลาดภายในระบบ PON ซึ่งจะยากต่อการหาสาเหตุของปัญหา

1) ต้นทุนและความน่าเชื่อถือ เมื่อเรียกใช้เครือข่ายที่มีอยู่เป็นที่ทราบกันดีว่าแหล่งต้นทุนหลักคือการบำรุงรักษาและเปิดเครื่องอุปกรณ์ เนื่องจากเครือข่ายสายใยแก้วนำแสงที่ใช้งานอยู่เป็นเครือข่ายที่ขับเคลื่อนทำให้ราคาแพง แต่มีความน่าเชื่อถือน้อยกว่าเครือข่ายสายใยแก้วนำแสงแบบพาสซีฟโดยเฉพาะอย่างยิ่งหากต้องการระบบซ้ำซ้อนอย่างสมบูรณ์

2) ระยะเวลาครอบคลุมของระบบ AON สามารถครอบคลุมช่วงระยะทางสูงสุด 90 กม. ในขณะที่ระบบ PON มักถูกจำกัด โดยสายเคเบิลใยแก้วที่วิ่งได้สูงสุด 20 กม. ซึ่งหมายความว่าสมาชิก PON จะต้องอยู่ใกล้กับสัญญาณต้นทางทางภูมิศาสตร์

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ควรพิจารณาหากเกี่ยวข้องกับแอปพลิเคชันหรือบริการพิเศษ ตัวอย่างเช่น บริการคลื่นความถี่วิทยุและวิดีโอจะถูกนำไปใช้งานโดยทั่วไปแล้ว PON จะเป็นโซลูชันที่ใช้งานได้จริงเท่านั้น ถ้าบริการทั้งหมดใช้อินเทอร์เน็ตโปรโตคอลอย่างไรก็ตาม PON หรือ AON อาจเหมาะสม หากมีระยะทางไกลกว่าเดิมและการให้พลังงานและการระบายความร้อนให้กับส่วนประกอบที่ใช้งานในสนามอาจก่อให้เกิดปัญหา PON อาจเป็นตัวเลือกที่ดีที่สุด อีกทางเลือกหนึ่งหากลูกค้าเป้าหมายเป็นลูกค้าเชิงพาณิชย์หรือหากโครงการนั้นมีที่อยู่อาศัยหลายแห่งดังนั้น AON อาจมีความเหมาะสมกว่า

ทั้งเครือข่าย PON และ AON ประกอบไปด้วยใยแก้วนำแสงซึ่งเป็นเส้นทางหลัก (Backbone) ในระบบ FTTH ที่ช่วยให้ผู้คนและธุรกิจสามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้ ไม่ว่าผู้ให้บริการจะปรับใช้ PON หรือ AON ผู้รับบริการทุกคนสามารถใช้งานได้เป็นปกติ รูปแบบการใช้สถาปัตยกรรมการรวมศูนย์กลาง (Centralization) หรือสถาปัตยกรรมแบบกระจาย (Distributed) ผู้ให้บริการอาจมีการปรับใช้งานโดยการผสมผสานสิ่งเหล่านี้ภายใต้สถานการณ์ที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามด้วยความต้องการที่เพิ่มขึ้นสำหรับความสามารถในการทำงานร่วมกันและความสามารถในการขยายระบบเครือข่ายจึงมีแนวโน้มว่าสถาปัตยกรรมเครือข่ายจะอนุญาตให้มีการใช้เครือข่ายใยแก้วนำแสงใด ๆ แทนกันได้ ในแอปพลิเคชัน PON หรือ AON ก็เป็นไปได้

2.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบเครือข่าย

2.3.1 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Networking System) หมายถึงการนำคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป เชื่อมต่อเข้าด้วยกันเพื่อใช้ข้อมูล โปรแกรมหรืออุปกรณ์ ทางด้านฮาร์ดแวร์ บางชนิดใช้งานร่วมกันได้เช่น Printer, Hard disk, CD ROM, Scanner เป็นต้น การสร้างเครือข่าย นอกจากจะต้องมีการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน โดยใช้สายเคเบิล เส้นใยแก้วนำแสงหรือดาวเทียมแล้ว ต้องมีตัวปรับต่อข่ายงาน (Network Adapter) และอุปกรณ์ประกอบอีกหลายชนิด และยังมีโปรแกรมระบบปฏิบัติการเครือข่ายหรือ NOS (Network Operating System) ระบบปฏิบัติการเครือข่าย ซึ่งจะเป็นตัวทำหน้าที่เกี่ยวกับการจัดการ การใช้งานเครือข่าย ของผู้ใช้งานเครือข่ายแต่ละคน หรือเป็นตัวจัดการและควบคุมการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ของเครือข่าย ระบบปฏิบัติการเครือข่ายที่เป็นที่นิยม เช่น Windows Server, Novell Netware, Sun Solaris และตระกูล Linux เป็นต้น การใช้ระบบเครือข่ายในปัจจุบันกำลังได้รับความนิยมมากขึ้นมีทั้งในบริเวณใกล้กันและอยู่ห่างกันคนละมุมโลกและยังทำให้ผู้ใช้สามารถติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยน ข้อมูลกันได้ ระบบเครือข่ายนั้นมีหลายขนาด ตั้งแต่ขนาดเล็ก เชื่อมต่อกันด้วยคอมพิวเตอร์เพียง 2-3 เครื่องเพื่อใช้งานในบ้านหรือในบริษัทเล็ก ๆ ไปจนถึงเครือข่ายขนาดใหญ่ที่เชื่อมต่อกันทั่วโลก ประโยชน์ในการใช้คอมพิวเตอร์ด้านต่าง ๆ เช่น

1) การใช้ทรัพยากรร่วมกัน (Sharing) หมายถึงการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ใช้เครื่องพิมพ์ร่วมกัน คือมีเครื่องพิมพ์เพียงเครื่องเดียวผู้ใช้งานทุกคนในเครือข่ายสามารถใช้เครื่องพิมพ์ได้ ทำให้สะดวกและประหยัดค่าใช้จ่ายเนื่องจากไม่ต้องลงทุนซื้อเครื่องพิมพ์หลายเครื่อง

2) การแชร์ไฟล์ (File Sharing) เมื่อคอมพิวเตอร์ถูกเชื่อมต่อเมื่อคอมพิวเตอร์ถูกเชื่อมต่อเป็นระบบเครือข่ายแล้ว การใช้ไฟล์ข้อมูลร่วมกันหรือการแลกเปลี่ยนไฟล์ ทำได้อย่างสะดวกและรวดเร็วไม่ต้องใช้อุปกรณ์เก็บข้อมูลใด ๆ ทั้งสิ้นในการโอนย้ายข้อมูล ตัดปัญหาเรื่องความจุของสื่อบันทึกข้อมูล ยกเว้นอุปกรณ์ในการจัดเก็บข้อมูลหลักอย่างฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) หากพื้นที่เต็มก็ต้องหามาเพิ่มเติมให้สามารถเก็บข้อมูลได้

3) การติดต่อสื่อสาร (Communication) โดยการใช้คอมพิวเตอร์ ที่เชื่อมต่อเป็นระบบเครือข่ายสามารถติดต่อสื่อสารกับเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นโดยอาศัยโปรแกรมในการสื่อสารที่มีความสามารถใช้เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ได้เช่น เดียวกันหรือการใช้อีเมล (E-mail) ภายใน ทำให้เครือข่ายภายในบ้าน (Home Network) หรือเครือข่ายภายในสำนักงาน (Office Network) และเกิดประโยชน์อีกมากมาย

4) การใช้อินเทอร์เน็ตร่วมกัน (Internet Sharing) คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่เชื่อมต่อในระบบเน็ตเวิร์ก สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้ทุกเครื่อง โดยมีโมเด็มตัวเดียวไม่ว่าจะเป็นแบบแอนะล็อก (Analog) หรือแบบดิจิทัล (Digital) เช่น ระบบ ADSL ในปัจจุบัน การแบ่งระบบเครือข่ายตามขนาด การแบ่งรูปแบบนี้จะดูขนาดการครอบคลุมพื้นที่เป็นสำคัญ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะดังนี้

1) ระบบเครือข่ายขนาดเล็ก (Local Area Network: LAN) เป็นกลุ่มของคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกันในพื้นที่จำกัด เช่น ภายในสำนักงานหรือภายในโรงงาน ส่วนมากจะใช้สายเคเบิลในการติดต่อสื่อสารกัน

2) ระบบเครือข่ายเมือง (Metropolitan Area Network: MAN) เป็นการนำเครือข่าย LAN หลาย ๆ เครือข่ายที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกันนำมาเชื่อมต่อกันให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเช่น เชื่อมต่อกันในเมืองหรือจังหวัดเป็นต้น

3) ระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง (Wide Area Network: WAN) เป็นกลุ่มของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกันแบบกว้างขวางอาจจะเป็นภายในประเทศ ระหว่างประเทศ โดยภายในเครือข่าย WAN จะมีเครือข่าย LAN หรือ MAN เชื่อมต่อกันอยู่ภายในเช่น สำนักงานใหญ่ที่กรุงเทพมหานครฯ ติดต่อกับสำนักงานสาขาในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งการสื่อสารกันอาจจะใช้ตั้งแต่ระบบโครงข่ายโทรศัพท์จนถึงดาวเทียม

การจำแนกระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ตามระดับความปลอดภัยของข้อมูลจำแนกได้ดังนี้

1) ระบบเครือข่ายอินทราเน็ต (Intranet) เป็นเครือข่ายที่ใช้ภายในองค์กรมีลักษณะคล้ายกับ Internet ระบบเครือข่าย Intranet ใช้เบราว์เซอร์ (Browser) และเว็บไซต์ (Web Site) เช่นเดียวกับ Internet ที่ให้บริการแบบสาธารณะ (Public Internet) โดยทั่วไปจะให้บริการ E-mail, Mailing lists, Newsgroups และ FTP ข้อแตกต่างของ Intranet กับ Internet คือ Intranet จะมีการเชื่อมต่อและสื่อสารกันภายในองค์กรเท่านั้น Intranet ยังให้บริการข้อมูลอื่น ๆ แก่พนักงานขององค์กร เช่น หมายเลขโทรศัพท์ ที่อยู่อีเมลผลประโยชน์ที่พนักงานควรได้รับ

2) ระบบเครือข่ายเอ็กซ์ทราเน็ต (Extranet) คือระบบเครือข่ายที่เชื่อมเครือข่ายภายในองค์กรหรือ Intranet เข้ากับระบบคอมพิวเตอร์ที่อยู่ภายนอกองค์กร เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ของสาขาของ ผู้จัดการจำหน่ายหรือของลูกค้า เป็นต้น โดยการเชื่อมต่อเครือข่ายอาจเป็นได้ทั้งการเชื่อมต่อโดยตรงระหว่าง 2 จุด หรือการเชื่อมต่อแบบเครือข่ายเสมือน (Virtual Network) ระหว่างเครือข่าย Extranet หลาย ๆ เครือข่ายผ่าน Internet ก็ได้ ระบบเครือข่ายแบบ Extranet โดยปกติแล้วจะอนุญาตให้ใช้งานเฉพาะสมาชิกขององค์กรหรือผู้ที่ได้รับสิทธิในการใช้งานเท่านั้น โดยผู้ใช้จากภายนอกที่สามารถเชื่อมต่อเข้ามาผ่านเครือข่าย Extranet อาจถูกแบ่งเป็นประเภท ๆ เช่น ผู้ดูแลระบบ สมาชิก คู่ค้า หรือผู้สนใจทั่วไป เป็นต้น ซึ่งผู้ใช้แต่ละกลุ่มจะได้รับสิทธิในการเข้าใช้งานเครือข่ายที่แตกต่างกันไป

3) อินเทอร์เน็ต (Internet) คือระบบเครือข่ายของคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของโลกโดยจะเป็นการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องจากทั่วโลกมาเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน ซึ่งช่วยให้สามารถติดต่อสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ทั่วโลกในการติดต่อกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีการระบุว่าจะส่งมาจากไหน ส่งไปให้ใคร ซึ่งต้องมีการระบุชื่อเครื่องใน Internet ใช้ข้อตกลงในการติดต่อที่เรียกว่า ข้อตกลงที่ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ติดต่อกันได้ (TCP/IP) ซึ่งจะใช้สิ่งที่เรียกว่า ไอพีแอดเดรส (IP Address) ในการระบุชื่อเครื่องจะไม่มีหมายเลขที่ซ้ำกันได้

2.3.2 สายใยแก้วนำแสง หรือ ไฟเบอร์ออปติก (Fiber Optic)

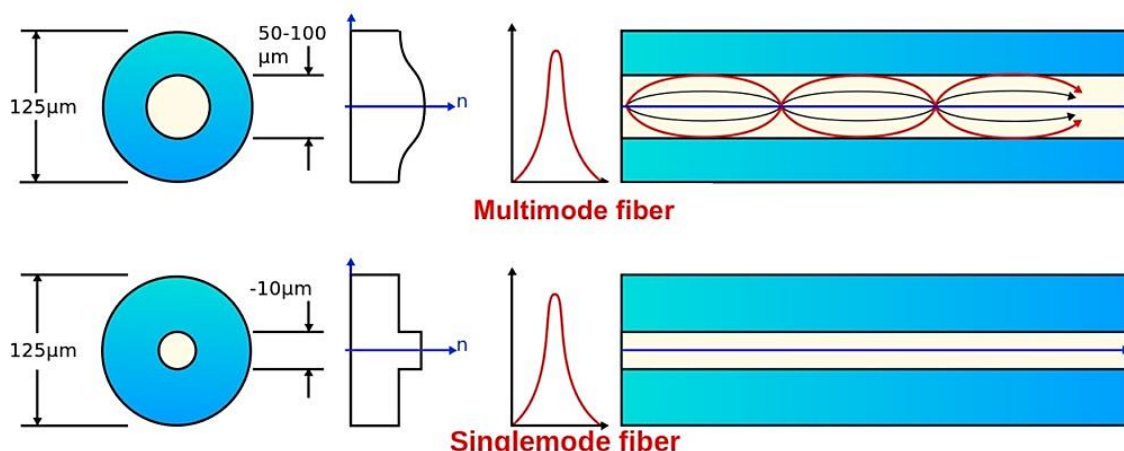
สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) เป็นแก้วหรือพลาสติกคุณภาพสูง ที่สามารถยืดหยุ่นโค้งงอได้ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียง 8-10 ไมครอน (10 ไมครอน = 10 ในล้านส่วนของเมตร = 10×10^{-6} หรือ 0.00001 เมตร = 0.01 มม.) ซึ่งเล็กกว่าเส้นผมที่มีขนาด 40-120 ไมครอน ใยแก้วนำแสงนั้นทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งแสงจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง ด้วยความเร็วเกือบเท่าแสง เมื่อนำมาใช้ในการสื่อสารโทรคมนาคม ทำให้การส่ง-รับข้อมูลได้เร็วมาก สามารถส่ง-รับข้อมูลในระยะทางได้เกิน 100 กม. ในหนึ่งช่วง และเนื่องจากแสงเป็นตัวนำส่งข้อมูล จึงทำให้สัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าภายนอก ไม่สามารถรบกวนความชัดเจนของข้อมูลได้ ใยแก้วนำแสงจึงถูกนำมาใช้แทนตัวกลางอื่น ๆ ในการส่งข้อมูล อีกทั้งยังเป็นเส้นใยขนาดเล็กที่ทำหน้าที่เป็นตัวนำแสง โครงสร้างของเส้นใยแสงประกอบด้วยส่วนที่แสงเดินทางผ่าน เรียกว่า Core และส่วนที่หุ้ม Core อยู่เรียกว่า Cladding ทั้ง Core และ Cladding เป็น Dielectric ใส 2 ชนิด โดยการทำให้ค่าดัชนีการหักเหของ Cladding มีค่าน้อยกว่าค่าดัชนีการหักเหของ Core เล็กน้อย ประมาณ 0.2-3% และอาศัยปรากฏการณ์สะท้อนกลับหมดของแสง สามารถทำให้แสงที่ป้อนเข้าไปใน Core เดินทางไปได้ไกลจากนั้นเนื่องกล่าวกันว่าเส้นใยแสงมีขนาดเล็กมากขนาดเท่าเส้นผมนั้นหมายความว่า ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอกของ Cladding ซึ่งมีขนาดประมาณ 0.1 มม. ส่วน Core ที่แสงเดินทางผ่าน นั้นมีขนาดเล็กลงไปอีกคือประมาณหลาย μm ~ หลายสิบล้าน μm ($1 \mu\text{m} = 10^{-3}$ มม.) ซึ่งมีค่าหลายเท่าของความยาวคลื่นของแสงที่ใช้งาน ค่าต่าง ๆ เหล่านี้เป็นค่าที่กำหนดขึ้นจากคุณสมบัติการส่งและคุณสมบัติทางเมคานิกส์ที่ต้องการ เส้นใยแสงนอกจากมีคุณสมบัติการส่งดีเยี่ยมแล้วยังมีลักษณะเด่นอย่างอื่นอีกเช่น ขนาดเล็กน้ำหนักเบา

ใยแก้วนำแสง 1 เส้น ประกอบด้วย ใยแก้วนำแสงตั้งแต่ 2 Core ขึ้นไป มี 2 ชนิด คือ แบบ Multi-Mode (MM) และแบบ Single Mode (SM) ความแตกต่างของทั้งสองชนิดนี้ คือขนาดของตัวใยแก้ว ใจกลางหรือที่เรียกว่า Core

Multi Mode (MM) ฉนวนหุ้มใยแก้วนำแสงเป็นสีส้ม ใยแก้วนำแสงบอกขนาด 50/125 หมายถึงขนาด Core เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 ไมครอน ขนาดเปลือกหุ้มเส้นผ่านศูนย์กลาง 125 ไมครอน เนื่องจากมีขนาด Core ใหญ่ ทำให้แสงที่เดินทางกระจัดกระจาย ทำให้แสงเกิดการหักล้างกัน จึงมีการสูญเสียของแสงมาก จึงส่งข้อมูลได้ไม่ไกลเกิน 200 เมตร ความเร็วก็ไม่เกิน 100 ล้านบิตต่อวินาที ที่ความยาวคลื่น 850 นาโนเมตร เหมาะสำหรับใช้ภายในอาคารเท่านั้น แต่มีข้อดีก็คือ ราคาถูกเพราะ Core มีขนาดใหญ่สามารถผลิตได้ง่ายกว่า แสดงดังภาพที่ 2-2

Single-Mode (SM) ฉนวนหุ้มใยแก้วนำแสงเป็นสีเหลือง ใยแก้วนำแสงบอกขนาด 9/125 หมายถึงขนาด Core เส้นผ่านศูนย์กลาง 9 ไมครอน ขนาดเปลือกหุ้มเส้นผ่านศูนย์กลาง 125 ไมครอน เมื่อ Core มีขนาดเล็กมาก ทำให้แสงเดินทางเป็นระเบียบขึ้น ทำให้เกิดการสูญเสียน้อยลง ความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงสุดประมาณ 2,500 ล้านบิตต่อวินาทีต่อหนึ่งความยาวคลื่นแสงที่ 1300 นาโนเมตร ด้วยระยะทางไม่เกิน 20 กม. ระยะทางในการใช้งานจริง ได้ถึง 100 กม. แต่ความเร็วจะลดลง แต่ไม่ต่ำกว่า 1,000 ล้าน

บิตต่อวินาที ข้อดีของ SM อีกอันหนึ่งก็คือ มันจะทำงานที่ความยาวคลื่นที่ 1300 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงที่มีการลดทอนแสงน้อยที่สุด แสดงดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 ไยแก้วนำแสง แบบ multi - mode (MM) และแบบ Single - mode (SM)

ที่มา : <https://www.sfm.ca/> (2562)

ตัวอย่างรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างของสายเคเบิลใยแก้วนำแสง

ชนิดที่ 1 สายเคเบิลใยแก้วชนิด Single Mode ขนาด 24 Cores โครงสร้างของสายเคเบิลใยแก้วมีคุณลักษณะทั่วไปดังนี้

1) สายเคเบิลใยแก้วเป็นสายชนิด Single Mode ตามมาตรฐาน ITU-T G.652 ทำงานที่ความยาวคลื่น 1310 nm. และ 1550 nm. และความยาวของสายจะถูกบรรจุอยู่ในล้อยหมุน (Drum) มีความยาวสายประมาณ 4 กิโลเมตร (+ 100 เมตร)

2) เส้นผ่านศูนย์กลาง Mode Field Nominal : 9.2 µm + 0.5 µm ที่ 1310 nm
: 10.4 µm + 1.0 µm ที่ 1550 nm

3) สายเคเบิลใยแก้วเป็นแบบ All Dielectric Self Support (ADSS)

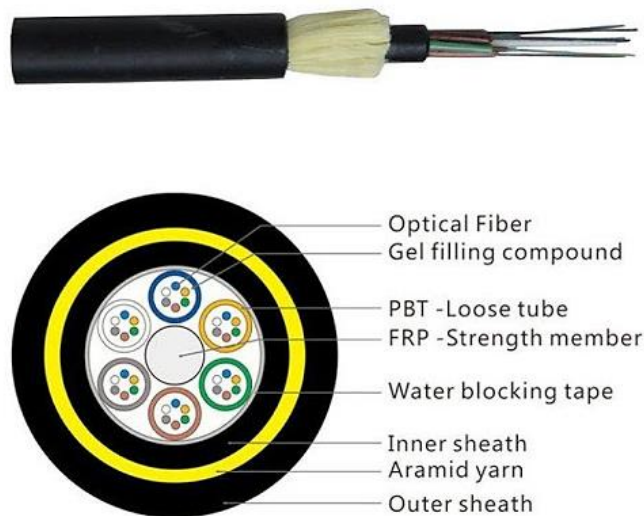
4) มีเส้นผ่านศูนย์กลางของ Cladding : 125 µm + 1 µm

5) มีเส้นผ่านศูนย์กลางของ Coating : 245 µm + 10 µm

6) สามารถทนต่อแรงกระทำภายนอกได้ดีและมีเสริมแรงดึงและมี Outer Polyethylene Sheath ห่อหุ้มภายนอกอีกหนึ่งชั้น

7) ชนิดของเคเบิลเป็นแบบ Loose Buffer Tube Cable with Water Resistant Compound Filled

ภาพที่ 2-4 จะแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างภายในของสายเคเบิลใยแก้วนำแสง จำนวน 24 cores



ภาพที่ 2-4 โครงสร้างภายในของสายเคเบิลใยแก้วนำแสง จำนวน 24 cores
ที่มา : <http://m.hg-fibercable.com/> (2562)

Core ของใยแก้วนำแสงผลิตจากซิลิกาที่มีคุณภาพสูงและในส่วนของ Cladding ก็ผลิตจากซิลิกาเช่นเดียวกัน จากนั้นจะทำการเคลือบ (Coating) ด้วยสาร Ultra Violet Curable Resin จำนวน 2 ชั้น โดยวัสดุที่อยู่ติดกับผิวด้านหน้าเพื่อป้องกันการเกิดแรงกด และชั้นที่สองจะเป็นชั้นนอกมีไว้เพื่อป้องกันการสึกหรอของสายจะถูกจัดไว้อย่างดี ทั้งนี้เพื่อที่จะป้องกันการเกิดความชื้นขึ้นภายในสาย ในส่วนของ Core Covering หรือ Inner Sheath หุ้มด้วยชั้นของ Polyamide และ ชั้นของ Cable Jacket นั้นหุ้มด้วยวัสดุ UV proof Black High Density Polyethylene ซึ่งมีคุณสมบัติและความทนทานต่อการแรงกดทับจากภายนอกได้เป็นอย่างดีในขณะติดตั้งและขณะใช้งานและจะมีวัสดุรับแรงดึง Aramid yarns เสริมอยู่ตรงกลางระหว่างชั้นทั้งสอง

ชนิดที่ 2 สายเคเบิลใยแก้วชนิด Figure-8 จำนวน 6 Cores โครงสร้างของสายเคเบิลใยแก้วมีคุณลักษณะทั่วไปดังนี้

1) สายเคเบิลใยแก้วเป็นสายชนิด Single Mode ตามมาตรฐาน ITU-T G.652 ทำงานที่ความยาวคลื่น 1310 nm. และ 1550 nm. และความยาวของสายจะถูกบรรจุอยู่ในล้อหมุน (Drum) มีความยาวสายประมาณ 2 กิโลเมตร (+ 100 เมตร)

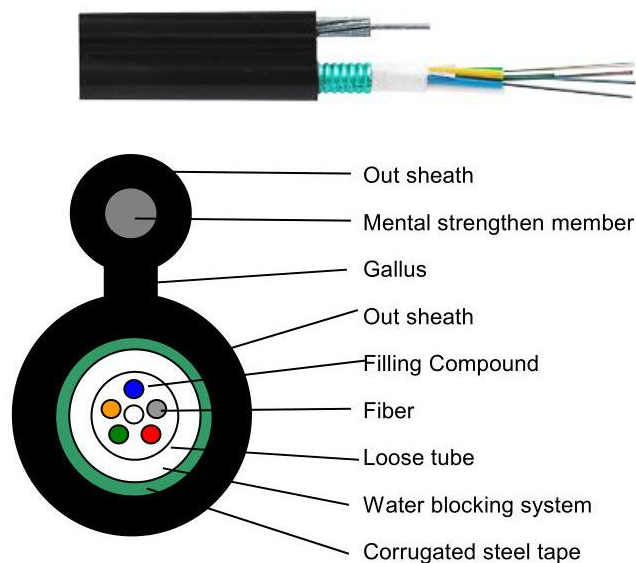
2) เส้นผ่านศูนย์กลางกลาง Mode Field Nominal : $9.2 \mu\text{m} + 0.5 \mu\text{m}$ ที่ 1310 nm
: $10.4 \mu\text{m} + 1.0 \mu\text{m}$ ที่ 1550 nm

3) เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของ Cladding : $125 \mu\text{m} + 1 \mu\text{m}$

4) เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของ Coating : $245 \mu\text{m} + 10 \mu\text{m}$

5) ชนิดของเคเบิลเป็นแบบ Loose Buffer Tube Cable

6) สารที่ใช้ป้องกัน มีวัสดุป้องกันสายเป็นแบบ Steel Armour ทำจาก Corrugated Steel Tape แสดงดังภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 โครงสร้างภายในของสายเคเบิลใยแก้วนำแสง จำนวน 24 cores
ที่มา : <https://www.fiber-patch-cord.com/> (2562)

นอกจากส่วนของสายเคเบิลใยแก้วนำแสงแล้วยังต้องมีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวกับสายเคเบิลใยแก้วนำแสงซึ่งเป็นอุปกรณ์การติดตั้งระบบสายเคเบิลดังนี้

1) Fiber Distribution Frame (FDF) อุปกรณ์ FDF จะถูกจัดไว้ปลายทางสำหรับ Splice สาย และจะทำการจัดเก็บสายเคเบิลใยแก้วนำแสงในระบบเครือข่ายนั้น และอุปกรณ์ FDF ยังทำหน้าที่เป็นจุดปลายทางของสายเคเบิลใยแก้วนำแสง และเชื่อมต่อกับจุดของเครือข่ายในแต่ละ Node เช่น เชื่อมต่อกับ ATM Switch ผ่านสายเคเบิลใยแก้ว

2) Optical Fiber Closure เป็นอุปกรณ์ Joint Box หรือ Optical Fiber Closure จะใช้สำหรับ Splice จุดของสายเคเบิลใยแก้วนำแสงซึ่งอุปกรณ์นี้จะป้องกันต่อผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่อยู่บริเวณจุดติดตั้ง

3) Pigtail อุปกรณ์ Pigtail จะประกอบด้วยสายเคเบิลใยแก้วนำแสงและหัวต่อ Connector ต่าง ๆ ในแต่ละปลายสายบางครั้งก็ใช้ร่วมกับ Jumper แต่โดยทั่วไปแล้วจะใช้กับ Fiber Distribution Frame (FDF)

2.3.3 สวิตช์ (Switch)

เป็นอุปกรณ์ในระบบ Computer Network เช่นเดียวกับ Hub ทำหน้าที่เชื่อมต่ออุปกรณ์อื่น ๆ เข้าด้วยกันในระบบ โดยอาศัยการทำ Packet Switching ซึ่งจะรับประมวลผล และส่งข้อมูลต่อไปยังปลายทาง เพียงแค่หนึ่ง หรือ หลาย Port ไม่ใช่การ Broadcast ไปทุก Port เหมือนกับ Hub Switch จะมีด้วยกันหลาย Port มีการระบุที่อยู่ (Address) ประมวลผลก่อนที่จะ ส่งข้อมูลต่อไปในระดับ Data Link Layer (Layer 2) ใน OSI Model บาง Switch สามารถประมวลผลในระดับ Network Layer (Layer 3) ซึ่งจะเป็นความสามารถในการทำ Routing มักจะใช้งานกับ IP Address เพื่อทำ Packet Forwarding เรามันจะเรียกว่า L3 - Switch หรือ Multilayer Switch แสดงภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 แสดงลักษณะของ Switch Cisco
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

Switch เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่เชื่อมต่ออุปกรณ์ Network เข้าด้วยกันโดยอาศัยสาย Cable ต่อเข้ากับ Port แต่ละอุปกรณ์และยังสามารถจัดการเชื่อมต่อระหว่าง Network ได้ อุปกรณ์แต่ละตัวที่ต่อเข้ากับ Switch จะได้รับ Network Address เป็นตัวบอกรหัสของตัวตนของแต่ละอุปกรณ์ เพื่อให้การส่งข้อมูล Packet ไปถึงได้ถูกต้องและเจาะจง อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มความปลอดภัยให้กับ Network

การทำงานของ Switch ทำงานในระดับ Data Link Layer (Layer 2) มีการแบ่ง Collision Domain ของแต่ละ Port เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลหากันได้ในเวลาเดียวกันโดยไม่ชนกันได้ แต่ด้วยคุณสมบัติ Half Duplex Mode ทำให้ Port เดียวกันทำหน้าที่ ส่ง หรือ รับ ข้อมูลได้อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้นในช่วงเวลานั้น แต่ถ้าอุปกรณ์ที่ต่อรองรับ Full Duplex Mode ก็จะสามารถส่งและรับข้อมูลได้ในเวลาเดียวกันจะเห็นได้ว่าถ้าเทียบกับ Repeater Hub แล้ว การส่งข้อมูลทำได้เพียงแค่ Port เดียวในช่วงเวลานั้น จากคุณสมบัติที่ต้อง Broadcast รวมถึงทำงานแบบ Half Duplex ทำให้ Bandwidth ที่ได้ค่อนข้างต่ำ จากการชนกันของ Packet และต้อง Retransmit หลายครั้ง

การใช้งาน Switch Network Switch มีบทบาทใน Ethernet Local Area Networks (LANs) อย่างมาก ตั้งแต่ระบบขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ LAN จะประกอบด้วย Switch จำนวนหนึ่ง ที่ทำหน้าที่จัดการระบบ Network เช่น Small Office/Home Office (SOHO) อาจจะใช้ Switch เพียงตัวเดียว รวมถึง Office ขนาดเล็ก หรือ ที่พักอาศัย ซึ่งสุดท้ายแล้วอาจจะนำไปเชื่อมต่อกับ Router เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อ Internet หรือ ทำ Voice over IP (VoIP)

Micro Segmentation การแบ่ง Segment ที่ใช้ใน Bridge หรือ Switch (Router) เพื่อแบ่ง Collision Domain ขนาดใหญ่ออกเป็นขนาดเล็ก เพื่อลดการชนกันของ Packet รวมถึงเพิ่ม Throughput ให้กับ Network ในการทำงานขั้นสูง อุปกรณ์แต่ละตัวจะได้รับการเชื่อมต่อ Port ของตัวเอง ซึ่งแต่ละ Port จะแยก Collision Domain เป็นของตัวเอง ซึ่งทำให้แต่ละ อุปกรณ์สามารถใช้งาน Bandwidth ต่างกันตามการรองรับได้อีกทั้งยังทำ Full-Duplex Mode ได้

ประเภทของ Switch มีดังนี้

1. L1-Switch ทำงานระดับ Physical Layer ทำหน้าที่เหมือนกับ Hub เป็นเหมือน Repeater ที่จะทำหน้าที่ Broadcast ข้อมูลไปทุก ๆ Port ทำให้เกิดข้อจำกัดเรื่องความเร็วการรับ-ส่งข้อมูล
2. L2-Switch ทำงานระดับ Data link later ทำหน้าที่เป็น Network Bridge ซึ่ง Switch ส่วนใหญ่จะทำงานลักษณะนี้ และมีประสิทธิภาพสูงกว่า Hub หรือ L1-Switch
3. L3-Switch ทำงานระดับ Network Layer ทำหน้าที่เป็น Router มีคุณสมบัติ IP Multicast ส่งข้อมูลให้เป็น Group ได้

2.3.4 เราเตอร์ (Router)

เราเตอร์ คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อระบบเครือข่ายอย่างหนึ่ง ซึ่งถ้าแปลความหมายคำว่า Route ก็คือถนนนั่นเอง ดังนั้นการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย Router ทำให้เราสามารถเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ ได้มากกว่าหนึ่งเครื่องในเวลาเดียวกัน ซึ่ง Router นั้นจะมีซอฟต์แวร์ (Soft Ware) ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานเรียกว่า Inter Network Operating System (IOS) และตัว Router จะมีช่องที่ใช้เสียบต่อสายสัญญาณเรียกว่า Port LAN ซึ่งโดยทั่วไปมักมี 4 Ports หรือมากกว่า ใน Router 1 ตัว แสดงดังภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-7 แสดงลักษณะของ Router Cisco

ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

หน้าที่หลักของ Router คือการหาเส้นทางในการส่งผ่านข้อมูลที่ดีที่สุด และเป็นตัวกลางในการส่งต่อข้อมูลไปยังเครือข่ายอื่น ทั้งนี้ Router สามารถเชื่อมโยงเครือข่ายที่ใช้สื่อสัญญาณหลายแบบแตกต่างกันได้ไม่ว่าจะเป็น Ethernet, Token Ring หรือ FDDI ทั้ง ๆ ที่ในแต่ละระบบจะมี Packet เป็นรูปแบบของตนเองซึ่งแตกต่างกัน โดยโปรโตคอลที่ทำงานในระดับบนหรือ Layer 3 ขึ้นไปเช่น IP, IPX หรือ AppleTalk เมื่อมีการส่งข้อมูลก็จะบรรจุข้อมูลนั้นเป็น Packet ในรูปแบบของ Layer 2 คือ Data Link Layer เมื่อ Router ได้รับข้อมูลมาก็จะตรวจดูใน Packet เพื่อจะทราบว่าใช้โปรโตคอลแบบใด จากนั้นก็จะตรวจดูเส้นทางส่งข้อมูลจากตาราง Routing Table ว่าจะต้องส่งข้อมูลนี้ไปยังเครือข่ายใดจึงจะต่อไปถึงปลายทางได้ แล้วจึงบรรจุข้อมูลลงเป็น Packet ของ Data Link Layer

2.3.5 เซิร์ฟเวอร์ (Server)

เซิร์ฟเวอร์ หรือ เครื่องบริการ หรือ เครื่องแม่ข่าย คือ เครื่องคอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งทำงานให้บริการ ในระบบเครือข่ายแก่ลูกข่าย (Client) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์นี้ควรมีประสิทธิภาพสูง มีความเสถียร สามารถให้บริการแก่ผู้ใช้ได้เป็นจำนวนมาก ภายในเซิร์ฟเวอร์ให้บริการได้ด้วยโปรแกรมบริการ ซึ่งทำงานอยู่บนระบบปฏิบัติการอีกชั้นหนึ่ง ในปัจจุบันหลายบริษัทหรือองค์กรต่างนำข้อมูลต่าง ๆ ขึ้นไปเก็บไว้กับผู้ใช้บริการ เพื่อการจัดเก็บข้อมูล หรือประมวลผล Application ต่าง ๆ แทนที่จะเก็บข้อมูลและการประมวลผลทั้งหมดบน Storage หรือ Datacenter ภายในสำนักงานของตนเอง ซึ่งจะเรียกเซิร์ฟเวอร์ประเภทที่วางไว้ในสำนักงานนี้ว่าเป็น On-premise Server ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลและประมวลผลตามความต้องการ เซิร์ฟเวอร์ (Server) ในทาง Computing คือโปรแกรม Computer หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณหรือประมวลผลตามที่ใช้หรือ Application ต้องการ และพร้อมให้บริการเมื่อใดก็ตามที่มีการร้องขอบริการ รองรับบริการให้บริการได้หลากหลายและสามารถแชร์ทรัพยากรร่วมกันระหว่างผู้ใช้ ตัวอย่างการใช้งาน ตัวอย่างเซิร์ฟเวอร์ได้แก่ Web Server, Database Server, Mail Server, File Server, Application Server และ Virtual Server เป็นต้น แสดงดังภาพที่ 2-8



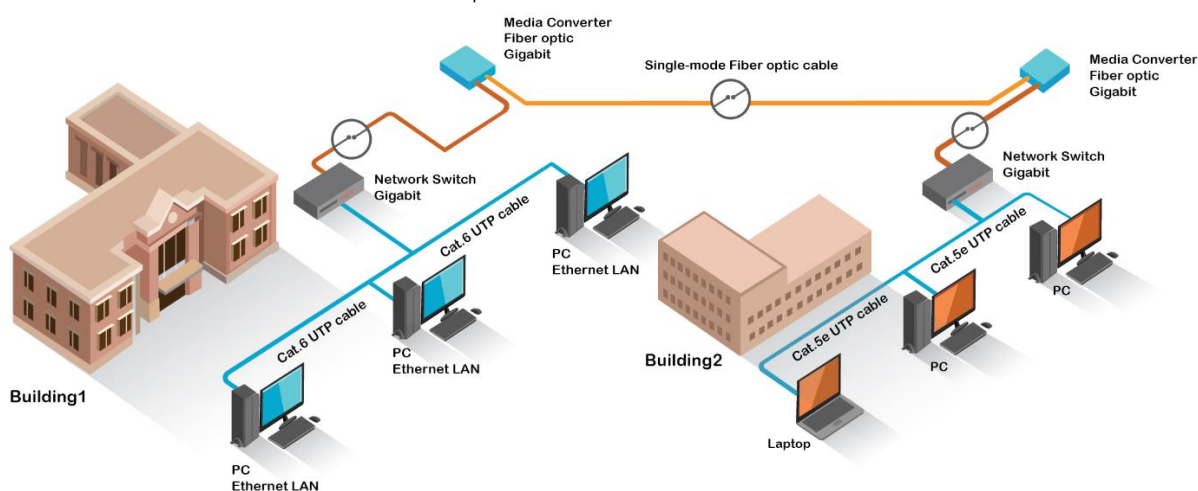
ภาพที่ 2-8 แสดงลักษณะของเครื่องเซิร์ฟเวอร์
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

เซิร์ฟเวอร์จะแตกต่างจากคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไปที่สามารถรองรับการให้บริการและการประมวลผลขนาดใหญ่ พร้อมให้บริการผู้ใช้ได้ตลอดเวลาเมื่อมีการร้องขอหรือต้องการใช้งาน สามารถรองรับการเชื่อมต่อได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีประสิทธิภาพสูงและมีความปลอดภัยสูงมาก ส่วนใหญ่จะอยู่ภายใน Datacenter ที่มีความน่าเชื่อถือสูง และได้รับการดูแล (Maintenance) โดยผู้ที่มีประสบการณ์และความรู้ที่ผ่านการอบรมอย่างต่อเนื่องในเรื่องของการดูแลเซิร์ฟเวอร์ประเภทต่าง ๆ

2.3.6 มีเดียคอนเวอร์เตอร์ (Media Converter)

มีเดียคอนเวอร์เตอร์ คือ ตัวแปลงสัญญาณระหว่างสายใยแก้วนำแสง (Fiber optic cable) ไปเป็นสัญญาณในระบบแลน (Ethernet LAN) ทั้งความเร็ว 10/100 Mbps, 10/100/1000 Mbps (Gigabit) ไปจนถึงความเร็วสูงสุด ที่ 10 Gbps โดยเป็นตัวแปลงสัญญาณที่ประหยัดที่สุด เพราะหลักการทำงาน คือ แปลงสัญญาณใยแก้วนำแสง ที่เป็น Port ST/SC/FC หรือ SFP Slot ที่รองรับ Module Mini GBIC Transceiver ระดับ 1.25 Gbps แล้วเปลี่ยนไปเป็นช่องสัญญาณ RJ45 LAN Network 1 ช่อง หรือ 1 Port RJ45 เท่านั้น ไม่สามารถเพิ่มเติมได้แต่ก็มีบางรุ่น บางโรงงานผลิตออกมาที่ 2 Port RJ45

ดังนั้น หากต้องการที่จะเลือกอุปกรณ์ มีเดียคอนเวอร์เตอร์ มาใช้งานนั้น ต้องคิดถึงระดับการใช้งาน และ Applications ของเราก่อนว่าจะสามารถใช้งานในระดับใดได้บ้างและงบประมาณจำกัดใหม่ เพื่อให้มีการออกแบบและ เลือกใช้งานอุปกรณ์ให้เหมาะสมที่สุด ตัวแปลงสัญญาณ มีเดียคอนเวอร์เตอร์ นั้นจะใช้งานในระบบเล็ก ๆ เท่านั้น หรือ ระบบใหญ่ก็ได้แต่เป็นการต่อใช้งานในระดับปลายทาง ที่ไม่จำเป็นจะต้องอุปกรณ์ต่อพ่วงจำนวนมากเกินกว่า 1 หรือ 2 อุปกรณ์แต่ ถ้าหากต้องการใช้งานอุปกรณ์จำนวนมาก สามารถ เพิ่มตัว Switch HUB ไปต่อพ่วงจากมีเดียคอนเวอร์เตอร์ได้อีก เช่น Switch HUB 4 หรือ 8 Port RJ45 ไม่ควรเชื่อมต่อมีเดียคอนเวอร์เตอร์จำนวนมาก ๆ เพราะข้อจำกัดของมีเดียคอนเวอร์เตอร์ คือ ไม่มี Buffer Memory หรือ Switching Capacity/Forwarding Rate จำนวนมาก ๆ เหมือนเช่น Network Switch Hub ทั้ง แบบ Unmanaged และ Managed ที่มีการแบ่งระดับความเร็วและ Switching Capacity เพื่อรองรับการส่งข้อมูลไม่ให้ติดขัดและส่งได้ในจำนวนมาก ตัวอย่างการต่อใช้งานของ Switch HUB และมีเดียคอนเวอร์เตอร์ ในแบบต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ 2-9



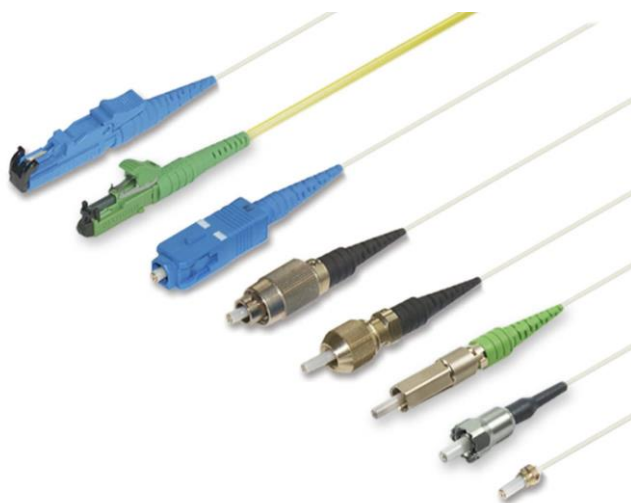
ภาพที่ 2-9 การเชื่อมต่อมีเดียคอนเวอร์เตอร์

ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

จากภาพจะเห็นว่าตัวอุปกรณ์มีเดียคอนเวอร์เตอร์ จะนิยมวางไว้ปลายทางที่ไม่ได้มีการใช้งาน อุปกรณ์ในจำนวนมาก เพื่อที่จะได้ประหยัดงบประมาณ ในการใช้งานและเหมาะสมกับการออกแบบมากที่สุด ในบางสถานการณ์ยังสามารถเชื่อมต่อ ระหว่างอาคาร เข้าหากันได้ เพื่อให้สามารถโอนถ่ายข้อมูล รับ-ส่ง ข้อมูลระหว่างอาคารและแชร์ข้อมูลเข้าหากันได้

2.3.7 คอนเนคเตอร์ใยแก้วนำแสง (Connectors Fiber Optic)

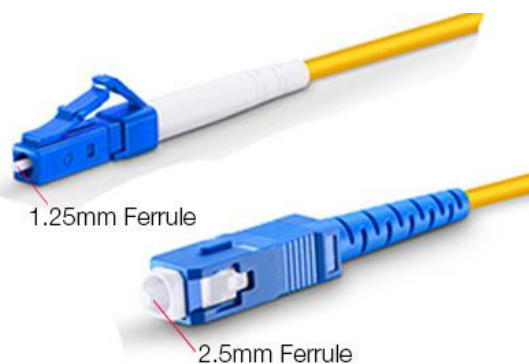
คอนเนคเตอร์สายใยแก้วนำแสง คือหัวต่อตัวผู้ ที่ต่ออยู่ปลายสาย ของใยแก้วนำแสง ทั้งแบบ ชนิดภายในอาคารและภายนอกอาคาร เพื่อที่จะสามารถ นำใยแก้วนำแสงนั้นไปเชื่อมต่อเข้ากับ อุปกรณ์ นั้น ๆ ได้ ตามแต่ Applications ที่ต้องการ แสดงดังภาพที่ 2-10



ภาพที่ 2-10 คอนเนคเตอร์ชนิดต่าง ๆ
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

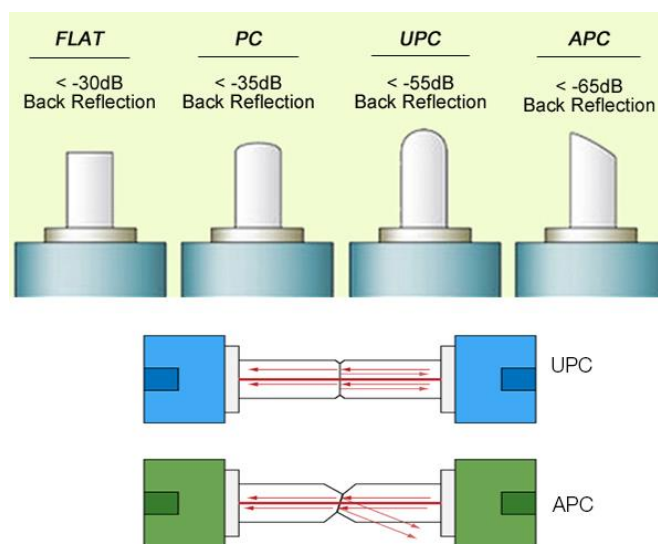
จากภาพเป็นคอนเนคเตอร์ สำหรับสายใยแก้วนำแสงชนิดต่าง ๆ ที่นิยมใช้งานกันมากที่สุดแต่จะมี บางชนิดที่เป็นงานเฉพาะด้านเท่านั้นซึ่งอาจจะได้ไม่ค่อยพบในการใช้งานมากนัก เช่น

- MT-RJ, E2000, F-3000, ESCON, D4 เป็นต้น
- หรือคอนเนคเตอร์จะแบ่งออกได้ตามขนาดของหัว (Ferrule) ดังนี้
- ขนาด 2.5 มม. จะมีชนิด ST, SC, FC, D4, SMA
 - ขนาด 1.25 มม. จะมีชนิด LC, MU



ภาพที่ 2-11 ขนาดของหัวคอนเน็คเตอร์
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

การเลือกใช้งานหัวคอนเน็คเตอร์ แบ่งแยกตามประเภทของสายใยแก้วนำแสง เช่น ชนิด Single Mode และ Multi Mode ประเภทของปลายหัวคอนเน็คเตอร์ สายใยแก้วนำแสง (Ferrule of connectors) จะมีรายละเอียดแสดงดังภาพที่ 2-12



ภาพที่ 2-12 ประเภทของปลายหัวคอนเน็คเตอร์
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

การใช้งานอาจจะแตกต่างกันออกไป ตามลักษณะของระบบ Applications ที่ใช้งานจริง เนื่องจากการเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งเป็นการความรู้เฉพาะด้านอย่างหนึ่งแต่สามารถศึกษา ค้นคว้าและเรียนรู้เองได้

Adapters /Coupler ข้อต่อกลางสำหรับงานสายใยแก้วนำแสง ข้อต่อกลางทาง (ตัวเมีย) สำหรับต่อสายเข้าหากันกับตัวผู้คอนเนคเตอร์ของสายใยแก้วนำแสง เพื่อให้หัวทั้ง 2 ด้านต่อเข้าหากันได้ ใช้ในการเชื่อมต่อสายสัญญาณหรือต่อใยแก้วนำแสงให้มีประสิทธิภาพ การทำงานสูงสุด แสดงดังภาพที่ 2-13

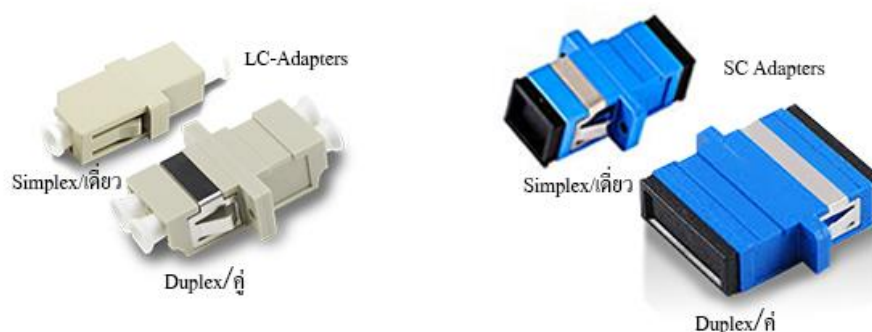


ภาพที่ 2-13 ข้อต่อกลางทางแบบตัวเมีย
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

ส่วนลักษณะของการแบ่งประเภทของปลายหัวคอนเนคเตอร์ (End Faces) ในการเชื่อมต่อ จะมีลักษณะการเชื่อมต่อเหมือนกับ Connectors ที่แบ่งเป็น UPC, APC ทั้งนี้การใช้งาน จำเป็นต้องเลือกให้เหมือนกันในการเชื่อมต่อ ส่วนประเภทของ Adapters ออกเป็น 2 แบบ คือ

1) แบบ simplex หรือแบบ เดี่ยว สามารถเชื่อมต่อเข้าหากันได้ เพียง 1 แคน ต่อ 1 เส้น เท่านั้น

2) แบบ Duplex หรือ แบบ คู่ ที่สามารถ เชื่อมต่อเข้าหากันได้ พร้อมกัน 2 แคน ต่อ 1 Adapters



ภาพที่ 2-14 ประเภทของ Adapters
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

การแบ่งชนิดการใช้งานยังคงเหมือนกับหัวคอนเนคเตอร์ ที่แบ่งเป็นชนิด Multi Mode และ Single Mode เหมือนเดิม แต่ถ้าใช้หัวตัวผู้คอนเนคเตอร์แบบ Single Mode ก็จะต้องใช้ ข้อต่อกลาง Adapters แบบ Single Mode เช่นกัน เพราะจะได้ประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงาน ร่วมกัน และมี Adapters อีกประเภทหนึ่ง ที่มีทั้งสองด้านไม่เหมือนกันแต่ส่วนใหญ่ที่พบจะเหมือนกันทั้ง 2 ด้าน เช่น SC-SC, ST-ST, FC-FC แต่ก็จะมีอีก 1 แบบ คือ Hybrid adapters ที่ทั้งสองด้านไม่เหมือนกัน เช่น SC-FC, SC-LC, FC-ST เป็นต้น แสดงดังภาพที่ 2-15

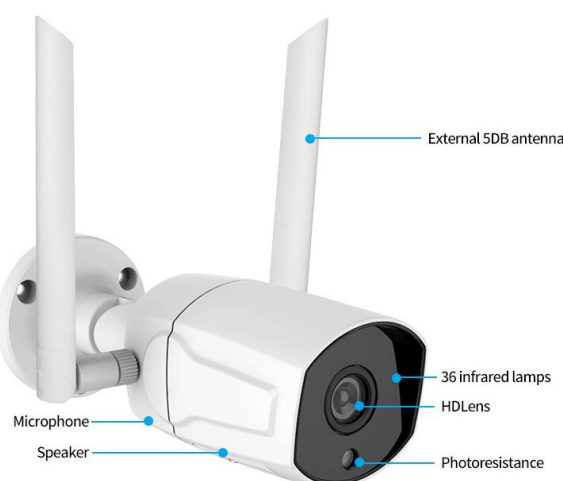


ภาพที่ 2-15 Adapters ที่ปลายทั้งสองด้านไม่เหมือนกัน
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

ทั้งนี้ในการออกแบบและเลือกใช้งานคอนเนคเตอร์ (Connector) และอะแดปเตอร์ (Adapters) นั้นสำคัญต้องรู้จักชื่อและลักษณะของแต่ละชนิด พร้อมทั้งเลือกชนิดของแต่ละประเภทการใช้งานให้ตรงกัน จึงจะสามารถนำไปใช้งานได้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด

2.3.8 โทรทัศน์วงจรปิด (Closed Circuit Television)

โทรทัศน์วงจรปิด หรือเรียกย่อว่า CCTV คือระบบการบันทึกภาพเคลื่อนไหวด้วยกล้องวงจรปิด ซึ่งเป็นระบบสำหรับการใช้เพื่อการรักษาความปลอดภัย หรือใช้เพื่อการสอดส่องดูแลเหตุการณ์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่นอกเหนือจากการรักษาความปลอดภัยแล้ว โทรทัศน์วงจรปิดยังเป็นสิ่งจำเป็นในการติดตั้งทั้งในธนาคาร สถานที่ราชการ ที่สาธารณะหรือแม้กระทั่งบริษัทห้างร้านต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ 2-16



ภาพที่ 2-16 ลักษณะกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

ประเภทของกล้องโทรทัศน์วงจรปิดมีดังนี้

1) กล้องมาตรฐาน (Standard Camera) เป็นกล้องที่ใช้ในแสงปกติ เช่นในเวลากลางวันแต่จะให้ภาพไม่ชัดในเวลากลางคืน

2) กล้องอินฟราเรด (Infrared Camera) เป็นกล้องที่ใช้แสงจากหลอดอินฟราเรดส่องกระทบวัตถุ เพื่อให้กล้องจับภาพบริเวณนั้นๆได้ อินฟราเรดจะทำงานเมื่อสภาวะแสงบริเวณนั้นน้อยลงในระดับหนึ่ง โดยจะมี Sensor ที่ด้านหน้าของกล้องตรวจวัดระดับแสง แล้วจะส่งสัญญาณให้หลอดอินฟราเรดทำงาน และเมื่อหลอดอินฟราเรดทำงานภาพจะเปลี่ยนเป็นขาว-ดำ ทันที

3) กล้อง Day & Night กล้องวงจรปิดที่สามารถใช้งานได้ทั้งกลางวันและกลางคืน แต่ต้องการแสงเล็กน้อยเพื่อให้กล้องวงจรปิดสามารถจับภาพได้ และเมื่อกล้องวงจรปิดได้รับแสงน้อยมากๆ (สภาวะที่ยังมีแสงอยู่เล็กน้อย) ก็จะเปลี่ยนภาพเป็นโหมด ขาว-ดำ

4) กล้อง Star Light การทำงานคล้ายกับกล้อง Day & Night แต่มีคุณสมบัติที่พิเศษกว่าคือสามารถให้ภาพสีในเวลากลางคืน แม้จะมีแสงเพียงเล็กน้อยก็ตาม

ส่วนประกอบที่สำคัญในการทำงานของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดคือ

1) สายเคเบิลสำหรับการส่งสัญญาณภาพและบีเอ็นซีคอนเนคเตอร์ (Signal Cable and BNC Connector) สามารถใช้ได้ทั้งสายนำสัญญาณแบบทั่วไปหรือสายใยแก้วนำแสง



ภาพที่ 2-17 สายเคเบิลสำหรับการส่งสัญญาณภาพ
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

2) เครื่องบันทึกภาพและจอแสดงผล (Recorder and Monitor) เดิมจะใช้ระบบบันทึกภาพแบบม้วนวิดีโอ VHS บันทึกแบบแอนาล็อก ซึ่งมีราคาสูง แต่ปัจจุบันเทคโนโลยีได้เปลี่ยนไปเป็นการบันทึกภาพแบบดิจิทัล (Digital Recorder) บันทึกลงบนฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) ขนาดความจุที่ต่างกันได้ มีระบบควบคุมอัตโนมัติ เช่นสามารถบันทึกได้ 30 วัน เมื่อถึงวันที่ 31 ก็จะลบวันที่ 1 โดยอัตโนมัติ เป็นต้น ซึ่งการทั้งบันทึกภาพแบบดิจิทัลหรือการบันทึกแบบแอนาล็อก สามารถบันทึกในคราวเดียวกันได้มากกว่า 1 กล้อง เช่น 2, 4, 6 ฯลฯ แต่ก็มีจุดอ่อนตรงที่หากแบ่งเป็นหลายช่องหลายกล้องบันทึกพร้อมกันจะทำให้คุณภาพของภาพที่ได้ไม่ชัดเจน เมื่อนำภาพไปใช้ประโยชน์ไม่เต็มที่เพราะภาพจะไม่ชัด แสดงดังภาพที่ 2-18



ภาพที่ 2-18 เครื่องบันทึกภาพและจอแสดงผล
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

2.3.9 แอคเซสพอยต์ไร้สาย (Wireless Access Point : AP)

แอคเซสพอยต์ไร้สาย คืออุปกรณ์ที่มีหน้าที่ในการกระจายสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นอุปกรณ์พื้นฐานตัวหนึ่งที่สามารถสร้างเครือข่ายไร้สายจากระบบเครือข่ายแลน (Wireless LAN) ได้ง่าย แอคเซสพอยต์จะทำหน้าที่กระจายสัญญาณออกไปยังเครื่องลูกข่ายที่อยู่ในรัศมีการกระจายสัญญาณโดยรอบ ซึ่งลักษณะของตัวแอคเซสพอยต์นั้นจะมีลักษณะที่แตกต่างกันอยู่กับผู้ผลิตจะออกแบบให้มีรูปร่างหน้าตาแบบไหน แต่ที่เหมือนกันก็คือ แอคเซสพอยต์จะมีช่องเสียบสายแลน ช่องดังกล่าวจะเป็นช่องที่รับสัญญาณอินเทอร์เน็ตหรือใช้เชื่อมต่อกับเน็ตเวิร์คจากเครือข่ายแลนเข้ากับเครื่องลูกข่ายที่เชื่อมต่อแบบไร้สาย การทำงานของ แอคเซสพอยต์ จะทำงานภายใต้มาตรฐานของ IEEE802.11 ซึ่งทำให้อุปกรณ์ที่มีมาตรฐานนี้สามารถใช้งาน แอคเซสพอยต์ ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ แสดงดังภาพที่ 2-19



ภาพที่ 2-19 ลักษณะของแอคเซสพอยต์ไร้สาย
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

การใช้งานโดยทั่วไปจะติดตั้งเชื่อมต่อแอคเซสพอยต์ไร้สายเข้ากับเครือข่ายแบบใช้สาย (LAN) เพื่อให้อุปกรณ์ลูกข่ายสามารถติดต่อแบบไร้สายไปยังระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะมีการจัดการโดย WLAN Controller ซึ่งจะทำกรปรับเปลี่ยน RF Power, Channel, Authentication และรักษาความปลอดภัยโดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ Controller หลายตัวยังสามารถสร้างกลุ่มการเคลื่อนที่แบบไร้สาย เพื่อให้มีการ Rooming ระหว่าง Controller ด้วยกัน Controller สามารถเป็นส่วนหนึ่งของโดเมนการเคลื่อนที่เพื่อให้ลูกข่ายสามารถเข้าถึงสถานที่ทำงานได้ทั่วพื้นที่ สิ่งนี้จะช่วยให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย

เครือข่ายไร้สายที่ใช้ WAP ในการเข้าถึงเครือข่ายหลักที่ใช้สายแบบอีเทอร์เน็ต (Ethernet) เช่น ฮอตสปอต (Hotspot) เป็นการใช้งานสาธารณะทั่วไปของแอคเซสพอยต์ ที่ซึ่งลูกข่ายไร้สายสามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตโดยไม่ต้องคำนึงถึงว่าเป็นเครือข่ายอะไรหรือของใครในขณะนั้นโดยเฉพาะแนวคิดนี้ได้กลายเป็นเรื่องปกติในเมืองใหญ่ที่มีการรวมกันกลุ่มบริษัทหรือหน่วยงานและร้านค้าเช่น ร้านกาแฟ ร้านอาหาร เป็นต้น และแอคเซสพอยต์ส่วนบุคคล ที่ยอมให้ลูกข่ายเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้มากขึ้นอย่างต่อเนื่องในขณะที่มีการเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ การสะสมของ Hotspots ที่เชื่อมต่ออยู่จะถูกเรียกว่าเครือข่าย Lily Pad

แอคเซสพอยต์ถูกใช้กันโดยทั่วไปในเครือข่ายไร้สายภายในบ้านที่มีแอคเซสพอยต์เพียงตัวเดียวจะที่ใช้เชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งหมดในบ้าน ส่วนใหญ่จะเป็นเราเตอร์ไร้สายที่หมายถึงการรวมกันของอุปกรณ์ได้แก่ แอคเซสพอยต์ เราเตอร์และสวิตช์อีเธอร์เน็ต บางชนิดจะรวมโมเด็มบรอดแบนด์เข้าไปด้วยในบ้านส่วนใหญ่จะมีแอคเซสพอยต์ ของตัวเองและอยู่ในระยะทำการของแอคเซสพอยต์ สามารถเชื่อมต่อสัญญาณและใช้งานได้ นอกจากนี้จะมีการเข้ารหัสลับเพื่อความปลอดภัยของระบบด้วย แสดงดังภาพที่ 2-20



ภาพที่ 2-20 ลักษณะการเชื่อมต่อแอคเซสพอยต์
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

จากภาพการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตผ่านเครือข่ายเฉพาะกิจโดยใช้คุณสมบัติเช่น Internet Connection Sharing ของ Windows อาจทำงานได้ดีกับอุปกรณ์จำนวนไม่มากที่อยู่ใกล้กัน การจราจรทางอินเทอร์เน็ตจะมาบรรจบกันที่โหนดที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตโดยตรง อาจทำให้โหนดมีความหนาแน่นติดขัด สำหรับโหนดที่เปิดใช้งานแบบอินเทอร์เน็ต แอคเซสพอยต์มีข้อได้เปรียบที่ชัดเจนด้วยความเป็นไปได้ของการมีจุดเชื่อมต่อ ได้หลายจุดที่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับ LAN แบบใช้สายได้

ข้อจำกัด ตามมาตรฐานของ IEEE 802.11 โดยทั่วไปแล้ว แอคเซสพอยต์หนึ่งตัวจะสามารถสื่อสารกับลูกข่ายได้ถึง 30 ตัวภายในรัศมี 100 เมตร อย่างไรก็ตามรัศมีทำการของ แอคเซสพอยต์ ที่เกิดขึ้นจริงอาจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ขึ้นอยู่กับตัวแปร เช่นตำแหน่งที่ติดตั้งในที่ร่มหรือกลางแจ้ง ระดับความสูงเหนือพื้นดิน สิ่งกีดขวาง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ที่อาจรบกวนกับสัญญาณโดยการกระจายคลื่นความถี่เดียวกัน ชนิดของสายอากาศ สภาพอากาศ คลื่นความถี่วิทยุ และการส่งออกพลังงานของอุปกรณ์เหล่านั้น ผู้ออกแบบเครือข่ายสามารถขยายรัศมีทำการของ แอคเซสพอยต์ โดยการใช้ Repeater และ Reflector ที่สามารถขยายหรือตีกลับสัญญาณวิทยุ เพื่อส่งสัญญาณได้ดีขึ้น ในการทดลอง การใช้เครือข่ายไร้สายสามารถใช้งานได้เป็นระยะทางหลายร้อยกิโลเมตร

ภายในรัศมีทำการที่สัญญาณจากแอคเซสพอยต์หลายตัวอยู่ในที่เดียวกัน ส่วนใหญ่มีความถี่ที่ถูกต้องตามกฎหมายสามารถใช้ได้เพียงจำนวนจำกัดสำหรับการทำงานของเครือข่ายแบบไร้สาย โดยปกติ WAPs ที่อยู่ติดกันจะใช้ช่องความถี่ที่แตกต่างกันในการสื่อสารกับลูกข่าย เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงการรบกวนระหว่างสองระบบที่ใกล้เคียง อุปกรณ์ไร้สายยังสามารถตรวจเช็คการจราจรข้อมูลที่ความถี่อื่น ๆ และสามารถสลับจากความถี่หนึ่งไปยังอีกความถี่หนึ่งอย่างรวดเร็ว เพื่อการรับสัญญาณที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ในความถี่ที่จำกัด จะกลายเป็นปัญหาในพื้นที่ใจกลางเมืองที่แออัดไปด้วยอาคาร สูงเมื่อมีการใช้ WAPs หลายตัว ในสภาพแวดล้อมดังกล่าว สัญญาณที่ซ้อนทับกันจะกลายเป็นปัญหาที่ก่อให้เกิดการรบกวน ซึ่งส่งผลให้เกิดสัญญาณข้อมูลขาดหายและเกิดข้อผิดพลาดได้

การรักษาความปลอดภัย การเข้าถึงแบบไร้สายมีการพิจารณาความปลอดภัยเป็นพิเศษ เครือข่ายไร้สายจำนวนมากมีรากฐานการรักษาความปลอดภัยด้วยการควบคุมการเข้าถึงทางกายภาพ ไว้วางใจผู้ใช้ทั้งหมด ในเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) แต่ถ้าแอคเซสพอยต์ถูกเชื่อมต่อกับเครือข่ายแบบไร้สาย ซึ่งใครก็ตามที่อยู่ในรัศมีทำการของแอคเซสพอยต์นั้นสามารถเชื่อมโยงเข้ากับเครือข่ายแบบไร้สายได้ โดยการเข้ารหัสการใช้งานแบบไร้สายของแอคเซสพอยต์ คือการเข้ารหัสแบบ WEP, WPA และ WPA2 ได้รับการพิจารณาว่ารักษาความปลอดภัยได้ดี ถ้าใช้รหัสผ่านหรือวิธีการที่แข็งแกร่งพอ

2.4 ทฤษฎีการเรียนรู้

ทิตานา แชมมณี (2551) ได้อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ และกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการพัฒนากการเรียนรู้ และการสอนตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) สรุปได้ดังนี้

เพียเจต์ เชื่อว่าการพัฒนาการทางด้านความคิดของเด็ก มีขั้นตอนหรือกระบวนการเรียนรู้เป็นไปตามการพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งมีพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น พัฒนาการเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติไม่ควรจะเร่งให้เด็กข้ามการพัฒนาการขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง เพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก ในช่วงที่เด็กกำลังจะพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่าสามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว เพียเจต์ เน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติ และพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นเด็กให้มีพัฒนาการที่เร็วขึ้น

สรุปหลักทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น ได้แก่ ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensor Motor Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 0-2 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นกับการรับรู้และการกระทำ เด็กยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง และยังไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ยังไม่สามารถจะใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่สามารถเรียนรู้ใช้ภาษาแบ่งเป็นขั้นย่อย ๆ 2 ขั้น คือขั้นก่อนเกิดความคิดรวบยอด (Pre Conceptual Intellectual Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2.5-4 ปี ขั้นการคิดด้วยความเข้าใจของตนเอง (Intuitive Thinking Period) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 4-7 ปี ขั้นการคิดแบบรูปธรรม

(Concrete Operational) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 7-11 ปี เป็นขั้นที่เกิดการคิดของเด็กไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้นเด็กสามารถสร้างภาพในใจ และสามารถย้อนกลับไปได้ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น ขั้นตอนการคิดแบบนามธรรม (Formal Operational Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 11-15 ปี เด็กสามารถคิดเป็นนามธรรมได้และสามารถคิดตั้งสมมติฐานใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ ภาษาและกระบวนการคิดของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่

ส่วนกระบวนการทางสติปัญญาที่มีลักษณะดังนี้ การซึมซับหรือการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการทางสมองในการรับประสบการณ์ เรื่องราว และข้อมูลต่าง ๆ เข้ามาสะสมเก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป การปรับและจัดระบบ (Accommodation) คือกระบวนการทางสมองในการปรับประสบการณ์เดิม และประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันอย่างเป็นระบบ หรือเครือข่ายทางปัญญาที่ตนสามารถเข้าใจได้ เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่ขึ้น การเกิดความสมดุล (Equilibration) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากขั้นของการปรับ หากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสาน กลมกลืน ก็จะก่อให้เกิดสภาพที่สมดุล

กระบวนการสอนตามหลักทฤษฎีของเพียเจต์

1. ในการพัฒนาเด็ก ควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กและจัดประสบการณ์ให้เด็กอย่างเหมาะสมกับพัฒนาการนั้นไม่ควรบังคับให้เด็กเรียนในสิ่งที่ยังไม่พร้อมหรือยากเกินพัฒนาตามวัยของตน เพราะจะก่อให้เกิดเจตคติที่ไม่ดีได้

1.1 การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้เด็กเกิดการเรียนรู้ตามวัยของตนสามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปสู่พัฒนาการขั้นสูงขึ้นได้

1.2 เด็กแต่ละคนมีพัฒนาการแตกต่างกัน ถึงแม้อายุจะเท่ากัน แต่ระดับพัฒนาการอาจไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงไม่ควรเปรียบเทียบเด็ก ควรให้เด็กมีอิสระที่จะเรียนรู้และพัฒนาความสามารถของเขาไปตามระดับพัฒนาการของเขา

1.3 ในการสอนควรใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม เพื่อช่วยให้เด็กเข้าใจลักษณะต่าง ๆ ได้ดีขึ้น แม้ในพัฒนาการช่วงการคิดแบบรูปธรรมเด็กจะสามารถสร้างภาพในใจได้ แต่การสอนที่ใช้อุปกรณ์ที่เป็นรูปธรรมจะช่วยให้เด็กเข้าใจชัดเจนขึ้น

2. การให้ความสนใจและสังเกตเด็กอย่างใกล้ชิด จะช่วยให้ได้ทราบลักษณะเฉพาะตัวของเด็ก

3. ในการสอนเด็กเล็ก ๆ เด็กจะรับรู้ส่วนรวม (Whole) ได้ดีกว่าส่วนย่อย (Part) ดังนั้นครูจึงควรสอนรวมก่อนจึงแยกสอนทีละส่วน

4. ในการสอนสิ่งใดให้กับเด็ก ควรเริ่มจากสิ่งที่เด็กคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์มาก่อนแล้วจึงเสนอสิ่งใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเก่า การทำเช่นนี้จะช่วยให้กระบวนการซึมซับและจัดระบบความรู้ของเด็กเป็นไปด้วยดี

5. การเปิดโอกาสให้เด็กได้รับประสบการณ์ และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมากช่วยให้เด็กดูดซึมข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างสติปัญญาของเด็กอันเป็นการส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก (ทิศนา แคมมณี, 2551 : 64-68)

สรุปได้ว่าตามทฤษฎีหลักการเรียนรู้ จะเป็นการเชื่อมโยงกันระหว่างสิ่งเร้ากับสิ่งตอบสนอง ต้องอาศัยการเรียนรู้ เช่น กฎแห่งความพร้อม คือสภาพความพร้อมหรือวุฒิภาวะของผู้เรียนทั้งทางด้านร่างกาย และอวัยวะต่าง ๆ กฎแห่งการฝึกหัด คือการที่นักเรียนได้ฝึกกระทำซ้ำ ๆ บ่อย ๆ แล้วจะเกิดทักษะการเรียนรู้

2.5 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านไยแก้วนำแสง

2.5.1 เอกสารประกอบการสอน

2.5.1.1 ความหมายของเอกสารประกอบการสอน

สุชาติ ศิริสุขไพบุลย์ (2550) ได้ให้ความหมายของเอกสารประกอบการสอน หมายถึง เอกสารที่ผู้สอนจัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนรู้ของนักศึกษา เป็นลักษณะเอกสารที่จัดทำเป็นรูปเล่ม มีเนื้อหาสาระที่ครบถ้วนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ มีคำอธิบายถึงรายละเอียดของเนื้อหาที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีรูปภาพประกอบตามคำบรรยายอย่างเหมาะสม เนื้อหามีการแยกย่อยและเรียงตามลำดับขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง สาระถูกต้อง รูปแบบการพิมพ์ที่ดี มีความชัดเจนและเป็นสาระที่เขียนขึ้นโดยความรู้ของผู้สอนเอง ไม่ได้ลอกของผู้อื่นมา

สุวิทย์ มูลคำ (2550) ได้ให้ความหมายของเอกสารประกอบการสอน หมายถึง เอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการสอนของครูหรือประกอบการเรียนของนักเรียนในวิชาใดวิชาหนึ่ง

ความหมายของเอกสารประกอบการสอน สรุปได้ว่า เอกสารประกอบการสอน หมายถึง เป็นสื่อการเรียนรู้ที่เป็นสิ่งพิมพ์จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการสอนของครู หรือใช้ประกอบการเรียนของนักศึกษา โดยมีเนื้อหาครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ผลการเรียนมีประสิทธิภาพตามที่กำหนดไว้

2.5.1.2 ประเภทเอกสารประกอบการสอน

สุนันทา สุนทรประเสริฐ (2549) กล่าวถึง ส่วนประกอบของเอกสาร ประกอบด้วยแผนการสอน เนื้อหาสาระ และจุดประสงค์การเรียนรู้มีรายละเอียดดังนี้

- 1) แผนการสอนเป็นเสมือนแผนที่ที่จะนำผู้เรียนไปสู่ความสำเร็จ
- 2) เนื้อหาสาระเป็นรายละเอียดที่กำหนดความสำคัญของสาระการเรียนรู้
- 3) วัตถุประสงค์การเรียนรู้เป็นความคาดหวังหรือรูปแบบที่พึงประสงค์หลังจากการเรียนรู้

สุราษฏร์ พรหมจันทร์ (2556) เอกสารประกอบการสอนเป็นเอกสารหรือสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาใดวิชาหนึ่งตามหลักสูตรของสถานศึกษาซึ่งสะท้อนให้เห็นเนื้อหาสาระและการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ โดยที่เอกสารหรือสื่อดังกล่าวนั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับวิชาที่สอน ประกอบด้วย

ส่วนหน้า

- 1) ปกนอก/ปกใน
- 2) คำนำ
- 3) สารบัญ

- 4) สิ่งที่กำหนดให้ในรายวิชา
- 5) โครงการสอนตลอดภาคเรียน
- 6) การวัดผลประเมินผลรายวิชา
- 7) คำแนะนำในการใช้เอกสาร

ส่วนเนื้อหา

- 1) ชื่อชุดหรือหน่วยการสอน
- 2) วัตถุประสงค์การสอน
- 3) ใบเนื้อหา/ใบขั้นตอนการปฏิบัติ
- 4) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- 5) สื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน
- 6) แบบฝึกหัด/ใบสั่งงาน/ใบประเมินผล
- 7) แบบทดสอบท้ายบทเรียน
- 8) เอกสารอ้างอิง

ส่วนหลัง

- 1) บรรณานุกรม
- 2) ภาคผนวก
 - แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
 - ตารางประกอบเนื้อหา
 - ค่ามาตรฐานต่างๆ ที่ใช้
 - ข้อมูลอื่นๆ ในการจัดทำ

สรุปได้ว่า เอกสารประกอบการสอน หมายถึง เอกสารหรืออุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการสอนวิชาใดวิชาหนึ่งตามหลักสูตรของสถานศึกษา ที่มีลักษณะเป็นเอกสารหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในวิชาที่สอน ประกอบด้วย แผนการสอน หัวข้อคำบรรยาย มีรายละเอียดประกอบพอสมควร มีกิจกรรม สื่อการสอน แบบประเมินผลการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอนอื่น ๆ

2.5.1.3 การสร้างเอกสารประกอบการสอน

จากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ ได้มีผู้กำหนดขั้นตอนการสร้างเอกสารประกอบการสอนไว้ดังนี้

ถวัลย์ มาตจรัสและพรพรต เจนสุวรรณ (2547) ได้กล่าวถึงการจัดทำเอกสารประกอบการสอนไว้ 5 ขั้น ดังต่อไปนี้

- ขั้นที่ 1 ศึกษาหลักสูตรโดยละเอียด
- ขั้นที่ 2 ศึกษา ค้นคว้า รวบรวม เนื้อหาสาระจากตำรา เอกสารที่เกี่ยวข้องอื่นๆ
- ขั้นที่ 3 นำข้อมูลจากขั้นที่ 2 มาศึกษาเนื้อหาสาระ จัดแบ่งบทในแต่ละบท แต่ละตอน ให้

เหมาะสมว่าต้องการนำเสนออะไรอย่างน้อยแค่ไหน

ขั้นที่ 4 แล้วกำหนดเนื้อหาสาระในการจัดทำในแต่ละบท แต่ละตอนโดยละเอียดซึ่งอาจจะแบ่งเป็นหัวข้อใหญ่และหัวข้อย่อย เป็นเรื่องๆ

ขั้นที่ 5 เขียนอธิบายเนื้อหาสาระของหัวข้อใหญ่และหัวข้อย่อยให้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ และจำนวนคาบเวลาเรียนที่หลักสูตรกำหนด เอกสารประกอบการสอน นอกจากมีเนื้อหาสาระแล้ว สิ่งที่ต้องจัดทำก็คือ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบฝึกหัด ตัวอย่างหรืออื่นๆ ที่ผู้สอนเห็นว่า มีความจำเป็นในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

สุวิทย์ มูลคำ (2556) ได้เสนอแนะขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบการสอนไว้ดังนี้

- 1) วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุจากการเรียนการสอน ซึ่งอาจได้มาจาก
 1. การสังเกตปัญหาที่เกิดขึ้นขณะทำการสอน
 2. การบันทึกปัญหาและข้อมูลระหว่างการสอน
 3. การศึกษาและวิเคราะห์ผลการเรียนของผู้เรียน
- 2) ศึกษารายละเอียดในหลักสูตรของสถานศึกษา เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง หรือจุดประสงค์และกิจกรรมที่เป็นปัญหา
- 3) เลือกเนื้อหาที่เหมาะสมแบ่งเป็นบทเป็นตอนหรือเป็นเรื่อง เพื่อแก้ปัญหาที่พบ
- 4) ศึกษารูปแบบของการเขียนเอกสารประกอบการเรียนการสอน และกำหนดส่วนประกอบภายในของเอกสารประกอบการสอน
- 5) ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมากำหนดเป็นจุดประสงค์ เนื้อหา วิธีการและสื่อประกอบเอกสารในแต่ละบทหรือแต่ละตอน
- 6) เขียนเนื้อหาในแต่ละตอน รวมทั้งภาพประกอบ แผนภูมิ และข้อทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้
- 7) ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจ
- 8) นำไปทดลองใช้ในห้องเรียน และเก็บบันทึกผลการใช้
- 9) นำผลที่ได้มาใช้พิจารณาเพื่อปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่อง (อาจทดลองใช้มากกว่า 1 ครั้ง เพื่อปรับปรุงเอกสารประกอบการสอนนั้นให้สมบูรณ์ และมีคุณค่ามากที่สุด)
- 10) นำไปใช้จริงเพื่อแก้ปัญหาที่พบ

2.5.1.4 ประโยชน์ของเอกสารประกอบการสอน

ประคองศรี สายทอง (2545) ได้กล่าวถึงประโยชน์เอกสารประกอบการเรียนดังนี้ เป็นผลงานทางวิชาการที่เปิดโอกาสให้ผู้สอนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ที่จะช่วยในการเรียนการสอน เป็นแนวทางให้ผู้สอนจัดกิจกรรมและประสบการณ์สำหรับผู้เรียน เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ที่วางไว้ ช่วยแก้ปัญหาคาดแคลนตำราของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีเอกสารสำหรับศึกษา ทำความเข้าใจบทเรียนและฝึกปฏิบัติกิจกรรมการเรียน ช่วยสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนมีความสนใจใคร่รู้และศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์ (2550) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของเอกสารประกอบการเรียนไว้ดังนี้ ให้นักศึกษานำไปใช้ในการศึกษาทบทวนทั้งในระหว่างเรียนและหลังเรียน ใช้เพื่อแสดงความสามารถหรือความเชี่ยวชาญทางวิชาการของผู้สอน (จึงต้องเป็นผลงานของตนเองไม่ได้ลอกใครมา)

จากการศึกษาประโยชน์ของเอกสารประกอบการสอน พอสรุปได้ว่า เอกสารประกอบการสอน ช่วยให้ผู้เรียนได้ทำการศึกษาในระหว่างเรียนและหลังเลิกเรียน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของผู้เรียนตามที่คาดหวังไว้ ใช้เป็นคู่มือครูเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนของครู และพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของนักเรียนทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ และผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

2.5.1.4 ข้อดีของเอกสารประกอบการสอน

กิดานันท์ มลิทอง (2543) กล่าวถึงข้อดีของเอกสารประกอบการสอนดังนี้ ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถของแต่ละบุคคล เหมาะสำหรับการอ้างอิงหรือทบทวนสะดวกในการแก้ไข และปรับปรุงเนื้อหาใหม่ เหมาะสำหรับการเรียนรู้ที่วิธีหนึ่ง

สุรัชย์ บุญญานุสิทธิ์ (2542) ได้กล่าวถึงข้อดีของเอกสารประกอบการสอนเป็นเอกสารจัดพิมพ์ที่มีรูปแบบแน่นอน ที่ใช้แทนตำราหรือแบบเรียนได้ครอบคลุมจุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการสอน และวิธีวัดผล ตามที่ระบุไว้ในหลักสูตรรายวิชาใดวิชาหนึ่ง สามารถใช้ศึกษาได้ด้วยตนเอง และใช้จัดสภาพการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้ มีความเชื่อถือได้สูง ในกรณีที่เรียบเรียงเนื้อหามาจากหลายแห่งจะมีการอ้างอิง เชิงอรรถและบรรณานุกรม ปรากฏไว้ท้ายเอกสารชุดนั้น ด้วย สามารถนำไปใช้ได้ ตามแผนการสอนที่วางไว้และประเมินคุณภาพของเอกสารได้หรือสามารถให้ผู้อื่นนำไปใช้ ส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนให้สูงขึ้น สามารถประเมินประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ตั้งแต่ 70/70 ขึ้นไป เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาสามารถแก้ไขปัญหาได้ มีความเชื่อถือสูง มีผลพิสูจน์เชิงประจักษ์ และสามารถนำไปใช้ได้จริง

สรุปเอกสารประกอบการสอนมีข้อดีต่อครูและนักเรียน ข้อดีที่มีต่อครู คือ สามารถใช้แทนแบบเรียนหรือตำราได้ สามารถใช้ทบทวนอ้างอิงในเนื้อหา มีความสะดวกในการใช้งาน สามารถแก้ไขและปรับปรุงเนื้อหาให้ใหม่อยู่เสมอ เหมาะกับการเปลี่ยนแปลงของการศึกษา เรียนรู้ให้ทันต่อยุคสมัย ข้อดีที่มีต่อผู้เรียน ได้แก่ เป็นเอกสารที่มีเนื้อหาสาระครอบคลุมตามคำอธิบายของหลักสูตรที่กำหนดไว้ สามารถใช้ศึกษาได้ด้วยตนเอง ใช้เป็นเอกสารสำหรับการเรียนรู้ได้ตามความสามารถของรายบุคคล ใช้สำหรับศึกษาทบทวน การอ้างอิง และช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นได้

2.5.1.5 การสร้างเอกสารประกอบการสอน

1) ขั้นตอนการสร้างเอกสารประกอบการสอน

ขั้นตอนการสร้างเอกสารประกอบการสอนเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญมีนักวิชาการหลายท่านได้เสนอแนะแนวทางการสร้างเอกสารประกอบการสอน ไว้ดังนี้

วิชัย ประสิทธิ์วุฒิเวชช์ (2542) ได้กล่าวไว้ว่า ข้อเสนอแนะสำหรับการสร้างเอกสารประกอบการสอนประกอบด้วย ศึกษาค้นคว้า เนื้อหาสาระของเรื่องที่เขียน ศึกษารูปแบบที่ใช้ในการเรียน ลงมือเขียน

ทบทวน ชัดเกล้า เพิ่มเติมหาภาพประกอบ (ถ้ามี) ให้บุคคลที่เกี่ยวข้องอ่านและให้ข้อคิดเห็น ปรับปรุงแก้ไข พิมพ์เผยแพร่

จินตนา ไบกาชุยี (2542) ให้แนวทางในการสร้างเอกสารประกอบการสอนว่า การสร้างเอกสารประกอบการสอนเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ ผู้สอนจะต้องสร้างให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนของตนในชั้นเรียน โดยมีขั้นตอนการสร้างเอกสารประกอบการสอนดังนี้ ขั้นเตรียมการต้องวิเคราะห์จุดประสงค์ของหลักสูตรและขอบเขตของเนื้อหาสาระ พิจารณาเวลาเรียนและวิเคราะห์ความรู้ความสามารถของผู้เรียน ส่วนการวิเคราะห์หลักสูตรผู้สอนจำเป็นต้องทำความเข้าใจกับแนวคิดปรัชญาจุดหมายหลักการ และโครงสร้างของหลักสูตรแม่บท เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริงจะได้มองเห็นทิศทางของหลักสูตร และมีแนวคิดพื้นฐานในการเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนให้ถูกต้องตามแนวที่หลักสูตรมุ่งหวัง นอกจากนี้จะศึกษาประเด็นในการวิเคราะห์หลักสูตรดังกล่าวข้างต้นแล้วยังจำเป็นต้องศึกษาจุดประสงค์และคำอธิบายรายวิชาที่ปรากฏในหลักสูตรซึ่งจะทำให้ทราบว่าสาระ เหล่านั้นมีลักษณะสำคัญอย่างไร มุ่งให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะ การปฏิบัติ เจตคติ และค่านิยม มีขอบข่ายเพียงใด เพื่อจะได้กำหนดเอกสารประกอบการสอนที่จะใช้ได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ ขั้นวางแผน ต้องกำหนดจุดประสงค์ของเอกสารประกอบการสอน กำหนดขอบเขตของเนื้อหาสาระแล้วจึงทำเค้าโครงสร้าง (Outline) ของเอกสารประกอบการสอน จากนั้นจึงกำหนดแนวทางการเสนอเนื้อหาสาระและเตรียมการเกี่ยวกับข้อมูล และแหล่งข้อมูลที่จะต้องใช้ในการยกย่องสนับสนุน การที่จะเลือกใช้เอกสารประกอบการสอนให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้สอนจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวต่าง ๆ เพิ่มเติม อาทิ เรียนรู้ เทคนิควิธีการสอนที่น่าสนใจวิธีกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในสิ่งที่จะเรียน คุณสมบัติของผู้เรียน ศึกษาสภาพของสิ่งแวดล้อมที่จะช่วยเกื้อกูลในการเรียนการสอน ฯลฯ ทั้งอาจจะศึกษาจากเอกสารคู่มือหลักสูตร คู่มือการสอน ฯลฯ หรือศึกษาจากบุคลากรและแหล่งความรู้ในชุมชนตามความเหมาะสม ปัจจัยดังกล่าวจะช่วยส่งเสริมให้การสร้างเอกสารประกอบการสอนเกิดผลสัมฤทธิ์ตามความต้องการมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้จะจัดกิจกรรมในการสอน โดยกำหนดให้นักเรียนค้นคว้าจากหนังสือและแหล่งวิทยากร เพื่อให้ผู้เรียนมีแหล่งข้อมูลประกอบการคิดวิเคราะห์ หาหลักการหรือข้อสรุปได้ด้วยตนเอง ขั้นยกย่องสนับสนุนเอกสารประกอบการสอน ลงมือเขียนต้นฉบับและปรับปรุงจนมีความเหมาะสม ขั้นทดลองใช้ต้นฉบับทดลองใช้ต้นฉบับที่ปรับปรุงแล้วกับกลุ่มตัวแทนผู้เรียนจำนวนมากขึ้นในสถานการณ์ที่สอนจริงแล้วจึงนำมาปรับปรุงอีกครั้งขั้นจัดทำต้นฉบับสมบูรณ์

สงเสริม ชูรักษ์ (2545) ได้ระบุขั้นตอนการสร้างเอกสารประกอบการสอนดังนี้ ขั้นเตรียม วิเคราะห์หลักสูตร วิเคราะห์ขอบเขตเนื้อหา ขั้นวางแผน กำหนดจุดประสงค์ กำหนดขอบเขต จัดทำโครงร่าง (Outline) กำหนดแนวทางสอนเนื้อหา เตรียมข้อมูลและแหล่งข้อมูลขั้นยกย่องลงมือเขียนต้นแบบ ครั้งที่ 1 ตรวจสอบต้นแบบ ครั้งที่ 1 และปรับปรุง ขั้นทดลองใช้ ทดลองใช้ต้นแบบ และปรับปรุง ทดลองใช้ต้นแบบกับกลุ่มตัวอย่างและปรับปรุง ขั้นทำต้นแบบจัดทำต้นแบบเอกสารประกอบการสอนให้สมบูรณ์

สรุปขั้นตอนการสร้างเอกสารประกอบการสอนมีขั้นตอนที่เริ่มด้วยการวิเคราะห์จุดประสงค์ของหลักสูตร หรือสาระการเรียนรู้เป็นกรอบในการจัดทำนอกจากนั้นจะพิจารณาระดับของผู้เรียน เพื่อที่

จะจัดแผนการเรียนรู้และกิจกรรมปฏิบัติความเหมาะสม และความสนใจโดยเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก และสิ่งสำคัญคือการใช้แหล่งข้อมูลในชุมชนที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตของผู้เรียนรวมทั้งสอดคล้องคุณธรรม จริยธรรม ในทุกขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้

2) จุดประสงค์การเรียนรู้

สุพิน บุญชูวงศ์ (2544) กล่าวว่าจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นจุดหมายปลายทางในการเรียนการสอน ดังนั้นจุดประสงค์การเรียนรู้จึงมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนโดยที่จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมในการเรียนการสอนการเลือกสื่อการเรียน และจัดเรื่อง การวัดผลประเมินผลได้อย่างเหมาะสม ทำให้การสอนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

Tyler (1949) กล่าวถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนการสอนจำเป็นต้องกำหนดจุดประสงค์ให้ชัดเจน เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาคัดเลือกประเมิน และได้แนะนำเกี่ยวกับหลักพื้นฐานในการกำหนดจุดประสงค์ ดังนี้ มีถ้อยคำที่บ่งบอกพฤติกรรมที่คาดหวัง มีการกำหนดเงื่อนไขหรือสถานการณ์ เพื่อขยายกิจกรรมให้เด่นชัดมากขึ้น มีการกำหนดเกณฑ์หรือมาตรฐานขั้นต่ำ มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

3) สารระสำคัญ

วิชัย วงศ์ใหญ่ (2525 : 80) กล่าวถึงสารระสำคัญหรือแนวคิดสำคัญที่สามารถสรุปจากข้อมูล หรือข้อเท็จจริงนั้น ๆ อาจสรุปได้ด้วยคำกะทัดรัด และสื่อความหมายได้ มีความคิดรวบยอด และสามารถนำมาประสานสัมพันธ์เกิดจากการคิดแก้ปัญหา เกิดความคิดสร้างสรรค์หรือคิดแบบมีวิจารณ์ญาณ ในการที่จะประยุกต์ใช้จากสิ่งที่ตนได้เรียนรู้มา เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ต่อไป

นาตยา ภัทรแสงไทย (2525) ได้กล่าวไว้ว่า สารระสำคัญหรือความคิดรวบยอดจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดประเภทสรุปและมองสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ในลักษณะร่วมกันมากกว่าที่จะมองแยกจากกันเพื่อให้ผู้เรียนสามารถตีความข้อมูล โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ได้ดังนั้นการเขียนสารระสำคัญควรเขียนดังนี้ ควรเขียนความคิดรวบยอดที่สำคัญ ๆ โดยพิจารณาจากเนื้อหาที่ปรากฏในหน่วยการเรียนรู้ทั้งหมด หรือความคิดของเนื้อหาแต่ละตอนที่ควรเขียน ความรู้ความสามารถสำคัญที่จะต้องปลูกฝังให้เด็กนักเรียนควรเขียนเจตคติ ค่านิยม หรือสิ่งที่นักเรียนจะได้รับติดตัวไปในระยะยาว

4) เนื้อหา

นคร พันธุ์ณรงค์ (2538) ได้เสนอแนะในการเขียนส่วนที่เป็นเนื้อหาควรพิจารณาในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้ ครอบคลุมขอบเขตเนื้อหาในคำอธิบายรายวิชาของหลักสูตร ความถูกต้อง ชัดเจน เอกสารอ้างอิง และค้นหาง่าย ความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียนในระดับชั้นนั้น ๆ

5) กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอนต้องยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดกิจกรรมต่าง ๆ และเน้นให้ผู้เรียน เรียนรู้ด้วยตนเองมีการประเมินผลการเรียนอย่างต่อเนื่องควบคู่กับการเรียนการสอนซึ่งเป็นการประเมินตามสภาพความจริง

6) การวัดผลและประเมินผลการเรียน

การประเมินผลการเรียนต้องประเมินตามหลักสูตร ที่สถานศึกษากำหนดให้ใช้ได้ ดำเนินประเมินตามสภาพจริงต่อเนื่องตลอดภาคเรียน ด้านความรู้ ความสามารถ และเจตคติจากกิจกรรม การเรียนการสอน และการปฏิบัติงานที่มอบหมายซึ่งครอบคลุมจุดประสงค์ และเนื้อหาวิชาโดยใช้ เครื่องมือและวิธีการหลากหลายตามความเหมาะสมให้มีการประเมินเพื่อพัฒนา และการประเมินสรุปผล การเรียนโดยพิจารณาจากการประเมินแต่ละกิจกรรม และงานที่มอบหมายในอัตราส่วน ตามความสำคัญ ของแต่ละกิจกรรม หรืองานที่มอบหมายซึ่งต้องมีการประเมินผลก่อนเรียนการประเมินระหว่างเรียนและ การประเมินเพื่อสรุปผลการเรียน

7) สื่อและอุปกรณ์การสอน

วิจิตร ภัคศิริรัตน์ (2525) สื่อและอุปกรณ์การสอนที่ใช้ประกอบการสอนแต่ละครั้งต้องมีความสอดคล้องกับเนื้อหา กิจกรรม และสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์สำคัญของ สื่อการสอนว่าสื่อการสอนมีบทบาทสำคัญที่สุดในการสอนวิชาสังคมศึกษา เพราะสื่อการสอนเป็น เครื่องมือช่วยในการสื่อความหมาย โดยมีครูเป็นผู้รวบรวมกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ นั้น ๆ คุณค่าของสื่อการ สอนเป็นตัวกลางถ่ายทอดการเรียนรู้ช่วยให้เราเข้าใจเรื่องราวได้ง่ายขึ้น อันเป็นแนวทางสู่เป้าหมายตั้งนั้น สื่อการเรียนการสอนต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอนในหน่วย นั้น ๆ ต้องเหมาะกับวัย และความสามารถของนักเรียน ต้องสอดคล้องกับหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ และ ควรผ่านการทดลอง การใช้ และการปรับปรุงแก้ไขมาแล้วนอกจากนี้ต้องมีความน่าสนใจและราคา ประหยัด

8) ตำราและหนังสืออ่านประกอบ

ตำราและหนังสืออ่านประกอบมีความจำเป็นในการอ้างอิง เพื่อความถูกต้องของ เนื้อหาหรือครูผู้สอนตลอดจนนักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตนเองได้ ข้อเสนอแนะการเขียน ตำราและหนังสืออ่านประกอบว่าผู้สอนควรเสนอแนะตำรา หรือหนังสือที่ครูและนักเรียนควรอ่านเพิ่มเติม นอกเหนือจากเนื้อหาในหน่วยการเรียนนั้น ๆ การเขียนหัวข้อนี้สิ่งที่ต้องเน้นเป็นพิเศษ คือการระบุหน้า ของเรื่องที่เกี่ยวข้องให้ชัดเจน ควรหาได้ง่ายตามท้องถิ่นของนักเรียน มีตำราและหนังสืออ่านประกอบไม่ น้อยกว่า 5 เล่ม ดังนั้นการเขียนตำรา และหนังสืออ่านประกอบต้องมีจำนวนข้อมูลมากเพียงพอ แหล่งข้อมูลต้องทันสมัย รูปแบบการเขียนบรรณานุกรมถูกต้อง และสามารถนำไปสู่การค้นคว้าได้

9) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นเครื่องมือวัด และประเมินความรู้ ความสามารถของผู้เรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตรรายวิชานั้น ๆ ข้อทดสอบที่ดีควรจะ ครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ปลายทางของการเรียนการสอนบทนั้นมีความยากง่าย พอเหมาะกับวัยของนักเรียนและความสามารถวัดได้ประเมินได้ตามความจริง และมีความเที่ยงตรง น่าเชื่อถือ

10) การเขียนกิจกรรมในเอกสารประกอบการสอน

กิจกรรม หมายถึง งานที่กำหนดให้นักศึกษาปฏิบัติ การจัดสภาพการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษากิจกรรมมีความสำคัญ ช่วยให้นักศึกษาทบทวนเนื้อหาสาระสำคัญ ช่วยให้นักศึกษาทดสอบความรู้ ความเข้าใจของตน มีโอกาสได้แสวงหาความรู้และประสบการณ์เพิ่มเติมเป็นสิ่งที่เร้าให้นักศึกษาคิด และช่วยให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจเพิ่มมากขึ้น

11) ใบงานการทดลอง

ใบงานการทดลองที่ใช้สำหรับการเรียนทดลองร่วมกับชุดทดลองผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักการพัฒนาและการสร้างใบงาน เพื่อทำการสร้างใบงานการทดลองมาใช้เป็นเอกสารให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอนที่กำหนด

ชูศักดิ์ เปลี้นนุ (2545) ที่กล่าวว่าใบงานการทดลอง (Laboratory Sheet) หมายถึงเอกสารที่ใช้เป็นคำสั่งให้ปฏิบัติงาน หรือเป็นคำแนะนำให้ผู้เรียนสามารถดำเนินการทดลองให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ใบงานที่ใช้กันอยู่ในสถาบันการศึกษา จะมีทั้งที่ผู้สอนสร้างขึ้นมาใช้เองและใบงานการทดลองที่ผลิตโดยบริษัทผู้สร้างอุปกรณ์สำหรับการทดลองโดยเฉพาะ หรือจากผู้ผลิตตำราเอกสารประกอบการสอนเป็นอาชีพ

12) การปฏิบัติการทดลอง

สุชิน ชินสีห์ (2548) การสอนภาคปฏิบัติในวิชาช่างอุตสาหกรรมนั้นเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะเป็นการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนจากการจัดประสบการณ์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาและการฝึกทักษะที่จำเป็นของการทำงานเพื่อเป็นการเตรียมพร้อมของผู้เรียนไปสู่งานอุตสาหกรรม งานปฏิบัติกิจกรรมที่ผสมผสานกันระหว่างความรู้ข้อมูลในศาสตร์ความสามารถทางสมอง (Intellectual Skill and Cognitive Strategies) ความสามารถทางกาย (Manipulative Skills) และการพัฒนาทัศนคติ (Affective) กิจกรรมการเรียนการสอนที่สนับสนุนความสามารถเหล่านี้ ได้แก่ การสอนทดลอง ซึ่งจากการศึกษาพบว่าได้มีการพัฒนารูปแบบการสอนทดลอง เพื่อนำมาใช้ในการสอนช่างอุตสาหกรรมทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความรู้ ทักษะ ความสามารถ และประสบการณ์เป็นอย่างมาก

13) การอ้างอิงในเอกสารประกอบการสอน

การอ้างอิง คือ การบอกแหล่งที่มาของข้อมูลหรือข้อความที่คัดลอกมาหรือ เก็บแนวคิดมาใช้ในรายงานเพื่อแสดงหลักฐานที่มาของข้อมูลอันเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินคุณค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูล และเนื้อหา การอ้างอิงมีวิธีการดังนี้

เชิงอรรถ (Footnotes) คือการใส่หมายเลขกำกับท้ายข้อความที่คัดลอก หรือเก็บแนวคิดมาให้ตรงกับหมายเลขของรายการเชิงอรรถที่บอกแหล่งที่มา

การอ้างอิงแทรกปนเนื้อหา โดยระบุแหล่งที่มาไว้ในวงเล็บได้รับความนิยมเพราะสะดวก และประหยัดเนื้อที่ในการจัดพิมพ์ มีแบบแผนเป็นสากล ง่ายแก่การศึกษาและปฏิบัติ

บรรณานุกรม (Bibliographies) หรือเอกสารอ้างอิง (Reference) เป็นส่วนที่แสดงถึงการศึกษาค้นคว้าวิจัยของผู้เขียนว่ามีความสมบูรณ์กว้างขวาง ลึกซึ้ง ทันสมัยน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด (นคร พันธุ์ณรงค์, 2538)

14) การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

สิริโฉไล ทรงเที่ยงตรง (2541) ได้กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไว้ดังนี้ การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง หมายถึง การนำชุดทดลองไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อปรับปรุง แล้วนำไปสอนจริง นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข และจึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง มีผู้นิยมใช้ทั่วไป วิธีหนึ่งคือ เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (The 90/90 Standard) หรือเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ซึ่ง ได้ให้ความหมายไว้เป็น 4 ลักษณะ คือ

1. เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 หมายถึง การที่นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง ร้อยละ 90 แต่ไม่ได้เป็นเครื่องชี้ว่าบทเรียนนี้มีประสิทธิภาพตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ จะต้องดูความสำเร็จของนักเรียนที่สามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้เป็นส่วนมาก ถือว่า ร้อยละ 90 อาจเป็นตัวแทนที่ดีของนักเรียนส่วนมาก ทั้งนี้ได้หมายความว่า บทเรียนที่นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง เพียงร้อยละ 85 เป็นบทเรียนที่ไม่ดีและเชื่อถือไม่ได้ และบทเรียนที่นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องร้อยละ 100 เป็นบทเรียนที่ดีมีได้ ถ้านักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนไม่ค่อยได้

2. เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 หมายถึง นักเรียนร้อยละ 90 เรียนรู้บทเรียนได้ดีขึ้นกว่าเดิมร้อยละ 90 ของบทเรียน ตัวอย่างเช่น นักเรียนทำคะแนนทดสอบก่อนเรียนได้ร้อยละ 30 แต่นักเรียนสามารถทำคะแนนทดสอบหลังเรียนได้ร้อยละ 100 แสดงว่านักเรียนสามารถทำคะแนนได้เพิ่มขึ้น เพียงร้อยละ 70 เท่านั้น แต่ถ้านักเรียนทำคะแนนทดสอบหลังเรียนได้ร้อยละ 90 นักเรียนจะทำคะแนนได้เพิ่มขึ้น เพียงร้อยละ 60 จากที่นักเรียนควรจะได้เต็มก็คือ ร้อยละ 70 นักเรียนได้คะแนนเพิ่ม 6 ใน 7 ของคะแนนที่ควรจะได้ หรือร้อยละ 85.7 เป็นอย่างสูง

3. เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 หมายถึง นักเรียนร้อยละ 90 เรียนรู้เรื่องราวได้ร้อยละ 90 โดยไม่คำนึงถึงนักเรียนอีกร้อยละ 10 ถ้าเอาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนมาเฉลี่ยได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 แสดงว่าบทเรียนนี้ถึงเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

4. เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 หมายถึง นักเรียนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมดจะต้องได้คะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนนี้ร้อยละ 90 และแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อ จะต้องมิผู้ที่ทำถูกต้องร้อยละ 90 เช่นกัน ตัวอย่างเช่น นักเรียน 100 คน ทำแบบทดสอบ 10 ข้อ นักเรียนแต่ละคนจะทำผิดได้เพียง 1 ข้อ และแบบทดสอบแต่ละข้อจะต้องมิผู้ทำผิดไม่เกิน 10 คน

2.6 แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะ

2.6.1 ความหมายของสมรรถนะ

ราชบัณฑิตยสถาน (2539) สมรรถนะตรงกับภาษาอังกฤษ Competency หรือ Competence หมายถึง คุณลักษณะที่มีส่วนช่วยให้บุคคลสามารถผลิตผลงานที่มีประสิทธิภาพหรือผลงานที่ดีเยี่ยมได้

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (2547) ให้ความหมาย ของคำว่าสมรรถนะ คือ คุณลักษณะเชิงพฤติกรรมที่เป็นผลมาจากความรู้ ทักษะ ความสามารถ และคุณลักษณะอื่น ๆ ที่ทำให้บุคคลสร้างผลงานที่โดดเด่นในองค์กร ดังนั้นสมรรถนะจึงเป็นคุณลักษณะเชิงพฤติกรรมที่องค์กรต้องการ

Spencer and Spencer (1993) ได้กล่าวว่า สมรรถนะ หมายถึง คุณลักษณะพื้นฐาน (Underlying Characteristic) ที่มีอยู่ภายในตัวบุคคลได้แก่ แรงจูงใจ (Motive) อุปนิสัย (Trait) อัตมโนทัศน์ (Self-Concept) ความรู้ (Knowledge) และทักษะ (Skill) ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้ จะเป็นตัวผลักดันหรือมีความสัมพันธ์เชิงเหตุผล (Causal Relationship) ให้บุคคลสามารถ ปฏิบัติงานตามหน้าที่ความรับผิดชอบ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือสูงกว่าเกณฑ์อ้างอิง (Criterion-Reference) หรือเป้าหมายที่กำหนดไว้

เดชา เดชะวัฒน์ไพศาล (2543) ได้กล่าวว่า สมรรถนะ หมายถึง ทักษะ ความรู้ ความสามารถ หรือพฤติกรรมของบุคคล ที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน คือ ในการทำงานหนึ่งต้องรู้อะไร เมื่อมีความรู้หรือข้อมูลแล้ว ต้องรู้ว่าจะทำงานนั้นอย่างไร และควรมีพฤติกรรมหรือคุณลักษณะเฉพาะอย่างไร จึงจะทำงานได้อย่างประสบความสำเร็จ สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้องค์กรทราบคุณสมบัติหรือคุณลักษณะที่ดีในการทำงานของบุคลากรในองค์กร (Superior Performer)

อาภรณ์ ภูวิทย์พันธ์ (2548) ได้กล่าวว่า Competency หมายถึง ความสามารถ ศักยภาพ หรือสมรรถนะ เป็นตัวกำหนดรายละเอียดของพฤติกรรมที่แสดงออก เป็นการตอบคำถามว่า "ทำอย่างไรที่จะทำให้งานที่ได้รับมอบหมายประสบผลสำเร็จ (How)" มากกว่าการตอบว่า "อะไรเป็นสิ่งที่หัวหน้างานคาดหวังหรือต้องการ (What)" ทั้งนี้การกำหนดความสามารถ Competency นั้น จะแบ่งออกเป็น 3 มุมมอง ได้แก่ KSA ซึ่งมีความหมายแตกต่างกันไป ดังต่อไปนี้

1. ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งที่ถูกสั่งสมจากการศึกษาทั้งในสถาบัน การศึกษา สถาบันฝึกอบรม/สัมมนา หรือการศึกษาด้วยตนเอง รวมถึงข้อมูลที่ได้รับจากการสนทนา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประสบการณ์กับผู้รู้ทั้งในแต่ละสายวิชาชีพ

2. ทักษะ (Skills) หมายถึง สิ่งที่จะต้องพัฒนาและฝึกฝนให้เกิดขึ้น โดยจะต้องใช้ระยะเวลาเพื่อฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะนั้น

3. พฤติกรรมที่พึงปรารถนา (Attributes) คือ สิ่งที่องค์กรต้องการ เช่น ความใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ ความรักในองค์กร และความมุ่งมั่นในความสำเร็จ

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (2547 : 4-7) อธิบายว่า สมรรถนะ หมายถึง คุณลักษณะเชิงพฤติกรรมที่เป็นผลมาจากความรู้ ทักษะ ความสามารถ และคุณลักษณะอื่น ๆ ที่ทำให้บุคคล สามารถสร้างผลงานได้โดดเด่น กล่าวคือ การที่บุคคลจะแสดงสมรรถนะใด สมรรถนะหนึ่งได้ มักจะต้องมีองค์ประกอบ

ทั้งความรู้ ทักษะ/ความสามารถ และคุณลักษณะอื่น ๆ เช่น สมรรถนะการบริการที่ดี คือ "สามารถให้บริการที่ผู้รับบริการต้องการได้" หากขาดองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ ความรู้ในงาน หรือทักษะที่เกี่ยวข้อง เช่น การหาข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ และคุณลักษณะของบุคคลที่เป็นคน ใจเย็น อุดมทุน ชอบช่วยเหลือผู้อื่นแล้วบุคคลก็ไม่อาจแสดงสมรรถนะของการบริการที่ดีได้

รัตนาภรณ์ ศรีพิชัย (2548) กล่าวตรงกันว่าสมรรถนะ (Competency) มีความหมายตามพจนานุกรมว่า ความสามารถหรือสมรรถนะ ในภาษาอังกฤษมีคำที่มี ความหมายคล้ายกันอยู่หลายคำ ได้แก่ Capability, Ability, Proficiency, Expertise, Skill, Fitness, Aptitude สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือนใช้ภาษาไทยว่า "สมรรถนะ" แต่ในบางองค์กรใช้ คำว่า "ความสามารถ" ซึ่งหมายถึง บุคลิกลักษณะของคนที่สะท้อนให้เห็นความรู้ ทักษะ เจตคติ ความเชื่อ และอุปนิสัย สามารถวัด หรือสังเกตได้จากพฤติกรรมการทำงาน ซึ่งอาจเกิดจากพรสวรรค์ที่มีติดตัวมาตั้งแต่เกิด หรือจาก ประสบการณ์การทำงาน หรือจากการศึกษาฝึกอบรม

ธำรงค์ศักดิ์ คงคาสวัสดิ์ (2548) ได้กล่าวว่า สมรรถนะ (Competency) หมายถึง คุณลักษณะ เช่น ความรู้ ความสามารถ ความชำนาญ ทักษะ เจตคติ ความเชื่อ ตลอดจนพฤติกรรมของบุคคลที่ทำให้สามารถปฏิบัติงานให้ประสบความสำเร็จ

สุกัญญา รัศมีธรรมโชติ (2549) ได้กล่าวว่า สมรรถนะ (Competency) คือ ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) และคุณลักษณะส่วนบุคคล (Personal Characteristic or Attributes) ที่ทำให้บุคคลนั้นทำงานในความรับผิดชอบของตนได้ดีกว่าผู้อื่น

ณรงค์วิทย์ แสนทอง (2550) ได้แปลชื่อเรียกของ Competency ว่า "ความสามารถ, ศักยภาพหรือสมรรถนะ" และสรุปความหมายของ Competency ออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 หมายถึง บุคลิกลักษณะของคนที่สะท้อนให้เห็นความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) เจตคติ (Attitude) ความเชื่อ (Belief) และอุปนิสัย (Trait)

กลุ่มที่ 2 หมายถึง กลุ่มของความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) และ คุณลักษณะของบุคคล (Attributes) หรือเรียกว่า KSAs ซึ่งสะท้อนให้เห็นจากพฤติกรรมในการทำงานของแต่ละบุคคลที่สามารถวัด และสังเกตเห็นได้ กล่าวโดยสรุป สมรรถนะ หมายถึง คุณลักษณะความสามารถของบุคคลที่แสดงออกมาในเชิงพฤติกรรมที่ส่งผลให้บุคคลปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสะท้อนให้เห็นจากพฤติกรรมที่แสดงออกซึ่ง ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) และคุณลักษณะ (Attributes) ที่เกี่ยวข้องกัน สามารถวัดและสังเกตได้ อาจเกิดจากพรสวรรค์หรือการเสริมสร้างขึ้นโดยผ่านการปฏิบัติงาน การฝึกอบรมและการพัฒนา

McCleLLAND (1973) ได้กล่าวว่า สมรรถนะ หมายถึง คุณลักษณะที่ซ่อนอยู่ภายในตัวบุคคล ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้ จะเป็นตัวผลักดันให้บุคคลสามารถสร้างผลการปฏิบัติงานในงานที่ตนรับผิดชอบให้สูงกว่า หรือ เหนือกว่าเกณฑ์/ เป้าหมายที่กำหนดไว้

สรุปได้ว่า สมรรถนะ หมายถึง คุณภาพที่ดีของคุณสมบัติการดำเนินงานที่ปัจเจกบุคคลได้รับ สมรรถนะจากการศึกษา การฝึกอบรม และประสบการณ์ จนเกิดเป็นความสามารถหรือสมรรถนะซึ่งประกอบด้วย ความรู้ ทักษะ และทัศนคติที่แสดงออกเป็นคุณลักษณะเชิงพฤติกรรมที่องค์กรต้องการ

2.6.2 องค์ประกอบของสมรรถนะ หลักตามแนวคิดของแมคเคลแลนด์ (McClelland) มี 5 ส่วน คือ

2.6.2.1 ความรู้ (Knowledge) คือ ความรู้เฉพาะในเรื่องที่ต้องรู้ เป็นความรู้ที่เป็นสาระสำคัญ

2.6.2.2 ทักษะ (Skill) คือ สิ่งที่ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ทักษะทางคอมพิวเตอร์ ทักษะทางการถ่ายทอดความรู้ เป็นต้น ทักษะที่เกิดได้นั้นมาจากพื้นฐานทางความรู้ และสามารถปฏิบัติได้อย่างรวดเร็ว

2.6.2.3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง (Self-Concept) คือ เจตคติ ค่านิยม และความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพลักษณ์ของตน หรือสิ่งที่บุคคลเชื่อว่าตนเองเป็น เช่น ความมั่นใจในตนเอง เป็นต้น

2.6.2.4 บุคลิกลักษณะประจำตัวของบุคคล (Traits) เป็นสิ่งที่อธิบายถึงบุคคลนั้น เช่น คนที่น่าเชื่อถือและไว้วางใจได้ หรือมีลักษณะเป็นผู้นำ เป็นต้น

2.6.2.5 แรงจูงใจ/เจตคติ (Motives/Attitude) เป็นแรงจูงใจ หรือแรงขับภายใน ซึ่งทำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมที่มุ่งไปสู่เป้าหมาย หรือมุ่งสู่ความสำเร็จ เป็นต้น

2.6.3 ประเภทของสมรรถนะ สมรรถนะสามารถจำแนกได้เป็น 5 ประเภทคือ

2.6.3.1 สมรรถนะส่วนบุคคล (Personal Competencies) หมายถึง สมรรถนะที่แต่ละคนมีความสามารถเฉพาะตัว ที่คนอื่นไม่สามารถลอกเลียนแบบได้

2.6.3.2 สมรรถนะเฉพาะงาน (Job Competencies) หมายถึง สมรรถนะของบุคคลกับการทำงานในตำแหน่ง หรือบทบาทเฉพาะตัว

2.6.3.3 สมรรถนะองค์การ (Organization Competencies) หมายถึง ความสามารถพิเศษเฉพาะองค์การนั้นเท่านั้น

2.6.3.4 สมรรถนะหลัก (Core Competencies) หมายถึง ความสามารถสำคัญที่บุคคลต้องมีหรือต้องทำเพื่อให้บรรลุผลตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

2.6.3.5 สมรรถนะในงาน (Functional Competencies) หมายถึง ความสามารถของบุคคลตามหน้าที่รับผิดชอบ ตำแหน่งหน้าที่อาจเหมือนกัน แต่ความสามารถต่างกัน

2.6.4 การวัดสมรรถนะ

การวัดสมรรถนะทำได้ค่อนข้างลำบาก จึงอาศัยวิธีการ หรือใช้เครื่องมือบางชนิดเพื่อวัดสมรรถนะของบุคคล ดังนี้

2.6.4.1 ประวัติการทำงานของคุณบุคคล ว่ามีความรู้ ทักษะ ความสามารถ มีประสบการณ์อะไรจากประวัติการทำงาน ทำให้ได้ข้อมูลส่วนบุคคล

2.6.4.2 ผลประเมินการปฏิบัติงาน (Performance Appraisal) ซึ่งจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานใน 5 ลักษณะ คือ

1) ผลการปฏิบัติที่เป็นเนื้องาน (Task Performance) เป็นการทำงานที่ได้เนื้องานแท้ ๆ
 2) ผลงานการปฏิบัติที่ไม่ใช่เนื้องาน แต่เป็นบริบทของเนื้องาน ได้แก่ ลักษณะพฤติกรรมของคนที่ปฏิบัติงาน

3) ผลการสัมภาษณ์ (Interview) ได้แก่ ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ อาจเป็นการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง คือ กำหนดคำถามไว้แล้ว สัมภาษณ์ตามที่กำหนดประเด็นไว้ กับ การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง คือ สอบถามตามสถานการณ์ คล้ายกับเป็นการพูดคุยกันธรรมดา ๆ แต่ผู้สัมภาษณ์จะต้องเตรียมคำถามไว้ในใจ โดยใช้กระบวนการสนทนาให้ผู้ถูกสัมภาษณ์สบายใจ ให้ข้อมูลที่ตรงกับสภาพจริงมากที่สุด

4) ศูนย์ประเมิน (Assessment Center) จะเป็นศูนย์รวมเทคนิคการวัดทางจิตวิทยาหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกัน รวมทั้งการสนทนากลุ่มแบบไม่มีหัวหน้ากลุ่มรวมอยู่ด้วยในศูนย์นี้

5) 360 Degree Feedback หมายถึง การประเมินรอบด้าน ได้แก่ การประเมินจากเพื่อนร่วมงาน ผู้บังคับบัญชา ผู้ใต้บังคับบัญชา และลูกค้า เพื่อตรวจสอบความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะ

2.6.5 การตรวจสอบสมรรถนะ

การตรวจสอบสมรรถนะอาจหมายถึงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นนั้นเป็นสมรรถนะที่ต้องการ มีข้อสังเกตดังนี้

2.6.5.1 เป็นพฤติกรรมที่สังเกตได้ อธิบายได้

2.6.5.2 สามารถลอกเลียนแบบได้

2.6.5.3 มีผลกระทบต่อความก้าวหน้าขององค์การ

2.6.5.4 เป็นพฤติกรรมที่สามารถนำไปใช้ได้หลายสถานการณ์

2.6.5.5 เป็นพฤติกรรมที่ต้องเกิดขึ้นบ่อย ๆ

2.6.6 สมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพ

คุณวุฒิวิชาชีพ สาขาวิชาชีพเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารและดิจิทัลคอนเทนต์ สาขาการสื่อสารโทรคมนาคม (Telecommunication) อาชีพช่างโครงข่ายปลายทางด้านเครือข่ายใยแก้วนำแสง ชั้น 2

2.6.6.1 คุณลักษณะของผลการเรียนรู้ (Characteristics of Outcomes)

เป็นผู้ที่มีสมรรถนะการทำงานขั้นปฏิบัติงานอย่างง่าย มีทักษะขั้นพื้นฐานในการปฏิบัติงานที่ถูกกำหนดไว้แล้ว สามารถแก้ปัญหาพื้นฐานที่พบเป็นประจำ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎี เครื่องมือและข้อมูลพื้นฐานภายใต้การควบคุมและแนะแนวของผู้บังคับบัญชา มีสมรรถนะ ได้แก่ ตรวจสอบบริการ FTTx (Troubleshoot FTTx Service) ติดตั้งบริการ FTTx (Install FTTx Service) ตรวจสอบสายกระจายใยแก้วนำแสง (Troubleshoot Optical Fiber Drop Cable) ติดตั้งสายกระจายใยแก้วนำแสง (Install Optical Fiber Drop Cable) โดยขั้นปฏิบัติงานได้

2.6.6.2 กลุ่มบุคคลในอาชีพ (Target Group)

- 1) ช่างเทคนิคด้านการแพร่ภาพกระจายเสียงและโสตทัศนูปกรณ์
- 2) ช่างเทคนิควิศวกรรมโทรคมนาคม
- 3) ช่างติดตั้งและผู้ให้บริการด้านอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

2.6.6.3 หน่วยสมรรถนะ (หน่วยสมรรถนะทั้งหมดของคุณวุฒิมิวิชาชีพนี)

- 1) ติดตั้งสายกระจายใยแก้วนำแสง (Install Optical Fiber Drop Cable) ชั้น 2
- 2) ตรวจสอบสายกระจายใยแก้วนำแสง (Troubleshoot Optical Fiber Drop Cable)

ชั้น 2

- 3) ติดตั้งบริการ FTTx (Install FTTx Service) ชั้น 2
- 4) ตรวจสอบบริการ FTTx (Troubleshoot FTTx Service) ชั้น 2
- 5) ตรวจสอบบริการ FTTx เบื้องต้น
- 6) ติดตั้งบริการ FTTx เบื้องต้น
- 7) ตรวจสอบสายกระจายใยแก้วนำแสงเบื้องต้น
- 8) ติดตั้งสายกระจายใยแก้วนำแสงเบื้องต้น

2.7 ความพึงพอใจ

2.7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายความพึงพอใจ ได้ว่าเป็นอารมณ์ของความรู้สึกที่มีความสุขร่าเริงอย่างมาก เป็นความสำเร็จหรือความสุขสดชื่นที่เกิดขึ้น เมื่อบุคคลได้การตอบสนองที่ต้องการ ไม่ว่าจะเป็ความต้องการทางด้านร่างกายและจิตใจ (ถวิล ธาราโภชน และคณะ 2540) ความพึงพอใจ ความรู้สึกพอใจในงานที่ทำ เมื่องานนั้นให้ประโยชน์ตอบแทนทั้งทางด้านวัตถุ และทางด้านจิตใจ ซึ่งตอบสนองความต้องการของบุคคลได้ (กิติมา ปรีดีติติก, 2542) ผลของความสนใจเอาใจใส่เรื่องนั้น ๆ เป็นความรู้สึกที่ดี มีความสุข มีความพอใจ ของบุคคลที่มีต่อปัจจัยต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการงานหรือการเรียน เกิดความรู้สึกตั้งใจ เต็มใจ และสามารถปฏิบัติงานให้บรรลุผลหรือเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ (นิธิมา คงสวัสดิ์, 2544) ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบพอใจที่สืบเนื่องมาจากทัศนคติด้านต่าง ๆ ที่มีต่อการปฏิบัติงานซึ่งเกิดจากองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น ความมั่นคง ปลอดภัย ความก้าวหน้าในการงาน ผลตอบแทนเพื่อนร่วมงานตลอดจนสนองความต้องการของบุคคล ความพึงพอใจทำให้บุคคล เกิดความสบายใจเกิดความสุขเป็นผลดีต่อการปฏิบัติงาน (ปิยวรรณ สังข์จันทร์พร, 2547)

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติทางบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งเมื่อได้รับการตอบสนองความต้องการของบุคคลทำให้รู้สึกชอบ พอใจ และเกิดความพึงพอใจขึ้นมา มีผลต่อการปฏิบัติงานหรือมีส่วนร่วมกับการงานจนสำเร็จ หรือบรรลุจุดหมายต่อสิ่งนั้นได้

2.7.2 ทฤษฎีการสร้างความพึงพอใจในการเรียน ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความพึงพอใจในการเรียนมีดังนี้

2.7.2.1. ทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์ (Maslow's Hierarchy of need) ที่กล่าวว่ามนุษย์ทุกคนมีความต้องการเหมือนกัน แต่ความต้องการนั้นเป็นลำดับขั้น ซึ่งเขาได้ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับความต้องการของมนุษย์ 5 ขั้นดังนี้ (Maslow 1943, 1944 and 1966 cited by Trotzer, 1977)

1) ความต้องการทางด้านร่างกาย (Physiological Need) ได้แก่ ความต้องการอาหาร เสื้อผ้า ความต้องการทางเพศ ทุกวัยมีความต้องการขั้นนี้เหมือนกัน แต่ต่างกันที่ความอดทนในการจัดการให้ความต้องการบรรเทาลง ความต้องการในขั้นนี้ถ้าขาดหายไปจะมีผลกระทบต่อกระบวนการพัฒนาตนเอง ผู้เรียนอาจไม่สนใจร่วมกิจกรรมการเรียนเพราะความไม่สบายกาย เช่น หิวกระหาย หนาว ร้อน หรือที่นั่นอาจไม่สบาย ครูควรตระหนักถึงความสำคัญในขั้นนี้และควรให้ความสนใจได้ถามผู้เรียน เพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียนแต่ละคน

2) ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Safety Needs) มนุษย์ทุกคนต้องการความมั่นคงปลอดภัยเป็นพื้นฐานของชีวิต ความคับข้องใจของบุคคลส่วนใหญ่มักเกิดจากความกลัวในสิ่งที่ไม่รู้ ทั้งในสังคมและร่างกาย เมื่อบุคคลเกิดความรู้เพื่อการพิจารณาจะสูญเสียความมั่นใจในตนเองทำให้เกิดความวิตกกังวลและเพิ่มการปกป้องตนเอง ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย มีความสัมพันธ์กับธรรมชาติของการไว้วางใจซึ่งกันและกัน จะช่วยให้บุคคลคลายความวิตกกังวล และก่อให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น ความต้องการความมั่นคงปลอดภัยแบ่งออกได้ 5 ประการดังนี้

2.1 ความต้องการความมั่นคงและปลอดภัยทางด้านร่างกาย (Physical Safety) บุคคลมักเลี่ยงอันตรายในสิ่งที่ต้องการ แต่บุคคลระมัดระวังป้องกันอันตรายที่เกิดกับตนเองอยู่เสมอในการจัดการเรียนการสอน ครูควรตระหนักถึงความต้องการนี้ โดยไม่จัดกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกไม่ปลอดภัย หรือถูกบังคับให้เสี่ยงกับการได้รับความบาดเจ็บทางร่างกาย

2.2 ความต้องการความมั่นคงปลอดภัยทางวัตถุ (Material Safety) ได้แก่ความต้องการความมั่นคงเกี่ยวกับสภาพการเงิน สวัสดิการ เป็นต้น ความต้องการด้านนี้ยิ่งเพิ่มมากขึ้นเมื่อบุคคลมีอายุมากขึ้น กระบวนการเรียนการสอนควรช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาและความเข้าใจเกี่ยวกับค่านิยมด้านวัตถุของตนเอง โดยผู้เรียนพัฒนาความรู้เกี่ยวกับตนเอง (Self Knowledge) ที่มีความสัมพันธ์ต่อการศึกษาและการวางแผนอาชีพ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสนองความต้องการความมั่นคงปลอดภัยทางด้านวัตถุของตนเอง

2.3 ความต้องการความเชื่อมั่นในตนเอง (The Need For Self Confidence) เป็นปัญหาที่พบมากในห้องเรียนและในโรงเรียน ไม่ว่าผู้เรียนจะแสดงว่าขาดความเชื่อมั่นในตนเองหรือแสดงออกให้เห็นว่ามีความเชื่อมั่นในตนเอง เป็นการแสดงให้เห็นถึงการให้การปกครองของตนเอง หรือต่อต้านความกลัวของตนเองทั้งสิ้นควรจัดบรรยากาศที่ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกถูกคุกคามทางจิตใจและให้ผู้เรียนรู้สึกได้ว่าห้องเรียนเป็นที่ที่เขาสามารถพัฒนา รู้สึกวางใจต่อกัน และความสามารถนี้ เป็นจุดสำคัญในการเพิ่มความรู้สึกเพิ่มความเชื่อมั่นในตนเองของผู้เรียนซึ่งเป็นความสัมพันธ์โดยตรงกับความเปลี่ยนแปลงตนเองของผู้เรียนไปสู่การพัฒนาตนเองอย่างเต็มขีดสูงสุดแห่งความสามารถ

2.4 ความต้องการไว้วางใจผู้อื่น (The Need To Trust Others) ความต้องการไว้วางใจผู้อื่น เป็นการรู้จักแบ่งปันความรู้สึกรู้สึกนึกคิด และร่วมมือในการทำงานกลุ่มภายใต้บรรยากาศที่ส่งเสริมการเปิดเผยตนเอง เพื่อการเรียนรู้ร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

2.5 ความต้องการได้รับความไว้วางใจจากผู้อื่น (The Need To Be Trusted by other) ก่อให้เกิดความงมงายของบุคคล เป็นการเปิดประตูสู่การให้และรับข้อมูลป้อนกลับซึ่งกันและกัน และก่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดีกับทุกคน การได้รับความไว้วางใจจากผู้อื่น มีผลต่อการเพิ่มความนับถือในตนเองและความเชื่อมั่นในตนเอง การพึ่งพาอาศัยกันของผู้เรียนในชั้นเรียนจะช่วยให้ผู้เรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการแก้ปัญหา ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมที่ไว้วางใจต่อกัน เช่น การแสดงความห่วงใย การเอาใจใส่ การให้กำลังใจต่อเพื่อนซึ่งเป็นลักษณะบุคลิกภาพที่สำคัญที่สุดในการมีสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่นของผู้เรียน และช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองให้เป็นสมาชิกที่ดีของสังคมต่อไป

3) ความต้องการรักและมีส่วนร่วม (Love and Belonging) มนุษย์ทุกคนมีความปรารถนาความรักความผูกพันจากผู้อื่น การไม่ได้รับความรักและความผูกพันจากครอบครัว เพื่อน หรือบุคคลทั่วไป เป็นผลให้บุคคลเกิดความว้าวุ่นและรู้สึกว้าวนอยู่อย่างโดดเดี่ยวความต้องการความรักและการมีส่วนร่วมหลายระดับ เริ่มต้นจากความต้องการการยอมรับจากผู้อื่นหรือกลุ่มที่ตนพอใจ แล้วพัฒนามาเป็นการยอมรับในตนเอง ผู้เรียนมักต้องการการยอมรับจากกลุ่มเพื่อน ผู้เรียนบางคนอาจประสบปัญหาการมีสัมพันธภาพทางสังคม ทำให้เขารู้สึกโดดเดี่ยวจากการไม่ได้รับการยอมรับจากผู้อื่น และอาจมีความรู้สึกไม่ดีต่อตนเองไม่ชอบและไม่ยอมรับในตนเอง ดังนั้นกระบวนการเรียนการสอนที่จัดให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มจึงมีส่วนช่วยเหลือและตอบสนองความต้องการความรักการมีส่วนร่วมและได้รับการยอมรับจากผู้อื่น

4) ความต้องการเห็นคุณค่าในตนเอง (Self Esteem) ความต้องการเห็นคุณค่าในตนเอง เป็นการแสวงหาการยอมรับนับถือจากผู้อื่น และจากตนเอง ความต้องการนี้จะได้รับการตอบสนอง เมื่อบุคคลรู้สึกว้าวนเองมีคุณค่า เข้มแข็ง เป็นประโยชน์และเป็นที่ยอมรับของผู้อื่นขณะที่ผู้เรียนประสบปัญหาส่วนใหญ่จะมีแนวโน้มคิดว่าตนเองไม่มีค่า และก็คิดว่าคนอื่นคิดว่าตนเองไม่มีค่าเช่นกัน ดังนั้นครูควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งจากบรรยากาศของการทำงานเป็นกลุ่มที่มีครูคอยเอื้ออำนวย และจัดสถานการณ์ให้สมาชิกทุกคนมีหน้าที่และบทบาทตามความถนัดและความสามารถของตนเองจะช่วยให้ผู้เรียนมีค่าและความสำคัญ

5) ความต้องการบรรลุภาวะสัจการแห่งตน (Self Actualization) ความต้องการบรรลุภาวะสัจการแห่งตนเอง เป็นความปรารถนาของมนุษย์ที่จะพัฒนาตนเอง อย่างเต็มขีดสูงสุดแห่งความสามารถ เป็นแรงจูงใจให้มนุษย์กระทำสิ่งต่าง ๆ เพื่อการมีชีวิตเป็นธรรมชาติมีความเชื่อมั่นและยอมรับตนเอง มีพลังในการช่วยเหลือผู้อื่น มีสำนึกที่ดีต่อสังคม มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีความยืดหยุ่น มีความสามารถพิจารณาปัญหาโดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางมากกว่า ยึดตนเองเป็นศูนย์กลางของปัญหาสามารถพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ด้วยจิตใจที่กว้างขวาง

อารี พันธมณี (2542 : 198) กล่าวว่า ความพึงพอใจในการเรียนรู้มีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ครูควรส่งเสริมให้เกิดเกิดพฤติกรรมต่อการเรียนรู้โดยสร้างความพึงพอใจให้เกิดแก่ผู้เรียนได้แก่การชมเชยและการตำหนิตั้ง 2 ประการจะมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน การทดสอบบ่อยครั้ง การทดสอบเป็นแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจมากขึ้น การทดสอบบ่อยครั้งจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจการเรียนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะส่งผลให้สัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูง และเป็นความพึงพอใจของผู้เรียน การค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยการเสนอแนะ หรือกำหนดหัวข้อที่ผู้เรียนสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตนเอง การใช้วิธีการเรียนการสอนที่แปลกใหม่ที่เร้าความสนใจ เพราะวิธีการที่แปลกใหม่ ที่ผู้เรียนยังไม่ประสบมาก่อนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตื่นตัว และมีแรงจูงใจในการเรียนรู้มากขึ้น การตั้งรางวัลสำหรับงานที่มอบหมายเพื่อยั่วให้ผู้เรียน เกิดความพยายามในงานที่ได้รับมอบหมายประสบผลสำเร็จด้วยดี และเกิดความพึงพอใจกับความสำเร็งนั้น การยกตัวอย่างจากสิ่งที่ไม่เคยพบ หรือคาดไม่ถึง การยกตัวอย่างประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนควรเป็นตัวอย่างที่ผู้เรียนคุ้นเคย เพื่อให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายและเร็วขึ้น การเชื่อมโยงบทเรียนใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้มาก่อนการเชื่อมโยงสิ่งใหม่ให้สัมพันธ์ กับสิ่งที่เคยเป็นประสบการณ์เดิม จะทำให้เข้าใจได้ง่ายและชัดเจนขึ้น และจะทำให้ผู้เรียนสนใจบทเรียนยิ่งขึ้น เพราะผู้เรียนคาดหวังไว้ว่าจะนำสิ่งที่เรียนไปใช้ประโยชน์และเป็นพื้นฐานต่อไป ใช้เกมและละคร การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติจริง จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานเพลิดเพลิน ส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและช่วยให้เข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น สถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนไม่พึงปรารถนา เช่น สภาพความจำเจในห้องเรียน หรือบรรยากาศในห้องเรียนที่ไม่เอื้อต่อการเรียนรู้ อาจเป็นสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเบื่อไม่พอใจ ควรหาทางลดหรือขจัดให้หมดไป เพราะเป็นสิ่งที่เป็อุปสรรคต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากการศึกษาทฤษฎีความต้องการที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความต้องการของมนุษย์สามารถแบ่งออกเป็น 5 ชั้นแต่ละชั้นของมนุษย์มีความสำคัญไม่เท่ากัน การจูงใจตามทฤษฎีนี้จะตอบสนองความต้องการของมนุษย์ที่แตกต่างกันไป และความสำคัญของความต้องการแต่ละชั้นขึ้นอยู่กับความพึงพอใจที่ได้รับการตอบสนองของความต้องการนั้น ๆ และทฤษฎีของมาสโลว์ ได้อธิบายให้เห็นถึงปัจจัยที่สร้างและทำให้เกิดแรงจูงใจได้อย่างชัดเจน คือ สภาพร่างกายที่สมบูรณ์ สภาพในห้องเรียนมีบรรยากาศที่ผ่อนคลาย ไม่ต้องเครียดการได้รับความรัก ได้รับการยอมรับและการชื่นชม การได้รับโอกาส ส่งผลทำให้ผู้เรียนสนใจมากขึ้น และทำให้ผู้เรียนมีความปรารถนาที่จะศึกษาหาความรู้จากผู้อื่น

2.7.3 ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (Thorndike's Classical Connectionism)

ทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองมีหลายรูปแบบ บุคคลมีการลองผิดลองถูก (Trail an error) ปรับเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบรูปแบบการตอบสนองที่เหมาะสมเพียงรูปแบบเดียว และจะพยายาม ให้รูปแบบนั้นเชื่อมโยงกับสิ่งเร้าในการเรียนรู้ต่อไปเรื่อย ๆ ซึ่งกฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ สรุปได้ดังนี้ (Hergenhahn and Olson, 1993 : 56-57 ; อ้างอิงใน ทิศนา แคมมณี, 2550)

2.7.3.1 กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) การเรียนรู้จะเกิดได้ดีถ้าผู้เรียนมีความพร้อมทั้งทางร่างกายและจิตใจ

2.7.3.2 กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) การฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ด้วยความเข้าใจ จะทำให้การเรียนรู้คงทนถาวร ถ้าไม่ได้กระทำซ้ำ การเรียนรู้จะไม่คงทนถาวรและอาจลืมได้

2.7.3.3 กฎแห่งการใช้ (Law of Use and Disuse) การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับสิ่งตอบสนอง ความมั่นคงของการเรียนรู้จะเกิดขึ้นหากได้มีการนำไปใช้บ่อย ๆ หากไม่มีการนำไปใช้อาจมีการลืมเกิดขึ้นได้

2.7.3.4 กฎแห่งผลที่พึงพอใจ (Law of Effect) เมื่อบุคคลได้รับผลที่พึงพอใจ ย่อมอยากจะเรียนรู้ต่อไป แต่หากบุคคลนั้นได้รับผลที่ไม่น่าพึงพอใจจะไม่อยากเรียนรู้ ดังนั้น การได้รับผลที่พึงพอใจจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการเรียนรู้จากกฎการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ เราจึงสามารถประยุกต์ใช้ทฤษฎีดังกล่าวกับการเรียนการสอนได้ดังต่อไปนี้

1) ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบลองผิดลองถูกบ้าง เมื่อพิจารณาแล้วว่าไม่ถึงกับเสียเวลามากเกินไปและไม่เป็นอันตราย จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในวิธีการแก้ปัญหาจดจำ การเรียนรู้ได้ดี และเกิดความภาคภูมิใจในการทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง

2) การสำรวจความพร้อมหรือการสร้างความพร้อมของผู้เรียน เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องกระทำก่อนสอนบทเรียน เช่น การสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเรียนการเชื่อมโยงแบบเดิมมา สร้างความรู้ใหม่ การสำรวจความรู้ใหม่ การสำรวจความรู้พื้นฐาน เพื่อดูว่าผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียนบทเรียนต่อไปหรือไม่

3) หากต้องการให้ผู้เรียนมีทักษะเรื่องใด จะต้องช่วยให้เขาเกิดความเข้าใจในเรื่องนั้นอย่างแท้จริง แล้วให้ฝึกฝนโดยกระทำสิ่งนั้นบ่อย ๆ แต่ควรระวังอย่าให้ถึงกับซ้ำซากจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย

4) เมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้ว ควรให้ผู้เรียนฝึกการเรียนรู้นั้นไปใช้

5) การให้ผู้เรียนได้รับผลที่ตนพึงพอใจ จะช่วยให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จ การศึกษาว่าสิ่งใดเป็นสิ่งเร้าหรือรางวัลให้ผู้เรียนพึงพอใจ จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนที่จะสร้างความพึงพอใจให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งจะส่งผลดีในกระบวนการจัดการเรียนการสอนให้ประสบผลสำเร็จ ในกระบวนการเรียนรู้โดยที่ผู้สอนควรมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยวิธีการสร้างสิ่งเร้า หรือการให้รางวัลที่ผู้เรียนเพื่อทำให้เกิดความพึงพอใจในที่สุด

2.7.4 การวัดความพึงพอใจ

การวัดความพึงพอใจ ซึ่งเป็นการวัดความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือลักษณะใดลักษณะหนึ่งดังที่ บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 68) ได้กล่าวว่า เทคนิคของลิเคิร์ท (Likert) เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง กองวิจัยทางการศึกษา

เกณฑ์การวัดความพึงพอใจ ไว้ดังนี้ การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนแบ่งระดับความพึงพอใจ เป็น 5 ระดับ ได้แก่

- 5 = พอใจมากที่สุด
- 4 = พอใจมาก
- 3 = พอใจกลาง
- 2 = พอใจน้อย
- 1 = พอใจน้อยที่สุด

ส่วนสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย โดยกำหนดเกณฑ์ดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51–5.00	หมายถึง	พอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51–5.50	หมายถึง	พอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51–3.50	หมายถึง	พอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51–2.50	หมายถึง	พอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00–1.50	หมายถึง	พอใจน้อยที่สุด

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐกร วัชรสินธุ์ (2562) ได้รายงานการวิจัย มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลการพัฒนาโปรแกรมฝึกอบรมการเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพของพนักงานรักษาความปลอดภัยตามหลักพุทธจิตวิทยา ใช้วิธีวิจัยแบบกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่างได้แก่ พนักงานรักษาความปลอดภัยของบริษัท รักษาความปลอดภัย สิงโต อัลปิโน จำกัด ขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*Power ได้จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง แบบประเมินความเข้าใจเรื่องการปฏิบัติตามหลักเบญจศีล แบบประเมินสมรรถนะตามหลักภavana 4 และชุดโปรแกรม จำนวน 10 กิจกรรม ใช้เวลาในการอบรม 3 วัน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติ t-test และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาและสร้างข้อสรุปแบบอุปนัย มีผลการศึกษาวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยการเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพของกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนทดลองและสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มทดลองมีความคงทนของระดับสมรรถนะในระดับดีหลังการติดตามหลังการทดลอง 1 เดือน

วิชัย นระมาตย์ (2561) ได้รายงานการวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาหาคุณภาพของชุดประลองระบบการสื่อสารทางแสง และ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดประลองระบบการสื่อสารทางแสงตามเกณฑ์ที่กำหนด (E1/E2) (80/80) โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรม อิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2554) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการสื่อสารทางแสง รหัสวิชา 105-43-19 ภาคเรียนที่ 1/2559 จำนวน 16 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยชุดประลองระบบการสื่อสารทางแสง ใบประลองความรู้แบบประเมินคุณภาพ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

และแบบประเมินการประลอง สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองระบบการสื่อสารทางแสง วิชาการสื่อสารทางแสง มีคุณภาพด้านเนื้อหา และใบประลองความรู้อยู่ในระดับดีโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.21 ด้านชุดประลองอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39 และมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 80.82/81.67 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย คือ 80/80

สัญญา โพธิ์วังษ์ (2561) ได้รายงานวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 หาประสิทธิภาพชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ให้มี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80 และศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึก สมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 การเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังเรียน จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยทำการแบ่งกลุ่ม เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองจำนวน 15 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 15 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ด้วยการจับฉลาก (Simple Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ แบบสอบถามระดับความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลหา ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (Standard Deviation) และสถิติทดสอบค่า t ผลการวิจัยพบว่า ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงาน อิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่า (\bar{X} = 4.55, S.D. = 0.59) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านการทำงานตรงตามข้อกำหนดโดยคิดเป็นร้อยละ 100 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อน และหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และผลกระบวนการ เรียนรู้ระหว่างเรียนและวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 นักเรียนที่ทดสอบสมรรถนะผ่านการ ทดสอบคิดเป็นร้อยละ 100 ผลการประเมินระดับความพึงพอใจต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่า (\bar{X} = 4.52, S.D. = 0.52) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด

อรรถพล วงศ์ชาพาน (2559) ได้รายงานการวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดฝึกสมรรถนะที่เน้นทักษะ ปฏิบัติร่วมกับเทคนิค STAD ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบความมี วินัย ในตนเอง 3) เปรียบเทียบทักษะวิชาชีพ และ 4) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะที่เน้นทักษะปฏิบัติร่วมกับ เทคนิค STAD ระหว่างก่อนเรียนและ หลังเรียน 5) เปรียบเทียบความมีวินัยในตนเอง ทักษะวิชาชีพ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่มีความถนัดทางช่างแตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึก สมรรถนะที่เน้นทักษะ ปฏิบัติร่วมกับเทคนิค STAD กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 กลุ่มที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร จังหวัดสกลนคร สังกัดสำนักงาน

คณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 24 คน ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียน ที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ได้มา โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Simple Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ชุดฝึกสมรรถนะที่เน้นทักษะปฏิบัติร่วมกับเทคนิค STAD 2) แบบวัดความมีวินัยในตนเอง 3) แบบทดสอบ ทักษะวิชาชีพ 4) แบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 5) แบบทดสอบความถนัดทางช่าง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประสิทธิภาพ E1 /E2 สถิติทดสอบค่าที่ (t-test Dependent Samples) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณทางเดียว (One-way MANCOVA) และการ วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (One-way ANCOVA) มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ผลการวิจัย พบว่า 1) ชุดฝึกสมรรถนะที่เน้นทักษะปฏิบัติร่วมกับเทคนิค STAD มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.95/81.90 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 2) ความมีวินัยในตนเอง ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดฝึก สมรรถนะที่เน้นทักษะปฏิบัติร่วมกับเทคนิค STAD หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ทักษะวิชาชีพ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกสมรรถนะ ที่เน้นทักษะปฏิบัติร่วมกับเทคนิค STAD หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดฝึก สมรรถนะที่เน้นทักษะปฏิบัติร่วมกับเทคนิค STAD หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5) ความมีวินัยในตนเอง ทักษะวิชาชีพ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่มีความถนัดทางช่างแตกต่างกัน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดฝึก สมรรถนะที่เน้นทักษะปฏิบัติร่วมกับเทคนิค STAD แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่มีความถนัดทางช่างสูง มีความมีวินัยในตนเอง ทักษะวิชาชีพ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักเรียนที่มีความถนัดทางช่างปานกลาง และต่ำ นักเรียนที่มีความถนัดทางช่างปานกลาง มีความมีวินัยในตนเอง ทักษะวิชาชีพ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักเรียน ที่มีความถนัดทางช่างต่ำ

กัณฑ์ มหัทธ (2558) ได้รายงานวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพ ด้านการติดตั้งและซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้า เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน การดำเนินงานใช้กระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วม มี 3 ระยะ เริ่มจากระยะที่ 1 การเตรียมการวิจัย ระยะที่ 2 การดำเนินการวิจัย ซึ่งมีการวิเคราะห์สมรรถนะอาชีพ การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้และนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 15 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง ระยะที่ 3 เป็นการรายงานผล โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีสังเกตแบบมีส่วนร่วม การสนทนากลุ่ม การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก แบบสอบถาม และวิเคราะห์ข้อมูลจากค่าความถี่ ร้อยละ และการทดสอบแบบที่ (t-Test) ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก 2) ผู้เรียนที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้มีสมรรถนะผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ตามเกณฑ์ที่กำหนด 3) ผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนด้วยวิธี

สอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 4) ผู้เรียนและครูผู้สอนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นในระดับมากที่สุด ดังนั้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มนัส บุญเกียรติทอง (2558) ได้รายงานวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะวิชาช่างไฟฟ้าอุตสาหกรรมในสถานประกอบการ และสถาบันการศึกษา สร้างชุดฝึกอบรมฐานสมรรถนะวิชาชีพช่างไฟฟ้าอุตสาหกรรม และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดฝึกอบรมแบบฐานสมรรถนะวิชาชีพช่างไฟฟ้าอุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะวิชาชีพช่างไฟฟ้าอุตสาหกรรม ออกเป็น 7 ด้าน พบว่าสมรรถนะด้านความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวงจรควบคุมมอเตอร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากนั้นจึงนำมาพัฒนาชุดฝึกอบรมฐานสมรรถนะโดยวิธีการจำลองสถานการณ์และนำไปทดลองใช้ กับกลุ่มนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 แผนกช่างไฟฟ้าวิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และแต่ละกลุ่มควบคุม 30 คน ผลการศึกษาพบว่าชุดฝึกสมรรถนะที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพผลลัพธ์จากการฝึกอบรม 88.26 เปอร์เซนต์ นักศึกษาผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 26 คน จากจำนวน 30 คน คิดเป็น 86.66 เปอร์เซนต์ สามารถทำคะแนนจากแบบทดสอบสูงกว่า 80 เปอร์เซนต์ ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ นักศึกษากลุ่มทดลองและนักศึกษากลุ่มควบคุม มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน นักศึกษากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สมนึก วันละ (2557) ได้รายงานวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบสร้างและหาประสิทธิภาพบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC18Fx ส่วนรับข้อมูลและส่วนภาคแสดงผล ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3105-2014 ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมวิทยาลัยเทคนิคแพร่ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 การเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังเรียน ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เรียน โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18Fx ส่วนรับข้อมูลและส่วนภาคแสดงผล ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล PIC18Fx ส่วนรับข้อมูลและส่วนของภาคแสดงผล ผลการวิจัยพบว่า การทดสอบประสิทธิภาพเปรียบเทียบ E_1/E_2 เท่ากับ 82.86/84.55 ซึ่งเป็นค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างมีค่าคะแนน t จากการคำนวณสูงกว่าค่าวิกฤตของ t ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 มีค่าเท่ากับ 28.24 ด้านประสิทธิภาพการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18Fx ส่วนรับข้อมูลและภาคแสดงผล จากการทดสอบแบบซ้ำตามลำดับทั้งหมด ผลการทดสอบประสิทธิภาพของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18Fx ส่วนรับข้อมูลและภาคแสดงผล พบว่าทุกรายการที่วัดทดสอบทำงานได้ตรงข้อกำหนดโดยคิด

เป็นร้อยละ 100 และผลการประเมินระดับความพึงพอใจของนักศึกษา มีค่าเท่ากับ ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.50) แปลผลได้ว่า มีความพอใจอยู่ในระดับมาก

พนา ดุสิตากร (2556) ได้รายงานวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมในสถานประกอบการและสมรรถนะวิชาชีพช่างอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมในสถาบันการศึกษาและพัฒนาชุดฝึกอบรมสมรรถนะวิชาชีพช่างอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะวิชาชีพช่างอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมในสถานประกอบการและสมรรถนะวิชาชีพช่างอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมในสถาบันการศึกษา 4 ด้านได้แก่ 1) ด้านความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2) ด้านอุปกรณ์และวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 3) ด้านเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และ 4) ด้านพื้นฐานดิจิทัล พบว่าสมรรถนะพื้นฐานด้านดิจิทัลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากนั้นจึงนำมาพัฒนาชุดฝึกอบรมสมรรถนะวิชาชีพช่างอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมพร้อมทั้งรูปแบบการฝึกอบรมและได้รับการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีประสิทธิภาพ 93.20 เปอร์เซนต์ และได้นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 2 จำนวน 30 คน ที่วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี ปีการศึกษา 2556 ผลการศึกษาพบว่าชุดฝึกอบรมสมรรถนะวิชาชีพช่างอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพระหว่างกระบวนการฝึกอบรม 87.89 เปอร์เซนต์ และมีประสิทธิภาพของผลลัพธ์หลังจากการฝึกอบรม 92.27 เปอร์เซนต์ เมื่อทดสอบด้วยสถิติ Chi-Square พบว่า จำนวนผู้ที่เข้ารับการฝึกอบรมมากกว่าร้อยละ 85 ทำคะแนนจากแบบทดสอบสมรรถนะได้สูงกว่าร้อยละ 85 อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผดุงรัตน์ ประองพิมาย (2556) ได้รายงานวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบบูรณาการการสอนทฤษฎีและการประลอง เรื่องหลักการทำงานของไอซีเบื้องต้น วิชาวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โรงเรียนจิตรดา (สายอาชีพ) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ คู่มือครู สื่อการสอน แบบทดสอบท้ายหน่วยเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื้อหาของชุดประลอง สื่อการสอนที่ใช้ประกอบด้วย การนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ ชุดประลอง และใบงานประกอบการประลอง ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนแบบบูรณาการการสอนทฤษฎีและการประลองที่สร้างขึ้น พบว่ามีประสิทธิภาพ 82.74/85.88 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดระดับ 80/80 และจากการสำรวจความพึงพอใจเฉลี่ยในระดับมากที่สุด

ธีรวิมล บุญยโสภณ (2555) ได้รายงานวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบสมรรถนะในการปฏิบัติงานของผู้จัดการฝ่ายผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเพื่อพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมผู้จัดการฝ่ายผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ องค์ประกอบสมรรถนะในการปฏิบัติงานของผู้จัดการฝ่ายผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วย 8 สมรรถนะ ได้แก่ สมรรถนะการวางแผนและการบริหารเชิงกลยุทธ์ สมรรถนะการบริหารคนและภาวะผู้นำ สมรรถนะการมีวิสัยทัศน์ สมรรถนะการควบคุมตนเองและการสื่อสาร สมรรถนะการมุ่งผลสัมฤทธิ์ในงานและการแก้ปัญหา สมรรถนะการคิดริเริ่มสร้างสรรค์และเชิงระบบ สมรรถนะการมุ่งจัดการ

เทคโนโลยีและสมรรถนะการทำงานเป็นทีม จากการสัมมนาโดยการสนทนากลุ่ม พบว่าผู้จัดการฝ่ายผลิตจำเป็นต้องมีและต้องใช้สมรรถนะในการปฏิบัติเพิ่มอีก 3 สมรรถนะได้แก่ สมรรถนะการจัดการการเงิน สมรรถนะการจัดการความเสี่ยง และสมรรถนะการมีคุณธรรมและจริยธรรมและผลสัมฤทธิ์ในการฝึกอบรมของผู้จัดการฝ่ายผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยก่อนการฝึกอบรมกับหลังการฝึกอบรมปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยหลังการฝึกอบรมสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการฝึกอบรม แสดงว่าผู้จัดการฝ่ายผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

สุรพล ช่วยดำรง (2555) ได้รายงานวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาเพื่อสร้างและหาคุณภาพของชุดฝึกทดลองการปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับนักศึกษาระดับอาชีวศึกษา นักศึกษาด้านอาชีวศึกษาในสาขาไฟฟ้ากำลัง ซึ่งมีการเรียนเกี่ยวกับการแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้ามีค่าต่ำระบบในวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า หัวข้อของการแก้ไขตัวประกอบกำลังหากแต่การเรียนการสอนจะมุ่งเฉพาะการบรรยายในชั้นเรียน นักศึกษาไม่สามารถเห็นค่า หรืออุปกรณ์ในการแก้ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ในระบบมีค่าต่ำจริง ๆ ดังนั้นจึงกลายเป็นเรื่องยากที่จะทำให้นักศึกษา เข้าใจชัดเจนเมื่อนักศึกษาไม่เข้าใจและไม่มั่นใจในการออกแบบ จะไม่สามารถคิด ออกแบบ และแก้ไขปัญหา ดังกล่าวไว้ ดังนั้นเพื่อการแก้ปัญหานี้ผู้วิจัยจึง ได้จัดทำงานวิจัยเพื่อพัฒนาชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ ชุดทดลองนี้นำไปใช้ในการศึกษาเพิ่มเติมจากการบรรยายเพื่อให้ความเข้าใจผ่านการปฏิบัติ ลักษณะเป็นชุดทดลองการปฏิบัติที่เหมาะสมสำหรับนักศึกษาอาชีวศึกษา

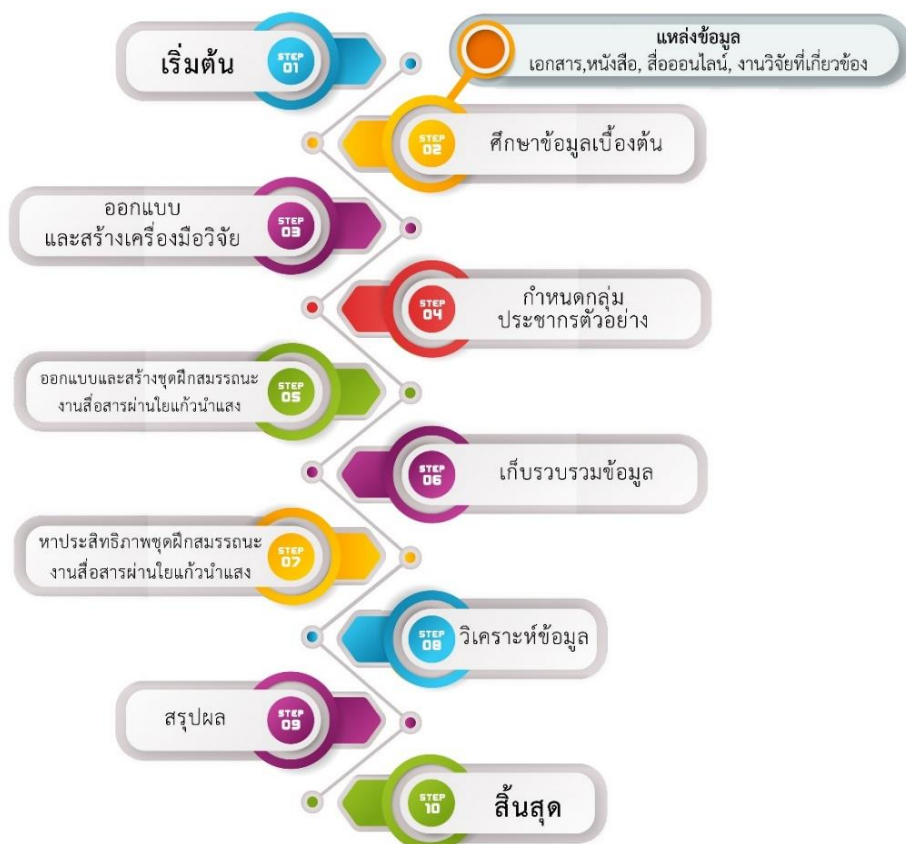
สันทนา สงครินทร์ (2555) ได้รายงานวิจัย สร้างและหาประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ (1105-5203) ตามหลักสูตรวิชาซีพระยะสั้น พุทธศักราช 2548 วิทยาลัยสารพัดช่างอุดรธานี ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนตามเอกสารประกอบการสอน วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ (1105-5203) และได้ศึกษาความพึงพอใจการเรียนรู้ของนักศึกษาที่มีต่อเอกสารประกอบการสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักศึกษาระดับหลักสูตรวิชาซีพระยะสั้นที่สมัครเรียนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 30 คน ได้มาจากเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือเอกสารประกอบการสอน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่าเอกสารประกอบการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ (1105-5203) หลักสูตรวิชาซีพระยะสั้น พุทธศักราช 2548 วิทยาลัยสารพัดช่างอุดรธานี มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.72/80.12 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้เอกสารประกอบการสอน วิชาช่างไมโครคอนโทรลเลอร์ (1105-5203) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้เอกสารประกอบการสอนวิชาช่างไมโครคอนโทรลเลอร์ (1105-5203) หลักสูตรวิชาซีพระยะสั้น พุทธศักราช 2548 วิทยาลัยสารพัดช่างอุดรธานี มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.38$, S.D. = 0.43)

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนมีความสำคัญในการสร้างแรงจูงใจกับผู้เรียน การสร้างความรู้จากการลงมือทำของผู้เรียน และการฝึกปฏิบัติเป็นส่วนสำคัญ ส่วนการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนด้านวิชาชีพให้มีความสำคัญกับทักษะปฏิบัติ ดังนั้นกระบวนการวัดผลและประเมินผลที่เหมาะสมที่นำมาใช้คือ การประเมินตามสภาพจริง มุ่งประเมินสิ่งที่สังเกตได้ตามแนวทางการประเมินสมรรถนะ เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงกระบวนการทำงานและจากการทำงานอย่างเต็มศักยภาพและพบว่า ความรู้ความเข้าใจของครูผู้สอนต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอน เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้การจัดการเรียนการสอนสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ครูผู้สอนมุ่งสอนเนื้อหาตามคำอธิบายรายวิชาเป็นสำคัญขาดการสร้างเชื่อมโยงระหว่างทักษะที่จำเป็นในการปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับการทำงานจริงในโลกอาชีพ จึงควรมีกระบวนการการสร้างเชื่อมโยงสมรรถนะต่าง ๆ ในการปฏิบัติงานจริงมาสู่การจัดการเรียนการสอน

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เพื่อออกแบบสร้างและชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านไอแก้วน้า ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนการศึกษาวิจัยโดยมีการดำเนินงานตามขั้นตอนการดำเนินงานโครงการดังนี้

- 3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- 3.2 ออกแบบและสร้างเครื่องมือวิจัย
- 3.3 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.4 ออกแบบและสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านไอแก้วน้าแสง
- 3.5 เก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.7 ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านไอแก้วน้าแสง
- 3.8 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านไอแก้วน้าแสง
- 3.9 การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ



ภาพที่ 3-1 ผังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 รายละเอียดของหลักสูตรวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2557 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้แก่ จุดมุ่งหมายของหลักสูตร หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตร โครงสร้างหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนเนื้อหาสาระ และการกำหนดกิจกรรมสำหรับผู้เรียน

3.1.2 ศึกษาหลักการพัฒนาสื่อการสอน ให้บทเรียนมีความน่าสนใจและชวนให้ติดตาม จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ตำรา หนังสือเรียน สื่อออนไลน์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1.3 ศึกษาความรู้เกี่ยวกับสมรรถนะ การสร้างแบบทดสอบและหาประสิทธิภาพ

3.1.4 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1.5 ศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์เครือข่ายและใยแก้วนำแสง เพื่อนำมาสร้างชุดฝึกสมรรถนะ โดยการวิเคราะห์สมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ดังนี้

สมรรถนะในงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ประกอบด้วย สมรรถนะที่ 1 จัดเตรียมอุปกรณ์ได้ ถูกต้อง สมรรถนะที่ 2 ตัดสายใยแก้วนำแสง สมรรถนะที่ 3 ปอกสายใยแก้วนำแสงได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 4 เข้าหัว Fast connector ได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 5 ทดสอบสาย Fast connector ได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 6 วัดค่า loss สาย Fast connector ได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 7 เชื่อมต่อสาย Fast connector ได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 8 ทดสอบการใช้คำสั่งได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 9 เชื่อมต่อระบบภาพ ได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 10 ทดสอบเชื่อมต่อระบบภาพได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 11 เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 12 ทดสอบเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 13 เชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สายได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 14 ทดสอบระบบเครือข่ายไร้สายได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 15 เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลายได้ถูกต้อง สมรรถนะที่ 16 ทดสอบสายใยแก้วนำแสงที่เชื่อมต่อแบบหลอมละลายได้ถูกต้อง

ตารางที่ 3-1 สมรรถนะของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

สมรรถนะหลัก (Key Competency)	งานสมรรถนะย่อย (Element of Competency)
1. ปอกสายใยแก้วนำแสง	1. จัดเตรียมอุปกรณ์ 2. ตัดสายใยแก้วนำแสง 3. ปอกสายใยแก้วนำแสง
2. เข้าหัวแบบ Fast connector	1. เข้าหัว Fast connector 2. ทดสอบสาย Fast connector 3. วัดค่า loss สาย Fast connector 4. เชื่อมต่อสาย Fast connector 5. ทดสอบการใช้คำสั่ง
3. เชื่อมต่อระบบภาพ	1. จัดเตรียมอุปกรณ์เชื่อมต่อระบบภาพ 2. เชื่อมต่อระบบภาพ 3. ทดสอบเชื่อมต่อระบบภาพ

สมรรถนะหลัก (Key Competency)	งานสมรรถนะย่อย (Element of Competency)
4. เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	1. จัดเตรียมอุปกรณ์เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 2. เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 3. ทดสอบเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต
5. เชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย	1. จัดเตรียมอุปกรณ์เชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย 2. เชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย 3. ตั้งค่าการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย 4. ตั้งค่าการรักษาความปลอดภัยระบบเครือข่ายไร้สาย 5. ทดสอบระบบเครือข่ายไร้สาย
6. เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย	1. จัดเตรียมอุปกรณ์ 2. ตัดสายใยแก้วนำแสง 3. เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย 4. ทดสอบสายใยแก้วนำแสงที่เชื่อมต่อแบบหลอมละลาย

ตารางที่ 3-2 รายการความรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

รายการ	
เกณฑ์การปฏิบัติงาน	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
สมรรถนะ งานปอกสายสายใยแก้วนำแสง	
1. จัดเตรียมอุปกรณ์ 2. ตัดสายใยแก้วนำแสง 3. ปอกสายใยแก้วนำแสง	1. จัดเตรียมอุปกรณ์ได้ถูกต้อง 2. ตัดสายใยแก้วนำแสงได้ถูกต้อง 3. ปอกสายใยแก้วนำแสงได้ถูกต้อง
สมรรถนะ งานเข้าหัวแบบ Fast connector	
1. เข้าหัว Fast connector 2. ทดสอบสาย Fast connector 3. วัดค่า loss สาย Fast connector 4. เชื่อมต่อสาย Fast connector 5. ทดสอบการใช้คำสั่ง	1. เข้าหัว Fast connector ได้ถูกต้อง 2. ทดสอบสาย Fast connector ได้ถูกต้อง 3. วัดค่า loss สาย Fast connector ได้ถูกต้อง 4. เชื่อมต่อสาย Fast connector ได้ถูกต้อง 5. ทดสอบการใช้คำสั่งได้ถูกต้อง
สมรรถนะ งานเชื่อมต่อระบบภาพ	
1. จัดเตรียมอุปกรณ์เชื่อมต่อระบบภาพ 2. เชื่อมต่อระบบภาพ 3. ทดสอบเชื่อมต่อระบบภาพ	1. เตรียมอุปกรณ์เชื่อมต่อระบบภาพได้ถูกต้อง 2. เชื่อมต่อระบบภาพได้ถูกต้อง 3. ทดสอบเชื่อมต่อระบบภาพได้ถูกต้อง

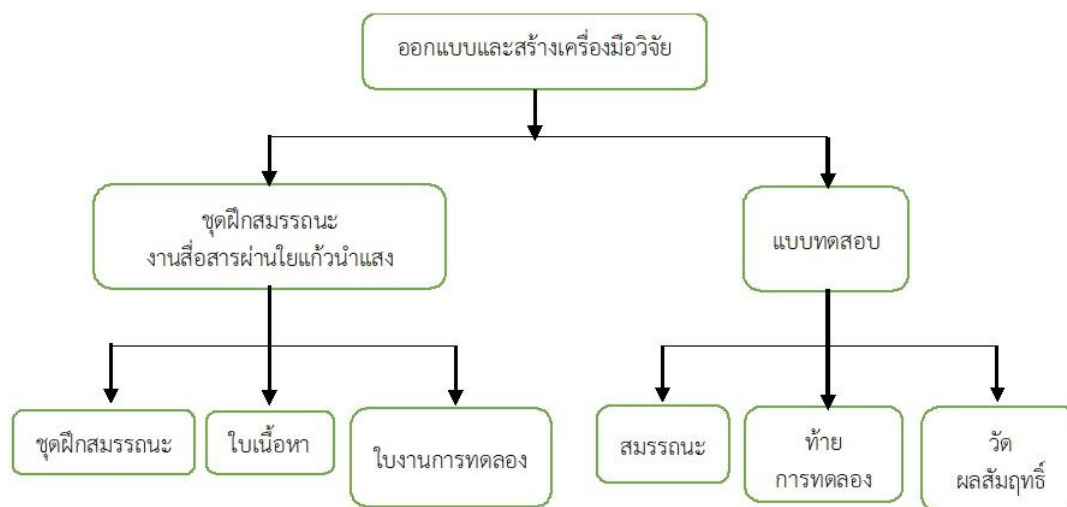
รายการ	
เกณฑ์การปฏิบัติงาน	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
สมรรถนะ งานเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	
1. จัดเตรียมอุปกรณ์เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 2. เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 3. ทดสอบเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	1. จัดเตรียมอุปกรณ์เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ถูกต้อง 2. เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ถูกต้อง 3. ทดสอบเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ถูกต้อง
สมรรถนะ งานเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย	
1. จัดเตรียมอุปกรณ์เชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย 2. เชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย 3. ตั้งค่าการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย 4. ตั้งค่าการรักษาความปลอดภัยระบบเครือข่ายไร้สาย 5. ทดสอบระบบเครือข่ายไร้สาย	1. จัดเตรียมอุปกรณ์เชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สายได้ถูกต้อง 2. เชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สายได้ถูกต้อง 3. ตั้งค่าการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สายได้ถูกต้อง 4. ตั้งค่าการรักษาความปลอดภัยระบบเครือข่ายไร้สายได้ถูกต้อง 5. ทดสอบระบบเครือข่ายไร้สายได้ถูกต้อง
สมรรถนะ งานเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย	
1. จัดเตรียมอุปกรณ์ 2. ตัดสายใยแก้วนำแสง 3. เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย	1. จัดเตรียมอุปกรณ์ได้ถูกต้อง 2. ตัดสายใยแก้วนำแสงได้ถูกต้อง 3. เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลายได้ถูกต้อง

3.2 ออกแบบและสร้างเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง และแบบทดสอบ โดยแต่ละส่วนมีการแบ่งออก ดังนี้

3.2.1 ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ใบนื้อหา และใบบางการทดลอง ซึ่งทั้งสามส่วนนี้จะต้องใช้ร่วมกันในระหว่างการทดลอง

3.2.2 แบบทดสอบ ประกอบด้วย แบบทดสอบสมรรถนะ แบบทดสอบทำรายการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางด้านต่าง ๆ



ภาพที่ 3-2 กรอบแนวคิดและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

การสร้างชุดฝึกสมรรถนะผู้วิจัยได้ทำการศึกษารายละเอียด ในเรื่องของระบบเครือข่าย (Networking System), ใยแก้วนำแสง (Fiber optic), สวิตช์ (Switch), เราเตอร์ (Router), เซิร์ฟเวอร์ (Server), มีเดียคอนเวอร์เตอร์ (Media Converter), คอนเนคเตอร์ (Connectors Fiber-Optic), โทรทัศน์วงจรปิด (Closed Circuit Television), แอคเซสพอยต์ไร้สาย (Wireless Access-Point), โคลสเซอร์ (Closure) โดยกำหนดขอบเขต ความครอบคลุมของเนื้อหา และแยกออกเป็นหัวข้อ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเนื้อหาและทฤษฎี เพื่อเป็นแนวทางสำหรับสร้างใบเนื้อหา และใบงานการทดลอง จากแหล่งข้อมูลบางส่วนของชุดฝึกเดิมที่มีอยู่ เมื่อได้ข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาและทฤษฎีของที่จะทำการทดลอง จึงกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การทดลอง จากการค้นคว้าสามารถสรุปเป็นแนวทางในการออกแบบสร้างชุดฝึกสมรรถนะ โดยเลือกแบบชุดฝึกสมรรถนะที่แยกแต่ละส่วนออกจากกันซึ่งมีข้อดี ดังนี้

1. นักศึกษาสามารถแยกอุปกรณ์เครือข่ายแต่ละประเภทได้
2. นักศึกษาสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้ง่าย
3. ขนาดของชุดฝึกสมรรถนะนี้มีขนาดเหมาะสมและง่ายต่อการใช้งาน

3.3 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3.1 ประชากรในการวิจัยได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

3.3.2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้องเรียนรวมจำนวน 35 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย และใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม มีขั้นตอนดังนี้ 1) สุ่มห้องเรียนมา 2 ห้องจากทั้งหมด 8

ห้อง โดยวิธีการจับฉลาก 2) สุ่มเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีการจับฉลาก จาก 2 ห้อง คือ ห้องเรียนที่ 1 เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 14 คน ใช้วิธีการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง และห้องเรียนที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 21 คน ใช้วิธีการเรียนการสอนด้วยวิธีปกติ

3.4 ออกแบบและสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

3.4.1 การออกแบบชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงดังนี้

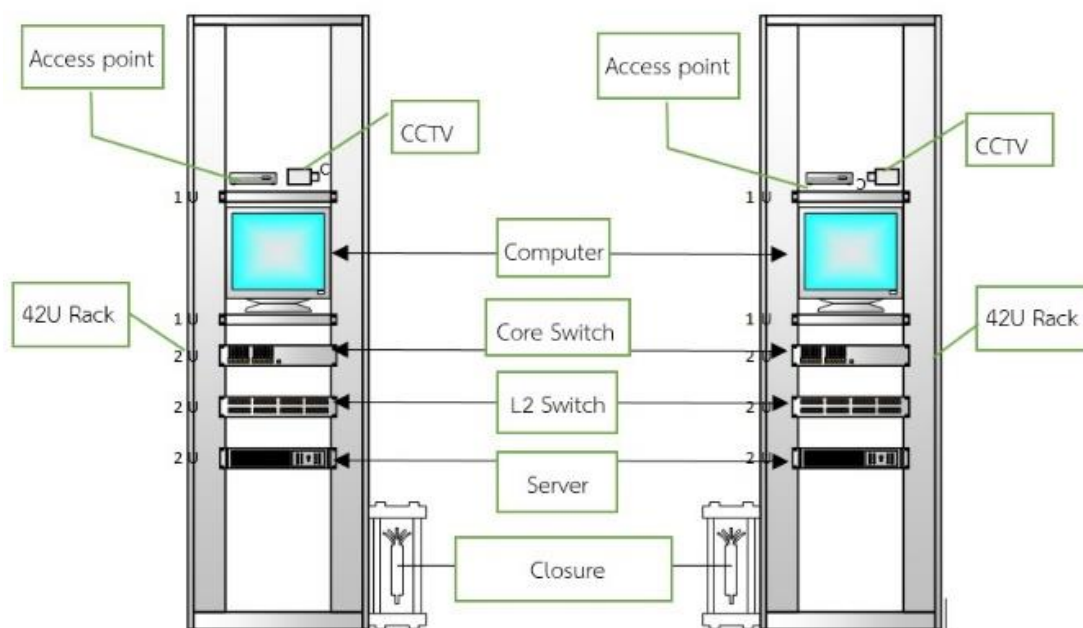
3.4.1.1 ออกแบบวงจรชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

3.4.1.2 กำหนดขนาดของชุดฝึกสมรรถนะมีจำนวน 2 ตู้และมีขนาดเท่ากัน คือ กว้าง X ลึก X สูง (800 mm. X 1100 mm. X 2050 mm.)

3.4.1.3 ออกแบบตำแหน่งการวางอุปกรณ์

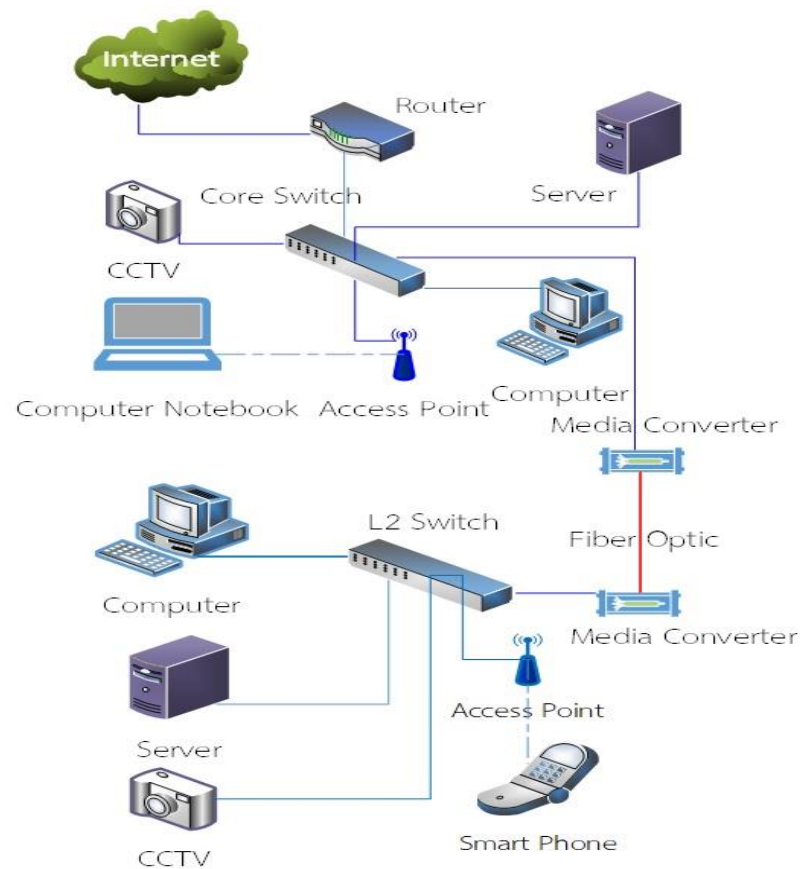
การออกแบบวงจรชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง โดยกำหนดตำแหน่งการติดตั้งและการวางอุปกรณ์ การเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่าย แล้วนำแบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบ หลังจากนั้นทำการประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง แสดงดังภาพที่ 3-3

การออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่าย โดยเชื่อมต่ออุปกรณ์ ประกอบด้วย Server, L2 Switch, Core Switch, Computer กล้อง CCTV และ Access Point โดยการจำลองการเชื่อมต่อเป็นลักษณะ 2 อาคารเชื่อมต่อกันผ่านสายใยแก้วนำแสงซึ่งใช้ Media Converter เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณจากสายใยแก้วนำแสงเป็นสาย LAN แสดงดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-3 แบบร่างแนวคิดการสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

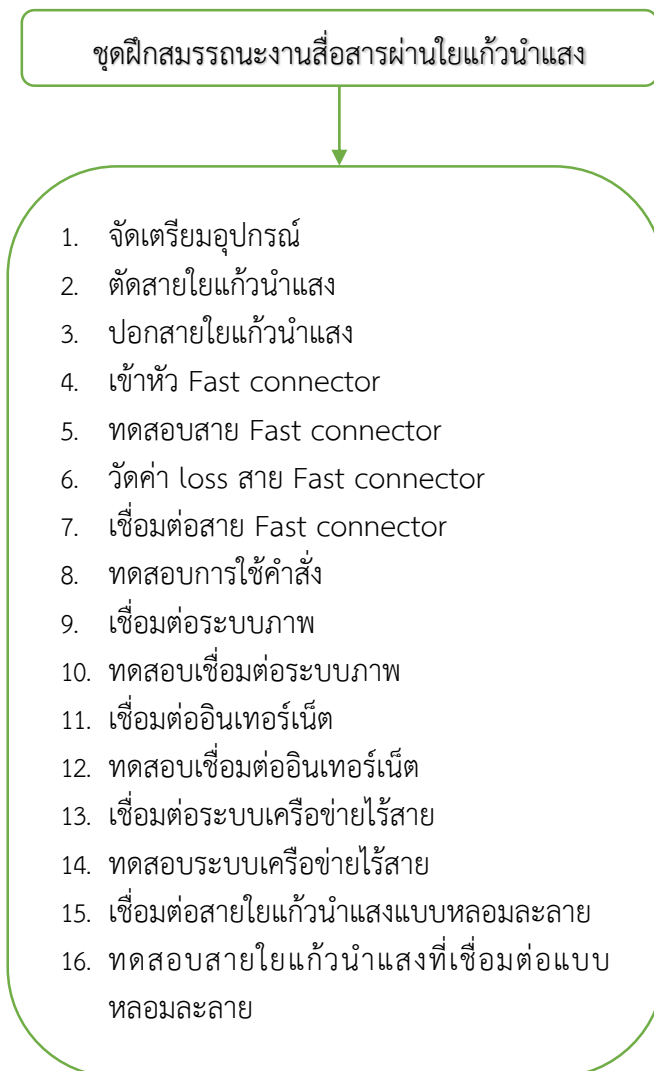


ภาพที่ 3-4 การออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่าย
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีหาประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ก่อนที่จะนำไปดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ได้ผ่านกระบวนการและขั้นตอนการสร้างที่ถูกต้อง

3.4.2 การสร้างเอกสารประกอบชุดฝึกสมรรถนะ

ศึกษาหลักการและเทคนิคในการสร้างใบเนื้อหาจากเอกสารต่าง ๆ ใบงานการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ให้สอดคล้องกับวงจรที่ออกแบบไว้ เพื่อทบทวนความรู้ของผู้เรียน โดยเขียนตามโครงสร้างหลักของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง



ภาพที่ 3-5 โครงสร้างหลักของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

จากโครงสร้างของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง แยกเป็นเป็นสมรรถนะงานย่อยจำนวน 16 สมรรถนะงาน ได้นำมาสร้างและออกแบบในส่วนตัวอย่างต่าง ๆ ของชุดฝึกก่อนที่จะมาสร้างใบงานเป็นสมรรถนะงานหลักดังต่อไปนี้

3.4.3 การสร้างใบงานการทดลอง

เมื่อกำหนดเนื้อหาและหัวข้อเรื่องแล้วนำเอาสมรรถนะงานย่อยจำนวนทั้ง 16 สมรรถนะงาน มาสร้างใบงานการทดลอง ขึ้นต่อมาคือการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่ผู้เรียนสามารถที่จะปฏิบัติได้ และผู้สอนสามารถวัดและสังเกตได้ เมื่อได้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้ว ก็สามารถจะกำหนดและออกแบบได้ว่าจะทำให้นักศึกษาทำการทดลองอย่างไร เพื่อให้ครอบคลุมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ในใบงานการทดลองยังต้องประกอบด้วย รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งคำถามท้ายการทดลองทั้ง 5 ใบงานการทดลองดังนี้

- 1) การเข้าหัวแบบ Fast connector
- 2) การเชื่อมต่อระบบภาพ (CCTV)
- 3) การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Internet)
- 4) การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless Lan)
- 5) การเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย

3.4.3.1 ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ประกอบด้วยใบงานการทดลองดังนี้

1) การตัดและปอกสายใยแก้วนำแสง เพื่อเตรียมสายใยแก้วนำแสงสำหรับการเข้าหัวสายแบบ Fast connector และเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย ทำการตัดและลอกเปลือกหุ้มสายใยแก้วนำแสงโดยใช้อุปกรณ์เล็มหรือขลิบสาย (Cable Stripper)



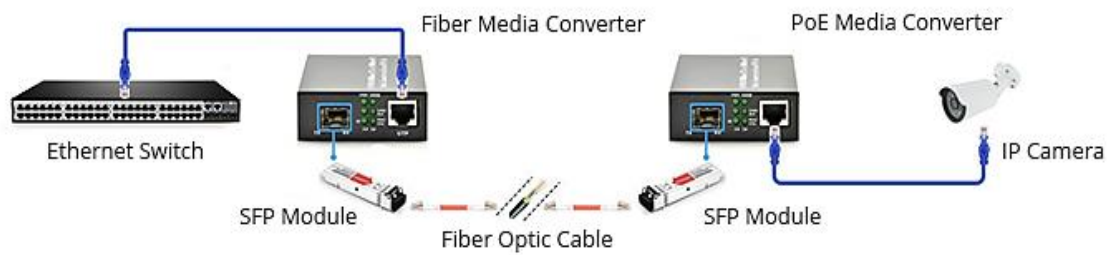
ภาพที่ 3-6 Cable Stripper สำหรับตัดและลอกเปลือกหุ้มสาย
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

2) การเข้าหัวแบบ Fast connector สำหรับใช้เชื่อมต่อกับสายใยแก้วนำแสง Media Converter โดยการลอกและตัดสายใยแก้วนำแสง และหัว Fast connector แบบ SC หลังจากนั้นทำการทดสอบวัดค่า loss สาย Fast connector ด้วย Power meter แล้วเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Media Converter เข้ากับระบบ ทดสอบด้วยชุดคำสั่งการทำงานในระบบเครือข่าย



ภาพที่ 3-7 สายเชื่อมต่อกับหัวแบบ Fast connector แบบ SC
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

3) การเชื่อมต่อระบบภาพ (CCTV) นำสายใยแก้วนำแสงที่สร้างขึ้น มาเชื่อมต่อกับ อุปกรณ์ Media Converter เข้ากับระบบ ผ่าน Switch เพื่อเชื่อมต่อไปยัง กล้องวงจรปิด CCTV ตั้ง ค่าการใช้งานของกล้อง และตั้งค่าการใช้งานเพื่อดูภาพจากกล้อง CCTV ผ่านสมาร์ทโฟนหรือ คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก



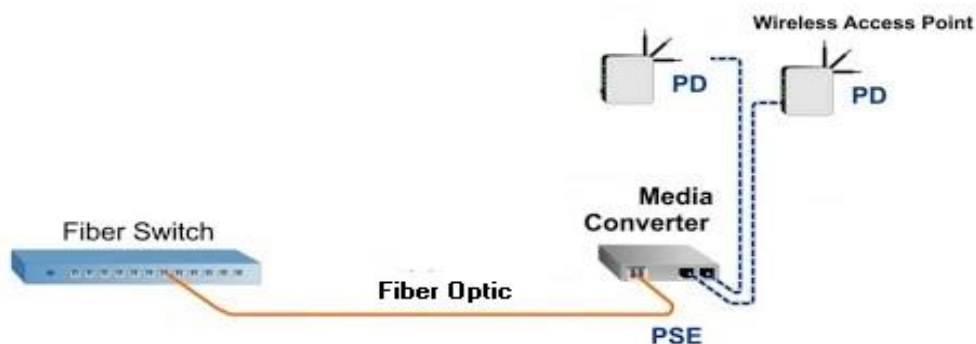
ภาพที่ 3-8 การเชื่อมต่อระบบภาพ
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

4) การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Internet) นำสายใยแก้วนำแสงที่สร้างขึ้น มาเชื่อมต่อกับ อุปกรณ์ Media Converter เข้ากับระบบผ่าน Switch A เพื่อเชื่อมต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) นำเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (Client) มาเชื่อมต่อ Switch B โดยใช้สาย LAN แล้ว ทำการตั้งค่าการใช้งาน Internet เพื่อใช้สำหรับการสื่อสาร ค้นคว้าข้อมูลหรือใช้งานบนระบบ Online



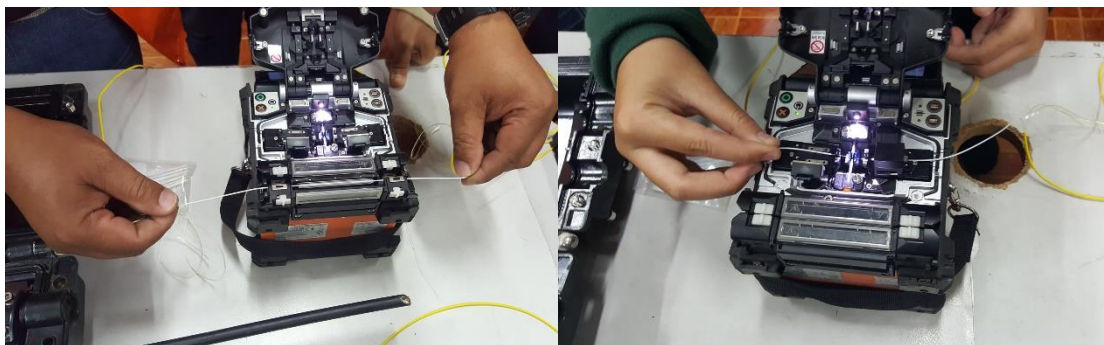
ภาพที่ 3-9 การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

5) การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย นำสายใยแก้วนำแสงที่สร้างขึ้น มาเชื่อมต่อกับ อุปกรณ์ Media Converter เข้ากับระบบผ่าน Switch แล้วนำ Access point มาเชื่อมต่อด้วยสาย LAN แล้วทำการตั้งค่าการใช้งาน ชื่อ Wifi ค่าความถี่ในการรับส่ง ค่าความปลอดภัยการใช้งาน ของ Access point สำหรับให้เครื่องสมาร์ทโฟนหรือคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กใช้งานผ่านเครือข่ายแบบไร้สาย ได้ (Wireless LAN) ได้



ภาพที่ 3-10 การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

6) การเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย โดยใช้เครื่อง Fusion Splicer ในการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง ซึ่งต้องเตรียมสายใยแก้วนำแสงที่ตัดแล้ว 2 เส้น มาเชื่อมต่อกัน แล้วหุ้มด้วยท่อหดความร้อน (Sleeves) แล้วทำการทดสอบโดยใช้ Power meter วัดค่าทางแสงและทดสอบด้วยชุดคำสั่งการทำงานในระบบเครือข่าย



ภาพที่ 3-11 การเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

3.4.4 การสร้างแบบทดสอบมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.4.4.1 ศึกษาหลักการและเทคนิคในการสร้างแบบทดสอบจากเอกสารวัดผลและประเมินผลต่าง ๆ

3.4.4.2 สร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งเป็นปรนัย ให้เลือกข้อที่ถูกเพียงคำตอบเดียว แบบ 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ให้นำหนักคะแนนดัชนีความสอดคล้องตามเกณฑ์

3.4.4.3 นำชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ที่สร้างขึ้นเรียบร้อยแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ด้านการสอน รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 ด้านเทคนิคการสอน ด้านการวัดและประเมินผล ให้นำหนักคะแนนของดัชนีความสอดคล้องตามเกณฑ์

เห็นว่าสอดคล้อง ให้คะแนน +1
 ไม่แน่ใจ ให้คะแนน 0
 เห็นว่าไม่สอดคล้อง ให้คะแนน -1

ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 มีดัชนีความสอดคล้องค่าเฉลี่ย 0.86

3.4.4.4 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้ว จำนวน 60 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักศึกษา ที่เคยเรียนวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จำนวน 27 คน โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

3.4.4.5 นำผลของคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_{tt}) โดยใช้สูตรของ คูเตอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20)

ขอบเขตของค่าความยากง่าย (P) และการแปลความหมาย

0.81-1.00 เป็นข้อสอบที่ ง่ายมาก
 0.61-0.80 เป็นข้อสอบที่ ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
 0.41-0.60 เป็นข้อสอบที่ ง่ายเหมาะสม (ดี)
 0.21-0.40 เป็นข้อสอบที่ ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
 0.00-0.20 เป็นข้อสอบที่ ยากมาก

เกณฑ์ของค่าอำนาจจำแนก (D) และการแปลความหมาย

0.40 ขึ้นไป มีอำนาจจำแนก ดีมาก
 0.30-0.39 มีอำนาจจำแนก ดี
 0.20-0.29 มีอำนาจจำแนก พอใช้ได้ แต่ควรนำไปปรับปรุงใหม่
 0.00-0.19 มีอำนาจจำแนก ไม่ดี ต้องตัดทิ้งไป

เกณฑ์ของค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) และการแปลความหมาย

0.00-0.20 หมายถึง ความเชื่อมั่นต่ำมาก/ไม่มีเลย
 0.21-0.40 หมายถึง ความเชื่อมั่นต่ำ
 0.41-0.70 หมายถึง ความเชื่อมั่นปานกลาง
 0.71-1.00 หมายถึง ความเชื่อมั่นสูง

ตารางที่ 3-3 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์

ค่าความยากง่าย		ค่าอำนาจจำแนก		ค่าความเชื่อมั่น
ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย	
0.30-0.81	0.58	0.26-0.67	0.44	0.72

จากตารางที่ 3-3 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ สรุปได้ว่าข้อสอบจำนวน 60 ข้อ มีค่าระดับความยากง่าย มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.58 แสดงว่าข้อสอบมีความง่ายพอเหมาะ ค่าอำนาจจำแนก มีค่าเฉลี่ย 0.44 แสดงว่าแบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกดีมาก และค่า

เชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.72 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับความเชื่อมั่นสูง (แสดงในภาคผนวก ค)

3.4.3.6 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่ผ่านการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ได้จำนวน 50 ข้อ สำหรับนำไปเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 เก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.1 ทดสอบนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน โดยใช้เวลาในการทดสอบจำนวน 1 ชั่วโมง

3.5.2 ให้นักศึกษากลุ่มควบคุม จำนวน 21 คน ใช้วิธีการเรียนการสอนแบบปกติและนักศึกษากลุ่มทดลอง จำนวน 14 คน โดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง จำนวน 5 เรื่อง โดยทั้ง 2 กลุ่มใช้ใบเนื้อหา ใบงานการทดลอง แบบทดสอบท้ายการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 ที่ผู้เรียนพึงปฏิบัติตลอดหลักสูตรการศึกษา

3.5.3 เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้จากการเรียนการสอนประกอบกับการฝึกปฏิบัติ ด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ครบหมดทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

3.5.4 นำผลที่ได้จากแบบทดสอบท้ายการทดลองของกลุ่มทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพ

3.5.5 นำผลที่ได้จากการทดสอบภาคปฏิบัติมาบันทึกผลลงตารางสมรรถนะที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ ผู้วิจัยออกแบบสร้างและพัฒนาขึ้น เพื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดภาคเรียน โดยการเรียนการสอนเน้นให้นักศึกษาได้แสดงออกและเรียนรู้ มีการปฏิบัติงานกันเป็นกลุ่ม เพื่อสร้างความสามัคคีในกลุ่ม จนสามารถแก้ไขปัญหาการขาดทักษะการเรียนรู้ การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์เกี่ยวกับระบบเครือข่าย ด้านการเรียนรู้และประสบการณ์ที่ได้นำมาสร้างสรรค์เป็นผลงานนวัตกรรมที่มีระบบควบคุมการทำงานด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย เพื่อแก้ไขปัญหาของชุมชนท้องถิ่น การเพิ่มมูลค่าสินค้าทางการเกษตร เป็นต้น



ภาพที่ 3-12 กิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีและปฏิบัติของกลุ่มทดลอง
 ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)



ภาพที่ 3-13 ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา โดยเก็บข้อมูลจากคะแนนของนักศึกษา หลังจากทำแบบทดสอบทำการทดลองเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สถิติวิเคราะห์ดังนี้

3.6.1 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

3.6.1.1 การคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย \bar{X} (ล้วน, อังกฤษ 2538)

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

\bar{X} หมายถึง คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนนักศึกษาที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

3.6.1.2 การคำนวณค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ล้วน, อังกฤษ 2538)

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

S.D. หมายถึง ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X หมายถึง คะแนนของแต่ละคนที่ทำแบบทดสอบ

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนของนักศึกษาที่ทำแบบทดสอบ

3.6.1.3 การวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือค่า IOC (Index of Item Objective Congruence) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

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

IOC	หมายถึง	ดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
$\sum R$	หมายถึง	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
n	หมายถึง	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3.6.1.4 การหาค่าความยากง่ายของข้อสอบ (Difficulty) (ลิวน, อังคณา 2538)

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

P	หมายถึง	ระดับความยากง่ายของข้อสอบ
R	หมายถึง	จำนวนที่ทำข้อนั้นถูก
N	หมายถึง	จำนวนนักศึกษาที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

3.6.1.5 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) (ลิวน, อังคณา 2538)

$$D = \frac{R_U - R_L}{N/2}$$

D	หมายถึง	ค่าอำนาจจำแนก
R_U	หมายถึง	จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
R_L	หมายถึง	จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
N	หมายถึง	จำนวนนักศึกษาในกลุ่มเก่งและอ่อนทั้งหมด

3.6.1.6 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ ใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20 Reliability) (ลิวน, อังคณา 2538)

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

r_{tt}	หมายถึง	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
n	หมายถึง	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
p	หมายถึง	สัดส่วนของผู้ที่ได้ในข้อหนึ่ง ๆ
q	หมายถึง	สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ
S_t^2	หมายถึง	ความแปรปรวนของแบบทดสอบ

3.6.1.7 การหาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ

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

S_t^2	หมายถึง	ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ
N	หมายถึง	จำนวนนักศึกษาที่ทำแบบทดสอบ
X	หมายถึง	คะแนนของแต่ละคน ที่ทำแบบทดสอบ
$\sum X$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

3.6.2 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.6.2.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ใช้กลุ่มเดียวกัน โดยใช้ t-test (t-Dependent) (ล้วน, อดิศร 2538)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

t	หมายถึง	ค่าที่ใช้พิจารณาการแจกแจงที่
D	หมายถึง	ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน
N	หมายถึง	จำนวนคู่ของกลุ่มตัวอย่าง
$\sum D$	หมายถึง	ผลรวมของความแตกต่างจากการเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคล ระหว่างคะแนนที่ได้จากก่อนและหลังเรียน

3.6.2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ใช้ 2 กลุ่มเปรียบเทียบกัน โดยใช้ t-test (t-Independent) (ล้วน, อดิศร 2538)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

t	หมายถึง	ค่าที่ใช้พิจารณาการแจกแจงที่
\bar{X}_1	หมายถึง	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
\bar{X}_2	หมายถึง	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม
S_1^2	หมายถึง	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง
S_2^2	หมายถึง	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม
n_1	หมายถึง	จำนวนของนักศึกษากลุ่มทดลอง
n_2	หมายถึง	จำนวนของนักศึกษากลุ่มควบคุม

3.6.3 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพ

3.6.3.1 ภาระงานการเรียนรู้ระหว่างเรียน (E_1)

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum X}{N} \right]}{A} \times 100$$

E_1	หมายถึง	ประสิทธิภาพของภาระงานการเรียนรู้ระหว่างเรียน
$\sum X$	หมายถึง	คะแนนรวมของใบงานการทดลองและแบบทดสอบ
N	หมายถึง	จำนวนนักศึกษาทั้งหมด
A	หมายถึง	คะแนนเต็มของใบงานการทดลองและแบบทดสอบ

3.6.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (E_2)

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum X}{N} \right]}{B} \times 100$$

E_2	หมายถึง	ประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
$\sum X$	หมายถึง	คะแนนรวมแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
N	หมายถึง	จำนวนนักศึกษาทั้งหมด
B	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

3.7 ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

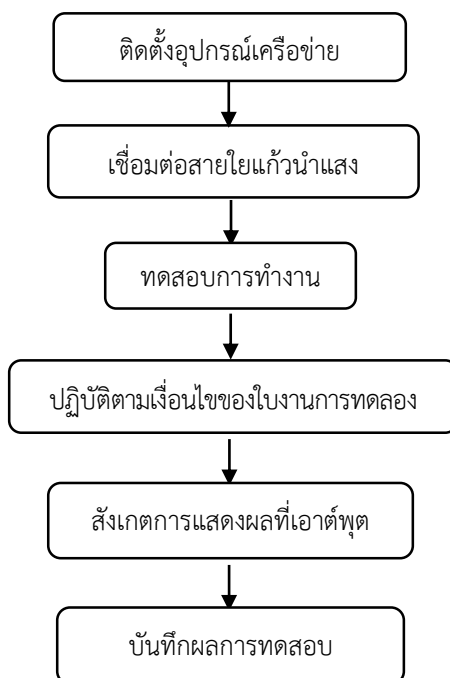
การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ผู้วิจัยมีวิธีการหาประสิทธิภาพการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง มีขั้นตอนการทดสอบจำนวน 2 ครั้ง ประกอบด้วย

ครั้งที่ 1 ติดตั้งอุปกรณ์ เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง ทำการทดสอบด้วยเครื่องมือวัดทางแสง และชุดคำสั่ง และบันทึกผล สังเกตผลที่ได้ว่าตรงกับที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะทำการแก้ไขต่อไป

ครั้งที่ 2 หลังจากปรับปรุงแก้ไขวงจรเรียบร้อยแล้ว ใช้วิธีการทำการทดสอบด้วยเครื่องมือวัดทางแสง และชุดคำสั่ง เหมือนครั้งที่ 1 อีกครั้ง และบันทึกผล

เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง มีดังนี้

1. ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
2. เครื่องวัดค่าแสง
3. เครื่องกำเนิดแสง
4. สายเชื่อมต่อวงจร
5. คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก
6. ตารางบันทึกผล



ภาพที่ 3-14 แสดงขั้นตอนการวัดประสิทธิภาพการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

เมื่อกลุ่มทดลอง ผ่านการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง เรียบร้อยแล้ว ให้กลุ่มทดลองทดสอบสมรรถนะ จำนวน 16 สมรรถนะ โดยการต่อวงจร ผู้วิจัยได้มีการกำหนดเกณฑ์ไว้ ดังนี้ 1) ต่อวงจรได้ในเวลาที่กำหนด = ผ่าน 2) ต่อวงจรได้ เลยเวลาที่กำหนด (แต่ไม่เกิน 5 นาที) = ปรับปรุง และ 3) ต่อวงจรไม่ได้ ใช้เวลาเกิน 10 นาที = ไม่ผ่าน แต่ถ้านักศึกษาไม่สามารถต่อวงจรได้ตามที่เวลากำหนด จะให้นักศึกษาทดสอบใหม่อีกครั้ง สมรรถนะที่ใช้ทดสอบกลุ่มทดลอง ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 แบบประเมินทดสอบสมรรถนะของกลุ่มทดลอง

สมรรถนะ	จำนวนนักศึกษาที่ทดสอบสมรรถนะ (คน)			ทักษะและเจตคติ
	ความรู้			
	ผ่าน	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน	ประเมินการปฏิบัติงาน
1. จัดเตรียมอุปกรณ์ได้ถูกต้อง				
2. ตัดสายใยแก้วนำแสงได้ถูกต้อง				
3. ปอกสายใยแก้วนำแสงได้ถูกต้อง				
4. เข้าหัว Fast connector ได้ถูกต้อง				
5. ทดสอบสาย Fast connector ได้ถูกต้อง				

สมรรถนะ	จำนวนนักศึกษาที่ทดสอบสมรรถนะ (คน)			
	ความรู้			ทักษะและ เจตคติ
	ผ่าน	ปรับปรุง	ไม่ ผ่าน	ประเมินการ ปฏิบัติงาน
6. วัดค่า loss สาย Fast connector ได้				
7. เชื่อมต่อสาย Fast connector ได้ถูกต้อง				
8. ทดสอบการใช้คำสั่งได้ถูกต้อง				
9. เชื่อมต่อระบบภาพได้ถูกต้อง				
10. ทดสอบเชื่อมต่อระบบภาพได้ถูกต้อง				
11. เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ถูกต้อง				
12. ทดสอบเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ถูกต้อง				
13. เชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สายได้ถูกต้อง				
14. ทดสอบระบบเครือข่ายไร้สายได้ถูกต้อง				
15. เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย				
16. ทดสอบสายใยแก้วนำแสงที่เชื่อมต่อแบบหลอมละลาย				
รวม				

เกณฑ์

1. ต่อย่างจรได้ในเวลาที่กำหนด = ผ่าน
2. ต่อย่างจรได้ เลยเวลาที่กำหนด (แต่ไม่เกิน 5 นาที) = ปรับปรุง
3. ต่อย่างจรไม่ได้ ใช้เวลาเกิน 10 นาที = ไม่ผ่าน

3.8 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง และผ่านการทดสอบสมรรถนะตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้แล้ว จึงทำแบบประเมินความคิดเห็น โดยสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

3.9 การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการของผลงานวิจัย การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่ผลงานให้แก่ครูผู้สอนและบุคคลทั่วไป เพื่อประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาของอาชีวศึกษา ดังนี้

1. เว็บไซต์ของวิทยาลัยเทคนิคแพร่
2. เผยแพร่ไปยังวิทยาลัยในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 20 สถานศึกษา
3. ตีพิมพ์ในวารสารบัณฑิตศึกษาปริทรรศน์ มหจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตแพร่ (ISSN 2408-2457) ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 ประจำเดือน กรกฎาคม – ธันวาคม พุทธศักราช 2563 ซึ่งอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่มที่ 2
(เอกสารอ้างอิง ภาคผนวก ฉ)

บทที่ 4

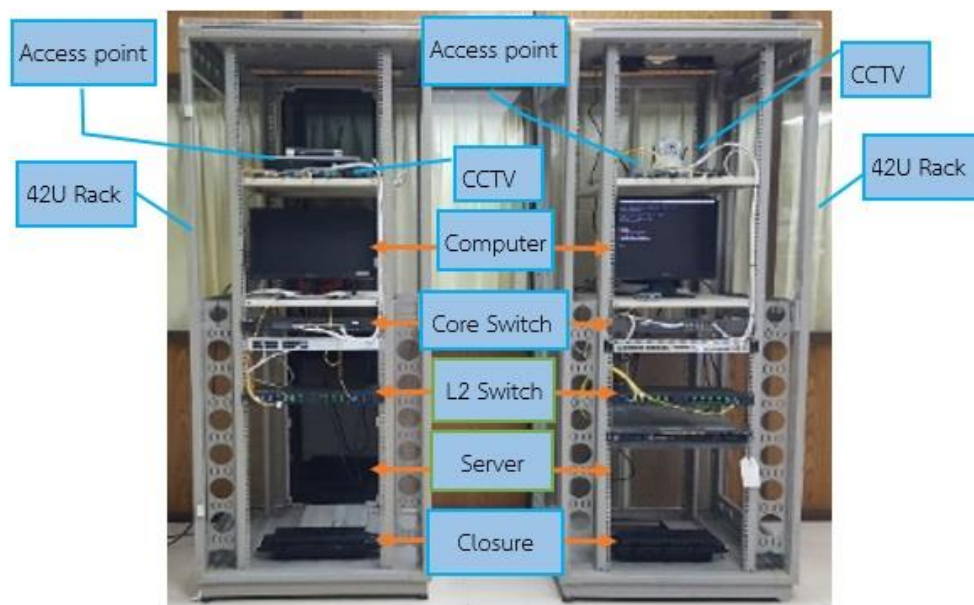
ผลการดำเนินงาน

การออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ โดยเสนอผลการวิเคราะห์ดังนี้

- 4.1 ผลการออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
- 4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
- 4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
- 4.4 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

4.1 ผลการออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

ผลการสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงทำการติดตั้งการวางอุปกรณ์เครือข่ายและเชื่อมต่อตามที่กำหนด แสดงดังภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 แสดงการสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

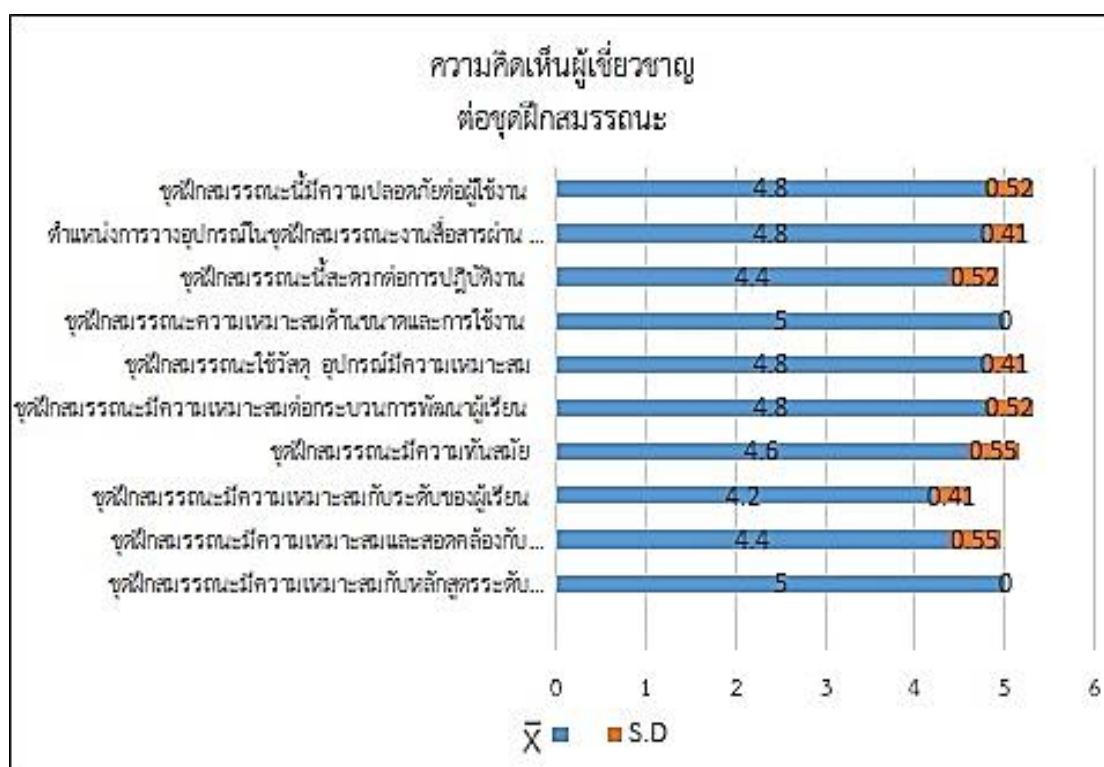
การวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง โดยเชิญผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินความคิดเห็นต่อชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง โดยมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

ลำดับ	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลผล
1	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	5.00	0.00	มากที่สุด
2	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	4.40	0.55	มาก
3	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.20	0.45	มาก
4	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความทันสมัย	4.60	0.55	มากที่สุด
5	มีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
6	วัสดุที่ใช้ในชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสม	4.80	0.45	มากที่สุด
7	ความเหมาะสมด้านขนาดและน้ำหนักของชุดฝึกสมรรถนะ	5.00	0.00	มากที่สุด
8	ชุดฝึกสมรรถนะนี้สะดวกต่อการใช้งาน	4.40	0.55	มาก
9	ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง มีเหมาะสม	4.80	0.45	มากที่สุด
10	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	4.80	0.45	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย		4.68	0.39	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-1 พบว่า ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยรวมเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.39) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อตามลำดับความสำคัญ อันดับที่ 1 ได้แก่ รายการประเมินที่ 1 และ 7 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง มีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และความเหมาะสมด้านขนาดและน้ำหนักของชุดฝึกสมรรถนะ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 2 ได้แก่ รายการประเมินที่ 5, 6, 9 และ 10 คือ มีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน วัสดุที่ใช้ในชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสม ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงมีเหมาะสมและชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.45) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 3 ได้แก่ รายการประเมินที่ 4 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

มีความทันสมัย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.55) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 4 ได้แก่ รายการประเมินที่ 2 และ 8 คือชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และชุดฝึกสมรรถนะนี้สะดวกต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.55) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก อันดับที่ 5 ได้แก่ รายการประเมินที่ 3 คือชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.45) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก แสดงดังภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 แสดงผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึก
ที่มา : เอกชัย ไก่แก้ว (2562)

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ได้ดำเนินการทดสอบจำนวน 2 ครั้ง เป็นตามข้อกำหนด โดยการทดสอบการเชื่อมต่อทุกจุดที่กำหนดไว้ โดยคิดเป็นร้อยละของจุดที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง มีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

ลำดับ	รายการ	ตรงข้อกำหนด		ผลการประเมิน
		จำนวนจุด	ร้อยละ	
1	ทดสอบการเชื่อมต่อสายแบบ Fast connector	5	100	ผ่าน
2	ทดสอบการเชื่อมต่อระบบภาพ	6	100	ผ่าน
3	ทดสอบการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	6	100	ผ่าน
4	ทดสอบการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย	6	100	ผ่าน
5	ทดสอบการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย	4	100	ผ่าน

จากตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง หลังจากมีการปรับปรุงแก้ไขวงจรให้เป็นไปตามข้อกำหนดอย่างสมบูรณ์แล้ว จากการทดสอบซ้ำตามรายการ ลำดับที่ 1 ถึงลำดับที่ 5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ครั้งที่ 2 ทั้งหมดพบว่า ทุกรายการที่วัดทดสอบทำงานได้ตรงตามข้อกำหนดทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 100

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

4.2.1 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรมคำนวณสำเร็จรูป

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วย t-Dependent สมมติฐานงานวิจัยกลุ่มทดลองที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากสมมติฐาน

H_0 = ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ก่อนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

H_1 = ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

$H_1 : \mu_2 > \mu_1$ กำหนดนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-3 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	จำนวน	\bar{X}	S.D.	t	df	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	14	22.21	2.22	28.39	13	0.000*
หลังเรียน	14	42.00	4.31			

*p < 0.05

จากตารางที่ 4-3 พบว่า การทดสอบคะแนนของกลุ่มทดลองมีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 22.21 และมีคะแนนหลังเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 42.00 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ค่า Sig.(1-tailed) = 0.00 < 0.05 Sig. แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับสมมติฐาน H_1

ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุมด้วย t-Dependent ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	จำนวน	\bar{X}	S.D.	t	df	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	21	22.04	2.63	14.47	20	0.000*
หลังเรียน	21	31.14	2.57			

*p < 0.05

จากตารางที่ 4-4 พบว่า การทดสอบคะแนนของกลุ่มควบคุม มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 22.04 และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 31.14 พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.2.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง โดยกลุ่มทดลอง ได้จากกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-5 คะแนนจากกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ที่มาของคะแนน	ประสิทธิภาพ (ร้อยละ)
กระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน	82.07
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	80.71

จากตารางที่ 4-5 เมื่อพิจารณาคะแนนจากกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน มีค่าเท่ากับ 82.07 และคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน มีค่าเท่ากับ 80.71 สรุปได้ว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่ระดับ 82.07/80.71 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ใช้สถิติทดสอบค่า t-Independent ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 4-6 ตารางที่ 4-6 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	\bar{X}	S.D.	ผลต่าง ค่าเฉลี่ย	t	df	Sig.(1-tailed)
กลุ่มทดลอง	14	42.00	4.31	10.86	9.34	34	0.000*
กลุ่มควบคุม	21	31.14	2.57				

*p < 0.05

จากตารางที่ 4-6 พบว่า ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 42.00 กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 31.14 เมื่อเปรียบเทียบแล้ว มีความแตกต่างกันเท่ากับ 10.86 ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่าค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.3.1 ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80 ดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

สมรรถนะ	จำนวนนักเรียน ที่ผ่านสมรรถนะ (คน)		ร้อยละ
	ความรู้	ทักษะและเจตคติ	
1. จัดเตรียมอุปกรณ์ได้ถูกต้อง	14	14	100
2. ตัดสายใยแก้วนำแสงได้ถูกต้อง	14	14	100
3. ปอกสายใยแก้วนำแสงได้ถูกต้อง	14	14	100
4. เข้าหัว Fast connector ได้ถูกต้อง	14	14	100
5. ทดสอบสาย Fast connector ได้ถูกต้อง	14	14	100
6. วัดค่า loss สาย Fast connector ได้	14	14	100
7. เชื่อมต่อสาย Fast connector ได้ถูกต้อง	14	14	100
8. ทดสอบการใช้คำสั่งได้ถูกต้อง	14	14	100
9. เชื่อมต่อระบบภาพได้ถูกต้อง	14	14	100
10. ทดสอบเชื่อมต่อระบบภาพได้ถูกต้อง	14	14	100

สมรรถนะ	จำนวนนักเรียน ที่ผ่านสมรรถนะ (คน)		ร้อยละ
	ความรู้	ทักษะและเจตคติ	
11. เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ถูกต้อง	14	14	100
12. ทดสอบเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ถูกต้อง	14	14	100
13. เชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สายได้ถูกต้อง	14	14	100
14. ทดสอบระบบเครือข่ายไร้สายได้ถูกต้อง	14	14	100
15. เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย	14	14	100
16. ทดสอบสายใยแก้วนำแสงที่เชื่อมต่อแบบหลอมละลาย	14	14	100
รวม			100

จากตารางที่ 4-7 ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง พบว่านักเรียนที่ทดสอบผ่านด้านความรู้ ผ่านการทดสอบด้านทักษะและเจตคติคิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80 (แสดงในภาคผนวก ค)

4.4 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 โดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในการแปลผลดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

ลำดับ	รายการ	\bar{X}	S.D.	แปลผล
1	ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงจัดตำแหน่งอุปกรณ์มีความชัดเจน	4.54	0.52	มากที่สุด
2	ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงขนาดเหมาะสม	4.38	0.51	มาก
3	ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง สามารถสร้างแรงจูงใจให้อยากเรียน	4.62	0.51	มากที่สุด
4	ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง เป็นสื่อการสอนที่น่าสนใจ	4.38	0.51	มาก
5	ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงสร้างบรรยากาศการเรียน ทำให้นักเรียนอยากเรียนวิชานี้	4.38	0.51	มาก
6	ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงง่ายต่อการเรียนรู้	4.62	0.51	มากที่สุด
7	ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงมีความสะดวกในการเชื่อมต่อวงจร	4.38	0.65	มาก

ลำดับ	รายการ	\bar{X}	S.D.	แปลผล
8	การฝึกปฏิบัติด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ได้	4.38	0.51	มาก
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักศึกษาได้พัฒนาทักษะออกแบบระบบได้	4.62	0.51	มากที่สุด
10	ได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง	4.54	0.52	มากที่สุด
11	มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	4.62	0.51	มากที่สุด
12	นักศึกษาร่วมจัดกิจกรรมด้วยความตั้งใจ	4.46	0.52	มาก
13	มีการกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ	4.69	0.48	มากที่สุด
14	นักศึกษาเพลิดเพลินขณะร่วมจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.69	0.48	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย		4.52	0.52	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-8 พบว่า ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง มีค่ารวมเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.52) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อตามลำดับความสำคัญ อันดับที่ 1 ได้แก่ รายการลำดับที่ 13 และ 14 คือ มีการกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ และ นักเรียนเพลิดเพลินขณะร่วมจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.69$, S.D. = 0.48) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 2 ได้แก่ รายการลำดับที่ 3, 6, 9 และ 11 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงสามารถสร้างแรงจูงใจให้อยากเรียน ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงง่ายต่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักศึกษาได้พัฒนาทักษะออกแบบวงจรระบบได้ และมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.51) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 3 ได้แก่ รายการลำดับที่ 1 และ 10 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงจัดตำแหน่งอุปกรณ์มีความชัดเจน และได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.52) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด อันดับที่ 4 ได้แก่ รายการลำดับที่ 12 คือ นักศึกษาร่วมจัดกิจกรรมด้วยความตั้งใจ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.46$, S.D. = 0.52) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก อันดับที่ 5 ได้แก่ รายการลำดับที่ 2, 4, 5, 7 และ 8 คือ ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงขนาดเหมาะสม ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงเป็นสื่อการสอนที่น่าสนใจ ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงสร้างบรรยากาศการเรียนทำให้นักศึกษาอยากเรียนวิชานี้ ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงมีความสะดวกในการเชื่อมต่อวงจร และการฝึกปฏิบัติด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ได้ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.38$, S.D. = 0.51) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ให้สอดคล้องกับหลักสูตร เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลและสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จึงดำเนินการวิจัย โดยการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์สมรรถนะรายวิชา และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสม ก่อนนำชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 เป็นจำนวน 2 ห้อง รวม 35 คน การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย โดยวิธีการจับฉลาก แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 14 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 21 คน โดยให้กลุ่มทดลองใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ที่สร้างขึ้นใหม่ ส่วนกลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนปกติ คือเรียนโดยไม่ใช้ชุดฝึกสมรรถนะ โดยหลังจากนักศึกษาทำการทดลองเสร็จในแต่ละครั้ง จะประเมินสมรรถนะภาคปฏิบัติ ทำการทดลอง หลังจากนั้นเว้นระยะให้นักศึกษา 1 สัปดาห์แล้ว จึงประเมินสมรรถนะภาคความรู้ ด้วยแบบทดสอบทำการศึกษาทดลองภาคทฤษฎี เพื่อเปรียบเทียบเกณฑ์ประเมินที่ตั้งไว้ แล้วจึงทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง โดยผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมินและหาประสิทธิภาพด้านการทำงาน ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง ผลการวิจัยดังนี้

5.1.1 ด้านการออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

5.1.1.1 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพด้วยแบบประเมิน ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง มีระดับความคิดเห็น เท่ากับ ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.39) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพมากที่สุด

5.1.1.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของอุปกรณ์และการเชื่อมต่อสายกับอุปกรณ์ ที่ผู้วิจัยออกแบบสร้างประกอบลงในชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง เพื่อให้การทำงานของชุดฝึกเป็นไปตามข้อกำหนดอย่างสมบูรณ์ โดยวิธีการวัดทดสอบเทียบด้วยเครื่องมือวัดทางแสง และชุดคำสั่งตามจุดที่กำหนดไว้ โดยคิดเป็นร้อยละของจุดทดสอบที่ถูกต้อง ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง พบว่าทุกรายการที่ผ่านการทดสอบ

การทำงานได้ตรงข้อกำหนดทั้งหมดคิดเป็นร้อยละของจุดที่ถูกต้อง และจุดที่ไม่ถูกต้องซึ่งกำหนดการทดสอบวงจรในชุดฝึก ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานตรงตามข้อกำหนด หมายถึง ไม่มีวงจรส่วนหนึ่งส่วนใดทำงานผิดปกติหรือไม่ทำงาน จากการทดสอบประสิทธิภาพต่อการทำงาน เมื่อพบข้อบกพร่องการทำงานของวงจรจึงนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขวงจรแต่ละภาคส่วนให้สมบูรณ์ถูกต้องทั้งหมดอีกครั้ง และในครั้งที่ 2 ของการทดสอบประสิทธิภาพต่อการทำงานตามข้อกำหนดหลังจากมีการแก้ไขปรับปรุงการทำงานของชุดฝึกให้สมบูรณ์ดีแล้วทุกจุด ผลการวิเคราะห์ทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานร้อยละ 100 หลังจากผ่านการทดสอบประสิทธิภาพด้านการทำงานแล้ว เพื่อทดสอบความคงทนของการทำงานแบบต่อเนื่องโดยวิธีการจ่ายไฟให้กับชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง แบบต่อเนื่องตามระยะเวลาที่กำหนดแล้วทดสอบซ้ำกันอีกครั้ง ผลที่ได้ตรงตามข้อกำหนดทุกรายการ

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพและผู้เชี่ยวชาญประเมิน พบว่า ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง มีประสิทธิภาพด้านการทำงานสามารถนำไปทดลองใช้ได้

5.1.2 ด้านประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ผลจากการทดลองใช้ดังนี้

5.1.2.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง และกลุ่มควบคุมเรียนโดยวิธีการสอนปกติ ผลการเรียนของกลุ่มทดลอง มีคะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 22.21 คะแนนหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 42.00 กลุ่มควบคุม มีคะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 22.04 คะแนนหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 31.14 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองมีคะแนนเท่ากับ 42.00 กลุ่มควบคุมมีคะแนนเท่ากับ 31.14 พบว่าคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

5.1.2.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ได้จากกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ตามในเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 มีค่าเท่ากับ 82.07 /80.71 พบว่า สูงกว่าเกณฑ์กำหนด

5.1.2.3 ผลวิเคราะห์การทดสอบสมรรถนะของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ทั้ง 16 สมรรถนะ ได้แก่ 1) จัดเตรียมอุปกรณ์ได้ถูกต้อง 2) ปอกสายใยแก้วนำแสงได้ถูกต้อง 3) ตัดสายใยแก้วนำแสงได้ถูกต้อง 4) เข้าหัว Fast connector ได้ถูกต้อง 5) ทดสอบสาย Fast connector ได้ถูกต้อง 6) วัดค่า loss สาย Fast connector ได้ 7) เชื่อมต่อสาย Fast connector ได้ถูกต้อง 8) ทดสอบการใช้คำสั่งได้ถูกต้อง 9) เชื่อมต่อระบบภาพได้ถูกต้อง 10) ทดสอบเชื่อมต่อระบบภาพได้ถูกต้อง 11) เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ถูกต้อง 12) ทดสอบเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ถูกต้อง 13) เชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สายได้ถูกต้อง 14) ทดสอบระบบเครือข่ายไร้สายได้ถูกต้อง 15) เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย 16) ทดสอบสายใยแก้วนำแสงที่เชื่อมต่อแบบหลอมละลาย พบว่า กลุ่มทดลองทดสอบสมรรถนะในด้านความรู้ ด้านทักษะและเจตคติ กลุ่มทดลองทดสอบผ่านทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง พบว่า ผลการเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.1.3 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง พบว่า ระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง มีค่าเท่ากับ ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.52) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับพอใจมากที่สุด

5.2 อภิปรายผล

5.2.1 จากการออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 ผลการหาประสิทธิภาพด้านการทำงานของวงจรต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยออกแบบสร้างประกอบลงในชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง เพื่อให้การทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง เป็นไปตามข้อกำหนดอย่างสมบูรณ์ โดยวิธีการวัดทดสอบเทียบด้วยเครื่องมือวัดทางแสงและชุดคำสั่งแบบซ้ำ ๆ ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง พบว่า ทุกรายการผ่านการทดสอบการทำงานได้ตรงข้อกำหนดทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 100 หลังจากผ่านการทดสอบประสิทธิภาพต่อการทำงานแล้ว เพื่อทดสอบความคงทนของการทำงานอย่างต่อเนื่อง โดยวิธีการจ่ายไฟให้กับชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงแบบต่อเนื่องตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว ทำการทดสอบซ้ำอีกครั้ง ผลที่ได้ตรงตามข้อกำหนดทุกรายการ สอดคล้องกับ สมนึก วันละ (2557) ด้านประสิทธิภาพการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18Fx ส่วนรับข้อมูลและส่วนภาคแสดงผลจากการทดลองซ้ำตามลำดับทั้งหมด ผลการทดสอบประสิทธิภาพของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18Fx พบว่าทุกรายการที่วัดทดสอบทำงานได้ตรงตามข้อกำหนดโดยคิดเป็นร้อยละ 100 นำชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ทำการประเมินระดับความคิดเห็นที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มีค่า ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.39) ซึ่งในเกณฑ์มีระดับคุณภาพมากที่สุด

แสดงว่าชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ที่ออกแบบสร้างและพัฒนาขึ้น เกิดจากผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือประกอบการเรียนการสอนของวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ อย่างมีคุณภาพตามธรรมชาติของหลักสูตร โดยผ่านกระบวนการตรวจสอบ และติดตามจากผู้เชี่ยวชาญ ในแต่ละด้าน เช่น ด้านเนื้อหา ด้านการศึกษาวิจัย ด้านสถิติทางการศึกษา ด้านอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น นอกจากนี้ การที่ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง มีประสิทธิภาพ เป็นเพราะมีการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะ มีการออกแบบที่เป็นระบบ โดยจัดเรียงลำดับเนื้อหาเป็นขั้นตอน จากง่ายไปยากทำให้นักศึกษาพัฒนาการเรียนรู้ได้เต็มศักยภาพของแต่ละบุคคล ทางเทคนิคซึ่งต้องการที่จะเห็นจริง เพื่อให้เกิดทักษะและคำนึงถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และเพื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์ สอดคล้องกับ สัญญา

โพธิ์รังษ์ (2561) โดยมีการกำหนดวัตถุประสงค์ในการทดลองแต่ละครั้งชัดเจนและการออกแบบชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมานั้น จะออกแบบตามขนาดมาตรฐาน ในการทดลองแต่ละครั้ง มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพทางการเรียนการสอน

5.2.2 จากการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง กลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง มีคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ก่อนเรียนมีคะแนนเท่ากับ 22.21 หลังเรียนมีคะแนนเท่ากับ 42.00 แสดงว่าคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สรุปได้ว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่ระดับ 82.07/80.71 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ซึ่งผลการศึกษามีความสอดคล้องกับ สุชิน ชินสีห์ (2548) ได้รายงานไว้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและศึกษาประสิทธิภาพชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่องการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller ศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษา เกี่ยวกับชุดทดลอง ใบงาน การทดลอง และการเรียนด้วยสื่อการสอนชุดทดลองเรื่องการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดทดลองการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller ที่สร้างขึ้นมีค่าร้อยละ 87.33/82.92 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80/80 และยังคงสอดคล้องกับสมคิด อังกลาง (2550) ที่ได้รายงานวิจัย เพื่อศึกษาคุณภาพ ศึกษาประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการสอน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ผลวิจัยพบว่า เอกสารประกอบการสอนรายวิชางานเชื่อมโลหะ 1 มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือมีประสิทธิภาพรวม 81.57/80.52 และนักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้ สุเทพ อริยพลฤกษ์ (2550) ได้รายงานวิจัยการพัฒนาเอกสารประกอบการสอน วิชาช่างเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาโลหะการ สาขางานการเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง พบว่า เอกสารประกอบการสอนวิชาช่างเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือมีประสิทธิภาพรวม 93.84/91.03 นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และนักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้เอกสารประกอบการสอนในระดับมาก

5.2.3 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง พบว่าระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง มีค่า ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.52) อยู่ในเกณฑ์ระดับพอใจมากที่สุด เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งผลการศึกษามีความสอดคล้องกับ อารี พันธุ์มณี (2542 : 198) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจในการเรียนรู้

นั้นมีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่ครูควรส่งเสริมให้เด็กเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ นั้น มีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยสร้างความพึงพอใจให้เกิดแก่ผู้เรียน ได้แก่ การชมเชยและการดำหนิ ทั้ง 2 ประการจะมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน การทดสอบบ่อยครั้ง การทดสอบเป็นแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจมากขึ้นเพราะอาจหมายถึง การเลื่อนชั้น การสำเร็จการศึกษา การทดสอบบ่อยครั้งจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจการเรียนอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ ซึ่งจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูง และเป็นความพึงพอใจของผู้เรียนการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองโดยการเสนอแนะ กำหนดหัวข้อที่ผู้เรียนสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตนเอง การใช้วิธีการเรียนการสอนที่แปลกใหม่ที่เร้าความสนใจ เพราะวิธีการที่แปลกใหม่ ที่ผู้เรียนยังไม่ประสบมาก่อนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตื่นตัวและมีแรงจูงใจในการเรียนรู้มากขึ้น การตั้งรางวัลสำหรับงานที่มอบหมาย เพื่อยั่วให้ผู้เรียนเกิดความพยายามให้งานที่ได้รับมอบหมายประสบผลสำเร็จด้วยดี และเกิดความพึงพอใจกับความสำเร้จนั้น ๆ การยกตัวอย่างจากสิ่งที่ไม่เคยพบหรือคาดไม่ถึง การยกตัวอย่างประกอบการเรียนการสอนควรเป็นตัวอย่างที่ผู้เรียนคุ้นเคย เพื่อให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายและเร็วขึ้น เพราะผู้เรียนคาดหวังไว้ว่าจะนำสิ่งที่เรียนไปใช้ประโยชน์และพื้นฐานต่อไป โดยถวิล ธารา โภชน์ และศรีณย์ ดำริสุข (2540 : 140) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ ความรู้สึกพอใจในงานที่ทำ เมื่องานนั้นให้ประโยชน์ตอบแทนทั้งทางด้านวัตถุ และทางด้านจิตใจ ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการพื้นฐานของเขาได้ ปิยวรรณ สังข์จันทราพร (2547 : 56) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกชอบพอใจ ทำให้บุคคลเกิดความสบายใจ มีความสุข เป็นผลดีต่อการปฏิบัติงาน ทำงาน ที่สืบเนื่องมาจากทัศนคติต่าง ๆ ที่มีผลต่อการปฏิบัติงานซึ่งเกิดองค์ประกอบต่าง ๆ ตลอดจนได้รับสนองความต้องการของบุคคล รัตนา รักนิยม (2550 : 49) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกพอใจโดยการได้บรรลุหรือการตอบสนองในความต้องการ ความคาดหวังความปรารถนา ความอยากของบุคคล ซึ่งเป็นผลมาจากความรู้สึกชอบ ความสนใจ มีทัศนคติที่ดีต่อสถานการณ์หรือสิ่งใด ๆ และเห็นว่าสิ่งนั้นมีประโยชน์ และมีคุณค่าเป็นความรู้สึกต่อใจที่มีต่อการได้ร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนจนบรรลุผล หรือเป้าหมายในการเรียนรู้

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มตัวอย่างที่ลงทะเบียนเรียนในวิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่ศึกษาเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ประกอบการเรียนการสอน ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบสร้างและพัฒนาขึ้น มีข้อเสนอแนะดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

5.3.1.1 การนำชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ไปใช้ประกอบการเรียนการสอน ผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องควรจัดตารางเรียนให้ต่อเนื่องกัน เช่น มีชั่วโมงเรียนในการศึกษาทั้งทฤษฎีและปฏิบัติคาบเรียนควรจัดให้ติดต่อกันทั้ง 5 คาบเพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องเสร็จทันเวลา และครูผู้สอนควรดูแลเอาใจใส่ให้คำปรึกษา อย่างใกล้ชิดเป็นพิเศษและอย่างต่อเนื่อง

5.3.1.2 ควรมีการชี้แจง และข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับเงื่อนไขข้อปฏิบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน ในรายวิชาที่ผู้สอนรับผิดชอบนี้ ตั้งแต่ครั้งแรกที่นักศึกษาเข้าเรียน เพื่อให้เกิดความเข้าใจอันดีต่อกัน ซึ่งจะทำให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างราบรื่น และมีประสิทธิภาพ ส่งผลทำให้กิจกรรมการเรียนการสอนบรรลุจุดประสงค์ตามเจตนารมณ์ของหลักสูตรที่กำหนดไว้

5.3.1.3 ครูผู้สอน ควรนำสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือจำลองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับระบบงาน ใยแก้วนำแสงและระบบเครือข่าย มาเป็นกรณีศึกษา เพื่อการเรียนรู้ เพื่อฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ การระดมสมอง การทำงานเป็นทีม การแก้ปัญหาาร่วมกัน ตลอดจนการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ การให้ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางแก่นักศึกษา เป็นต้น

5.3.1.4 ครูผู้สอน ควรเชื่อมโยงงานในรายวิชาที่สอน นำความรู้มาบูรณาการสร้างสรรค์นวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางอิเล็กทรอนิกส์ในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง นำไปสู่การพัฒนาและแก้ไขปัญหาทางการเรียนหรือช่วยแก้ไขปัญหาของชุมชนท้องถิ่น ตลอดจนการส่งเสริมการเรียนการสอนสู่การแข่งขันในเวทีระดับต่าง ๆ

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรนำแนวทางในการวิจัยครั้งนี้ไปสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะในหัวข้อเรื่องอื่น ๆ ในวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อจะได้ชุดฝึกทดลองไว้ใช้ได้ครบทั้งวิชาตามหลักสูตร

5.3.2.2 ควรมีการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะ เปรียบเทียบระหว่าง นักศึกษาสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยอื่น ๆ ในสังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2

5.3.2.3 ควรมีการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะนี้ ให้กว้างขวางยิ่งขึ้นโดยการนำชุดฝึกสมรรถนะไปใช้กับสถานศึกษาอื่น ๆ ให้มากขึ้น ที่มีการจัดการเรียนการสอนวิชานี้

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กรมวิชาการ. (2544). **คู่มือหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรมการศาสนา. กรุงเทพฯ.
- _____. (2545). **เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย องค์กรรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.)**. กรุงเทพฯ.
- กรมสามัญศึกษา หน่วยศึกษานิเทศก์ เขตการศึกษา 7. (2543). **คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเน้นกระบวนการ**. กรุงเทพฯ.
- _____. หน่วยศึกษานิเทศก์. (ม.ป.ป.). **แนวคิดในการพัฒนาระบบการประกันคุณภาพการศึกษา**. กรุงเทพฯ.
- กันตภณ มหาหมัด. (2558). **การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพ ด้านการติดตั้งและซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้า**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). **เทคโนโลยีทางการศึกษาและนวัตกรรม**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิติมา ปรีดีดิลก. (2542). **ทฤษฎีการบริหารองค์กร**. กรุงเทพฯ.
- จตุชัย แพงจันทร์. (2551). **เจาะระบบ Network 2 nd Edition**. นนทบุรี: บริษัทไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์.
- จักรชัย โสอินทร์. (2559). **คู่มือเรียนและใช้งาน NETWORK SECURITY LAB ฉบับใช้งานจริง**. บริษัทไอดีซีพรีเมียร์ จำกัด สำนักพิมพ์อินโฟเพลส. กรุงเทพฯ.
- ภัทรลีนี ภัทรโกศล. (2555). **เครือข่ายคอมพิวเตอร์**. ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วิ.พรินทร์ (1991). กรุงเทพฯ.
- ธรรมรัฐ พุแค. (2554). **Network Setup ติดตั้งและดูแลระบบเครือข่ายด้วยตัวเอง**. บริษัทซีแอดยูเคชั่น จำกัด. กรุงเทพฯ.
- จินตนา ไบกาชุย. (2542). **การเขียนสื่อการเรียนการสอน**. สุวีริยาสาส์น. กรุงเทพฯ.
- ฉลองวุฒิ ศรีทองบริบูรณ์. (2563). **พัฒนาชุดฝึกทักษะปฏิบัติ วิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่อง งานตัด งานเจียรระไน และงานเจาะ ด้วยกระบวนการสอนรูปแบบ MIAPสำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ.อัดสำเนา**.
- ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู. (2545). **ประเภทของการสอนทดลอง**. เอกสารประกอบการสอนวิชา ETE 523 Workshop and laboratory Instructional System. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ณรงค์วิทย์ แสนทอง. (2550). **มารู้จัก Competency กันเถอะ**. เอช อาร์ เซ็นเตอร์. กรุงเทพฯ.
- เดชา เดชะวัฒน์ไพศาล. (2543). **Competency-based Human Resource Management**. วารสารการบริหารคน.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ภาษาไทย

- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. สุวีริยาสาส์น. กรุงเทพฯ.
- บุญยวีร์ จามจรีกุล. (2550). ระบบการสื่อสารผ่านใยแก้ว. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- ฝ่ายผลิตหนังสือตำราวิชาการคิมพิวเตอร์. (2551). การสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย. ซีเอ็ดยูเคชั่น. กล้วย
มาศจรัส. (2548). **คู่มือความคิดสร้างสรรค์ ในการจัดทำนวัตกรรมทางการศึกษา**. ธารอักษร.
กรุงเทพฯ.
- ถวิล ธาราโกชน และศรีณย์ ดำริสุข. (2540). **จิตวิทยาทั่วไป**. ทิพย์วิสุทธิ์การพิมพ์. กรุงเทพฯ.
- ทรงจิต ปราสาท. (2534). **การเขียนผลงานทางวิชาการที่เป็นเอกสาร**. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
- ทศนา เขมมณี. (2550). **ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**.
พิมพ์ครั้งที่ 5. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2551). **14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ**. พิมพ์ครั้งที่ 8. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรวุฒิ บุญยโสภณ. (2555). **การพัฒนาสมรรถนะในการปฏิบัติงานของผู้จัดการฝ่ายผลิตในโรงงาน
อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ธำรงค์ดี คงสวัสดิ์. (2548). **เริ่มอย่างไรเมื่อนำ Competency มาใช้ในองค์กร**. สมาคมส่งเสริม
เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ.
- นคร พันธุ์รงค์. (2538). **คู่มือการทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอกำหนดตำแหน่งอาจารย์ 3**.
ศุภลักษณ์การพิมพ์. เชียงใหม่.
- นาคยา ภัทรแสงไทย. (2525). **ยุทธวิธีการสอนสังคมศึกษา**. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
- นิรมล ศตวุฒิ และศักดิ์ศรี ปาณะกุล. (2546). **การเขียนเอกสารวิชาการ**. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- นิธิมา คงสวัสดิ์. (2544). **ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อหลักสูตรการศึกษานอกโรงเรียน**.
มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ปิยวรรณ สังข์จันทร์พร. (2547). **การพัฒนาชุดการสอนเสริมทักษะการเขียนสะกดคำภาษาไทยไม่ตรง
มาตราตัวสะกด สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1**. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์.
- ผดุงรัตน์ ประองพิมาย. (2556). **การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบบูรณาการการสอน
ทฤษฎีและการประลอง เรื่องหลักการทำงานของไอซีเบื้องต้น วิชาวงจรไอซีและการ
ประยุกต์ใช้งานหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระ
นครเหนือ. โรงเรียนจิตรดา (สายอาชีพ).
- ฝ่ายผลิตหนังสือตำราวิชาการคิมพิวเตอร์. (2551). **การสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย**. ซีเอ็ดยูเคชั่น.
กรุงเทพฯ.
- พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2557). **อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม**. รัตนโรจน์. นนทบุรี.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ภาษาไทย

- พนา ดุสิตากร. (2556). การพัฒนารูปแบบการฝึกอบรมสมรรถนะวิชาชีพสำหรับช่างอิเล็กทรอนิกส์
อุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พิศาล พิทยาธรรวิวัฒน์.ติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ Intranet/Internet ฉบับผู้เริ่มต้น.กรุงเทพฯ:
บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด วี.พริ้นท์(1991). 2551
- มนัส บุญเกียรติทอง. (2558). การพัฒนาชุดฝึกอบรมแบบฐานสมรรถนะวิชาชีพช่างไฟฟ้าอุตสาหกรรมโดย
วิธีการจำลองสถานการณ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มิ่งขวัญ ธรรมสโรช. (2539). รายงานการดำเนินการและพัฒนาเอกสารประกอบการสอน วิชา
ส 073 ท้องถิ่นของเรา 3. โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย. เชียงใหม่.
- รัตนา รักนิยม. (2550). การพัฒนาชุดฝึกทักษะการอ่านและการเขียนสะกดคำที่มีตัว ง น ม เป็น
ตัวสะกด สารการเรียนรู้ภาษาไทย สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 1 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1).
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.
- รัตนารณ ศรีพยัคฆ์. (2548). ชุดสมรรถนะ การบริหารทรัพยากรบุคคล. วารสารดำรงราชานุภาพ.
ราชบัณฑิตยสถาน. (2539). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. อักษรเจริญทัศน์. กรุงเทพฯ.
- _____. (2539). พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525. นานมีบุ๊ค พลัสเคชั่นส์. กรุงเทพฯ.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. สุวีริยาสาส์น.
กรุงเทพฯ.
- วิจิตร ภัคศิริรัตน์. (2525). “หน่วยการสอนสังคมศึกษา” เอกสารการสอนชุดการสอนระดับมัธยมศึกษา
หน่วยที่ 7. มหาลัยสุโขทัยธรรมธิราช. นวการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- วิชัย ประสิทธิ์วุฒิเวช. (2542). การพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่น : สถานที่ท้องถิ่น. เซ็นเตอร์ดีสคัฟเวอร์รี่.
กรุงเทพฯ.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). พัฒนาหลักสูตรและการสอน-มิติใหม่. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
- วิชัย นระมาตย์. (2561). การพัฒนาชุดประลองระบบการสื่อสารทางแสง วิชาการสื่อสารทางแสง. อด
สำเนา.
- วิรุณศักดิ์ สันติเพ็ชร. (2563). การสื่อสารไร้สาย ร่วมกับผลป้อนกลับที่จำกัด. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- สภาอุตสาหกรรม. (2560). ภาวะเศรษฐกิจไทยปี 2560. กรุงเทพฯ.
- สันทนา สงครินทร์. (2555). ได้รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพเอกสารการสอนวิชาช่าง
ไมโครคอนโทรลเลอร์ (1105-5203).
- สิริไฉไล ทรงเที่ยงตรง. (2541). การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอน กิจกรรมศิลปะเพื่อความคิด
สร้างสรรค์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ภาษาไทย

- สุกัญญา รัศมีธรรมโชติ. (2549). แนวทางการพัฒนาศักยภาพมนุษย์ Competency Based Learning. พิมพ์ครั้งที่ 3. ศิริพัฒนาอินเตอร์พริ้นท์. กรุงเทพฯ.
- สุชิน ชินสีห์. (2548). การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่อง การรับส่งข้อมูล เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สุพิน บุญชูวงศ์. (2544). หลักการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ.
- สุรัชย์ บุญญานุสิทธิ์. (2542). มรรควิธีสู่ความชำนาญการและผลงานทางวิชาการ. โรงเรียนปึกธงชัย ประชานิมิตร. นครราชสีมา.
- สุรพล ช่วยดำรง. (2555). การปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์. วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี.
- สุเทพ อริยพลฤกษ์. (2550). การพัฒนาเอกสารประกอบการสอน วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาโลหะการ สาขางานการเชื่อมโลหะ. วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง.
- สมโภชน์ ชื่นเอี่ยม. (2552). ระบบเครือข่ายเบื้องต้น. ซีเอ็ดดูเคชั่น. กรุงเทพฯ. กรุงเทพฯ.
- สมคิด อันกลาง. (2550). เอกสารประกอบงานเชื่อม 1. วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร.
- สมนึก วันละ. (2557). การออกแบบสร้างและพัฒนาบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC18Fx ส่วนรับข้อมูลและส่วนภาคแสดงผล สำหรับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. วิทยาลัยเทคนิคแพร่. อัดสำเนา
- สัญญา โพธิ์วงษ์ (2560). การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกสมรรถนะงานเครื่องรับโทรทัศน์สีจอ LCD LED กลุ่มตัวอย่างเลือกจากนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเครื่องรับโทรทัศน์ รหัสวิชา 2105-2011 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก. อัดสำเนา.
- ส่งเสริม ชูรักษ์. (2545). เทคนิควิธีการจัดการเรียนการสอนและเขียนแผนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ. พัฒนาศึกษา. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2563). หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน. (2547). คู่มือการบริหารพนักงานราชการ. สำนักบริหารกลาง สำนักงาน ก.พ. กรุงเทพฯ.
- เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. (2528). เทคโนโลยีการศึกษา. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ภาษาไทย

อาภรณ์ ภูวิทย์พันธ์. (2548). **Competency Dictionary**. เอช อาร์ เซ็นเตอร์. กรุงเทพฯ.

อารี พันธุ์มณี. (2542). **จิตวิทยาการเรียนรู้การสอน**. ต้นอ่อน. กรุงเทพฯ.

อรรณพ ชันธิกุล. **ออกแบบและติดตั้งระบบ Wireless LAN 2 nd Edittion**. นนทบุรี: บริษัทไอทีซีพีริเมียร์ จำกัด. 2553

สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ สมรรถนะสาขาวิชาชีพเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และดิจิทัลคอนเทนต์
(ที่มา : <https://tpqi-net.tpqi.go.th/home/occ/qualifications/อาชีพช่างโครงข่ายปลายทาง>
ด้านเครือข่ายใยแก้วนำแสง 2)

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือตอบรับจากผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. รศ.ดร.สุธี อักษรกิตติ์ ประธานคณะผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลังงานและเทคโนโลยีสารสนเทศ
สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
2. ผศ.ดร.วิรัตน์ อัครวานูวัตร อาจารย์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีจิตรดา
สำนักพระราชวัง กรุงเทพมหานคร
3. รศ.ดร.มีชัย โลหะการ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
กรุงเทพมหานคร
4. รศ.ดร.ปาริชาติ บัวเจริญ ผู้อำนวยการสำนักงานประกันคุณภาพการศึกษา
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
5. อาจารย์ไพโรจน์ พอใจ อาจารย์สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์
ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ
วิทยาลัยเทคนิคน่าน
6. อาจารย์สัญญา โพธิ์วงษ์ อาจารย์สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ
วิทยาลัยเทคนิคนครนายก
7. คุณชัชวัลย์ วัฒนพันธ์ ตำแหน่ง วิศวกร 8
ทำหน้าที่ผู้จัดการศูนย์สื่อสารข้อมูล บริษัท TOT จำกัด (มหาชน)



ที่ ศธ ๐๖๓๐.๗/ ๖๒๑๘๐

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคแพร่
ตำบลในเวียง อำเภอเมืองแพร่
จังหวัดแพร่ ๕๔๐๐๐

๓๐ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน รศ.ดร.สุธี อักษรกิตติ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑.แบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๕๐๐๔ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา ๓๑๐๕-๕๐๐๔ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ในการนี้วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้พิจารณาเห็นว่าท่าน มีความรู้ความสามารถ และเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษาและสถิติการศึกษา ดังนั้นวิทยาลัยฯ จึงขอความอนุเคราะห์ ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเนื้อหา สถิติการศึกษา ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพ เพื่อประกอบงานวิจัยในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของการจัดการศึกษาต่อไป ดังนั้นจึงขอความกรุณาท่านตอบแบบประเมินและแบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคแพร่ด้วยจะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายบุญธรรม เกี้ยวฝั้น)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

ฝ่ายบริหารทรัพยากร/งานบริหารงานทั่วไป

โทร. ๐ ๕๔๕๑ ๑๑๔๒ ต่อ ๕๐๐๑

โทรสาร ๐ ๕๔๕๑ ๑๘๑๑

ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ : techphrae@hotmail.com

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๗/ ๖๒๑๘๐



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคแพร่
ตำบลในเวียง อำเภอเมืองแพร่
จังหวัดแพร่ ๕๔๐๐๐

๓๐ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน ผศ.ดร.วิรัตน์ อัครวานุวัตร

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑.แบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๕๐๐๔ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา ๓๑๐๕-๕๐๐๔ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ในการนี้วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้พิจารณาเห็นว่าท่าน มีความรู้ความสามารถ และเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษาและสถิติการศึกษา ดังนั้นวิทยาลัยฯ จึงขอความอนุเคราะห์ ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเนื้อหา สถิติการศึกษา ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพ เพื่อประกอบงานวิจัยในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของการจัดการศึกษาต่อไป ดังนั้นจึงขอความกรุณาท่านตอบแบบประเมินและแบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคแพร่ด้วยจะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายบุญธรรม เกี้ยวฝั้น)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

ฝ่ายบริหารทรัพยากร/งานบริหารงานทั่วไป

โทร. ๐ ๕๔๕๑ ๑๑๔๒ ต่อ ๕๐๐๑

โทรสาร ๐ ๕๔๕๑ ๑๘๑๑

ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ : techphrae@hotmail.com

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๗/ ๖๒๑๖๐



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคแพร่
ตำบลในเวียง อำเภอเมืองแพร่
จังหวัดแพร่ ๕๔๐๐๐

๓๐ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน ผศ.ดร.มีชัย โลหะการ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑.แบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๕๐๐๔ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา ๓๑๐๕-๕๐๐๔ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ในการนี้วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้พิจารณาเห็นว่าท่าน มีความรู้ความสามารถ และเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษาและสถิติการศึกษา ดังนั้นวิทยาลัยฯ จึงขอความอนุเคราะห์ ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเนื้อหา สถิติการศึกษา ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพ เพื่อประกอบงานวิจัยในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของการจัดการศึกษาต่อไป ดังนั้นจึงขอความกรุณาท่านตอบแบบประเมินและแบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคแพร่ด้วยจะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายบุญธรรม เกี้ยวฝั้น)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

ฝ่ายบริหารทรัพยากร/งานบริหารงานทั่วไป

โทร. ๐ ๕๔๕๑ ๑๑๔๒ ต่อ ๕๐๐๑

โทรสาร ๐ ๕๔๕๑ ๑๘๑๑

ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ : techphrae@hotmail.com

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๗/ ๖๒๑๖๐



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคแพร่
ตำบลในเวียง อำเภอเมืองแพร่
จังหวัดแพร่ ๕๔๐๐๐

๓๐ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน รศ.ดร.ปาริชาติ บัวเจริญ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑.แบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๕๐๐๔ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา ๓๑๐๕-๕๐๐๔ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ในการนี้วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้พิจารณาเห็นว่าท่าน มีความรู้ความสามารถ และเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษาและสถิติการศึกษา ดังนั้นวิทยาลัยฯ จึงขอความอนุเคราะห์ ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเนื้อหา สถิติการศึกษา ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพ เพื่อประกอบงานวิจัยในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของการจัดการศึกษาต่อไป ดังนั้นจึงขอความกรุณาท่านตอบแบบประเมินและแบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคแพร่ด้วยจะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายบุญธรรม เกี้ยวฝั้น)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

ฝ่ายบริหารทรัพยากร/งานบริหารงานทั่วไป

โทร. ๐ ๕๔๕๑ ๑๑๔๒ ต่อ ๕๐๐๑

โทรสาร ๐ ๕๔๕๑ ๑๘๑๑

ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ : techphrae@hotmail.com



ที่ ศธ ๐๖๓๐.๗/ ๖๒๑๘๐

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคแพร่
ตำบลในเวียง อำเภอเมืองแพร่
จังหวัดแพร่ ๕๔๐๐๐

๓๐ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน นายไพโรจน์ พอใจ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑.แบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๙๐๐๔ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา ๓๑๐๕-๙๐๐๔ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ในการนี้วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้พิจารณาเห็นว่าท่าน มีความรู้ความสามารถ และเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษาและสถิติการศึกษา ดังนั้นวิทยาลัยฯ จึงขอความอนุเคราะห์ ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเนื้อหา สถิติการศึกษา ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพ เพื่อประกอบงานวิจัยในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของการจัดการศึกษาต่อไป ดังนั้นจึงขอความกรุณาท่านตอบแบบประเมินและแบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคแพร่ด้วยจะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายบุญธรรม เกี้ยวฝั้น)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

ฝ่ายบริหารทรัพยากร/งานบริหารงานทั่วไป

โทร. ๐ ๕๔๕๑ ๑๑๔๒ ต่อ ๕๐๐๑

โทรสาร ๐ ๕๔๕๑ ๑๘๑๑

ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ : techphrae@hotmail.com

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๗/ ๖๒๑๘๐



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคแพร่
ตำบลในเวียง อำเภอเมืองแพร่
จังหวัดแพร่ ๕๔๐๐๐

๓๐ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน นายสัญญา โพธิ์วงษ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑.แบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๕๐๐๔ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา ๓๑๐๕-๕๐๐๔ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ในการนี้วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้พิจารณาเห็นว่าท่าน มีความรู้ความสามารถ และเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษาและสถิติการศึกษา ดังนั้นวิทยาลัยฯ จึงขอความอนุเคราะห์ ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเนื้อหา สถิติการศึกษา ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพ เพื่อประกอบงานวิจัยในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของการจัดการศึกษาต่อไป ดังนั้นจึงขอความกรุณาท่านตอบแบบประเมินและแบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคแพร่ด้วยจะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายบุญธรรม เกี้ยวฝั้น)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

ฝ่ายบริหารทรัพยากร/งานบริหารงานทั่วไป

โทร. ๐ ๕๔๕๑ ๑๑๔๒ ต่อ ๕๐๐๑

โทรสาร ๐ ๕๔๕๑ ๑๘๑๑

ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ : techphrae@hotmail.com



ที่ ศธ ๐๖๓๐.๗/ ๖๒๑๘๐

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคแพร่
ตำบลในเวียง อำเภอเมืองแพร่
จังหวัดแพร่ ๕๔๐๐๐

๓๐ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน นายชัชวาลย์ วัฒนพันธ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑.แบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้จัดทำผลงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๔๐๐๔ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา ๓๑๐๕-๔๐๐๔ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ในการนี้วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้พิจารณาเห็นว่าท่าน มีความรู้ความสามารถ และเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษาและสถิติการศึกษา ดังนั้นวิทยาลัยฯ จึงขอความอนุเคราะห์ ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเนื้อหา สถิติการศึกษา ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพ เพื่อประกอบงานวิจัยในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของการจัดการศึกษาต่อไป ดังนั้นจึงขอความกรุณาท่านตอบแบบประเมินและแบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิส่งคืนให้วิทยาลัยเทคนิคแพร่ด้วยจะเป็นพระคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายบุญธรรม เกี้ยวฝั้น)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

ฝ่ายบริหารทรัพยากร/งานบริหารงานทั่วไป

โทร. ๐ ๕๔๕๑ ๑๑๔๒ ต่อ ๕๐๐๑

โทรสาร ๐ ๕๔๕๑ ๑๘๑๑

ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ : techphrae@hotmail.com

แบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ

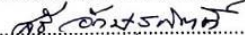
ด้วยนายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ครูสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้เรียนเชิญให้เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบเนื้อหา ตรวจสอบเครื่องมือและ ผลการพัฒนานวัตกรรม ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง รายวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๕๐๐๔ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อฝึกทักษะและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา ๓๑๐๕-๕๐๐๔ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาและประกอบการจัดทำรายงานการวิจัย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น

ดั่งนั้นข้าพเจ้า รศ.ดร.สุธี อักษรกิตติ
 ตำแหน่ง ประธานคณะผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลังงานและเทคโนโลยีสารสนเทศ
 สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
 สถานที่ทำงาน สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
 เลขที่ ๑๙๖ ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ ๑๐๙๐๐

มีความเห็นว่า (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง)

- ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ
 ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ลงชื่อ..... 

(..... )
 ตำแหน่ง ประธานคณะผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลังงานและเทคโนโลยีสารสนเทศ
 10 / พ.ย / 61

แบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ

ด้วยนายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ครูสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้เรียนเชิญให้เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบเนื้อหา ตรวจสอบเครื่องมือและ ผลการพัฒนานวัตกรรม ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๙๐๐๔ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อฝึกทักษะและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา ๓๑๐๕-๙๐๐๔ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาและประกอบการจัดทำรายงานการวิจัย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น

ดั่งนั้นข้าพเจ้า ผศ.ดร.วิรัตน์ อิศวานิวัตร์
สถานที่ทำงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีจิดตรา สำนักพระราชวัง
ถนนศรีอยุธยา เขตดุสิต กรุงเทพฯ ๑๐๓๐๐

มีความเห็นว่า (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง)

- ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ
 ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ลงชื่อ.....
(*ผศ.ดร. วิรัตน์ อิศวานิวัตร์*)
ตำแหน่ง.....
10 / 10 / 61

แบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ

ด้วยนายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ครูสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้เรียนเชิญให้เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบเนื้อหา ตรวจสอบเครื่องมือและ ผลการพัฒนานวัตกรรม ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๔๐๐๔ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อฝึกทักษะและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา ๓๑๐๕-๔๐๐๔ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาและประกอบการจัดทำรายงานการวิจัย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น

ดั่งนั้นข้าพเจ้า รศ.ดร.มีชัย โลหะการ

ตำแหน่งบริหาร รองหัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า ฝายวิชาการ

สถานที่ทำงาน ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (มจพ.)

๑๕๑๘ ถนน.ประชากรราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐

มีความเห็นว่า (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง)

ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ลงชื่อ.....

(ดร.เอกชัย ไก่แก้ว)

ตำแหน่ง.....

รองคณบดี

9 / 11 / 61

แบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ

ด้วยนายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ครูสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้เรียนเชิญให้เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบเนื้อหา ตรวจสอบเครื่องมือและ ผลการพัฒนาวัตกรรมการ ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๕๐๐๔ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อฝึกทักษะและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา ๓๑๐๕-๕๐๐๔ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาและประกอบการจัดทำรายงานการวิจัย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น

ดั่งนั้นข้าพเจ้า รศ.ดร.ปาริชาติ บัวเจริญ
ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสำนักงานประกันคุณภาพการศึกษา
สถานที่ทำงาน ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา อ.เมือง จ.เชียงใหม่ ๕๐๒๐๐

มีความเห็นว่า (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง)

- ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ
 ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ลงชื่อ..... *พ.อ. นว*
(*พ.อ. นว ๒๕๖๓ ๒๕๖๓*)
ตำแหน่ง *ผู้อำนวยการสำนักงานประกันคุณภาพการศึกษา*
..... *๒ / ๒๕๖ / ๒๖*

แบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ

ด้วยนายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ครูสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้เรียนเชิญให้เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบเนื้อหา ตรวจสอบเครื่องมือและ ผลการพัฒนานวัตกรรม ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๔๐๐๔ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อฝึกทักษะและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา ๓๑๐๕-๔๐๐๔ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาและประกอบการจัดทำรายงานการวิจัย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น

ดั่งนั้นข้าพเจ้า นายไพโรจน์ พอใจ
ตำแหน่ง ครูเชี่ยวชาญ
สถานที่ทำงาน สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคนิคน่าน เลขที่ ๒ ถ.รอบกำแพงเมืองทิศตะวันตก
ต.ในเวียง อ.เมือง จ.น่าน ๕๕๐๐๐

มีความเห็นว่า (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง)

- ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ
 ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ลงชื่อ.....
(นายไพโรจน์ พอใจ)
ตำแหน่ง.....ครูเชี่ยวชาญ

แบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ

ด้วยนายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ครูสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้เรียนเชิญให้เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบเนื้อหา ตรวจสอบเครื่องมือและผลการพัฒนานวัตกรรม ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๙๐๐๔ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อฝึกทักษะและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา ๓๑๐๕-๙๐๐๔ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาและประกอบการจัดทำรายงานการวิจัย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนา กิจกรรมการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น

ดั่งนั้นข้าพเจ้า นายสัญญา โพธิ์วงษ์
สถานที่ทำงาน แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์
ตำแหน่งครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ
วิทยาลัยเทคนิคนครนายก อ.เมือง จ.นครนายก ๒๖๐๐๐

มีความเห็นว่า (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง)

- ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ
 ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ลงชื่อ.....
(ยศสิทธิ์ ใจพิสุทธิ์)
ตำแหน่ง.....
ครู วิชาช่างเทคนิค
12 / พ.ย. / 2561

แบบตอบรับการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ

ด้วยนายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ครูสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้เรียนเชิญให้เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบเนื้อหา ตรวจสอบเครื่องมือและ ผลการพัฒนานวัตกรรม ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง รายวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๙๐๐๔ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อฝึกทักษะและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา ๓๑๐๕-๙๐๐๔ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาและประกอบการจัดทำรายงานการวิจัย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น

ตั้งนั้นข้าพเจ้า นายชัชวาลย์ วัฒนพันธ์
ตำแหน่ง วิศวกร ๘ ทำหน้าที่ผู้จัดการศูนย์สื่อสารข้อมูล บริษัท TOT จำกัด (มหาชน)
สถานที่ทำงาน บริษัท TOT จำกัด (มหาชน) เลขที่ ๒/๑ ถนนบ่อแก้ว ต.ในเวียง อ.เมือง
จ.แพร่ ๕๕๐๐๐

มีความเห็นว่า (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง)

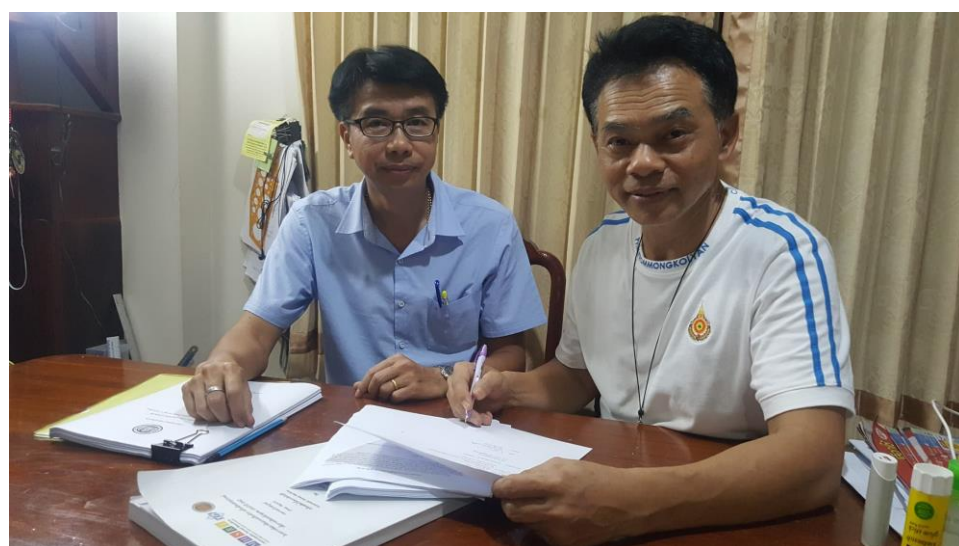
- ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ
 ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ลงชื่อ.....

(.....*ชัชวาลย์ วัฒนพันธ์*.....)

ตำแหน่ง.....*ผู้จัดการศูนย์สื่อสารข้อมูล บริษัท TOT จำกัด (มหาชน)*.....
.....*๕ / พ.ม. / ๕1*.....

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง







ประชุมครูผู้สอนวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
เพื่อพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง



นำผลงานแสดงนิทรรศการผลงานสิ่งประดิษฐ์และความเป็นเลิศของชมรมวิชาชีพภายใต้การนิเทศฯ



ภาคผนวก ข

- ลักษณะรายวิชาวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004
- การแบ่งหน่วยเรียน วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004
- หน่วยเรียนและสมรรถนะรายวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
- วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้
- ตารางวิเคราะห์สมรรถนะการเรียนรู้
- ตารางวิเคราะห์หลักสูตรโดยบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
- ตารางวิเคราะห์สมรรถนะรายวิชาโดยบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
- ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับจำนวนแบบทดสอบ
- แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน 60 ข้อ

ลักษณะรายวิชา

รหัสวิชา 3105-0004
หน่วยกิต (ท-ป-น). 1-2-2

ชื่อวิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
เวลาเรียนต่อภาค 54 ชั่วโมง

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจหลักการทำงานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
2. มีทักษะในการออกแบบ ติดตั้ง แก้ไขหาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
3. มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความประณีต รอบคอบและปลอดภัย ตระหนักถึง คุณภาพของงาน และมีจริยธรรมในงานอาชีพ

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการออกแบบวางผังระบบเครือข่ายระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
2. ออกแบบระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
3. ติดตั้ง ทดสอบระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
4. ติดตั้งโปรแกรมควบคุมและใช้งานระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
5. บำรุงรักษาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติ การเลือกใช้และติดตั้งอุปกรณ์ Hardware และ Software ทดสอบคุณลักษณะทั่วไปและตรวจสอบความถูกต้องของอุปกรณ์ Hardware และ Software การออกแบบระบบเครือข่าย การติดต่อสื่อสารระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ การส่งสัญญาณแบบแอนะล็อกและดิจิทัล OSI Model, Protocol TCP/IP, LAN, Network Topology WAN, VLAN, VPN (Virtual Private Network), ATM (Asynchronous Transfer Mode), ISDN, ADSL, FDDI, มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลแบบต่าง ๆ เช่น IEEE802.X, IEEE Series, V Series, X Series etc. อุปกรณ์เน็ตเวิร์ก เช่น Hub, Switching Hub, Bridge, Router, Fiber Optics, Modem การติดตั้งเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ การจัดระบบเครือข่าย การติดตั้งเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบต่าง ๆ เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสีย การวิเคราะห์หาสาเหตุและการแก้ไขเมื่อระบบเครือข่ายขัดข้อง

หน่วยการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้

รหัสวิชา	3015-9004	ชื่อวิชา	ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
ระดับชั้น	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์
เวลาเรียน	3 ชั่วโมง/สัปดาห์	จำนวน	2 หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
1	พื้นฐานระบบเครือข่าย คอมพิวเตอร์ (Computer Networking Fundamental)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ความหมายและนิยามของระบบเครือข่าย 2. องค์ประกอบและชนิดของระบบเครือข่าย 3. ประเภทของระบบเครือข่าย 4. การประยุกต์ใช้งานระบบเครือข่าย 5. รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่าย 6. การจำแนกระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ตามระดับความปลอดภัยของข้อมูล 7. ประโยชน์การใช้งานระบบเครือข่าย 8. เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพระบบเครือข่าย 9. เกณฑ์พิจารณาในการออกแบบระบบเครือข่าย 10. เกณฑ์พิจารณาในการติดตั้งระบบเครือข่าย 11. ใบงานที่ 1 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 	3
2	มาตรฐานการสื่อสารข้อมูล บนเครือข่าย (Network Communication Standard)	<ol style="list-style-type: none"> 1. มาตรฐานเครือข่าย IEEE 802 2. อีเธอร์เน็ต (Ethernet) 3. โทเคนริง (Token Ring) 4. เอฟดีดีไอ (FDDI) 5. มาตรฐาน V Series 6. มาตรฐาน X Series 7. เอ็กซ์ 25 (X.25) 8. เฟรมรีเลย์ (Frame Relay) 9. เอทีเอ็ม (ATM) 10. ใบงานที่ 2 มาตรฐานการสื่อสารบนเครือข่าย 	3

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
3	แบบจำลองเครือข่ายและ โพรโทคอล (Network Model and Protocol)	<ol style="list-style-type: none"> 1. แบบจำลอง OSI สำหรับระบบเครือข่าย 2. แบบจำลอง TCP/IP 3. โพรโทคอลสำหรับเครือข่าย 4. ไอพีแอดเดรสและดีเอ็นเอส 5. ใบงานที่ 3 ตั้งค่า IP Address และ Subnet 6. ใบงานที่ 4 การแชร์ทรัพยากรบนเครือข่าย 	6
4	การสื่อสารบนเครือข่าย (Network Communication)	<ol style="list-style-type: none"> 1. หลักการพื้นฐานการสื่อสาร 2. สื่อกลางในการรับส่งข้อมูล 3. ข้อพิจารณาในการเลือกสื่อกลางส่งข้อมูล 4. ใบงานที่ 5 ติดตั้งและเชื่อมต่อระบบภาพ 	3
5	อุปกรณ์เครือข่าย (Network Device)	<ol style="list-style-type: none"> 1. อุปกรณ์เครือข่าย 2. ข้อพิจารณาในการเลือกอุปกรณ์สำหรับระบบเครือข่าย 3. ใบงานที่ 6 การติดตั้ง Switch เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ 4. ใบงานที่ 7 เข้าหัวสาย Fiber optic แบบ Fast connector 	6
6	เทคโนโลยีเครือข่าย (Network Technology)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ไอเอสดีเอ็น (ISDN) 2. เอดีเอสแอล (ADSL) 3. วีแลน (VLAN) 4. วีพีเอ็น (VPN) 5. ใบปฏิบัติงานที่ 8 ติดตั้งและเชื่อมต่อ อินเทอร์เน็ต 6. ใบปฏิบัติงานที่ 9 เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง แบบหลอมละลาย 	6

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
7	เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย (Wireless Lan Technology)	<ol style="list-style-type: none"> 1. หลักการทำงานพื้นฐานของระบบเครือข่ายไร้สาย 2. มาตรฐานระบบเครือข่ายไร้สาย 3. อัตราการส่งข้อมูลและระยะทางในการส่งข้อมูล 4. อุปกรณ์สำหรับการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย 5. การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบไร้สาย 6. เทคโนโลยีระบบเครือข่ายไร้สาย 7. ระบบรักษาความปลอดภัยบนเครือข่ายไร้สาย 8. ข้อดีข้อเสียของระบบเครือข่ายไร้สาย 9. ใบงานที่ 10 การติดตั้งระบบเครือข่ายแบบไร้สาย 10. ใบงานที่ 11 การตั้งค่าความปลอดภัยระบบเครือข่ายแบบไร้สาย 	6
8	การออกแบบและติดตั้งระบบเครือข่าย (Network Design and Setup)	<ol style="list-style-type: none"> 1. การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ 2. การบริหารจัดการเครือข่าย 3. การออกแบบและการติดตั้งระบบเครือข่าย 4. การออกแบบระบบแวน 5. วัสดุและอุปกรณ์การเชื่อมต่อเครือข่าย 6. การปรับแต่งค่าการทำงานของอุปกรณ์ผ่านระบบปฏิบัติการ 7. ใบงานที่ 12 เรื่อง การออกแบบระบบเครือข่าย 8. ใบงานที่ 13 เรื่อง การติดตั้งและใช้งานระบบเครือข่ายแวน 	6

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
9	ระบบปฏิบัติการเครือข่าย และการจัดการระบบ เครือข่าย (Network Operating System and Network Management)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบปฏิบัติการ เครือข่าย 2. ระบบปฏิบัติการเครือข่าย 3. การให้บริการทางเครือข่าย 4. การติดตั้งและใช้งานระบบปฏิบัติการ เครือข่าย 5. โปรแกรมบริหารจัดการระบบเครือข่าย 6. การรักษาความปลอดภัยระบบเครือข่าย 7. ใบงานที่ 14 การติดตั้งระบบปฏิบัติการ เครือข่าย Windows Server 8. ใบงานที่ 15 การติดตั้งระบบปฏิบัติการ เครือข่าย Linux 	6
10	การวิเคราะห์หาสาเหตุ และการแก้ไขปัญหาระบบ เครือข่าย (Network Analysis and Troubleshooting)	<ol style="list-style-type: none"> 1. การวิเคราะห์ปัญหาระบบเครือข่าย 2. ปัญหาหลักของระบบเครือข่าย 3. สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาระบบเครือข่าย 4. วิธีการแก้ไขปัญหาในระบบเครือข่าย 5. คำสั่งที่ใช้ตรวจสอบระบบเครือข่าย 6. ใบงานที่ 16 การใช้โปรแกรมวิเคราะห์ปัญหา ระบบเครือข่าย 7. ใบงานที่ 17 การใช้คำสั่งวิเคราะห์ปัญหา ระบบเครือข่าย 	6
	สอบปลายภาค	3	
	รวมทั้งสิ้น	54	

ตารางที่ ข-2 รายละเอียดการแบ่งหน่วยเรียน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

หน่วยที่	รายการ	คาบเรียน (ชั่วโมง)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
1	1. ความหมายและนิยามของระบบเครือข่าย 2. องค์ประกอบและชนิดของระบบเครือข่าย 3. ประเภทของระบบเครือข่าย 4. การประยุกต์ใช้งานระบบเครือข่าย 5. รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่าย 6. การจำแนกระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ตามระดับความปลอดภัยของข้อมูล 7. ประโยชน์การใช้งานระบบเครือข่าย 8. เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพระบบเครือข่าย 9. เกณฑ์พิจารณาในการออกแบบระบบเครือข่าย 10. เกณฑ์พิจารณาในการติดตั้งระบบเครือข่าย 11. ใบกิจกรรมกลุ่มที่ 1 พื้นฐานระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	1	2	3
2	1. มาตรฐานเครือข่าย IEEE 802 2. อีเธอร์เน็ต (Ethernet) 3. โทเคนริง (Token Ring) 4. มาตรฐาน V Series 5. มาตรฐาน X Series 6. เอ็กซ์ 25 (X.25) 7. เฟรมรีเลย์ (Frame Relay) 8. เอทีเอ็ม (ATM) 9. ใบกิจกรรมกลุ่มที่ 2 มาตรฐานการสื่อสารบนเครือข่าย	1	2	3
3	1. แบบจำลอง OSI สำหรับระบบเครือข่าย 2. แบบจำลอง TCP/IP 3. โพรโทคอลสำหรับเครือข่าย 4. ไอพีแอดเดรสและดีเอ็นเอส 5. ใบงานที่ 3 ตั้งค่า IP Address และ Subnet 6. ใบงานที่ 4 การแชร์ทรัพยากรบนเครือข่าย	2	4	6
4	1. หลักการพื้นฐานการสื่อสาร 2. สื่อกกลางในการรับส่งข้อมูล 3. ข้อพิจารณาในการเลือกสื่อกลางส่งข้อมูล 4. ใบงานที่ 5 การเชื่อมต่อระบบภาพ	1	2	3

หน่วยที่	รายการ	คาบเรียน (ชั่วโมง)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
5	<ol style="list-style-type: none"> อุปกรณ์เครือข่าย ข้อพิจารณาในการเลือกอุปกรณ์สำหรับระบบเครือข่าย ใบงานที่ 6 การติดตั้ง Switch เชื่อมต่อเครือข่าย ใบงานที่ 7 การเข้าหัวแบบ Fast connector 	2	2 2	6
6	<ol style="list-style-type: none"> ไอเอสดีเอ็น (ISDN) เอดีเอสแอล (ADSL) วีแลน (VLAN) วีพีเอ็น (VPN) เอฟดีดีไอ (FDDI) เอฟทีทีเอ็กซ์ (FTTx) ใบงานที่ 8 การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ใบงานที่ 9 การเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย 	2	2 2	6
7	<ol style="list-style-type: none"> หลักการดำเนินงานพื้นฐานของระบบเครือข่ายไร้สาย มาตรฐานระบบเครือข่ายไร้สาย อัตราการส่งข้อมูลและระยะทางในการส่งข้อมูล อุปกรณ์สำหรับการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย เทคโนโลยีระบบเครือข่ายไร้สาย ระบบรักษาความปลอดภัยบนเครือข่ายไร้สาย ข้อดีข้อเสียของระบบเครือข่ายไร้สาย ใบงานที่ 10 การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบไร้สาย ใบงานที่ 11 การตั้งค่าความปลอดภัยระบบเครือข่ายแบบไร้สาย 	2	2 2	6
8	<ol style="list-style-type: none"> การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ การบริหารจัดการเครือข่าย การออกแบบและการติดตั้งระบบเครือข่าย การออกแบบระบบแวน วัสดุและอุปกรณ์การเชื่อมต่อเครือข่าย การปรับแต่งค่าการทำงานของอุปกรณ์ผ่านระบบปฏิบัติการ ใบกิจกรรมกลุ่มที่ 12 การออกแบบระบบเครือข่าย ใบงานที่ 13 การติดตั้งและใช้งานระบบเครือข่ายแวน 	2	2 2	6

หน่วยที่	รายการ	คาบเรียน (ชั่วโมง)		
		ทฤษฎี	ทฤษฎี	ทฤษฎี
9	1. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบปฏิบัติการเครือข่าย 2. ระบบปฏิบัติการเครือข่าย 3. การให้บริการทางเครือข่าย 4. การติดตั้งและใช้งานระบบปฏิบัติการเครือข่าย 5. โปรแกรมบริหารจัดการระบบเครือข่าย 6. การรักษาความปลอดภัยระบบเครือข่าย 7. ใบงานที่ 14 การติดตั้งระบบปฏิบัติการเครือข่าย Windows Server 8. ใบงานที่ 15 การติดตั้งระบบปฏิบัติการเครือข่าย Linux	2	2	6
10	1. การวิเคราะห์ปัญหาในระบบเครือข่าย 2. ปัญหาหลักของระบบเครือข่าย 3. สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในระบบเครือข่าย 4. วิธีการแก้ไขปัญหาในระบบเครือข่าย 5. คำสั่งที่ใช้ตรวจสอบระบบเครือข่าย 6. ใบงานที่ 16 การใช้โปรแกรมวิเคราะห์ปัญหาในระบบเครือข่าย 7. ใบงานที่ 17 การใช้คำสั่งวิเคราะห์ปัญหาในระบบเครือข่าย	2	2 2	6
รวม		17	34	51
สอบวัดผลสัมฤทธิ์				3
รวมทั้งหมด				54

ตาราง ข-3 หน่วยเรียนและสมรรถนะรายวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

หน่วย ที่	รายการ	สมรรถนะ	คาบเรียน (ชั่วโมง)		
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
1	พื้นฐานระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	1	1	2	3
2	มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลบนเครือข่าย	1	1	2	3
3	แบบจำลองเครือข่ายและโพรโทคอล	1,3	2	4	6
4	การสื่อสารบนเครือข่าย	2,3	1	2	3
5	อุปกรณ์เครือข่าย	2,3	2	4	6
6	เทคโนโลยีเครือข่าย	2,3	2	4	6
7	เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย	2,3	2	4	6
8	การออกแบบและติดตั้งระบบเครือข่าย	2,3	2	4	6
9	ระบบปฏิบัติการเครือข่ายและการจัดการระบบ เครือข่าย	4	2	4	6
10	การวิเคราะห์หาสาเหตุและการแก้ไขปัญหา ระบบเครือข่าย	5	2	4	6
รวม			17	34	51
			วัดประเมินผล		3
			รวมทั้งหมด		54

วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้
รหัสวิชา 3105-9004 ชื่อวิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จำนวนหน่วยกิต2.....หน่วยกิต
จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์.....3.....ชั่วโมง รวม54.....ชั่วโมงต่อภาคเรียน

หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	สัปดาห์ที่	ชั่วโมง
1	พื้นฐานระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer networking Fundamental)	1	1-3
2	มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลบนเครือข่าย (Network Communication Standard)	2	4-6
3	แบบจำลองเครือข่ายและโพรโทคอล (Network Model and Protocol)	3-4	7-12
4	การสื่อสารบนเครือข่าย (Network Communication)	5	13-15
5	อุปกรณ์เครือข่าย (Network Device)	6-7	16-21
6	เทคโนโลยีเครือข่าย (Network Technology)	8-9	22-27
7	เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN Technology)	10-11	28-33
8	การออกแบบและติดตั้งระบบเครือข่าย (Network Design and Setup)	12-13	34-39
9	ระบบปฏิบัติการเครือข่ายและการจัดการระบบเครือข่าย (Network Operating System and Network Management)	14-15	40-45
10	การวิเคราะห์หาสาเหตุและการแก้ไขปัญหาในระบบเครือข่าย (Network Analysis and Troubleshooting)	16-17	46-51
	สอบปลายภาค	18	52-54
	รวม	18	54

ตารางวิเคราะห์สมรรถนะการเรียนรู้

รหัสวิชา 3105-9004 ชื่อวิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จำนวนหน่วยกิต2.....หน่วยกิต
จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์.....3.....ชั่วโมง รวม54.....ชั่วโมงต่อภาคเรียน

หน่วยการสอน	สมรรถนะการเรียนรู้
หน่วยการสอนที่ 1 ชื่อหน่วย พื้นฐานระบบ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Networking Fundamental)	1. แสดงความรู้ นิยามของระบบเครือข่ายองค์ประกอบและชนิดของระบบ เครือข่าย 2. บอกประเภทของระบบเครือข่าย 3. แสดงความรู้ การประยุกต์ใช้งานระบบเครือข่าย 4. เขียนรูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่าย 5. จำแนกระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ตามระดับความปลอดภัยของข้อมูล 6. บอกประโยชน์การใช้งานระบบเครือข่าย 7. เขียนเกณฑ์การวัดประสิทธิภาพระบบเครือข่าย 8. เขียนเกณฑ์พิจารณาในการออกแบบระบบเครือข่าย 9. เขียนเกณฑ์พิจารณาในการติดตั้งระบบเครือข่าย 10. เขียนพื้นฐานระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
หน่วยการสอนที่ 2 ชื่อหน่วย มาตรฐานการ สื่อสารข้อมูลบนเครือข่าย (Network Communication Standard)	1. แสดงความรู้ มาตรฐานเครือข่าย IEEE 802 2. แสดงความรู้ อีเธอร์เน็ต (Ethernet) 3. แสดงความรู้ โทเคนริง (Token Ring) 4. แสดงความรู้ เอฟดีดีไอ (FDDI) 5. แสดงความรู้ มาตรฐาน V Series 6. แสดงความรู้ มาตรฐาน X Series 7. แสดงความรู้ เอ็กซ์ 25 (X.25) 8. แสดงความรู้ เฟรมรีเลย์ (Frame Relay) 9. แสดงความรู้ เอทีเอ็ม (ATM) 10. เขียนมาตรฐานการสื่อสารบนเครือข่าย
หน่วยการสอนที่ 3 ชื่อหน่วย แบบจำลอง เครือข่ายและโพรโทคอล (Network Model and Protocol)	1. แสดงความรู้ แบบจำลอง OSI สำหรับระบบเครือข่ายและแบบจำลอง TCP/IP 2. แสดงความรู้ โพรโทคอลสำหรับเครือข่าย 3. แสดงความรู้ ไอพีแอดเดรสและดีเอ็นเอส 4. ตั้งค่า IP Address และ Subnet 5. แชร์ทรัพยากรบนเครือข่าย

หน่วยการสอน	สมรรถนะการเรียนรู้
หน่วยการสอนที่ 4 ชื่อหน่วย การสื่อสารบน เครือข่าย (Network Communication)	<ol style="list-style-type: none"> 1. แสดงความรู้หลักการพื้นฐานการสื่อสารและสื่อกลางในการรับส่งข้อมูล 2. เขียนข้อพิจารณาในการเลือกสื่อกลางส่งข้อมูล 3. ติดตั้งและเชื่อมต่อระบบภาพ
หน่วยการสอนที่ 5 ชื่อหน่วย อุปกรณ์เครือข่าย (Network Device)	<ol style="list-style-type: none"> 5. แสดงความรู้อุปกรณ์เครือข่าย 6. เขียนข้อพิจารณาในการเลือกอุปกรณ์สำหรับระบบเครือข่าย 7. ติดตั้ง Switch เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ 8. เช้าหัวสาย Fiber optic แบบ Fast connector
หน่วยการสอนที่ 6 ชื่อหน่วย เทคโนโลยี เครือข่าย (Network Technology)	<ol style="list-style-type: none"> 1. แสดงความรู้ไอเอสดีเอ็น (ISDN) 2. แสดงความรู้เอดีเอสแอล (ADSL) 3. แสดงความรู้วีแลน (VLAN) 4. แสดงความรู้วีพีเอ็น (VPN) 5. แสดงความรู้เอฟดีดีไอ (FDDI) 6. แสดงความรู้เอฟทีทีเอ็กซ์ (FTTx) 7. ติดตั้งและเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 8. เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย
หน่วยการสอนที่ 7 ชื่อหน่วย เทคโนโลยี เครือข่าย ไร้สาย (Wireless Lan Technology)	<ol style="list-style-type: none"> 1. แสดงความรู้ระบบเครือข่ายไร้สายและมาตรฐานระบบเครือข่ายไร้สาย 2. บอกอุปกรณ์สำหรับการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย 3. เชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบไร้สาย 4. แสดงความรู้ระบบรักษาความปลอดภัยบนเครือข่ายไร้สาย 5. ติดตั้งระบบเครือข่าย แบบไร้สาย 6. ตั้งค่าความปลอดภัยระบบเครือข่าย แบบไร้สาย
หน่วยการสอนที่ 8 ชื่อหน่วย การออกแบบและ ติดตั้งระบบเครือข่าย (Network Design and Setup)	<ol style="list-style-type: none"> 1. วิเคราะห์ความต้องการของระบบ 2. บริหารจัดการเครือข่าย 3. ออกแบบและการติดตั้งระบบเครือข่าย 4. เลือกวัสดุและอุปกรณ์การเชื่อมต่อเครือข่าย 5. ปรับแต่งค่าการทำงานของอุปกรณ์ผ่านระบบปฏิบัติการ 6. ออกแบบระบบเครือข่าย 7. ติดตั้งและใช้งานระบบเครือข่ายแวน

หน่วยการสอน	สมรรถนะการเรียนรู้
หน่วยการสอนที่ 9 ชื่อหน่วย ระบบปฏิบัติการ เครือข่ายและการจัดการ ระบบเครือข่าย (Network Operating System and Network Management)	<ol style="list-style-type: none"> 1. แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบปฏิบัติการเครือข่าย 2. การให้บริการทางเครือข่าย 3. ติดตั้งและใช้งานระบบปฏิบัติการเครือข่าย 4. ติดตั้งโปรแกรมบริหารจัดการระบบเครือข่าย 5. เขียนวิธีการการรักษาความปลอดภัยระบบเครือข่าย 6. ติดตั้งระบบปฏิบัติการเครือข่าย Windows Server 7. ติดตั้งระบบปฏิบัติการเครือข่าย Linux
หน่วยการสอนที่ 10 ชื่อหน่วย การวิเคราะห์หา สาเหตุและการแก้ไขปัญหา ระบบเครือข่าย (Network Analysis and Troubleshooting)	<ol style="list-style-type: none"> 1. การวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาระบบเครือข่าย 2. แก้ไขปัญหาในระบบเครือข่าย 3. คำสั่งที่ใช้ตรวจสอบระบบเครือข่าย 4. ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ปัญหาระบบเครือข่าย 5. ใช้คำสั่งวิเคราะห์ปัญหาระบบเครือข่าย

ตารางวิเคราะห์หลักสูตร

โดยบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

รหัสวิชา....3105-9004....ชื่อวิชา...ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์.. จำนวนหน่วยกิต2.....หน่วยกิต
จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์.....3.....ชั่วโมง รวม54.....ชั่วโมงต่อภาคเรียน.....

ชื่อหน่วยการสอน/การเรียนรู้ พฤติกรรมกรเรียนรู้	ด้านพุทธิพิสัย						ด้านทักษะพิสัย(5)	ด้านจิตพิสัย(5)	ลำดับความสำคัญ	จำนวนชั่วโมง
	ความรู้ (5)	ความเข้าใจ(5)	นำไปใช้(5)	วิเคราะห์(5)	สังเคราะห์(5)	ประเมินค่า(5)				
1. พื้นฐานระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Networking Fundamental)	✓	✓				✓	✓	✓	8	3
2. มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลบนเครือข่าย (Network Communication Standard)		✓					✓	✓	9	3
3. แบบจำลองเครือข่ายและโพรโทคอล (Network Model and Protocol)	✓	✓		✓			✓	✓	10	6
4. การสื่อสารบนเครือข่าย (Network Communication)	✓	✓	✓				✓	✓	6	3
5. อุปกรณ์เครือข่าย (Network Device)		✓	✓		✓	✓	✓	✓	1	6
6. เทคโนโลยีเครือข่าย (Network Technology)		✓			✓		✓	✓	7	6
7. เทคโนโลยีเครือข่าย ไร้สาย (Wireless Lan Technology)	✓	✓		✓		✓	✓	✓	3	6
8. การออกแบบและติดตั้งระบบเครือข่าย (Network Design and Setup)		✓	✓	✓			✓	✓	2	6
9. ระบบปฏิบัติการเครือข่ายและการจัดการ ระบบเครือข่าย (Network Operating System and Network Management)		✓	✓		✓		✓	✓	4	6
10. การวิเคราะห์หาสาเหตุและการแก้ไข ปัญหาในระบบเครือข่าย (Network Analysis and Troubleshooting)			✓	✓	✓		✓	✓	5	6
สัดส่วน (คะแนน)	30						50	20		
รวม	100									54

คำอธิบาย ระดับการปฏิบัติ 5 = ปฏิบัติดีเยี่ยม 4 = ปฏิบัติดี 3 = ปฏิบัติพอใช้
2 = ควรปรับปรุง 1 = ไม่มีการปฏิบัติ

ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับจำนวนแบบทดสอบ

หน่วยที่ 2 เรื่อง มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลบนเครือข่าย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม			ความสำคัญ	จำนวนข้อสอบ
	ความจำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้		
1. อธิบายมาตรฐานเครือข่าย IEEE 802 ได้ถูกต้อง		2		16.67%	2
2. อธิบายมาตรฐานเครือข่ายอีเธอร์เน็ตได้ถูกต้อง		2		16.67%	2
3. บอกหลักการของโทเคนริงได้ถูกต้อง	1			8.33%	1
4. บอกหลักการของเฟดดิโอดีได้ถูกต้อง	1	1		16.67%	2
5. บอกถึงมาตรฐาน V Series ได้ถูกต้อง	1			8.33%	1
6. บอกถึงมาตรฐาน X Series ได้ถูกต้อง	1			8.33%	1
7. บอกถึงมาตรฐาน เอ็ก 25 ได้ถูกต้อง	1			8.33%	1
8. บอกหลักการของเฟรมรีเลย์ ได้ถูกต้อง	1			8.33%	1
9. บอกหลักการของเอทีเอ็มได้ถูกต้อง	1			8.33%	1
รวม	7	5		100%	12

หน่วยที่ 3 เรื่อง แบบจำลองเครือข่าย และโปรโตคอล

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม			ความสำคัญ	จำนวนข้อสอบ
	ความจำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้		
1. อธิบายหลักการของแบบจำลอง OSI ได้ถูกต้อง	1	2		25.00%	3
2. อธิบายหลักการของแบบจำลอง TCP/IP ได้ถูกต้อง	1	2	1	33.33%	4
3. อธิบายหลักการของโปรโตคอลได้ถูกต้อง		2		16.67%	2
4. อธิบายหลักการไอพีแอดเดรสและดีเอ็นเอสได้ถูกต้อง		2	1	25.00%	3
รวม	2	8	2	100%	12

หน่วยที่ 4 เรื่อง การสื่อสารบนเครือข่าย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม			ความสำคัญ	จำนวนข้อสอบ
	ความจำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้		
1. อธิบายหลักการของการสื่อสารได้ถูกต้อง		2		16.67%	2
2. บอกองค์ประกอบของการสื่อสารข้อมูลได้ถูกต้อง	2			16.67%	2
3. อธิบายถึงสื่อกลางการส่งข้อมูลได้ถูกต้อง		3	1	33.33%	4
4. อธิบายข้อการเลือกสื่อกลางส่งข้อมูลได้ถูกต้อง		3	1	33.33%	4
รวม	2	8	2	100%	12

หน่วยที่ 8 การออกแบบและติดตั้ง ระบบเครือข่าย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม			ความสำคัญ	จำนวนข้อสอบ
	ความจำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้		
1. บอกหลักการวิเคราะห์ความต้องการของระบบได้	1			8.33%	1
2. อธิบายหลักการบริหารจัดการเครือข่ายได้ถูกต้อง		2		16.67%	2
3. อธิบายหลักการออกแบบและการติดตั้งเครือข่ายได้ถูกต้อง		2	1	25.00%	3
4. บอกหลักการออกแบบระบบแวนได้ถูกต้อง	1			8.33%	1
5. อธิบายถึงวัสดุและอุปกรณ์การเชื่อมต่อเครือข่ายได้ถูกต้อง		2	1	25.00%	3
6. อธิบายวิธีการปรับแต่งค่าของอุปกรณ์เครือข่ายได้อย่างถูกต้อง		2		16.67%	2
รวม	2	8	2	100%	12

หน่วยที่ 10 การวิเคราะห์หาสาเหตุและการแก้ไขปัญหาในระบบเครือข่าย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม			ความสำคัญ	จำนวนข้อสอบ
	ความจำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้		
1. บอกหลักการวิเคราะห์ปัญหาเครือข่ายได้	1			8.33%	1
2. บอกถึงปัญหาของระบบเครือข่ายได้	2			16.67%	2
3. วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาระบบเครือข่ายได้	1	2		25.00%	3
4. อธิบายวิธีแก้ไขปัญหาเบื้องต้นในระบบเครือข่ายได้	1	2		25.00%	3
5. อธิบายคำสั่งที่ใช้ตรวจสอบระบบเครือข่ายได้อย่างถูกต้อง		1	2	25.00%	3
รวม	5	5	2	100%	12

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน
หน่วยที่ 2 มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลบนเครือข่าย

คำชี้แจง

1. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงบนกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียง 1 ข้อ
 2. แบบทดสอบมีจำนวน 12 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
 3. เวลา 12 นาที
-
1. มาตรฐาน IEEE ที่กำหนดมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลในระบบอีเธอร์เน็ต (Ethernet) คือข้อใด
 - ก. IEEE 802.1
 - ข. IEEE 802.2
 - ค. IEEE 802.3
 - ง. IEEE 802.4
 - จ. IEEE 802.11
 2. มาตรฐานเครือข่าย Ethernet 10BaseT ใช้สายนำสัญญาณแบบใด
 - ก. Coaxial Cable แบบบาง
 - ข. Coaxial Cable แบบบางหนา
 - ค. UTP
 - ง. Twisted Pair
 - จ. Fiber Optics
 3. เทคโนโลยี Bluetooth ใช้คลื่นวิทยุความถี่เท่าใด
 - ก. 500 MHz
 - ข. 1 GHz
 - ค. 2.4 GHz
 - ง. 4 GHz
 - จ. 5 GHz
 4. วงแหวนประกอบด้วยวงแหวนหลักเรียกว่า วงแหวนปฐมภูมิและวงแหวนรองเรียกว่า วงแหวนทุติยภูมิ” คุณสมบัตินี้หมายถึงข้อใด
 - ก. Ring Topology
 - ข. Token Ring
 - ค. FDDI
 - ง. Token
 - จ. ATM
 5. “หากเครื่องใดเครื่องหนึ่งเกิดปัญหาขึ้น จะค้นหาสาเหตุได้ยาก ว่าต้นเหตุอยู่ที่ไหนและเครือข่ายจะไม่สามารถสื่อสารกันได้” จากข้อความนี้หมายถึงเครือข่ายชนิดใด
 - ก. Token Ring
 - ข. FDDI
 - ค. Token
 - ง. Ring Topology
 - จ. ATM

6. สื่อนำสัญญาณที่ใช้กับเครือข่ายความเร็วสูง FDDI คือข้อใด
 - ก. Coaxial Cable แบบบาง
 - ข. Coaxial Cable แบบบางหนา
 - ค. UTP
 - ง. Twisted Pair
 - จ. Fiber Optics
7. ระบบเครือข่าย แกนหลัก (Backbone) มีอัตราการรับส่งข้อมูลที่มีความเร็วเท่าใด
 - ก. 10 Mbps
 - ข. 100 Mbps
 - ค. 1000 Mbps
 - ง. 1 Gbps
 - จ. 10 Gbps
8. มาตรฐาน V Series Recommendations คือข้อใด
 - ก. มาตรฐานของระบบ Data Terminal Equipment
 - ข. มาตรฐานของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ซึ่งจะนำมาเชื่อมต่อกับระบบโทรศัพท์
 - ค. มาตรฐานเครือข่ายความเร็วสูง
 - ง. การส่งสัญญาณข้อมูลจะส่งอยู่ในวงแหวนแบบ Point to Point
 - จ. กำหนดให้มีเพียงสถานีเดียวที่เข้าครองสายสัญญาณ
9. มาตรฐาน X.25 เป็น Protocol ที่ใช้ในระบบ WAN มีการสื่อสารข้อมูลแบบใด
 - ก. Cells
 - ข. Frame
 - ค. Packet Switched
 - ง. Packet
 - จ. Buffer
10. อัตราความเร็ว สูงถึง 56 Kbps ด้าน Down Stream เป็นคุณสมบัติของอุปกรณ์ตามมาตรฐานใด
 - ก. X.25
 - ข. X Series
 - ค. ATM
 - ง. Frame Relay
 - จ. V Series
11. Protocol ที่ใช้งานเครือข่าย Frame Relay คือข้อใด
 - ก. X.25
 - ข. FTP
 - ค. HTTP
 - ง. TCP
 - จ. TCP/IP, IPX

12. Packet ส่งข้อมูลในเครือข่าย ATM มีขนาดของ Packet เท่าใด

- ก. 1 Kbyte
- ข. 500 Byte
- ค. 53 Byte
- ง. 48 Byte
- จ. 5 Byte

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน
หน่วยที่ 3 แบบจำลองเครือข่ายและโพรโทคอล

คำชี้แจง

1. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงบนกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียง 1 ข้อ
 2. แบบทดสอบมีจำนวน 12 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
 3. เวลา 12 นาที
-
1. Layer ระดับบนของ OSI Model คือข้อใด
 - ก. Network Layer
 - ข. Data Link Layer
 - ค. Application Layer
 - ง. Presentation layer
 - จ. Session Layer
 2. Layer ใดที่เกี่ยวกับแรงดันไฟฟ้า มีการเชื่อมต่อสายและมีระยะเวลาในการส่งข้อมูลแต่ละ Bit
 - ก. Presentation layer
 - ข. Transport Layer
 - ค. Session Layer
 - ง. Data Link Layer
 - จ. Physical Layer
 3. ข้อใดหมายถึง Presentation Layer
 - ก. เกี่ยวกับรูปแบบของข้อมูลการเข้ารหัส ถอดรหัส เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถสื่อสารกันได้
 - ข. การควบคุมเทอร์มินอล ชนิดต่าง ๆ รูปแบบการแสดงผลทางจอภาพอาจมีความแตกต่างกัน
 - ค. การหาเส้นทางเพื่อพิจารณาว่า Packet จะถูกส่งจากต้นทางไปยังปลายทางได้อย่างไร
 - ง. ทำการควบคุม การส่งข้อมูลดิบให้เหมือนกับว่าไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น
 - จ. ทำการถ่ายโอนไฟล์ระหว่างเครื่องและยังทำหน้าที่เกี่ยวกับการชิงโครโนซ์เซชัน
 4. TCP/IP พัฒนาขึ้นมาเพื่อจุดประสงค์ในข้อใด
 - ก. สำหรับใช้งานจดหมายอิเล็กทรอนิกส์
 - ข. ตรวจสอบความถูกต้อง ของข้อมูล
 - ค. สามารถหาเส้นทางที่จะส่งข้อมูลไปได้เองโดยอัตโนมัติ
 - ง. ติดต่อสื่อสารระหว่างระบบที่มีความแตกต่างกัน
 - จ. เพื่อคอยแยกข้อมูล ให้มีขนาดพอเหมาะ
 5. Internet Protocol (IP) ทำหน้าที่เกี่ยวกับอะไร
 - ก. ใช้เป็นข้อมูลสำหรับอุปกรณ์จัดเส้นทาง (Router)
 - ข. จัดการเกี่ยวกับ Address, Data และควบคุมการส่งข้อมูล
 - ค. การรับข้อมูลจากชั้นสื่อสาร IP มาแล้วส่งไปยัง Node
 - ง. จัดการเกี่ยวกับ Packet
 - จ. เข้ารหัสข้อมูล

6. ขนาด Header ของ IP คือข้อใด
 - ก. 10 Bytes
 - ข. 20 Bytes
 - ค. 32 Bytes
 - ง. 64 Bytes
 - จ. 128 Bytes
7. Protocol ที่ทำหน้าที่แปลงข้อมูลชื่อเว็บไซต์หลายให้เป็นหมายเลข IP Address คือข้อใด
 - ก. DNS
 - ข. SNMP
 - ค. DHCP
 - ง. Packet
 - จ. FTP
8. File Transfer Protocol (FTP) ด้านServer ใช้ Port ใดในการสื่อสาร
 - ก. 67
 - ข. 161
 - ค. 21
 - ง. 80
 - จ. 53
9. โพรโทคอลที่ใช้สำหรับการบริการด้าน Web คือข้อใด
 - ก. DNS
 - ข. HTTP
 - ค. SNMP
 - ง. DHCP
 - จ. FTP
10. IP หมายเลข 10.0.5.130 อยู่ในกลุ่ม IP Class ใด
 - ก. Class E
 - ข. Class C
 - ค. Class D
 - ง. Class A
 - จ. Class B
11. ข้อใดหมายถึง IP Address
 - ก. หมายเลข ประจำเครื่องคอมพิวเตอร์
 - ข. เครือข่ายของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต
 - ค. โพรโตคอลสำหรับโอนย้ายข้อมูล
 - ง. การตั้งชื่อเป็นตัวอักษรเพื่อใช้แทน IP
 - จ. www.technicphrae.ac.th

12. โดเมนเมนนี้ www.electronic.ac.th เป็นโดเมนประเภทใด
- ก. เครือข่ายของเอกชน
 - ข. เครือข่ายของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต
 - ค. เครือข่ายของหน่วยงานรัฐบาล
 - ง. เครือข่ายขององค์กรที่ไม่มุ่งหวังกำไร
 - จ. เครือข่ายของหน่วยงานการศึกษา

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน
หน่วยที่ 4 การสื่อสารบนเครือข่าย

คำชี้แจง

1. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงบนกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียง 1 ข้อ
2. แบบทดสอบมีจำนวน 12 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
3. เวลา 12 นาที

1. การสื่อสารข้อมูลหมายถึงข้อใด
 - ก. คอมพิวเตอร์ที่มีการเชื่อมต่อกันตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป
 - ข. การส่งข้อมูลข่าวสาร จากต้นทางไปปลายทาง โดยผ่านสื่อกลาง
 - ค. การติดต่อสื่อสารระหว่างกัน
 - ง. การส่งข้อมูลให้บุคคลอื่นในระบบได้ใช้งานเดียวกัน
 - จ. การส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์
2. ข้อใดไม่ใช่องค์ประกอบของการสื่อสารข้อมูล
 - ก. ข้อมูลหรือข่าวสาร
 - ข. ผู้ส่งสาร
 - ค. ช่องทางการสื่อสาร
 - ง. ผู้รับสาร
 - จ. เทคโนโลยีในการสื่อสาร
3. คำว่า Bite Rate นำมาใช้งานเกี่ยวกับข้อใด
 - ก. ข้อมูลหรือข่าวสาร
 - ข. การส่งข้อมูลแบบทิศทางเดียว
 - ค. อัตราความเร็วในการส่งข้อมูลในช่วง 1 วินาที
 - ง. สายคู่บิดเกลียวชนิดหุ้มฉนวน
 - จ. เทคโนโลยีในการสื่อสาร
4. การสื่อสารรูปแบบ Video Conferencing หมายถึงข้อใด
 - ก. เป็นเทคโนโลยีในการสื่อสาร
 - ข. ช่องทางการสื่อสาร
 - ค. ผู้ส่งสาร
 - ง. ผู้รับสาร
 - จ. ข้อมูลหรือข่าวสาร
5. ข้อใดเป็นสัญญาณแบบไม่ต่อเนื่อง
 - ก. Sine Wave
 - ข. Triangle Wave
 - ค. Hertz
 - ง. Digital Signal
 - จ. Analog Signal

6. การเข้ารหัสข้อมูล ข่าวสารก่อนส่งถึงผู้รับปลายทางเรียกว่าอะไร
 - ก. Modem
 - ข. Demodulator
 - ค. Encoder
 - ง. Decoder
 - จ. Message
7. การส่งข้อมูลแบบสองทิศทางพร้อมกันคือข้อใด
 - ก. โทรศัพท์
 - ข. สถานีโทรทัศน์
 - ค. ดาวเทียม
 - ง. วิทยุ FM
 - จ. วิทยุสื่อสาร
8. การส่งข้อความสั้นผ่านโปรแกรมสนทนา Line เป็นลักษณะการส่งข้อความแบบใด
 - ก. Simplex Transmission
 - ข. Half Duplex Transmission
 - ค. Full Duplex Transmission
 - ง. Data Transmission
 - จ. Half Simplex Transmission
9. สื่อกลางที่นิยมนำไปใช้เป็นสายแกนหลัก (Back bone) สำหรับเชื่อมโยงระหว่างอาคารกับอาคารหรือระหว่างเมืองกับเมืองคือข้อใด
 - ก. Coaxial
 - ข. Microwave
 - ค. Shielded Twisted Pair
 - ง. Unshielded Twisted Pair
 - จ. Fiber Optic
10. ข้อความต่อไปนี้หมายถึงข้อใด “เป็นสายทองแดง 8 เส้นบิดเกลียวคู่ ไม่มีฉนวนหุ้ม มีการส่งข้อมูลแบบดิจิทัลและส่งข้อมูลด้วยอัตราส่งสูงถึง 100 Mbps ในระยะทางไม่เกิน 100 เมตร”
 - ก. Coaxial
 - ข. Twin lead
 - ค. Shielded Twisted Pair
 - ง. Unshielded Twisted Pair
 - จ. Fiber Optic
11. ข้อใดไม่ใช่สื่อกลางแบบไร้สาย (Wireless Media)
 - ก. Microwave
 - ข. Coaxial
 - ค. Satellite
 - ง. Infrared
 - จ. Bluetooth

12. เกณฑ์การเลือกใช้สื่อกลางในสถานที่ที่เต็มไปด้วยคลื่นรบกวนต่าง ๆ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม ควรเลือกสื่อกลางที่ทนทานต่อการรบกวนได้เป็นอย่างดี หมายถึงข้อใด
- ก. สภาพแวดล้อม
 - ข. ความเร็ว
 - ค. ต้นทุน
 - ง. ความปลอดภัย
 - จ. ระยะทางและการขยาย

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน
หน่วยที่ 8 การออกแบบและติดตั้งระบบเครือข่าย

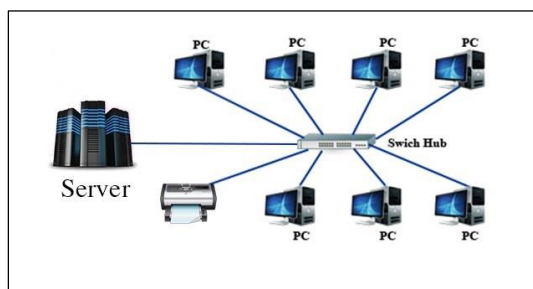
คำชี้แจง

1. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงบนกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียง 1 ข้อ
 2. แบบทดสอบมีจำนวน 12 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
 3. เวลา 12 นาที
-

1. เครือข่ายประเภทใดที่มีข้อจำกัดจำนวนคอมพิวเตอร์ได้ไม่เกิน 10 เครื่อง
 - ก. Bus
 - ข. Star
 - ค. Ring
 - ง. Peer to Peer
 - จ. Client Server
2. ข้อใดไม่ใช่ข้อพิจารณาการเลือกเทคโนโลยีเครือข่าย
 - ก. รูปแบบของเครือข่าย
 - ข. สายสัญญาณและอุปกรณ์
 - ค. อุปกรณ์เครือข่าย
 - ง. ระบบปฏิบัติการเครือข่าย
 - จ. ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต
3. ข้อใดไม่ใช่มาตรฐานของการบริการจัดการเครือข่าย
 - ก. Network Administrator
 - ข. Performance Management
 - ค. Fault Management
 - ง. Configuration Management
 - จ. Accounting Management
4. Netstat เป็นคำสั่งสำหรับตรวจสอบอะไรในเครือข่าย
 - ก. การทดสอบว่าโฮสต์ปลายทางได้เชื่อมต่อกับระบบไอพีอยู่หรือไม่
 - ข. การกำหนดเส้นทางการถ่ายไปยังปลายทาง โดยทำการส่ง Packet Echo Protocol
 - ค. การแสดงรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวกับสถานะและเส้นทาง
 - ง. การตรวจสอบ Domain Name
 - จ. จัดการกับที่อยู่ของคอมพิวเตอร์ในเครือข่าย

5. คำสั่งที่ใช้ตรวจสอบ DNS ว่าตรงกับ IP Address อะไรและยังให้บริการได้อยู่หรือไม่คือข้อใด
- Ping
 - Netstate
 - Tracroute
 - Nslookup
 - Ipsconfig
6. PRTG Network Monitor เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่อะไร
- ตรวจสอบเครือข่ายที่จับ Packet ผ่านการ์ดเครือข่าย
 - ควบคุมดูแลและจัดการระบบเครือข่าย
 - การควบคุมและดูแลการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์
 - แสดงรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวกับสถานะและเส้นทาง
 - ดักจับข้อมูลในระบบที่ใช้เครือข่ายร่วมกัน
7. จากภาพต้องใช้สวิตช์ที่มีขายตามท้องตลาดกี่พอร์ต

- 7 พอร์ต
- 8 พอร์ต
- 16 พอร์ต
- 24 พอร์ต
- 48 พอร์ต



8. ลักษณะของสาย UTP ที่มีแกนกลางพลาสติกกั้นสายทั้ง 4 คู่ให้อยู่แยกจากกันคือข้อใด
- CAT 5
 - CAT 5E
 - CAT 6
 - CAT 6A
 - CAT 7
9. การเดินสาย UTP Cate 5 มีระยะทางการเชื่อมต่อสูงสุดไม่เกินกี่เมตร
- 500 เมตร
 - 200 เมตร
 - 150 เมตร
 - 100 เมตร
 - 50 เมตร

10. จากภาพเป็น Connector สาย Fiber แบบใด

- ก. แบบ MT JR
- ข. แบบ ST
- ค. แบบ SC
- ง. แบบ PC
- จ. แบบ MTP



11. สื่อนำสัญญาณชนิดใดที่รองรับอัตราความเร็วการรับ ส่งข้อมูลที่ 1000 Mbps

- ก. Fiber Optics
- ข. UTP
- ค. STP
- ง. Coaxial
- จ. Access Point

12. Troubleshoot *problems* หมายถึงข้อใด

- ก. เป็นการตั้งค่าเครือข่ายไว้ Broad Band Dial Up เฉพาะกิจ
- ข. เปลี่ยนการตั้งค่าเครือข่ายแต่ละ Profile
- ค. แสดงสถานะของเครือข่าย
- ง. การวิเคราะห์และการแก้ไขปัญหาเครือข่าย
- จ. การเข้าถึงไฟล์ต่างๆและเครื่องพิมพ์ที่อยู่บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

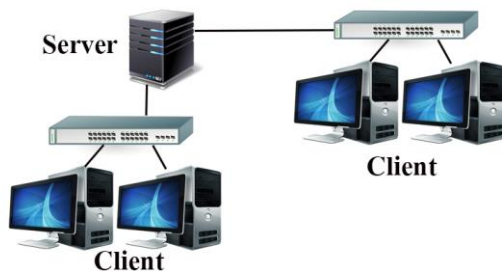
หน่วยที่ 10 การวิเคราะห์หาสาเหตุและการแก้ไขปัญหาาระบบเครือข่าย

คำชี้แจง

1. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงบนกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียง 1 ข้อ
2. แบบทดสอบมีจำนวน 12 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
3. เวลา 12 นาที

1. ข้อใดไม่ใช่ปัญหาเกี่ยวกับการเชื่อมต่อในระดับชั้น Network
 - ก. Routing Protocol บน Router ไม่ทำงาน
 - ข. ปัญหายังไม่ได้รับการแจกไอพีแอดเดรส
 - ค. ปัญหา Connector ชำรุด
 - ง. ปัญหาการจัดตั้งค่า Default Gateway ที่ผิดพลาด
 - จ. ปัญหาไอพีแอดเดรสชนกัน
2. ข้อใดไม่ใช่ปัญหาที่เกิดจาก LAN Card
 - ก. ปัญหาเกิดจาก Driver ที่ใช้ไม่ถูกต้อง
 - ข. Station ไม่ได้รับการจัดตั้งค่า Default Gateway
 - ค. ความไม่เข้ากันของ Driver LAN Card กับ Driver ของอุปกรณ์อื่น
 - ง. การติดตั้งไม่เรียบร้อย
 - จ. LAN Card บกพร่อง
3. ปัญหาเกี่ยวกับการเข้าห้วงสายไม่ดีหรือการใช้รหัสสีไม่ถูกต้องคือปัญหาระดับชั้นใด
 - ก. ระดับชั้น Physical
 - ข. ระดับชั้น Data Link
 - ค. ระดับชั้น Network
 - ง. ระดับชั้น Transport
 - จ. ระดับชั้น Presentation และ Application
4. DNS Server ไม่ทำงาน เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร
 - ก. TCP/IP
 - ข. ระดับชั้น Data Link
 - ค. ระดับชั้น Network
 - ง. FTP
 - จ. ไม่สามารถติดต่อกับ Server ปลายทางได้

5. จากภาพเป็นการแก้ไขปัญหาด้านใด



- ก. การเสียบสาย Fiber Optic ไม่ถูกต้อง
 - ข. ระบบจ่ายไฟของ Switch Hub เสียหาย
 - ค. ปัญหา IP Address ซ้ำกัน
 - ง. ปัญหาคอขวด
 - จ. เครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางไม่ทำงาน
6. ปัญหาข้อบกพร่องของ Application ที่ทำงานบนเครือข่ายต้องพิสูจน์ทราบปัญหาด้วยวิธีใด
- ก. ผู้ดูแลระบบเป็นผู้ตรวจสอบ
 - ข. ตรวจสอบการใช้งานของผู้ใช้
 - ค. ใช้ Software วิเคราะห์
 - ง. บันทึกการใช้งานของระบบเครือข่าย
 - จ. ตรวจสอบอุปกรณ์เครือข่าย
7. การใช้คำสั่งตรวจสอบเครือข่ายที่แสดงข้อความ “Replay from 10.0.1.1: byte = 32 time = 6ms TTL 64” เป็นผลจากการใช้คำสั่งใด
- ก. Netstat
 - ข. Ping
 - ค. Nslookup
 - ง. Tracert
 - จ. Get mac
8. จากภาพการตรวจสอบเครือข่ายจะต้องตรวจสอบสิ่งใดเป็นลำดับแรก



- ก. ตรวจสอบ สวิตช์
- ข. ตรวจสอบ เซิร์ฟเวอร์
- ค. ตรวจสอบ การ์ดเครือข่าย
- ง. ตรวจสอบ สายสัญญาณ
- จ. ตรวจสอบ ปลั๊กไฟ

9. ปัญหาคอขวดที่ Server เกิดจากสาเหตุใด
 - ก. CPU ทำงานหนัก
 - ข. หน่วยความจำไม่เพียงพอ
 - ค. Hard Disk บน Server ทำงานไม่ทัน
 - ง. การตอบสนองช้าเพราะมีผู้เข้าไปใช้งาน Server มาก
 - จ. ทุกข้อเป็นปัญหาคอขวดของ Server
10. ข้อใดเป็นการ Monitoring การใช้งานของระบบเครือข่าย
 - ก. Internet Access Monitor for Eserv
 - ข. Network File Monitor Professional
 - ค. Sniffer
 - ง. Firewall
 - จ. IP Convert Ipv4 to Ipv6
11. การตรวจสอบอัตราการรับส่งข้อมูลและอัตราการสูญเสีย ในเครือข่ายจะใช้คำสั่งใด
 - ก. Ping
 - ข. Nslookup
 - ค. Netstat
 - ง. Tracert
 - จ. User Add
12. การตรวจสอบ สมบัติค่าของ IP Address มีขั้นตอนอย่างไร
 - ก. Network and Internet -> Internet Protocol (TCP\IP V4 Property) -> Network Connections -> Local Area Connection -> Property
 - ข. Network and Internet Property -> Network Connections -> Local Area Connection
 - ค. Network Connections -> Local Area Connection ->Property -> Internet Protocol (TCP\IP V4 Property) \ Network and Internet
 - ง. Network and Internet -> Network Connections -> Local Area Connection -> Property -> Internet Protocol (TCP\IP V4 Property)
 - จ. Network Connections -> Network and Internet -> Local Area Connection -> Internet Protocol (TCP\IP V4 Property) -> Property

ภาคผนวก ค

- การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบ
- ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ 60 ข้อ
- คะแนนจากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่คัดเลือก (50 ข้อ)
- การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบสมรรถนะ
- การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
- การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป
- การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม ที่ไม่ได้เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
- การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป
- คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
- เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป
- ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
- ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
- แบบประเมินสมรรถนะ

**การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
กับผลการเรียนรู้คาดหวัง (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม)
รายวิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004**

ตารางที่ ค-1 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลบนเครือข่าย

ข้อสอบข้อ ที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC	ผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	0	1	1	4	0.8	ผ่าน
2	1	1	1	1	0	4	0.8	ผ่าน
3	0	1	1	1	1	4	0.8	ผ่าน
4	1	1	0	1	1	4	0.8	ผ่าน
5	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
6	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
7	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
8	0	1	1	1	1	4	0.8	ผ่าน
9	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
10	1	1	1	0	1	4	0.8	ผ่าน
11	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
12	1	0	1	1	1	4	0.8	ผ่าน
						4.42	0.88	ผ่าน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แบบจำลองเครือข่ายและโพรโทคอล

ข้อสอบข้อ ที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC	ผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
2	0	1	1	1	1	4	0.8	ผ่าน
3	1	1	1	0	1	4	0.8	ผ่าน
4	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
5	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
6	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
7	0	1	0	0	1	2	0.4	ไม่ผ่าน
8	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
9	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
10	0	1	1	1	1	4	0.8	ผ่าน
11	1	0	1	0	1	3	0.6	ผ่าน
12	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
						4.33	0.87	ผ่าน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การสื่อสารบนเครือข่าย

ข้อสอบข้อ ที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC	ผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	0	1	1	1	1	4	0.8	ผ่าน
2	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
3	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
4	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
5	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
6	1	1	1	0	1	4	0.8	ผ่าน
7	0	1	1	1	1	4	0.8	ผ่าน
8	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
9	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
10	1	1	1	0	1	4	0.8	ผ่าน
11	0	1	1	1	1	4	0.8	ผ่าน
12	1	0	1	0	1	3	0.6	ผ่าน
						4.42	0.88	ผ่าน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 การออกแบบและติดตั้งระบบเครือข่าย

ข้อสอบข้อ ที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC	ผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	0	1	1	1	0	3	0.6	ผ่าน
2	1	1	1	0	1	4	0.8	ผ่าน
3	0	1	1	1	1	4	0.8	ผ่าน
4	1	0	1	1	1	4	0.8	ผ่าน
5	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
6	1	1	1	0	1	4	0.8	ผ่าน
7	0	0	1	1	1	3	0.6	ผ่าน
8	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
9	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
10	1	0	1	1	1	4	0.8	ผ่าน
11	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
12	1	1	0	1	1	4	0.8	ผ่าน
						4.17	0.83	ผ่าน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 การวิเคราะห์หาสาเหตุและการแก้ไขปัญหาในระบบเครือข่าย

ข้อสอบข้อ ที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC	ผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
2	0	0	1	1	0	2	0.4	ไม่ผ่าน
3	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
4	1	1	1	0	1	4	0.8	ผ่าน
5	0	1	1	1	1	4	0.8	ผ่าน
6	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
7	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
8	0	1	1	1	0	3	0.6	ผ่าน
9	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
10	1	1	0	1	1	4	0.8	ผ่าน
11	1	1	1	0	1	4	0.8	ผ่าน
12	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
						4.25	0.85	ผ่าน

ตารางที่ ค-2 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบ 60 ข้อ

ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC	ผลการ ประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
2	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ผ่าน
3	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
4	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
8	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
10	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ผ่าน
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
12	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
14	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
15	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ผ่าน
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
19	0	+1	0	0	+1	3	0.6	ผ่าน
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
22	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
23	+1	0	+1	0	+1	3	0.6	ผ่าน
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
25	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน

ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC	ผลการ ประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
30	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ผ่าน
31	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
34	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ผ่าน
35	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
36	+1	0	+1	0	+1	3	0.6	ผ่าน
37	0	+1	+1	+1	0	3	0.6	ผ่าน
38	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ผ่าน
39	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
40	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
42	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ผ่าน
43	0	0	+1	+1	+1	3	0.6	ผ่าน
44	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
46	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
48	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
50	0	0	+1	+1	0	2	0.4	ผ่าน
51	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
52	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ผ่าน
53	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
54	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
55	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
56	0	+1	+1	+1	0	3	0.6	ผ่าน
57	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
58	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
59	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ผ่าน
60	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ผ่าน
รวม						4.32	0.86	

ตารางที่ ค-3 การวิเคราะห์ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลบนเครือข่าย

ข้อสอบข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูก R	ค่าระดับความยาก $P=R/N$	ผลการประเมิน
1	18	0.67	ผ่าน
2	15	0.56	ผ่าน
3	15	0.56	ผ่าน
4	18	0.67	ผ่าน
5	16	0.59	ผ่าน
6	15	0.56	ผ่าน
7	19	0.70	ผ่าน
8	17	0.63	ผ่าน
9	10	0.37	ผ่าน
10	15	0.56	ผ่าน
11	15	0.56	ผ่าน
12	8	0.30	ผ่าน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แบบจำลองเครือข่ายและโพรโทคอล

ข้อสอบข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูก R	ค่าระดับความยาก $P=R/N$	ผลการประเมิน
1	11	0.41	ผ่าน
2	14	0.52	ผ่าน
3	13	0.48	ผ่าน
4	18	0.67	ผ่าน
5	20	0.74	ผ่าน
6	12	0.44	ผ่าน
7	18	0.67	ผ่าน
8	12	0.44	ผ่าน
9	12	0.44	ผ่าน
10	18	0.67	ผ่าน
11	11	0.41	ผ่าน
12	16	0.59	ผ่าน

ตารางที่ ค-3 การวิเคราะห์ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การสื่อสารบนเครือข่าย

ข้อสอบข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูก R	ค่าระดับความยาก $P=R/N$	ผลการประเมิน
1	11	0.41	ผ่าน
2	15	0.56	ผ่าน
3	20	0.74	ผ่าน
4	17	0.63	ผ่าน
5	10	0.37	ผ่าน
6	18	0.67	ผ่าน
7	10	0.37	ผ่าน
8	11	0.41	ผ่าน
9	18	0.67	ผ่าน
10	11	0.41	ผ่าน
11	13	0.48	ผ่าน
12	13	0.48	ผ่าน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 การออกแบบและติดตั้งระบบเครือข่าย

ข้อสอบข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูก R	ค่าระดับความยาก $P=R/N$	ผลการประเมิน
1	19	0.70	ผ่าน
2	14	0.52	ผ่าน
3	19	0.70	ผ่าน
4	15	0.56	ผ่าน
5	21	0.78	ผ่าน
6	10	0.37	ผ่าน
7	21	0.78	ผ่าน
8	11	0.41	ผ่าน
9	18	0.67	ผ่าน
10	19	0.70	ผ่าน
11	14	0.52	ผ่าน
12	12	0.44	ผ่าน

ตารางที่ ค-3 การวิเคราะห์ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (ต่อ)
หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 การวิเคราะห์หาสาเหตุและการแก้ไขปัญหาระบบเครือข่าย

ข้อสอบข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูก R	ค่าระดับความยาก $P=R/N$	ผลการประเมิน
1	19	0.70	ผ่าน
2	20	0.74	ผ่าน
3	18	0.67	ผ่าน
4	17	0.63	ผ่าน
5	13	0.48	ผ่าน
6	22	0.81	ผ่าน
7	20	0.74	ผ่าน
8	16	0.59	ผ่าน
9	19	0.70	ผ่าน
10	16	0.59	ผ่าน
11	18	0.67	ผ่าน
12	21	0.78	ผ่าน

การวิเคราะห์ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ ค่าเฉลี่ยทุกหน่วยการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 0.58

ตารางที่ ค-4 การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลบนเครือข่าย

ข้อสอบข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูก ก่อนสอน	จำนวนผู้ตอบถูก หลังสอน	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการประเมิน
1	3	18	0.56	ผ่าน
2	4	15	0.41	ผ่าน
3	5	15	0.37	ผ่าน
4	3	18	0.56	ผ่าน
5	4	16	0.44	ผ่าน
6	8	15	0.26	ผ่าน
7	6	19	0.48	ผ่าน
8	4	17	0.48	ผ่าน
9	2	10	0.30	ผ่าน
10	4	15	0.41	ผ่าน
11	3	15	0.44	ผ่าน
12	1	8	0.26	ผ่าน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แบบจำลองเครือข่ายและโพรโทคอล

ข้อสอบข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูก ก่อนสอน	จำนวนผู้ตอบถูก หลังสอน	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการประเมิน
1	3	11	0.30	ผ่าน
2	4	14	0.37	ผ่าน
3	3	13	0.37	ผ่าน
4	5	18	0.48	ผ่าน
5	5	20	0.56	ผ่าน
6	3	12	0.33	ผ่าน
7	3	18	0.56	ผ่าน
8	4	12	0.30	ผ่าน
9	5	12	0.26	ผ่าน
10	6	18	0.44	ผ่าน
11	2	11	0.33	ผ่าน
12	3	16	0.48	ผ่าน

ตารางที่ ค-4 การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การสื่อสารบนเครือข่าย

ข้อสอบข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูก ก่อนสอน	จำนวนผู้ตอบถูก หลังสอน	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการประเมิน
1	2	11	0.33	ผ่าน
2	3	15	0.44	ผ่าน
3	5	20	0.56	ผ่าน
4	4	17	0.48	ผ่าน
5	2	10	0.30	ผ่าน
6	3	18	0.56	ผ่าน
7	2	10	0.30	ผ่าน
8	3	11	0.30	ผ่าน
9	5	18	0.48	ผ่าน
10	2	11	0.33	ผ่าน
11	3	13	0.37	ผ่าน
12	2	13	0.41	ผ่าน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 การออกแบบและติดตั้งระบบเครือข่าย

ข้อสอบข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูก ก่อนสอน	จำนวนผู้ตอบถูก หลังสอน	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการประเมิน
1	5	19	0.52	ผ่าน
2	3	14	0.41	ผ่าน
3	5	19	0.52	ผ่าน
4	3	15	0.44	ผ่าน
5	4	21	0.63	ผ่าน
6	2	10	0.30	ผ่าน
7	7	21	0.52	ผ่าน
8	3	11	0.30	ผ่าน
9	6	18	0.44	ผ่าน
10	4	19	0.56	ผ่าน
11	2	14	0.44	ผ่าน
12	3	12	0.33	ผ่าน

ตารางที่ ค-4 การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 การวิเคราะห์หาสาเหตุและการแก้ไขปัญหาาระบบเครือข่าย

ข้อสอบข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูก ก่อนสอน	จำนวนผู้ตอบถูก หลังสอน	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการประเมิน
1	5	19	0.52	ผ่าน
2	3	20	0.63	ผ่าน
3	3	18	0.56	ผ่าน
4	4	17	0.48	ผ่าน
5	2	13	0.41	ผ่าน
6	4	22	0.67	ผ่าน
7	3	20	0.63	ผ่าน
8	5	16	0.41	ผ่าน
9	5	19	0.52	ผ่าน
10	4	16	0.44	ผ่าน
11	5	18	0.48	ผ่าน
12	3	21	0.67	ผ่าน

ผลการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมีค่าเฉลี่ย 0.44

ตารางที่ ค-5 คะแนนจากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่คัดเลือก (50 ข้อ)

คนที่	X	X ²
1	41	1681
2	41	1681
3	45	2025
4	35	1225
5	38	1444
6	42	1764
7	37	1369
8	44	1936
9	44	1936
10	35	1225
11	44	1936
12	41	1681
13	40	1600
14	38	1444
รวม	565	22947

การหาค่าความยากง่ายของข้อสอบ

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

เมื่อ P คือ ดัชนีค่าความยากง่าย
 R คือ จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูก
 N คือ จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

จากคำถามข้อที่ 1 มีค่า R = 18, N = 27 แทนค่าลงในสูตร

$$P = \frac{18}{27} = 0.67$$

คำถามข้อที่ 1 มีค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.67 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

การหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

$$D = \frac{R_U - R_L}{N/2}$$

เมื่อ	D	คือ	ค่าอำนาจจำแนก
	R_U	คือ	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
	R_L	คือ	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
	N	คือ	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

จากคำถามข้อที่ 1 มีค่า $R_U = 18$, $R_L = 3$, $N = 54$ แทนค่าลงในสูตร

$$D = \frac{18-3}{54/2} = 0.56$$

คำถามข้อที่ 1 มีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.56 ซึ่งมีอำนาจจำแนก ดีมาก

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

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

เมื่อ	r_{tt}	คือ	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	คือ	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	คือ	สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ
	q	คือ	สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ
	S_t^2	คือ	ความแปรปรวนของแบบทดสอบ

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

เมื่อ	S_t^2	คือ	ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ
	N	คือ	จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด
	X	คือ	คะแนนแต่ละคนที่ทำแบบทดสอบ

หาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ได้จาก

$$\begin{aligned}
 S_t^2 &= \frac{27(34,319) - (945)^2}{729} \\
 &= \frac{926,613 - 893,025}{729} \\
 &= \frac{33,588}{729} = 46.07
 \end{aligned}$$

แทนค่า

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{60}{60-1} \left\{ 1 - \frac{13.64}{46.07} \right\} \\
 &= 0.72
 \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีค่าเท่ากับ 0.72 อยู่ในระดับความเชื่อมั่นสูง

ตารางที่ ค-8 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงาน
สื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

คนที่	คะแนน		D	D ²
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1	23	43	20	400
2	23	42	19	361
3	23	41	18	324
4	18	30	12	144
5	23	44	21	441
6	24	47	23	529
7	20	41	21	441
8	25	46	21	441
9	26	47	21	441
10	19	38	19	361
11	23	44	21	441
12	21	43	22	484
13	22	42	20	400
14	21	40	19	361
รวม	326	738	277	5569
ค่าเฉลี่ย	22.21	42		

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้สูตรทดสอบความแตกต่างของ
คะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน t-Dependent

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 < \mu_2$$

$$\alpha : 0.05$$

จากตารางค่า t ที่ $\alpha = 0.05$, $df = 14 - 1 = 14$: $t = 1.76$

จากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

$$t = \frac{277}{\sqrt{\frac{(14 \times 5569) - (277)^2}{15-1}}}$$

$$t = \frac{277}{\sqrt{\frac{77966 - 76729}{13}}}$$

$$t = 28.40$$

ค่าที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t ในตาราง ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 นั่นคือค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงว่าหลังจากที่กลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง นี้แล้วนักเรียนมีความรู้มากขึ้น

**การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน
ของกลุ่มควบคุม**

ตารางที่ ค-9 การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม ที่ไม่ได้เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

คนที่	คะแนน		D	D ²
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1	24	32	8	64
2	23	29	6	36
3	24	28	4	16
4	23	27	4	16
5	22	29	7	49
6	23	30	7	49
7	25	35	10	100
8	24	34	10	100
9	25	36	11	121
10	20	30	10	100
11	24	32	8	64
12	21	31	10	100
13	18	30	12	144
14	22	32	10	100
15	19	29	10	100
16	23	34	11	121
17	24	36	12	144
18	18	30	12	144
19	17	30	13	169
20	20	29	9	81
21	21	31	10	100
รวม	460	654	194	1,918
ค่าเฉลี่ย	22	47.73	21.90	31.14

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้สูตรทดสอบความแตกต่างของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน t-Dependent

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 < \mu_2$$

$$\alpha : 0.05$$

จากตารางค่า t ที่ $\alpha = 0.05$, $df = 21-1 = 20$: $t = 1.72$

จากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

$$t = \frac{194}{\sqrt{\frac{(21 \times 1918) - (194)^2}{21-1}}}$$

$$t = \frac{194}{\sqrt{\frac{40278 - 37636}{20}}}$$

$$t = 16.87$$

ค่าที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t ในตาราง ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 นั่นคือค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงว่าหลังจากที่กลุ่มควบคุม ที่ไม่ได้เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านไยแก้วนำแสง นักเรียนมีความรู้มากขึ้น

ตารางที่ ค-12 ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

สมรรถนะ	จำนวนนักเรียนที่ผ่านสมรรถนะ (คน)			
	ความรู้			ทักษะและเจตคติ
	ผ่าน	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน	
1. จัดเตรียมอุปกรณ์	13	1	0	ประเมินการปฏิบัติงาน 14
2. ตัดสายใยแก้วนำแสง	12	2	0	14
3. ปอกสายใยแก้วนำแสง	13	1	0	14
4. เข้าหัว Fast connector	12	2	0	14
5. ทดสอบสาย Fast connector	11	3	0	14
6. วัดค่า loss สาย Fast connector	12	2	0	14
7. เชื่อมต่อสาย Fast connector	11	3	0	14
8. ทดสอบการใช้คำสั่ง	13	1	0	14
9. เชื่อมต่อระบบภาพ	11	3	0	14
10. ทดสอบเชื่อมต่อระบบภาพ	12	2	0	14
11. เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	12	2	0	14
12. ทดสอบเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	11	3	0	14
13. เชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย	11	3	0	14
14. ทดสอบระบบเครือข่ายไร้สาย	10	4	0	14
15. เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย	9	5	0	14
16. ทดสอบสายใยแก้วนำแสงที่เชื่อมต่อแบบหลอมละลาย	12	2	0	14
จำนวน (ร้อยละ)				100

ภาคผนวก ง

- ตารางการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2
- แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของนวัตกรรมและแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- แบบสอบถามระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
- แบบสอบถามระดับความพึงพอใจของนักศึกษา

ตารางที่ ง-1 ตารางการประเมินประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2

ลำดับ	รายการ	การทำงานของวงจร			
		ตรงข้อกำหนด		ไม่ตรงข้อกำหนด	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1	จัดเตรียมอุปกรณ์ได้ถูกต้อง				
2	ตัดสายใยแก้วนำแสงได้ถูกต้อง				
3	ปอกสายใยแก้วนำแสงได้ถูกต้อง				
4	เข้าหัว Fast connector ได้ถูกต้อง				
5	ทดสอบสาย Fast connector ได้ถูกต้อง				
6	วัดค่า loss สาย Fast connector ได้ถูกต้อง				
7	เชื่อมต่อสาย Fast connector ได้ถูกต้อง				
8	ทดสอบการใช้คำสั่งได้ถูกต้อง				
9	เชื่อมต่อระบบภาพได้ถูกต้อง				
10	ทดสอบเชื่อมต่อระบบภาพได้ถูกต้อง				
11	เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ถูกต้อง				
12	ทดสอบเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ถูกต้อง				
13	เชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สายได้ถูกต้อง				
14	ทดสอบระบบเครือข่ายไร้สายได้ถูกต้อง				
15	เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลายได้ถูกต้อง				
16	ทดสอบสายใยแก้วนำแสงที่เชื่อมต่อแบบหลอมละลายได้ถูกต้อง				

แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของนวัตกรรมและแบบทดสอบ

กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คำชี้แจง ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่กำหนดให้

แบบทดสอบความสอดคล้องของนวัตกรรมมีระดับเกณฑ์ 3 ระดับ

+1 = สอดคล้อง หรือแน่ใจว่านวัตกรรมนั้นหรือข้อสอบหัวข้อนั้นวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

0 = ไม่แน่ใจว่านวัตกรรมนั้นหรือข้อสอบหัวข้อนั้นวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

-1 = ไม่สอดคล้องหรือไม่แน่ใจว่านวัตกรรมนั้นหรือข้อสอบหัวข้อนั้นไม่ได้วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

ลำดับ	รายการ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
1	ชุดฝึกสมรรถนะมีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง			
2	ชุดฝึกสมรรถนะมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของรายวิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์			
3	ชุดฝึกสมรรถนะมีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน			
4	ชุดฝึกสมรรถนะมีความทันสมัย			
5	ชุดฝึกสมรรถนะมีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน			
6	ชุดฝึกสมรรถนะใช้วัสดุ อุปกรณ์มีความเหมาะสม			
7	ชุดฝึกสมรรถนะความเหมาะสมด้านขนาดและการใช้งาน			
8	ชุดฝึกสมรรถนะนี้สะดวกต่อการปฏิบัติงาน			
9	ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงมีความเหมาะสม			
10	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน			
ค่าดัชนีความสอดคล้องและชัดเจนของเนื้อหา				
1	เนื้อหาครอบคลุมจุดประสงค์รายวิชา			
2	เนื้อหามีความชัดเจน ถูกต้อง ครบถ้วน			
3	เนื้อหามีความเหมาะสมและทันสมัย			
4	เนื้อหาเชื่อมโยงไปสู่สถานการณ์จริงในภาคปฏิบัติ			
5	เนื้อหาแต่ละหน่วยเรียนมีความเหมาะสมกับจำนวนเวลาที่สอน			
การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องและความเหมาะสมของเนื้อหา				
1	การเชื่อมต่อบนระบบเครือข่าย			
2	การทดสอบและใช้งานระบบเครือข่าย			

ลำดับ	รายการ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
ความสอดคล้องและความเหมาะสมของแบบประเมิน				
1	ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา			
2	มีความเหมาะสมกับเนื้อหาของแต่ละหน่วย			
3	เป็นแบบฝึกให้ผู้เรียนคิดเป็นทำเป็น			
4	คำถามเชื่อมโยงสู่การปฏิบัติจริง			
ความสอดคล้องและความเหมาะสมของใบงาน				
1	ใบงานครอบคลุมตามวัตถุประสงค์			
2	ความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน			
3	ภาพประกอบในใบงานสวยงาม น่าสนใจ			
4	ภาพประกอบชัดเจน ช่วยให้เข้าใจขั้นตอนและการปฏิบัติงานได้ง่ายขึ้น			
5	แบบประเมินผลการปฏิบัติงานตามใบงานถูกต้องเหมาะสม			
ความสอดคล้องและความเหมาะสมของการใช้ภาษา				
1	ภาษาที่ใช้ถูกต้องตามเกณฑ์การใช้ภาษา			
2	สำนวนภาษาที่ใช้ถูกต้องเหมาะสมสัมพันธ์กัน			
3	ภาษาที่ใช้สละสลวยเหมาะสมกับเนื้อหา			
4	สำนวนภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย			
ความสอดคล้องและความเหมาะสมของการพิมพ์ภาพและรูปเล่ม				
1	พิมพ์ได้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์การจัดทำเอกสารประกอบการสอน			
2	ตัวอักษร/ภาพประกอบสวยงาม ชัดเจน			
3	เว้นวรรคได้ถูกต้อง			
4	รูปเล่มสวยงาม			
5	รูปเล่มและขนาดพอเหมาะแก่การนำไปใช้งาน			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถามระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

แบบสอบถามระดับความคิดเห็นที่ผู้เชี่ยวชาญมีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

คำชี้แจง ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ท่านเห็นว่ามีความเหมาะสม

ระดับความคิดเห็น

- 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
1	ชุดฝึกสมรรถนะมีความเหมาะสมกับหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง					
2	ชุดฝึกสมรรถนะมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์					
3	ชุดฝึกสมรรถนะมีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน					
4	ชุดฝึกสมรรถนะมีความทันสมัย					
5	ชุดฝึกสมรรถนะมีความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน					
6	ชุดฝึกสมรรถนะใช้วัสดุ อุปกรณ์มีความเหมาะสม					
7	ชุดฝึกสมรรถนะความเหมาะสมด้านขนาดและการใช้งาน					
8	ชุดฝึกสมรรถนะนี้สะดวกต่อการปฏิบัติงาน					
9	ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงมีความเหมาะสม					
10	ชุดฝึกสมรรถนะนี้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน					

แบบสอบถามระดับความพึงพอใจของนักศึกษา

แบบสอบถามระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
ที่ครูผู้สอนใช้ประกอบในการเรียนการสอน

คำชี้แจง ให้นักศึกษาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่นักศึกษาเห็นว่ามีความเหมาะสม

เกณฑ์การประเมิน

- 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน				
		1	2	3	4	5
1	ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงจัดตำแหน่งอุปกรณ์มีความชัดเจน					
2	ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงขนาดเหมาะสม					
3	ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง สามารถสร้างแรงจูงใจให้อยากเรียน					
4	ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง เป็นสื่อการสอนที่น่าสนใจ					
5	ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงสร้างบรรยากาศการเรียนทำให้					
6	ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงง่ายต่อการเรียนรู้					
7	ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงมีความสะดวกในการเชื่อมต่อ อุปกรณ์และวงจร					
8	การฝึกปฏิบัติด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงสามารถนำความรู้ ไปประยุกต์ได้					
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักศึกษาได้พัฒนาทักษะออกแบบระบบได้					
10	ได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง					
11	มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา					
12	นักศึกษาร่วมจัดกิจกรรมด้วยความตั้งใจ					
13	มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ					
14	นักศึกษาผลิตผลิตภัณฑ์ร่วมจัดกิจกรรมการเรียนรู้					

ข้อเสนอแนะ

.....

ภาคผนวก จ

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 6
- ตัวอย่างใบงานการทดลองที่ใช้ประกอบการเรียนในรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 50 ข้อ
- เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 50 ข้อ
- นำผลงานร่วมแสดงงานแข่งขันทักษะและสิ่งประดิษฐ์คนรุ่นใหม่ ระดับอาชีวศึกษาจังหวัด แพร่
- นำชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง นำมาใช้ประกอบการเรียนการสอน วิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 30105-2002

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 6

แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยที่ 6

ชื่อวิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
รหัสวิชา 3015-9004
ชื่อหน่วย เทคโนโลยีเครือข่าย

เวลา 6 ชั่วโมง
สอนครั้งที่ 8-9

สาระการเรียนรู้

1. ไอเอสดีเอ็น (ISDN)
2. เอดีเอสแอล (ADSL)
3. วีแลน (VLAN)
4. วีพีเอ็น (VPN)
5. ใบปฏิบัติงานที่ 8 ติดตั้งและเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต
6. ใบปฏิบัติงานที่ 9 เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย

สาระสำคัญ

ในปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้งานในหน่วยงานประเภทต่าง ๆ มากมาย ซึ่งมีผลทำให้การทำงานในองค์กรหรือหน่วยงานเป็นระบบ สามารถพัฒนาการทำงานได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ ซึ่งการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในองค์กร หรือหน่วยงานเริ่มมีการพัฒนาขึ้น แทนที่จะใช้ในลักษณะหนึ่งเครื่องต่อหนึ่งคน ก็ให้มีการนำเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ มาเชื่อมต่อกันเป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยมีเป้าหมายคือการใช้ทรัพยากร Hardware และ Software ร่วมกันใช้ข้อมูลร่วมกันได้สำหรับทุกคนที่อยู่ในระบบเครือข่าย โดยไม่สนใจว่าข้อมูลเหล่านี้จะเก็บอยู่ที่ใด ทำให้การติดต่อระหว่างผู้ใช้มีความสะดวกมากขึ้น การติดต่อสื่อสารในลักษณะนี้จึงต้องอาศัยเทคโนโลยีด้านเครือข่ายมาประยุกต์ใช้งานในองค์กรหรือเพื่อความสำเร็จและบรรลุตามวัตถุประสงค์ขององค์กรนั้น ๆ

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการของไอเอสดีเอ็น เอทีเอสแอล วีแลนและวีพีเอ็น
2. เพื่อให้มีคุณธรรม จริยธรรมในงานอาชีพและตระหนักถึงคุณค่าของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านความรู้ (ทฤษฎี)

1. อธิบายหลักการของไอเอสดีเอ็นได้ถูกต้อง
2. อธิบายหลักการของเอทีเอสแอลได้ถูกต้อง
3. บายหลักการของวีแลนได้ถูกต้อง
4. บายหลักการของวีพีเอ็นได้ถูกต้อง

อธิ

อธิ

ด้านทักษะ (ปฏิบัติ)

1. ตั้งและเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ถูกต้อง
2. มต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลายได้ถูกต้อง

ติด

เชื่อ

ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

1. ความสนใจในการเรียน
2. ความรับผิดชอบ
3. ความมีวินัย
4. ความซื่อสัตย์
5. มีมนุษยสัมพันธ์
6. ความปลอดภัย
7. ความพอประมาณ
8. ความมีเหตุผล
9. การมีภูมิคุ้มกันที่ดีในตัว

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (6 ชั่วโมง)

กิจกรรมของครู	กิจกรรมของนักศึกษา
<p>ขั้นเตรียม (5 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> เตรียมสื่อและเอกสารประกอบการเรียนวิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์หน่วยที่ 6 เทคโนโลยีเครือข่าย ตรวจสอบความเป็นระเบียบและวินัยโดยให้นักศึกษาแต่งกายให้ถูกระเบียบและเข้าเรียนให้ตรงเวลา 	<ol style="list-style-type: none"> นักศึกษาเตรียมตัวเรียนวิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์หน่วยที่ 6 เทคโนโลยีเครือข่าย นักศึกษาร่วมรับการตรวจระเบียบและวินัย โดยแต่งกายถูกระเบียบ สุภาพเรียบร้อยและเข้าเรียนตรงเวลา
<p>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Motivation) 30 นาที</p> <ol style="list-style-type: none"> ครูชี้แจงกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผล และประเมินผล ครูให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 6 ครูบอกจุดประสงค์ของการเรียนรู้หน่วยที่ 6 ครูให้นักศึกษาดูวิดีโอโครงข่าย ของการสื่อสารโทรศัพท์มือถือ โครงข่ายอินเทอร์เน็ต ความเร็วสูง สนทนาเกี่ยวกับเทคโนโลยีเครือข่ายและ ยกตัวอย่าง เทคโนโลยีเครือข่าย เพื่อนำเข้าสู่ 	<ol style="list-style-type: none"> นักศึกษารับฟังและจดบันทึกสาระสำคัญ นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 6 นักศึกษารับฟังและจดบันทึก นักศึกษา สนทนากับครูและยกตัวอย่าง เทคโนโลยีเครือข่าย ที่นักศึกษารู้จัก
<p>ขั้นดำเนินการสอน (280 นาที)</p> <p style="text-align: center;">ขั้นสอนทฤษฎี (Information) 140 นาที</p> <ol style="list-style-type: none"> ครูบรรยายเนื้อหาหน่วยที่ 6 เรื่องเทคโนโลยีเครือข่าย Power Point ประกอบการบรรยาย พร้อมยกตัวอย่างและถาม-ตอบกับนักศึกษา ให้นักศึกษาช่วยกันสรุปเนื้อหาร่วมกับครู ให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 6 เพื่อเสริมทักษะ ครูให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และตอบข้อซักถาม 	<ol style="list-style-type: none"> นักศึกษาฟังบรรยาย ทำความเข้าใจ เนื้อหาจากเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 6 เรื่องเทคโนโลยีเครือข่าย จดบันทึกและถาม-ตอบ นักศึกษาช่วยกันสรุปเนื้อหาและจดบันทึก นักศึกษาทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 6 และซักถามข้อสงสัย

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (ต่อ)

กิจกรรมของครู	กิจกรรมของนักศึกษา
<p>ขั้นสอนปฏิบัติ (Application) 140 นาที</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูสาธิตการทดลองตามใบงานที่ 8-9 ให้นักศึกษาแบ่งกลุ่ม ๆ ตามความสมัครใจ กลุ่มละ 2-3 คน ฝึกปฏิบัติตามใบงานที่ 8-9 ครูให้ คำแนะนำช่วยเหลือแก้ไขปัญหาในการทำใบงานและประเมินผลการปฏิบัติงานโดยใช้แบบประเมินผลใบปฏิบัติ งาน 2. ให้นักศึกษาทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน จัดเก็บเครื่องมือ/อุปกรณ์ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักศึกษาดูการสาธิตการทดลองและฝึกปฏิบัติตามใบงานที่ 8-9 2. นักศึกษาทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน จัดเก็บเครื่องมือ/อุปกรณ์
<p>ขั้นสรุปและประเมินผล (Progress) 45 นาที</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูให้นักศึกษาช่วยกันสรุปเนื้อหาทั้งหมดที่ได้เรียนในครั้งนี้และถาม-ตอบทบทวนความรู้ความเข้าใจของนักศึกษา 2. ครูให้นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 6 เพื่อประเมินผลการเรียนและตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ การเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ จัดกิจกรรมเสริมให้นักศึกษา 3. ครูมอบหมายให้นักศึกษาศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย 4. ครูอบรมคุณธรรมจริยธรรมและบูรณาการตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง 5. ครูให้นักศึกษาทำความสะอาด จัดห้องเรียนให้เป็นระเบียบและปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า 	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักศึกษาช่วยกันสรุปเนื้อหาและถาม-ตอบกับครู 2. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 6 และฟังผลการประเมินพร้อมเฉลยแบบทดสอบ 3. นักศึกษาศึกษาเนื้อหาเรื่องเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย 4. นักศึกษารับฟังด้วยความตั้งใจ 5. นักศึกษาทำความสะอาด จัดห้องเรียนให้เป็นระเบียบและปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

งานที่มอบหมาย/กิจกรรม

1. แบบทดสอบก่อนเรียน
2. แบบฝึกหัด
3. ทดลองใบงาน
4. ตอบคำถามท้ายการทดลอง
5. แบบทดสอบหลังการเรียน

สื่อการเรียนการสอน

สื่อโสตทัศน

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. เครื่องฉายภาพโปรเจคเตอร์
3. วิดีโอระบบโครงข่ายโทรศัพท์และอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านใยแก้วนำแสง
4. สื่อ Power Point หน่วยที่ 6 เทคโนโลยีเครือข่าย

สื่อสิ่งพิมพ์

1. เอกสารประกอบการเรียนภาคทฤษฎีหน่วยที่ 6 เทคโนโลยีเครือข่าย
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 6
3. แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 6
5. แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 6
6. ใบปฏิบัติงานที่ 8 ติดตั้งและเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต
7. ใบปฏิบัติงานที่ 9 เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย

ทุนจำลองหรือของจริง

1. ภาพการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบ ไอเอสดีเอ็น เอทีเอสแอล วีแลนและวีพีเอ็น
2. ภาพองค์ประกอบของระบบเครือข่าย

แหล่งการเรียนรู้

1. ศูนย์วิทยบริการและห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์
2. สถานประกอบการผู้ประกอบการหน่วยงานของรัฐ
3. สิ่งพิมพ์ประเภทต่างๆ เช่นนิตยสาร วารสาร หนังสือ บทความ รายงานที่เกี่ยวข้อง
4. Internet, E-learning, E- books, Website

การวัดผลและประเมินผล

ก่อนเรียน

1. ตรวจการตรงต่อเวลาและการแต่งกายของนักศึกษา
2. ทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 6

ระหว่างเรียน

1. ใช้แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ใช้เกณฑ์ผ่าน 60 %
2. ใช้ประเมินผลจากการทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 6 ใช้เกณฑ์ผ่าน 60 %
3. ใช้ประเมินผลการปฏิบัติตามใบปฏิบัติงาน หน่วยที่ 6 ใช้เกณฑ์ผ่าน 60 %
4. ใช้ประเมินพฤติกรรมการคาดหวัง การนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้ในการ

เรียนรู้ ใช้เกณฑ์ ผ่าน ไม่ผ่าน

หลังเรียน

1. ทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 6 ใช้เกณฑ์ผ่าน 60 %

แบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 6 เทคโนโลยีเครือข่าย

คำชี้แจง

1. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (×) ลงบนกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียง 1 ข้อ
2. แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
3. เวลา 10 นาที

1. การใช้บริการ ISDN มีหลายรูปแบบ ยกเว้นข้อใดที่ไม่บริการของระบบ
 - ก. Video Conferences
 - ข. Television
 - ค. Video Phone
 - ง. Tele Conference
 - จ. Digital Telephone
2. การเลือกบริการแบบ PRI ของ ISDN จะอัตราความเร็วในการรับส่งหลายระดับ ถ้าหากต้องการที่ดีที่สุดจะเลือกข้อใด
 - ก. 64 kbps
 - ข. 128 kbps
 - ค. 512 kbps
 - ง. 1.024 Mbps
 - จ. 2.048 Mbps
3. ในการทำหน้าที่แปลงสัญญาณ ISDN เพื่อให้อุปกรณ์ระบบเดิมใช้งานร่วมกันได้จะต้องใช้ข้อใด
 - ก. TE
 - ข. NT
 - ค. TA
 - ง. BAI
 - จ. PRI
4. การรวมสัญญาณของระบบ ADSL ต้องใช้อุปกรณ์ข้อใด
 - ก. DSLAM
 - ข. Modem
 - ค. ISP
 - ง. Pots Splitter
 - จ. Data

5. อัตราความเร็วในการรับข้อมูล (Downstream) ของ ADSL มีอัตรารับข้อมูลสูงสุดเท่าใด
- ก. 1 Mbps
 - ข. 2 Mbps
 - ค. 4 Mbps
 - ง. 6 Mbps
 - จ. 8 Mbps
6. ระบบ ADSL จากชุมสายโทรศัพท์ ถึงบ้านหรือสำนักงานของผู้ใช้จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ใดเพื่อใช้งาน
- ก. DSLAM
 - ข. Router
 - ค. Pots Splitter
 - ง. ADSL Modem
 - จ. Switch
7. ข้อความ “กลุ่มของคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกันด้วย Switch Layer 2 และเมื่อมี Packet ประเภท Broadcast คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องได้รับ Packet นี้ทั้งหมด” หมายถึงข้อใด
- ก. Protocol Based VLAN
 - ข. MAC Address Based VLAN
 - ค. Port Based VLAN
 - ง. Subnet Based VLAN
 - จ. Broadcast Domain
8. ในการจัดแบ่ง VLAN โดยอาศัยพอร์ตและหมายเลขพอร์ตเป็นหลักจะใช้การแบ่ง VLAN ตามข้อใด
- ก. Protocol Based VLAN
 - ข. MAC Address Based VLAN
 - ค. Port Based VLAN
 - ง. Subnet Based VLAN
 - จ. Application Based VLAN
9. การแปลงข้อมูลต้นแบบไปเป็นข้อมูลอีกแบบหนึ่งที่ไม่เหมือนเดิมและไม่สามารถอ่านออกได้ โดยมี Algorithm ทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนและใช้ตัวแปร ที่เรียกว่า กุญแจ (Key) เป็นกลไกในการแปลงข้อมูล หมายถึงข้อใด
- ก. การเข้ารหัส
 - ข. การถอดรหัส
 - ค. การรวมสัญญาณ
 - ง. การแยกสัญญาณ
 - จ. การสร้างรหัส

10. รูปแบบ ISP independent ของ VPN เป็นลักษณะใด
- ก. องค์กรเช่าอุปกรณ์ VPN ของผู้ให้บริการ
 - ข. องค์กรจัดซื้ออุปกรณ์ VPN เข้ามาจัดทำและใช้งานเอง
 - ค. องค์กรต้องจัดหาบุคลากรหรือ Outsource มาดูแลรักษาระบบ
 - ง. องค์กรไม่ต้องลงทุนเรื่องอุปกรณ์ VPN เอง
 - จ. องค์กรไม่จำเป็นต้องมีบุคลากรที่มีความสามารถที่จะดูแลระบบ VPN

แบบฝึกหัด
หน่วยที่ 6 เทคโนโลยีเครือข่าย

คำชี้แจง

1. ให้ตอบคำถามพร้อมทั้งอธิบาย ลงบนกระดาษคำตอบ
2. แบบฝึกหัดมีจำนวน 5 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
3. เวลา 20 นาที (จำนวน 10 คะแนน)

-
1. ให้นักศึกษาอธิบายหลักการทำงานของระบบ ISDN
 2. จงอธิบายหลักการทำงานของระบบอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (ADSL)
 3. ให้นักศึกษาบอกประเภทของ วิแลน (VLAN) และหลักการทำงานของแต่ละประเภท
 4. ให้นักศึกษาอธิบายหลักการทำงานของวีพีเอ็น (VPN)
 5. ให้นักศึกษาอธิบายชนิดและส่วนประกอบของใยแก้วนำแสง

แบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 6 เทคโนโลยีเครือข่าย

คำชี้แจง

1. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (×) ลงบนกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียง 1 ข้อ
 2. แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
 3. เวลา 10 นาที
-

1. การใช้บริการ ISDN มีหลายรูปแบบ ยกเว้นข้อใดที่ไม่บริการของระบบ
 - ก. Video Conferences
 - ข. Video Phone
 - ค. Television
 - ง. Tele Conference
 - จ. Digital Telephone
2. การเลือกบริการแบบ PRI ของ ISDN จะอัตราความเร็วในการรับส่งหลายระดับ ถ้าหากต้องการที่ดีที่สุดจะเลือกข้อใด
 - ก. 64 Kbps
 - ข. 128 Kbps
 - ค. 512 Kbps
 - ง. 1.024 Mbps
 - จ. 2.048 Mbps
3. ในการทำหน้าที่แปลงสัญญาณ ISDN เพื่อให้อุปกรณ์ระบบเดิมใช้งานร่วมกันได้จะต้องใช้ข้อใด
 - ก. TA
 - ข. TE
 - ค. NT
 - ง. BAI
 - จ. PRI
4. อุปกรณ์รวมสัญญาณของระบบ ADSL เรียกว่าอะไร
 - ก. Modem
 - ข. ISP
 - ค. Pots Splitter
 - ง. DSLAM
 - จ. Data

5. อัตราความเร็วในการรับข้อมูล (Downstream) ของ ADSL มีอัตรารับข้อมูลสูงสุดเท่าใด
 - ก. 1 Mbps
 - ข. 2 Mbps
 - ค. 4 Mbps
 - ง. 6 Mbps
 - จ. 8 Mbps
6. ระบบ ADSL จากชุมสายโทรศัพท์ ถึงบ้านหรือสำนักงานของผู้ใช้จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ใดเพื่อใช้งาน
 - ก. DSLAM
 - ข. ADSL Modem
 - ค. Router
 - ง. Pots Splitter
 - จ. Switch
7. ข้อความ “กลุ่มของคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกันด้วย Switch Layer 2 และเมื่อมี Packet ประเภท Broadcast คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องได้รับ Packet นี้ทั้งหมด” หมายถึงข้อใด
 - ก. Protocol Based VLAN
 - ข. MAC Address Based VLAN
 - ค. Broadcast Domain
 - ง. Port Based VLAN
 - จ. Subnet Based VLAN
8. ในการจัดแบ่ง VLAN โดยอาศัยพอร์ตและหมายเลขพอร์ตเป็นหลักจะใช้การแบ่ง VLAN ตามข้อใด
 - ก. Protocol Based VLAN
 - ข. Port Based VLAN
 - ค. MAC Address Based VLAN
 - ง. Subnet Based VLAN
 - จ. Application Based VLAN
9. การแปลงข้อมูลต้นแบบไปเป็นข้อมูลอีกแบบหนึ่งที่ไม่เหมือนเดิมและไม่สามารถอ่านออกได้ โดยมี Algorithm ทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนและใช้ตัวแปร ที่เรียกว่า กุญแจ (Key) เป็นกลไกในการแปลงข้อมูล หมายถึงข้อใด
 - ก. การถอดรหัส
 - ข. การรวมสัญญาณ
 - ค. การแยกสัญญาณ
 - ง. การเข้ารหัส
 - จ. การสร้างรหัส

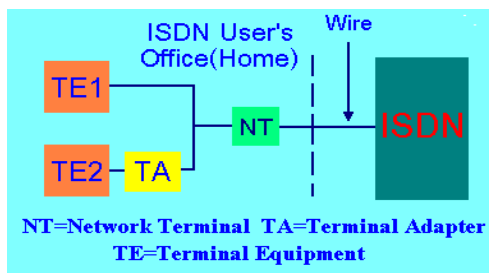
10. รูปแบบ ISP Independent ของ VPN เป็นลักษณะใด
- ก. องค์กรเช่าอุปกรณ์ VPN ของผู้ให้บริการ
 - ข. องค์กรจัดซื้ออุปกรณ์ VPN เข้ามาจัดทำและใช้งานเอง
 - ค. องค์กรต้องจัดหาบุคลากรหรือ Outsource มาดูแลรักษาระบบ
 - ง. องค์กรไม่ต้องลงทุนเรื่องอุปกรณ์ VPN เอง
 - จ. องค์กรไม่จำเป็นต้องมีบุคลากรที่มีความสามารถที่จะดูแลระบบ VPN

เฉลยแบบฝึกหัด หน่วยที่ 6 เทคโนโลยีเครือข่าย

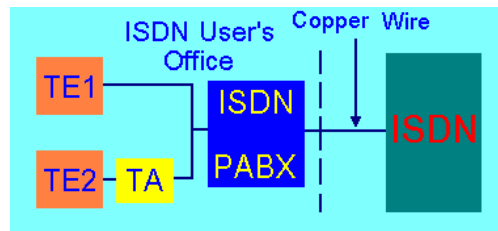
1. ให้นักศึกษาอธิบายหลักการทำงานของระบบ ISDN

คำตอบ ISDN (Integrated Services Digital Network) ที่พัฒนาโดย ITU เป็นโครงข่ายโทรคมนาคมสื่อสาร เครือข่าย Digital ความเร็วสูง ที่รวมบริการสื่อสารที่มีอยู่เดิมทั้งสองส่วนคือ โครงข่ายโทรศัพท์แบบ Digital และโครงข่ายการสื่อสารข้อมูล เช่น โทรศัพท์ โทรสาร เทเล็กซ์ คอมพิวเตอร์ดาต้าเทอร์มินอลที่ใช้ติดต่อกับเมนเฟรม เทเลเท็กซ์ วิดีโอเท็กซ์ วิดีโอคอนเฟอร์เรนซ์ เป็นต้น โดยทั้งหมดสามารถใช้งานร่วมกันในโครงข่ายใหม่นี้ได้ และทำงานอยู่บนโครงข่ายสาย โทรศัพท์ ที่มีอยู่เดิม การบริการของเครือข่าย ISDN มี 2 รูปแบบ คือ

1) บริการแบบ BRI (Basic Rate Interface = 2B+D) ประกอบด้วยช่องสัญญาณแบบ B ขนาด 64 kbps จำนวน 2 ช่องสัญญาณ และช่องสัญญาณแบบ D ขนาด 16 kbps จำนวน 1 ช่องสัญญาณ รวมความเร็วสูงสุดของช่องสัญญาณคือ 144 kbps แต่ในขณะที่ทำงาน ส่วนเครือข่ายต้องติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ ต้องการความเร็ว 48 kbps จึงเหลือสำหรับผู้เข้าได้ใช้งานเพียง 192 kbps สื่อที่ใช้กับบริการแบบ BRI เหมือนกับการให้บริการโทรศัพท์ระบบธรรมดาใน 1 คู่สายแบบ BRI นี้ ผู้ใช้บริการสามารถเดินสายภายในเพื่อติดตั้งอุปกรณ์สื่อสารในคู่สายเดียวกันได้สูงสุด 8 อุปกรณ์ และสามารถใช้งานอุปกรณ์พร้อมกันได้ 2 เครื่องพร้อมกันมีความเร็วเครื่องละ 64 kbps โดยอาศัยช่องสัญญาณ B ที่มีอยู่ในคู่สาย ISDN 2 ช่องสัญญาณ



2) บริการแบบ PRI (Primary Rate Interface = 23B+D) ประกอบด้วยช่องสัญญาณแบบ B ขนาด 64 kbps จำนวน 23 ช่องสัญญาณและช่องสัญญาณแบบ D ขนาด 64 kbps จำนวน 1 ช่องสัญญาณ รวมความเร็วสูงสุดของช่องสัญญาณคือ 1.544 Mbps แต่ในขณะที่ทำงาน ส่วนเครือข่ายต้องติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ ต้องการความเร็ว 8 kbps จึงเหลือสำหรับผู้เข้าได้ใช้งานเพียง 1.536 Mbps สื่อที่ใช้กับบริการแบบ PRI เป็นเส้นใยแก้วนำแสง ใน 1 คู่สาย PRI นี้ ผู้ใช้บริการสามารถใช้งานอุปกรณ์พร้อมกันได้ 23 เครื่องพร้อมกัน ความเร็วเครื่องละ 64 kbps โดยจะอาศัยช่องสัญญาณ B ที่มีอยู่ในคู่สาย ISDN จำนวน 23 ช่องสัญญาณ



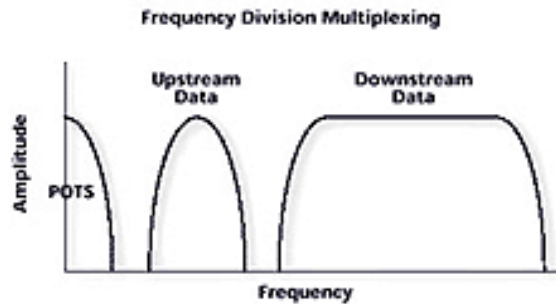
2. จงอธิบายหลักการทำงานของระบบอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (ADSL)

คำตอบ ระบบอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (ADSL) เริ่มจากชุมสายโทรศัพท์ ถึงบ้านหรือสำนักงานของผู้ใช้ ผ่านสายทองแดงหรือสายใยแก้วนำแสงจะอาศัยการทำงานของ ADSL Modem ซึ่งอยู่ระหว่างชุมสายโทรศัพท์ (Central Office) กับผู้ใช้บริการ โดยผู้ให้บริการจะต้องติดตั้งอุปกรณ์รวมสัญญาณเรียกว่า DSLAM (DSL Access Multiplexer) ทุก ๆ ชุมสายที่ให้บริการ ซึ่งจะทำหน้าที่รวมสัญญาณจากผู้ใช้งานในชุมสายโทรศัพท์ นั้น ๆ จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งผ่าน เครือข่าย Digital ความเร็วสูงไปยังศูนย์กลางของผู้ให้บริการและจากนั้นผู้ให้บริการ ADSL ก็จะเชื่อมต่อไปยังผู้ให้บริการข้อมูล (Service Provider) เช่น ISPs หรือเครือข่ายขององค์กร ดังภาพ



การทำงานของ ADSL มีดังนี้เนื่องสายโทรศัพท์ที่ทำจากลวดทองแดง มี Bandwidth ที่สูงเป็นจำนวนหลาย MHz ดังนั้น จึงมีการแบ่งย่านความถี่นี้ออกเป็นส่วน เพื่อใช้งานโดยวิธีการแบบที่เรียกว่า FDM (Frequency Division Multiplexing) ซึ่งเป็นเทคนิคการแบ่งช่องสัญญาณออกเป็นหลาย ๆ ช่อง โดยที่แต่ละช่องสัญญาณจะมีความถี่ที่แตกต่างกัน ดังนั้นจะได้ Band width ต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ย่านความถี่ขนาดไม่เกิน 4 KHz ปกติจะถูกนำมาใช้เป็น Voice กับ FAX
- 2) ย่านความถี่ที่สูงกว่านี้ จะถูกสำรองจองไว้ให้การรับ ส่งข้อมูล โดยเฉพาะซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็นหลายย่านความถี่ เช่น ช่องสัญญาณสำหรับการรับข้อมูลแบบ Downstream เช่นการ Download ข้อมูล ส่วนช่องสัญญาณอื่นมีไว้สำหรับการส่งข้อมูลที่มีความเร็วต่ำกว่าซึ่งเรียกว่า Upstream หรือสำหรับการ Upload ข้อมูล เป็นต้น ดังภาพ



3. ให้นักศึกษาบอกประเภทของ วิแลน (VLAN) และหลักการทำงานของแต่ละประเภท

คำตอบ วิแลน (VLAN : Virtual Area Network) หมายถึง กลุ่มของคอมพิวเตอร์ที่อยู่ใน บอร์ดคาสโดเมน (Broadcast Domain) เดียวกันโดยคอมพิวเตอร์เหล่านี้จะอยู่คนละ LAN Segment ก็ได้ VLAN เป็น Protocol ที่ทำงานใน Layer 2 และเป็นเทคโนโลยีที่ควบคุมการ Broadcast ในเครือข่าย ที่ผ่านมารควบคุม Broadcast ในเครือข่ายจะใช้ Router เพราะ Router จะไม่ส่งต่อ Packet ประเภท Broadcast แต่ Switch หรือ Hub จะส่งต่อ Packet การใช้ Router ควบคุมการ Broadcast ในเครือข่ายนั้นอาจจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเครือข่ายได้ แบ่งได้ 5 ประเภท ดังนี้

1) Port Based VLAN เป็นการจัดแบ่ง VLAN โดยอาศัยพอร์ตและหมายเลขพอร์ตเป็นหลัก โดยเพียงแต่กำหนดว่า ในหนึ่ง Switches Hub มีกี่ VLAN มีชื่ออะไรบ้าง และต้องการให้พอร์ตใด หมายเลขใด เป็นสมาชิกของ VLAN ใดบ้าง

2) MAC Address Based VLAN เป็นการจัดตั้ง VLAN ที่อาศัย MAC Address เป็นหลัก ซึ่งแอดเดรสนี้ เป็นแอดเดรสที่มาจากการ์ดแลนของเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่ละเครื่องการแบ่ง VLAN ด้วยการอาศัย MAC Address นี้ง่ายต่อการจัดคอนฟิก เนื่องจากไม่ต้องกำหนดเลขหมายของพอร์ตไม่ต้องสนใจว่าเครื่องคอมพิวเตอร์จะติดตั้งอยู่บนพอร์ตหมายเลขใดและไม่ต้องกลัวว่า จะมีใครย้ายเพื่อเปลี่ยน VLAN เนื่องจากไม่ว่าจะย้ายไปอยู่ที่ใด บน Switch ตัวใด เมื่อได้กำหนด MAC Address ประจำ VLAN แล้ว จะเปลี่ยนแปลง VLAN เองได้ก็ต่อเมื่อเปลี่ยนการ์ดแลนเท่านั้น

3) IP หรือ Subnet Based VLAN บางครั้งเรียกว่า Layer 3 Based VLAN เป็น VLAN ที่ถูกสร้างขึ้นโดยอาศัยข้อมูลข่าวสารในระดับ Network Layer โดย Switch จะตรวจสอบข้อมูล IP ที่ Header ของ Packet ปกติ IP หรือ Subnet based VLAN จะถูกติดตั้งบน Switch แบบ Layer 3 เท่านั้น ขณะที่ชนิดของ VLAN ที่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้ทำงานบน Layer 2 Switch

4) Protocol Based VLAN รูปแบบของ VLAN แบบนี้ จะช่วยให้สามารถสร้าง VLAN ได้อย่าง เนื่องจากการกำหนด VLAN อาศัย Protocol การทำงานในระดับเน็ตเวิร์กซึ่งได้แก่ IP IPX หรือ AppleTalk

5) Application Based VLAN สามารถติดตั้ง VLAN โดยอาศัยลักษณะหรือชนิดของ Application ได้ แต่ Switch ที่ให้การสนับสนุนการทำงานในลักษณะนี้มีไม่มากนัก อีกทั้งยังมีราคาแพง จุดประสงค์ของการแยก VLAN โดยอาศัย Application นี้ เพื่อเอื้อประโยชน์ให้กับ Application แต่ละตัวสามารถใช้ Band Width ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและสามารถแยกประเภทของงานออกได้อย่างชัดเจน Application Based VLAN จึงมีประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่ต้องใช้งานที่เจาะจงเฉพาะผู้ใช้กลุ่มต่าง ๆ

4. ให้นักศึกษาอธิบายหลักการทำงานวีพีเอ็น (VPN)

คำตอบ วีพีเอ็น (VPN: Virtual Private Network) เป็นเทคโนโลยีที่เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ประกอบ ข้อมูลและทรัพยากรต่าง ๆ ของระบบเครือข่ายหนึ่งให้เข้ากับระบบเครือข่ายหนึ่ง เทคโนโลยี VPN จะทำงานโดยยอมให้ผู้ใช้งานสร้างท่ออุโมงค์เสมือน เพื่อใช้ในการรับ ส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตส่วนประกอบที่สำคัญ หลักในการทำ VPN ก็คือการใช้งาน Internet รูปแบบบริการของ VPN มี 2 แบบ คือ

1) ISP Dependent เป็นรูปแบบการให้บริการ VPN โดย ISP ซึ่งองค์กรไหนที่ต้องการใช้ VPN ในการติดต่อกัน ซึ่งจะขอใช้บริการจาก ISP โดยที่ ISP จะเป็นผู้ที่จัดทำระบบ VPN ขึ้น ข้อดีของระบบคือ องค์กรไม่ต้องลงทุนเรื่องอุปกรณ์ VPN และไม่จำเป็นต้องมีบุคลากรที่มีความสามารถที่จะดูแลระบบ VPN แต่ข้อเสียของบริการรูปแบบนี้คือ ประสิทธิภาพของ VPN ในการเข้ารหัสข้อมูลความปลอดภัยในช่วงการติดต่อระหว่างองค์กรกับ ISP ที่ยังไม่เป็น Secured Connection แบบสมบูรณาการติดต่อ บางรูปแบบยังไม่ปลอดภัย และพื้นที่การให้บริการของ ISP

2) ISP Independent เป็นรูปแบบของ VPN ที่องค์กรจัดซื้ออุปกรณ์ VPN เข้ามา Implement เองข้อดีก็คือ สามารถควบคุมประสิทธิภาพในการเข้ารหัสของข้อมูลได้ความปลอดภัยของข้อมูลครอบคลุมตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทาง ไม่จำเป็นต้องผูกติดกับ ISP รายใดรายหนึ่ง สามารถใช้บริการ ISP ผสมกันได้ แต่ข้อจำกัดของวิธีนี้ก็คือ การลงทุนเริ่มแรก (Initial Investment) ที่สูงกว่าแบบแรก องค์กรต้องจัดหาบุคลากรหรือ Outsource ที่มีความรู้เกี่ยวกับ VPN ในการดูแลรักษาระบบ

5. ให้นักศึกษาอธิบายชนิดและส่วนประกอบของใยแก้วนำแสง

ใยแก้วนำแสง 1 เส้น ประกอบด้วย ใยแก้วนำแสงตั้งแต่ 2 Core ขึ้นไป มี 2 ชนิด คือ แบบ Multi-Mode (MM) และแบบ Single Mode (SM) ความแตกต่างของทั้งสองชนิดนี้ คือขนาดของตัวใยแก้ว ใจกลางหรือที่เรียกว่า Core

Multi Mode (MM) ฉนวนหุ้มใยแก้วนำแสงเป็นสี่เหลี่ยม ใยแก้วนำแสงบอกขนาด 50/125 หมายถึง ขนาด Core เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 ไมครอน ขนาดเปลือกหุ้มเส้นผ่านศูนย์กลาง 125 ไมครอน เนื่องจากมีขนาด Core ใหญ่ ทำให้แสงที่เดินทางกระจัดกระจาย ทำให้แสงเกิดการหักล้างกัน จึงมีการสูญเสียของแสงมาก จึงส่งข้อมูลได้ไม่ไกลเกิน 200 เมตร ความเร็วก็ไม่เกิน 100 ล้านบิตต่อวินาที ที่ความยาวคลื่น 850 นาโนเมตร เหมาะสำหรับใช้ภายในอาคารเท่านั้น แต่มีข้อดีก็คือ ราคาถูกเพราะ Core มีขนาดใหญ่ สามารถผลิตได้ง่ายกว่า

Single-Mode (SM) ฉนวนหุ้มใยแก้วนำแสงเป็นสี่เหลี่ยม ใยแก้วนำแสงบอกขนาด 9/125 หมายถึง ขนาด Core เส้นผ่านศูนย์กลาง 9 ไมครอน ขนาดเปลือกหุ้มเส้นผ่านศูนย์กลาง 125 ไมครอน เมื่อ Core มีขนาดเล็กมาก ทำให้แสงเดินทางเป็นระเบียบขึ้น ทำให้เกิดการสูญเสียน้อยลง ความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงสุดประมาณ 2,500 ล้านบิตต่อวินาทีต่อหนึ่งความยาวคลื่นแสงที่ 1300 นาโนเมตร ด้วยระยะทางไม่เกิน 20 กม. ระยะทางในการใช้งานจริง ได้ถึง 100 กม. แต่ความเร็วจะลดลง แต่ไม่ต่ำกว่า 1,000 ล้านบิตต่อวินาที ข้อดีของ SM อีกอันหนึ่งก็คือ มันจะทำงานที่ความยาวคลื่นที่ 1300 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงที่มีการลดทอนแสงน้อยที่สุด

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 6 เทคโนโลยีเครือข่าย

ข้อ	คำตอบ
1	ข. Television
2	จ. 2.048 Mbps
3	ค. TA
4	ก. DSLAM
5	จ. 8 Mbps
6	ง. ADSL Modem
7	จ. Broadcast Domain
8	ค. Port Based VLAN
9	ก. การเข้ารหัส
10	ข. องค์กรจัดซื้ออุปกรณ์ VPN เข้ามาจัดทำและใช้งานเอง

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 6 เทคโนโลยีเครือข่าย

ข้อ	คำตอบ
1	ค. Television
2	จ. 2.048 Mbps
3	ก. TA
4	ง. DSLAM
5	จ. 8 Mbps
6	ข. ADSL Modem
7	ค. Broadcast Domain
8	ข. Port Based VLAN
9	ง. การเข้ารหัส
10	ข. องค์กรจัดซื้ออุปกรณ์ VPN เข้ามาจัดทำและใช้งานเอง

สื่อการสอน Power point
หน่วยที่ 6 เทคโนโลยีเครือข่าย

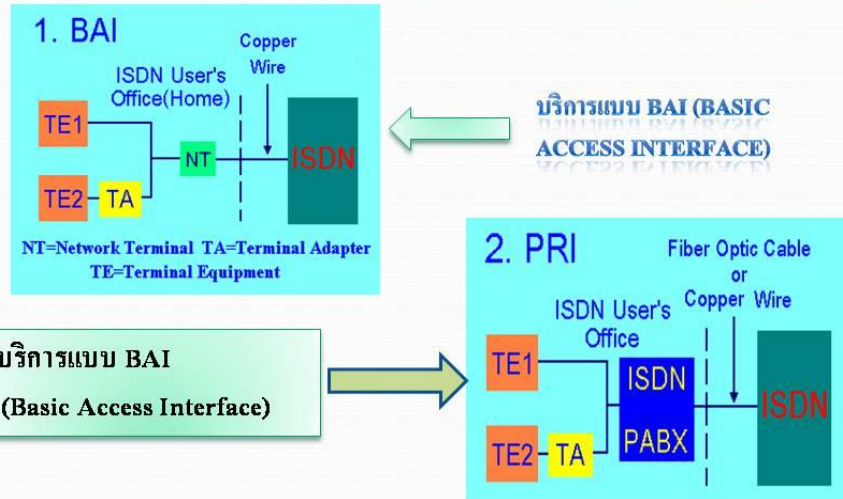
หน่วยที่ 6 เทคโนโลยีเครือข่าย Network Technology



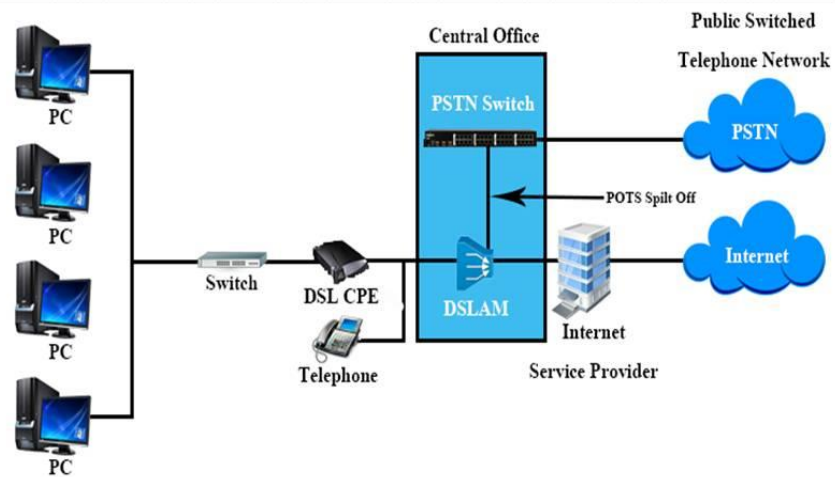
ไอเอสดีเอ็น (ISDN : Integrated Services Digital Network)



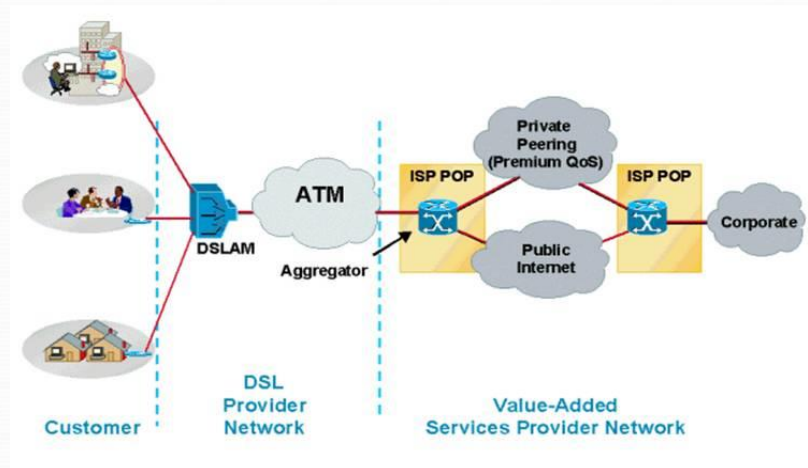
ประเภทของบริการ ISDN



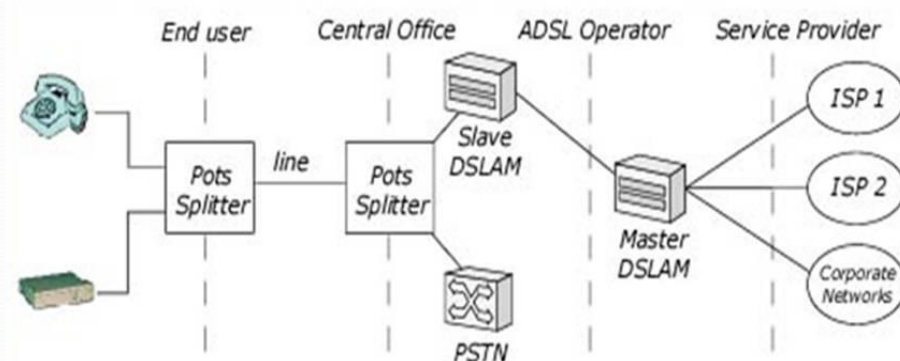
เอดีเอสแอล (ADSL)



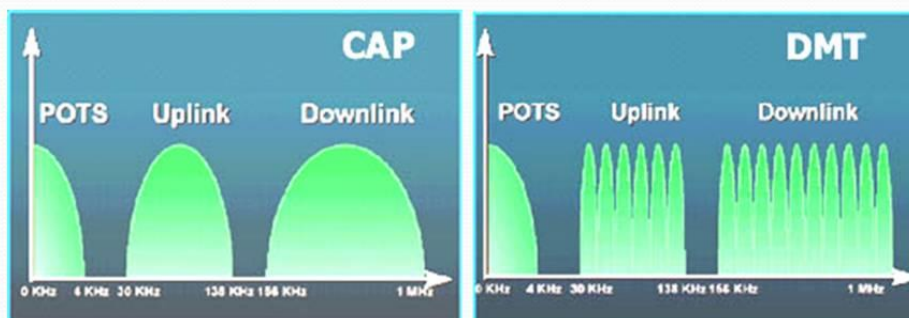
อุปกรณ์รวมสัญญาณ DSLAM



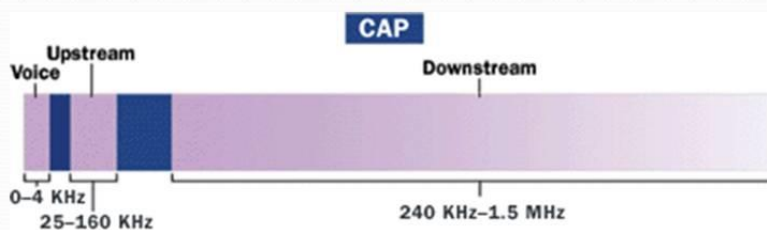
แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ POTS Splitter



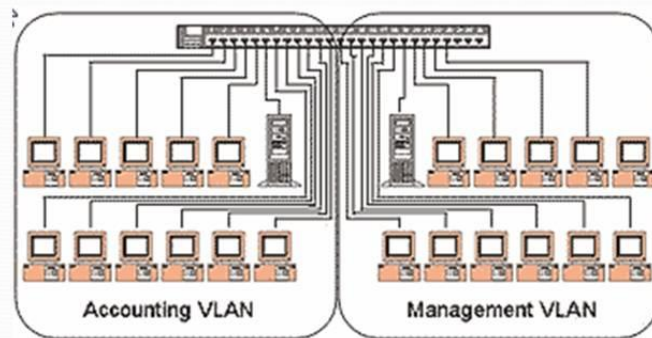
เทคนิคการเข้ารหัสสัญญาณ CAP และ DMT



10 การแบ่งย่านความถี่ Upstream และ Downstream



วีแลน (VLAN : Virtual Area Network)



แบ่ง VLAN ออกเป็น 2 ชุด ภายใน Switches เดียว

วีพีเอ็น (VPN: Virtual Private Network)

วีพีเอ็นเป็นเทคโนโลยีที่จะทำการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ ประกอบ ข้อมูลและทรัพยากรต่าง ๆ ของระบบเครือข่ายหนึ่งให้เข้ากับระบบเครือข่ายหนึ่ง เทคโนโลยี VPN ทำงานโดยยอมให้ผู้ใช้งานสร้างท่ออุโมงค์เสมือนเพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูลผ่าน ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ส่วนประกอบที่สำคัญ หลักในการทำ VPN ก็คือการใช้งานอินเทอร์เน็ต

รูปแบบบริการของ VPN ที่ใช้งาน 2 แบบ คือ

ISP dependent

ISP independent

บันทึกหลังการสอนหน่วยที่ 6

ผลการใช้แผนการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการเรียนของนักศึกษา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการสอนของครู (ปัญหาและการแก้ไข)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ครูผู้สอน

แบบประเมินผลการปฏิบัติ

การปฏิบัติใบงานที่ 8 เรื่อง ติดตั้งและเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

ชื่อหน่วย เทคโนโลยีเครือข่าย

ชื่อ-สกุล.....ระดับชั้น.....เลขที่.....

จุดประเมิน	ตัว คูณ	ผลคะแนน					ผล คูณ	คะแนน เต็ม	หมาย เหตุ
		5	4	3	2	1			
1. จัดเตรียมเครื่องมือ/อุปกรณ์	1							5	
2. ติดตั้งอุปกรณ์	2							10	
3. ตั้งค่าอุปกรณ์	2							10	
4. เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	2							10	
5. ทดสอบการใช้งาน	2							10	
6. ตอบคำถามในใบงาน	2							10	
7. สรุปผลการปฏิบัติงาน	2							10	
8. ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	1							5	
9. จัดเก็บเครื่องมือ/อุปกรณ์	1							5	
10. ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	1							5	
รวม								80	
คิดเป็นร้อยละ = $\frac{\quad}{80} \times 100 =$									

สรุปผลการประเมิน

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ

การให้คะแนน	ผลการประเมิน
5 หมายถึง ดีมาก	90 % ขึ้นไป หมายถึง ดีมาก
4 หมายถึง ดี	75 % - 89 % หมายถึง ดี
3 หมายถึง ปานกลาง	60 % - 74 % หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง พอใช้	30 % - 59 % หมายถึง พอใช้
1 หมายถึง ปรับปรุง	ต่ำกว่า 30 % หมายถึง ปรับปรุง

แบบประเมินผลการปฏิบัติ

การปฏิบัติในงานที่ 9 เรื่อง เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย

ชื่อหน่วย เทคโนโลยีเครือข่าย

ชื่อ-สกุล.....ระดับชั้น.....เลขที่.....

จุดประเมิน	ตัว คูณ	ผลคะแนน					ผล คูณ	คะแนน เต็ม	หมายเหตุ
		5	4	3	2	1			
1. จัดเตรียมเครื่องมือ/อุปกรณ์	1							5	
2. ปอกสายและทำความสะอาดใยแก้วนำแสง	2							10	
3. ตัดสายใยแก้วนำแสง	2							10	
4. เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง	2							10	
5. ทดสอบการใช้งาน	2							10	
6. ตอบคำถามในใบงาน	2							10	
7. สรุปผลการปฏิบัติงาน	2							10	
8. ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	1							5	
9. จัดเก็บเครื่องมือ/อุปกรณ์	1							5	
10. ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	1							5	
รวม								80	
คิดเป็นร้อยละ = $\frac{\quad}{80} \times 100 =$									

สรุปผลการประเมิน

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ

การให้คะแนน	ผลการประเมิน
5 หมายถึง ดีมาก	90 % ขึ้นไป หมายถึง ดีมาก
4 หมายถึง ดี	75 % - 89 % หมายถึง ดี
3 หมายถึง ปานกลาง	60 % - 74 % หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง พอใช้	30 % - 59 % หมายถึง พอใช้
1 หมายถึง ปรับปรุง	ต่ำกว่า 30 % หมายถึง ปรับปรุง

แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3015-9004 ระดับชั้น ปวส. สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์
หน่วยที่เรื่อง.....วันที่.....สัปดาห์ที่.....

คำชี้แจง พิจารณาจากพฤติกรรมของนักศึกษาที่แสดงออกในขณะปฏิบัติการเรียนการสอนระดับ
ความคิดเห็นมีดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง ดีมาก คะแนน 4 หมายถึง ดี คะแนน 3 หมายถึง ปานกลาง
คะแนน 2 หมายถึง พอใช้ คะแนน 1 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ชื่อ-สกุล	ความสนใจใฝ่รู้ ใฝ่เรียน					ความมีวินัย					ความซื่อสัตย์					ความ ประหยัด					มีจิต สาธารณะ					รวม
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	

ข้อเสนอแนะ

.....
.....

ชื่อผู้ประเมิน

(.....)

เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์คะแนนรวมทุกพฤติกรรมคือ 25 คะแนน

เกณฑ์ผ่านรวมทุกพฤติกรรมร้อยละ 60 คือ 15 คะแนน

พฤติกรรมใดไม่ผ่านให้ปรับปรุงตัวเพื่อประเมินในครั้งต่อไป

แบบประเมินพฤติกรรมคาดหวัง

การนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้ในการเรียนรู้
 วิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3015-9004 ระดับชั้น ปวส. สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์
 หน่วยที่เรื่อง.....วันที่.....สัปดาห์ที่.....

ที่	ชื่อ - สกุล	แบบประเมินพฤติกรรมคาดหวัง										รวม	ผลการประเมิน	
		การนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้ในการเรียนรู้												
		พอเพียง		มีเหตุผล		ภูมิคุ้มกัน		คุณธรรม		ความรู้			ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0					
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														

หมายเหตุ พอประมาณ ใช้วัสดุถูกต้องเหมาะสมกับงานและประหยัด
 มีเหตุผล แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
 ภูมิคุ้มกัน แก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ด้วยตนเอง กล้าแสดงออก
 คุณธรรม ทำงานที่ได้รับมอบหมายได้ด้วยตนเอง
 ความรู้ ค้นคว้าได้ด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์
 ได้คะแนน 1 หมายถึงสามารถปฏิบัติได้
 ได้คะแนน 0 หมายถึงไม่สามารถปฏิบัติได้
 (ผ่านเกณฑ์ประเมิน ต้องได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 หรือ 3 คะแนน)

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมิน

ตัวอย่างใบงานการทดลองที่ใช้ประกอบการเรียน
ในรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์



ใบงานที่ 9

ชื่อหน่วย เทคโนโลยีเครือข่าย

ชื่อใบงาน การเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบ

หลอมละลาย

หน่วยที่ 4

เวลา 2 ชั่วโมง

สอนครั้งที่ 5

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านทักษะ (ปฏิบัติ)

1. สามารถเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลายได้อย่างถูกต้อง

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------|
| 1. สายไฟเบอร์ออฟติก (Fiber optic) 1 CORE ความยาวเส้นละ 2 – 3 เมตร | 1 เส้น |
| 2. เครื่องตัดสายไฟเบอร์ออฟติก (Fiber Cleaver) | 1 อัน |
| 3. เครื่องเชื่อมสายไฟเบอร์ออฟติก (Fusion Splicer Fiber) | 1 เครื่อง |
| 4. สลิปหุ้มรอยสไปรท์สายไฟเบอร์ออฟติก (Sleeve fiber optic) | 1 อัน |
| 5. คีมตัดสาย | 1 อัน |
| 6. คีมปอกสาย | 1 อัน |
| 7. มีดคัตเตอร์ ปากแข็ง | 1 อัน |
| 8. อุปกรณ์ทำความสะอาดสายไฟเบอร์ออฟติก | 1 ชุด |

ข้อควรระวัง

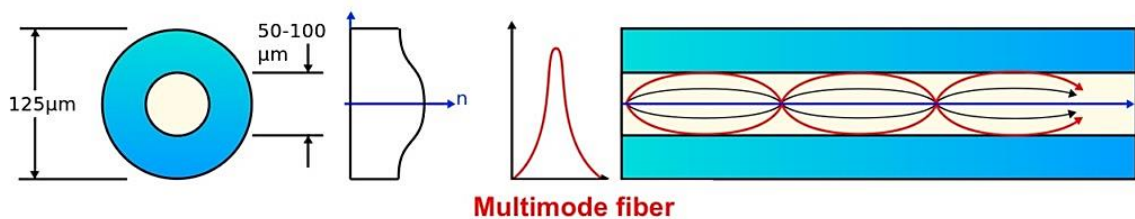
- ก่อนลงมือปฏิบัติควรตรวจสอบสภาพของเครื่องมือและอุปกรณ์ให้พร้อม
- การใช้คีมตัดหรือมีดคัตเตอร์ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ
- ไม่หยอกล้อเล่นกันขณะปฏิบัติงาน

ทฤษฎี

ใยแก้วนำแสง หรือ ออปติกไฟเบอร์ หรือ ไฟเบอร์ออปติก เป็นแก้วหรือพลาสติกคุณภาพสูงที่สามารถยืดหยุ่นโค้งงอได้ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียง 8-10 ไมครอน (10 ไมครอน = 10 ในล้านส่วนของเมตร = $10 \times 10^{-6} = 0.00001$ เมตร = 0.01 มม.) ซึ่งเล็กกว่าเส้นผมที่มีขนาด 40-120 ไมครอน, กระดาษ 100 ไมครอน ใยแก้วนำแสงนั้นทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งแสงจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง ด้วยความเร็วเกือบเท่าแสง เมื่อนำมาใช้ในการสื่อสารโทรคมนาคม ทำให้การส่ง-รับข้อมูลได้เร็วมาก สามารถส่ง-รับข้อมูลในระยะทางได้เกิน 100 กม. ในหนึ่งช่วง และเนื่องจากแสงเป็นตัวนำส่งข้อมูล จึงทำให้สัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าภายนอก ไม่สามารถรบกวนความชัดเจนของข้อมูลได้ ใยแก้วนำแสงจึงถูกนำมาใช้แทนตัวกลางอื่นๆ ในการส่งข้อมูล อีกทั้งยังเป็นเส้นใยขนาดเล็กที่ทำหน้าที่เป็นตัวนำแสง โครงสร้างของเส้นใยแสงประกอบด้วยส่วนที่แสงเดินทางผ่านเรียกว่า Core และส่วนที่หุ้ม Core อยู่เรียกว่า Clad ทั้ง Core และ Clad เป็น Dielectric ใส 2 ชนิด (Dielectric หมายถึงสารที่ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า เช่น แก้ว พลาสติก) โดยการทำให้ค่าดัชนีการหักเหของ Clad มีค่าน้อยกว่าค่าดัชนีการหักเหของ Core เล็กน้อยประมาณ 0.2-3% และอาศัยปรากฏการณ์สะท้อนกลับหมดของแสงสามารถทำให้แสงที่ป้อนเข้าไปใน Core เดินทางไปได้ไกลจากนั้นเนื่องกล่าวกันว่าเส้นใยแสงมีขนาดเล็กมากขนาดเท่าเส้นผมนั้นหมายความว่า ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางด้านนอกของ Clad ซึ่งมีขนาดประมาณ 0.1 ม.ม. ส่วน Core ที่แสงเดินทางผ่าน นั้นมีขนาดเล็กลงไปอีกคือประมาณหลาย μm ~ หลายสิบลบ μm ($1 \mu\text{m} = 10^{-3} \text{ mm}$) ซึ่งมีค่าหลายเท่าของความยาวคลื่นของแสงที่ใช้ งาน ค่าต่าง ๆ เหล่านี้เป็นค่าที่กำหนดขึ้นจากคุณสมบัติการส่งและคุณสมบัติทางเมคานิกส์ที่ต้องการ เส้นใยแสงนอกจากมีคุณสมบัติการส่งดีเยี่ยมแล้วยังมีลักษณะเด่นอย่างอื่นอีกเช่น ขนาดเล็กน้ำหนักเบาอีกด้วย

สายใยแก้วนำแสง 1 เส้น ประกอบด้วย ใยแก้วนำแสงตั้งแต่ 1 Core ขึ้นไป มี 2 ชนิด คือ แบบ multi-mode (MM) และแบบ single-mode (SM) ความแตกต่างของทั้งสองชนิดนี้ คือขนาดของตัวใยแก้วใจกลางหรือที่เรียกว่า Core

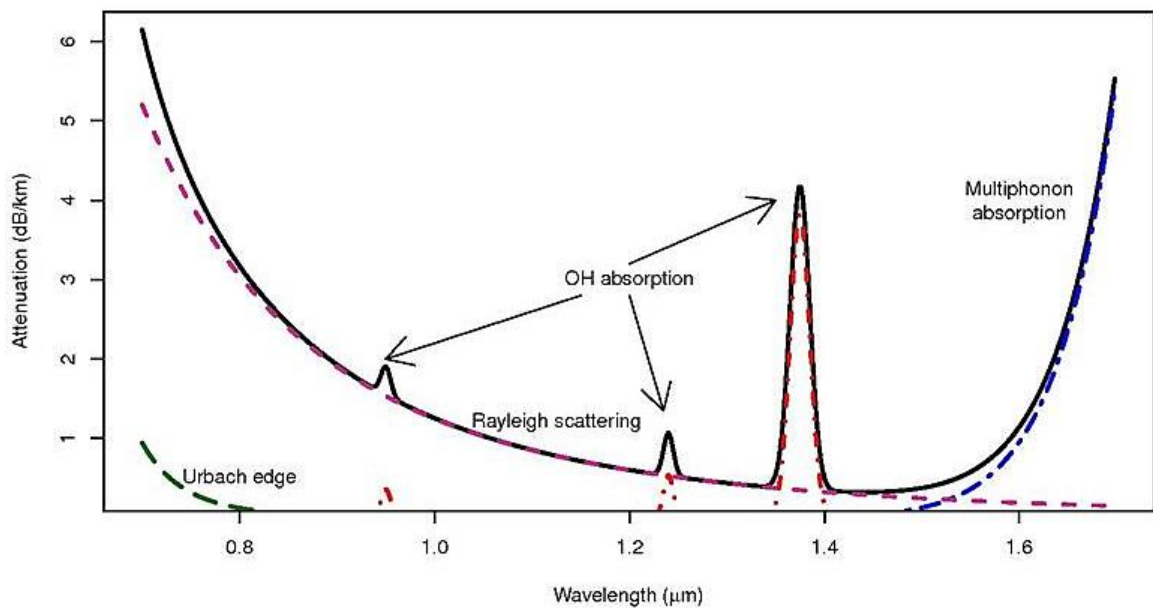
1. Multi-mode (MM)



ภาพที่ 9.1 สายชนิด Multi-mode (MM)

การกระจายของแสงใน multi-mode

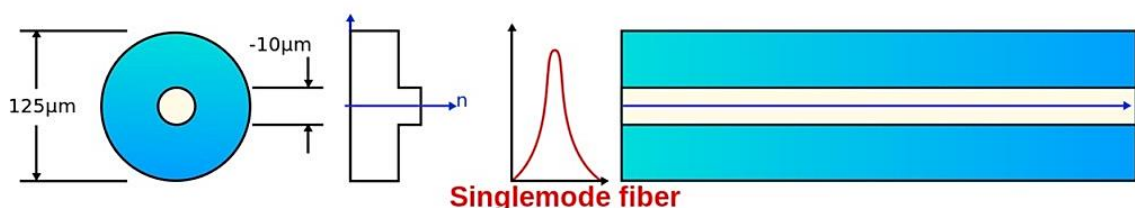
สายใยแก้วนำแสงที่มีสี่สั้ม ใยแก้วนำแสงบอกขนาด 50/125 หมายถึง ขนาด Core เส้นผ่าศูนย์กลาง 50 ไมครอน ขนาดเปลือกหุ้มเส้นผ่าศูนย์กลาง 125 ไมครอน เนื่องจากมีขนาด Core ใหญ่ ทำให้แสงที่เดินทางกระจัดกระจาย ทำให้แสงเกิดการหักล้างกัน จึงมีการสูญเสียของแสงมาก จึงส่งข้อมูลได้ไม่ไกลเกิน 200 เมตร ความเร็วก็ไม่เกิน 100 ล้านบิตต่อวินาที ที่ความยาวคลื่น 850 นาโนเมตร เหมาะสำหรับใช้ภายในอาคารเท่านั้น แต่มีข้อดีก็คือ ราคาถูก เนื่องจาก Core มีขนาดใหญ่ สามารถผลิตได้ง่ายกว่า ดังภาพที่ 9.2



ภาพที่ 9.2 การกระจายของแสงใน multi-mode

1. Single-mode (SM)

สายใยแก้วนำแสงที่เป็นสี่เหลี่ยม ใยแก้วนำแสงจะบอกขนาด 9/125 หมายถึง ขนาด Core เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 ไมครอน ขนาดเปลือกหุ้มเส้นผ่าศูนย์กลาง 125 ไมครอน เมื่อ Core มีขนาดเล็กมาก ทำให้แสงเดินทางเป็นระเบียบขึ้น ทำให้เกิดการสูญเสียน้อยลง ความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงสุดประมาณ 2,500 ล้านบิตต่อวินาทีต่อหนึ่งความยาวคลื่นแสงที่ 1300 นาโนเมตร ด้วยระยะทางไม่เกิน 20 กม. ระยะทางในการใช้งานจริง ได้ถึง 100 กม. แต่ความเร็วจะลดลง แต่ไม่ต่ำกว่า 1,000 ล้านบิตต่อวินาที ข้อดีของ SM คือ ทำงานที่ความยาวคลื่นที่ 1300 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงที่มีการลดทอนแสงน้อยที่สุด แสดงดังภาพที่ 9.3



ภาพที่ 9.3 สายชนิด Single-mode (SM)

การเชื่อมต่อสาย Fiber Optic


การเชื่อมต่อสาย Fiber Optic เป็นการเชื่อมระบบเครือข่ายที่ใช้ระยะทางได้ไกลมากกว่าสาย UTP (ไม่เกิน 100 เมตร ตามมาตรฐานการรับส่งข้อมูล IEEE 802.3) แต่ต้องคำนึงถึงชนิดของสายและอุปกรณ์รับส่งข้อมูลทั้งต้นทางและปลายทางด้วย

โดยคุณลักษณะของสาย Fiber Optic แบบ Single mode ที่ใช้อุปกรณ์รับส่งข้อมูล แบบ Laser Source (ส่งข้อมูลได้ไกลไม่เกิน 40 km) สายแบบ Multimode ที่ใช้อุปกรณ์รับส่ง แบบ LED Source (ส่งข้อมูลได้ไกลไม่เกิน 2 km) ทำให้ผู้ออกแบบระบบเครือข่ายสามารถขยายเส้นทางของกลุ่มผู้ใช้งานจากเดิมออกไปได้ แต่ต้องไม่เกินข้อกำหนดข้างต้น ซึ่งการตัดต่อสาย Fiber Optic สามารถกระทำได้ 2 ลักษณะหลัก ๆ คือ การเชื่อมต่อแบบชั่วคราวและแบบถาวรครับ สำหรับแบบชั่วคราว เป็นการเชื่อมสายใยแก้วให้มีความยาวเพิ่มเติมโดยทำการเข้าหัว Connector กับสายเดิม และสายเส้นใหม่ที่ต่อความยาวเพิ่มออกไป แล้วจึงใช้อุปกรณ์ Coupling (ตัวเมีย 2 ด้าน) เชื่อมหัว Connector ทั้ง 2 หัว เข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งการเชื่อมต่อนี้อาจจะพักอยู่ภายในอุปกรณ์พักสายสัญญาณ (Wall Mount Encloser) หรือนำสายสัญญาณเส้นเก่าและใหม่พักไว้ในอุปกรณ์พักสายสัญญาณแบบติดตู้ Rack (Rack Mount Encloser) แล้วใช้สาย Fiber Optic Patch Cord Cable เชื่อมสาย Fiber ทั้ง 2 เส้นเข้าหากัน ซึ่งการทำในลักษณะนี้ นอกจากจะช่วยเพิ่มความยาวของระบบเครือข่ายปลายทางแล้ว ยังสามารถดูแลรักษาและสำรองเส้นทางของสาย Fiber ได้ ถ้าหากมีเส้นใดเส้นหนึ่งขาดไปโดยทำการสลับเส้นที่ใช้สาย Patch Cord เชื่อมโยงกันไป แต่ควรคำนึงถึงค่าลดทอนของระบบ ว่าไม่ควรเกินมาตรฐานที่กำหนด

สำหรับแบบถาวร เป็นการเชื่อมสาย Fiber Optic โดยทำการนำสายใยแก้วเส้นเดิมและเส้นใหม่ หลอมให้ติดเป็นแท่งแก้วเส้นเดียวกัน ซึ่งเรียกว่า “Splice” สาย Fiber Optic ซึ่งให้ความสำคัญตั้งแต่การตัดให้หน้าตัดสายทั้ง 2 เส้น เรียบ ตรง จากนั้นทำการวางสายทั้งสองเส้นให้ตรงกัน จากนั้นก็หลอมสายทั้ง 2 เส้นให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า “Fusion Splice” แล้วใส่อุปกรณ์ป้องกันสายสัญญาณอีกชั้นหนึ่งเพื่อความแข็งแรง ซึ่งวิธีการแบบนี้ให้ความแข็งแรงในการเชื่อมต่อเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังเกิดค่าลดทอนของสายบริเวณรอยต่อ ประมาณ 0.1 dB ซึ่งน้อยกว่าการเชื่อมต่อแบบชั่วคราว ซึ่งมีค่าประมาณ 0.75 dB สำหรับการเชื่อมต่อสายสัญญาณ Fiber Optic โดยการ Splice จะนิยมมากในวงการติดตั้งสายสัญญาณโทรคมนาคม ที่มีการเชื่อมต่อเป็นระยะไกล และค่าลดทอนของสายสัญญาณไม่มากนัก เช่นเดียวกัน วงการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จะใช้งาน Splice ในการเชื่อมต่อสาย Fiber Optic แล้ว ยังคงเชื่อมระหว่างสาย Fiber Optic กับสาย Pigtail ซึ่งเป็นสายใยแก้วที่เชื่อมกับหัว Connector สำเร็จภาพมาจากโรงงาน ซึ่งมีการควบคุมความแข็งแรง ค่าลดทอน ได้มาตรฐานมาจากโรงงานผู้ผลิตโดยตรง ดังนั้น ประโยชน์ของการเชื่อมต่อสาย Fiber Optic จะช่วยให้ผู้ดูแลระบบเครือข่ายและผู้ใช้ออกแบบ สามารถปรับปรุงและสร้างสรรค์ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดทรัพยากรได้อีกทางหนึ่ง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับปฏิบัติงาน

<p>1.1 สายใยแก้วนำแสง หรือสายไฟเบอร์ออฟติก</p>	
<p>1.1 แท่นตัดสายไฟเบอร์ออฟติก (Fiber Cleaver)</p>	
<p>1.3 เครื่องเชื่อมสายไฟเบอร์ออฟติก (Fusion Splicer Fiber)</p>	
<p>1.4 สลิปหุ้มรอยสไปรท์สายไฟเบอร์ออฟติก (Sleeve fiber optic)</p>	

1.5 คีมตัดสาย			
1.6 คีมลอกสาย			
1.7 คัตเตอร์ ปากแข็ง			
1.8 ชุดทำความสะอาดสายไฟเบอร์ออฟติก			

ข้อแนะนำ

1. ในการเชื่อมต่อสายเคเบิลนั้นต้องทำด้วยความระมัดระวัง
2. การเชื่อมต่อต้องทำโดยการเชื่อมด้วยความร้อน (Fusion Splicing) เท่านั้น
3. ค่า Loss ที่จุดตัดต่อแต่ละ Core จะต้องไม่เกิน 0.1 dB ต่อจุด
4. อุปกรณ์เครื่อง Fusion Splice ที่ใช้ในการทำการ Splice ต้องมีคุณภาพสูงสามารถวัดค่า Loss ของจุด Splice ได้ในตัว

2.การเชื่อมต่อสายโดยวิธีหลอมละลาย (Fusion Splice)

2.1 ปอกสาย Fiber ที่ต้องการ Splice ด้วยคีมปอกสาย Fiber ซึ่งจะปอกชั้นที่อยู่ด้านนอกของ Primary coat ออกไป และชั้น Primary coat เองก็จะถูกสะเก็ดให้เป็นขุย ออกมา ความยาวที่ทำการปอกชั้นนอกออกนี้จะยาวประมาณ 5 cm



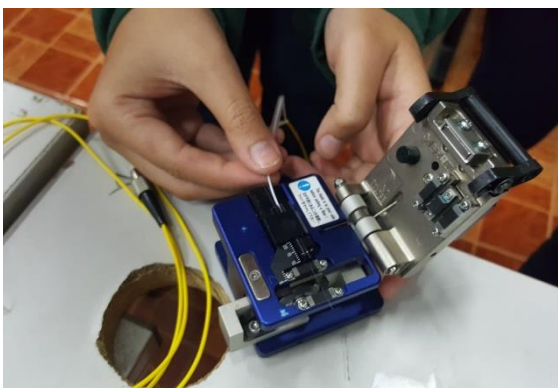
ภาพที่ 9.4 การปอกสาย Fiber

2.2 ทำความสะอาด Fiber Core ทั้งสองเส้นเพื่อล้างเจลและคราบสารออกด้วยแอลกอฮอล์



ภาพที่ 9.5 การทำความสะอาด Fiber Core

2.3 ทำการตัด Fiber Core ทั้งสองเส้นให้ได้ระยะด้วยเครื่องมือตัด



ภาพที่ 9.6 การตัด Fiber Core

2.4 เปิดฝาครอบป้องกัน Hood และยกที่กอดสายใยแก้วนำแสง



ภาพที่ 9.7 เปิดฝาครอบป้องกัน Hood

2.5 วางสายใยแก้วนำแสงลงบนร่องตัว V และปลายสายใยแก้วนำแสงไม่เกินจุดเชื่อมต่อของ electrode



ภาพที่ 9.8 การสายใยแก้วนำแสงลงบนร่องตัว V

2.6 ปิดฝาครอบป้องกัน Hood แล้วกดสวิตช์เพื่อทำการเชื่อมด้วย Electrode



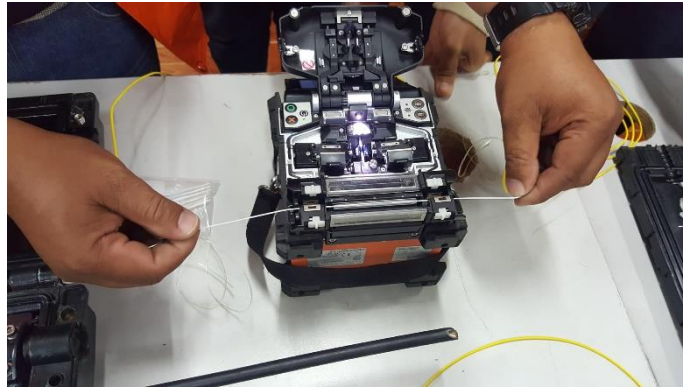
ภาพที่ 9.9 ปิดฝาครอบป้องกัน Hood

2.7 หลังจากทำการเชื่อมแล้วเครื่องจะรายงานค่าการสูญเสีย (Loss) จุดตัดต่อแต่ละ Core จะต้องมามีค่าระหว่าง 0.1 – 0.4 dB ต่อจุด



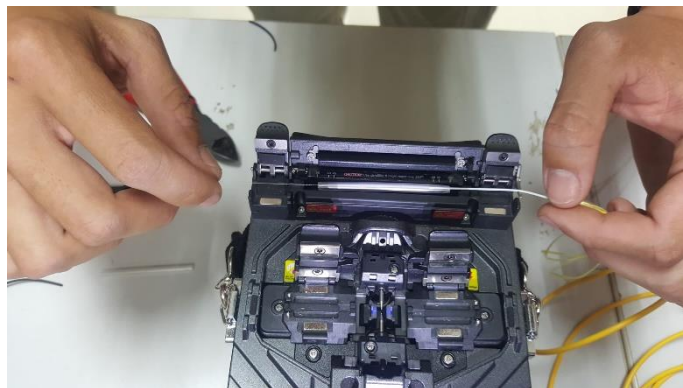
ภาพที่ 9.10 แสดงรายงานค่าการสูญเสีย (Loss) จุดตัดต่อแต่ละ Core

2.8 หลังจากเชื่อมต่อสายเสร็จให้ทำการใส่ปลอกหุ้มสาย (Sleeve fiber optic) เพื่อป้องกันไม่ให้สายหักหรืองอได้ง่ายแล้วเอาไปเข้าเครื่องหลอมอีกครั้งเพื่อทำการอบปลอกหุ้มระหว่างรอยต่อของใยแก้วนำแสงโดยใช้เวลา 10 -15 วินาที



ภาพที่ 9.11 การอบปลอกหุ้มระหว่างรอยต่อของใยแก้วนำแสง

2.9 หลังจากอบปลอกหุ้ม เรียบร้อยแล้วให้นำสายใยแก้วออกจากเครื่องแล้วนำสายไปใช้งานต่อไป



ภาพที่ 9.12 นำสายใยแก้วออกจากเครื่อง

2.10 นำสายที่เชื่อมต่อด้วยวิธีการหลอมละลาย (Fusion Splicer) ไปใช้งานสำหรับเชื่อมต่อระบบ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 50 ข้อ

1. มาตรฐาน IEEE ที่กำหนดมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลในระบบอีเธอร์เน็ต (Ethernet) คือข้อใด
 - ก. IEEE 802.1
 - ข. IEEE 802.2
 - ค. IEEE 802.3
 - ง. IEEE 802.4
 - จ. IEEE 802.11
2. มาตรฐานเครือข่าย Ethernet 10BaseT ใช้สายนำสัญญาณแบบใด
 - ก. Coaxial Cable แบบบาง
 - ข. Coaxial Cable แบบบางหนา
 - ค. UTP
 - ง. Twisted Pair
 - จ. Fiber Optics
3. เทคโนโลยี Bluetooth ใช้คลื่นวิทยุความถี่เท่าใด
 - ก. 500 MHz
 - ข. 1 GHz
 - ค. 2.4 GHz
 - ง. 4 GHz
 - จ. 5 GHz
4. วงแหวนประกอบด้วยวงแหวนหลักเรียกว่า วงแหวนปฐมภูมิและวงแหวนรองเรียกว่า วงแหวนทุติยภูมิ” คุณสมบัตินี้หมายถึงข้อใด
 - ก. Ring Topology
 - ข. Token Ring
 - ค. FDDI
 - ง. Token
 - จ. ATM
5. “หากเครื่องใดเครื่องหนึ่งเกิดปัญหาขึ้น จะค้นหาสาเหตุได้ยาก ว่าต้นเหตุอยู่ที่ไหนและเครือข่ายจะไม่สามารถสื่อสารกันได้” จากข้อความนี้หมายถึงเครือข่ายชนิดใด
 - ก. Token Ring
 - ข. FDDI
 - ค. Token
 - ง. Ring Topology
 - จ. ATM

6. สื่อนำสัญญาณที่ใช้กับเครือข่ายความเร็วสูง FDDI คือข้อใด
 - ก. Coaxial Cable แบบบาง
 - ข. Coaxial Cable แบบบางหนา
 - ค. UTP
 - ง. Twisted Pair
 - จ. **Fiber Optics**
7. ระบบเครือข่าย แกนหลัก (Backbone) มีอัตราการรับส่งข้อมูลที่มีความเร็วเท่าใด
 - ก. 10 Mbps
 - ข. 100 Mbps
 - ค. 1000 Mbps
 - ง. 1 Gbps
 - จ. 10 Gbps
8. มาตรฐาน V Series Recommendations คือข้อใด
 - ก. มาตรฐานของระบบ Data Terminal Equipment
 - ข. มาตรฐานของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ซึ่งจะนำมาเชื่อมต่อกับระบบโทรศัพท์
 - ค. มาตรฐานเครือข่ายความเร็วสูง
 - ง. การส่งสัญญาณข้อมูลจะส่งอยู่ในวงแหวนแบบ Point to Point
 - จ. กำหนดให้มีเพียงสถานีเดียวที่เข้าครองสายสัญญาณ
9. Protocol ที่ใช้งานเครือข่าย Frame Relay คือข้อใด
 - ก. X.25
 - ข. FTP
 - ค. HTTP
 - ง. TCP
 - จ. TCP/IP, IPX
10. Packet ส่งข้อมูลในเครือข่าย ATM มีขนาดของ Packet เท่าใด
 - ก. 1 Kbyte
 - ข. 500 Byte
 - ค. 53 Byte
 - ง. 48 Byte
 - จ. 5 Byte
11. Layer ระดับบนของ OSI Model คือข้อใด
 - ก. Network Layer
 - ข. Data Link Layer
 - ค. Application Layer
 - ง. Presentation layer
 - จ. Session Layer

12. Layer ใดที่เกี่ยวกับแรงดันไฟฟ้า มีการเชื่อมต่อสายและมีระยะเวลาในการส่งข้อมูลแต่ละ Bit
- ก. Presentation layer
 - ข. Transport Layer
 - ค. Session Layer
 - ง. Data Link Layer
 - จ. Physical Layer
13. TCP/IP พัฒนาขึ้นมาเพื่อจุดประสงค์ในข้อใด
- ก. สำหรับใช้งานจดหมายอิเล็กทรอนิกส์
 - ข. ตรวจสอบความถูกต้อง ของข้อมูล
 - ค. สามารถหาเส้นทางที่จะส่งข้อมูลไปได้เองโดยอัตโนมัติ
 - ง. ติดต่อสื่อสารระหว่างระบบที่มีความแตกต่างกัน
 - จ. เพื่อคอยแยกข้อมูล ให้มีขนาดพอเหมาะ
14. Internet Protocol (IP) ทำหน้าที่เกี่ยวกับอะไร
- ก. ใช้เป็นข้อมูลสำหรับอุปกรณ์จัดเส้นทาง (Router)
 - ข. จัดการเกี่ยวกับ Address, Data และควบคุมการส่งข้อมูล
 - ค. การรับข้อมูลจากชั้นสื่อสาร IP มาแล้วส่งไปยัง Node
 - ง. จัดการเกี่ยวกับ Packet
 - จ. เข้ารหัสข้อมูล
15. ขนาด Header ของ IP คือข้อใด
- ก. 10 Bytes
 - ข. 20 Bytes
 - ค. 32 Bytes
 - ง. 64 Bytes
 - จ. 128 Bytes
16. Protocol ที่ทำหน้าที่แปลงข้อมูลชื่อเว็บไซต์หลายให้เป็นหมายเลข IP Address คือข้อใด
- ก. DNS
 - ข. SNMP
 - ค. DHCP
 - ง. Packet
 - จ. FTP
17. File Transfer Protocol (FTP) ด้าน Server ใช้ Port ใดในการสื่อสาร
- ก. 67
 - ข. 161
 - ค. 21
 - ง. 80
 - จ. 53

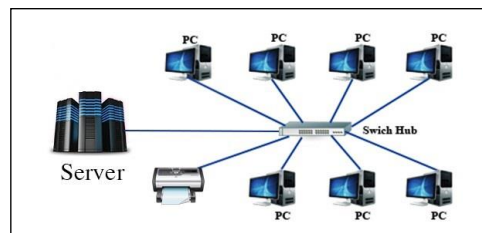
18. IP หมายเลข 10.0.5.130 อยู่ในกลุ่ม IP Class ไต
- ก. Class E
 - ข. Class C
 - ค. Class D
 - ง. Class A
 - จ. Class B
19. ข้อใดหมายถึง IP Address
- ก. หมายเลข ประจำเครื่องคอมพิวเตอร์
 - ข. เครือข่ายของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต
 - ค. โพรโตคอลสำหรับโอนย้ายข้อมูล
 - ง. การตั้งชื่อเป็นตัวอักษรเพื่อใช้แทน IP
 - จ. www.technicphrae.ac.th
20. โดเมนเมนนี้ www.electronic.ac.th เป็นโดเมนประเภทใด
- ก. เครือข่ายของเอกชน
 - ข. เครือข่ายของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต
 - ค. เครือข่ายของหน่วยงานรัฐบาล
 - ง. เครือข่ายขององค์กรที่ไม่มุ่งหวังกำไร
 - จ. เครือข่ายของหน่วยงานการศึกษา
21. ข้อใดไม่ใช่องค์ประกอบของการสื่อสารข้อมูล
- ก. ข้อมูลหรือข่าวสาร
 - ข. ผู้ส่งสาร
 - ค. ช่องทางการสื่อสาร
 - ง. ผู้รับสาร
 - จ. เทคโนโลยีในการสื่อสาร
22. คำว่า Bite Rate นำมาใช้งานเกี่ยวกับข้อใด
- ก. ข้อมูลหรือข่าวสาร
 - ข. การส่งข้อมูลแบบทิศทางเดียว
 - ค. อัตราความเร็วในการส่งข้อมูลในช่วง 1 วินาที
 - ง. สายคู่บิดเกลียวชนิดหุ้มฉนวน
 - จ. เทคโนโลยีในการสื่อสาร
23. การสื่อสารภาพแบบ Video Conferencing หมายถึงข้อใด
- ก. เป็นเทคโนโลยีในการสื่อสาร
 - ข. ช่องทางการสื่อสาร
 - ค. ผู้ส่งสาร
 - ง. ผู้รับสาร
 - จ. ข้อมูลหรือข่าวสาร

24. ข้อใดเป็นสัญญาณแบบไม่ต่อเนื่อง
- ก. Sine Wave
 - ข. Triangle Wave
 - ค. Hertz
 - ง. Digital Signal
 - จ. Analog Signal
25. การเข้ารหัสข้อมูล ข่าวสารก่อนส่งถึงผู้รับปลายทางเรียกว่าอะไร
- ก. Modem
 - ข. Demodulator
 - ค. Encoder
 - ง. Decoder
 - จ. Message
26. การส่งข้อความสั้นผ่านโปรแกรมสนทนา Line เป็นลักษณะการส่งข้อความแบบใด
- ก. Simplex Transmission
 - ข. Half Duplex Transmission
 - ค. Full Duplex Transmission
 - ง. Data Transmission
 - จ. Half Simplex Transmission
27. สื่อกลางที่นิยมนำไปใช้เป็นสายแกนหลัก (Back bone) สำหรับเชื่อมโยงระหว่างอาคารกับอาคารหรือระหว่างเมืองกับเมืองคือข้อใด
- ก. Coaxial
 - ข. Microwave
 - ค. Shielded Twisted Pair
 - ง. Unshielded Twisted Pair
 - จ. Fiber Optic
28. ข้อความต่อไปนี้หมายถึงข้อใด “เป็นสายทองแดง 8 เส้นบิดเกลียวคู่ ไม่มีฉนวนหุ้ม มีการส่งข้อมูลแบบดิจิทัลและส่งข้อมูลด้วยอัตราส่งสูงถึง 100 Mbps ในระยะทางไม่เกิน 100 เมตร”
- ก. Coaxial
 - ข. Twin lead
 - ค. Shielded Twisted Pair
 - ง. Unshielded Twisted Pair
 - จ. Fiber Optic

29. ข้อใดไม่ใช่สื่อกลางแบบไร้สาย (Wireless Media)
- ก. Microwave
 - ข. Coaxial
 - ค. Satellite
 - ง. Infrared
 - จ. Bluetooth
30. เกณฑ์การเลือกใช้สื่อกลางในสถานที่ที่เต็มไปด้วยคลื่นรบกวนต่าง ๆ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม ควรเลือกสื่อกลางที่ทนทานต่อการรบกวนได้เป็นอย่างดี หมายถึงข้อใด
- ก. สภาพแวดล้อม
 - ข. ความเร็ว
 - ค. ต้นทุน
 - ง. ความปลอดภัย
 - จ. ระยะทางและการขยาย
31. ข้อใดไม่ใช่ข้อพิจารณาการเลือกเทคโนโลยีเครือข่าย
- ก. ภาพแบบของเครือข่าย
 - ข. สายสัญญาณและอุปกรณ์
 - ค. อุปกรณ์เครือข่าย
 - ง. ระบบปฏิบัติการเครือข่าย
 - จ. ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต
32. ข้อใดไม่ใช่มาตรฐานของการบริการจัดการเครือข่าย
- ก. Network Administrator
 - ข. Performance Management
 - ค. Fault Management
 - ง. Configuration Management
 - จ. Accounting Management
33. Netstat เป็นคำสั่งสำหรับตรวจสอบอะไรในเครือข่าย
- ก. การทดสอบว่าโฮสต์ปลายทางได้เชื่อมต่อกับระบบไอพีอยู่หรือไม่
 - ข. การกำหนดเส้นทางการถ่ายไปยังปลายทาง โดยทำการส่ง Packet Echo Protocol
 - ค. การแสดงรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวกับสถานะและเส้นทาง
 - ง. การตรวจสอบ Domain Name
 - จ. จัดการกับที่อยู่ของคอมพิวเตอร์ในเครือข่าย

34. คำสั่งที่ใช้ตรวจสอบ DNS ว่าตรงกับ IP Address อะไรและยังให้บริการได้อยู่หรือไม่คือข้อใด
- Ping
 - Netstate
 - Tracroute
 - Nslookup
 - Ipconfig
35. PRTG Network Monitor เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่อะไร
- ตรวจสอบเครือข่ายที่จับ Packet ผ่านการ์ดเครือข่าย
 - ควบคุมดูแลและจัดการระบบเครือข่าย
 - การควบคุมและดูแลการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์
 - แสดงรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวกับสถานะและเส้นทาง
 - ดักจับข้อมูลในระบบที่ใช้เครือข่ายร่วมกัน
36. จากภาพต้องใช้สวิตซ์ที่มีขายตามท้องตลาดกี่พอร์ต

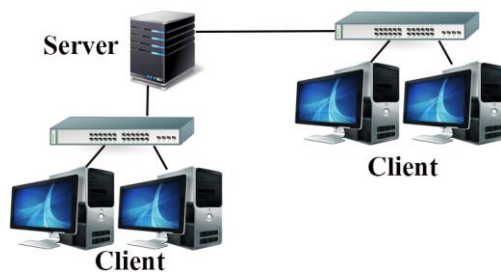
- 8 พอร์ต
- 9 พอร์ต
- 16 พอร์ต
- 24 พอร์ต
- 48 พอร์ต




- ลักษณะของสาย UTP ที่มีแกนกลางพลาสติกกั้นสายทั้ง 4 คู่ให้อยู่แยกจากกันคือข้อใด
 - CAT 5
 - CAT 5E
 - CAT 6
 - CAT 6A
 - CAT 7
38. การเดินสาย UTP Cate 5 มีระยะทางการเชื่อมต่อสูงสุดไม่เกินกี่เมตร
- 500 เมตร
 - 200 เมตร
 - 150 เมตร
 - 100 เมตร
 - 50 เมตร
39. จากภาพเป็น Connector สาย Fiber แบบใด
- แบบ MT JR
 - แบบ ST
 - แบบ SC
 - แบบ PC
 - แบบ MTP



40. สื่อนำสัญญาณชนิดใดที่รองรับอัตราความเร็วการรับ ส่งข้อมูลที่ 1000 Mbps
- Fiber Optics
 - UTP
 - STP
 - Coaxial
 - Access Point
41. ข้อใดไม่ใช่ปัญหาเกี่ยวกับการเชื่อมต่อในระดับชั้น Network
- Routing Protocol บน Router ไม่ทำงาน
 - ปัญหายังไม่ได้รับการแจกไอพีแอดเดรส
 - ปัญหา Connector ชำรุด
 - ปัญหาการจัดตั้งค่า Default Gateway ที่ผิดพลาด
 - ปัญหาไอพีแอดเดรสชนกัน
42. ปัญหาเกี่ยวกับการเข้าหัวสายไม่ดีหรือการใช้รหัสสีไม่ถูกต้องคือปัญหาระดับชั้นใด
- ระดับชั้น Physical
 - ระดับชั้น Data Link
 - ระดับชั้น Network
 - ระดับชั้น Transport
 - ระดับชั้น Presentation และ Application
43. DNS Server ไม่ทำงาน เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร
- TCP/IP
 - ระดับชั้น Data Link
 - ระดับชั้น Network
 - FTP
 - ไม่สามารถติดต่อกับ Server ปลายทางได้
44. จากภาพเป็นการแก้ไขปัญหาด้านใด



- การเสียบสาย Fiber Optic ไม่ถูกต้อง
- ระบบจ่ายไฟของ Switch Hub เสียหาย
- ปัญหา IP Address ซ้ำกัน
- ปัญหาคอขวด
- ปัญหาผู้ใช้งาน

45. การใช้คำสั่งตรวจสอบเครือข่ายที่แสดงข้อความ “Replay from 10.0.1.1: byte = 32 time = 6ms TTL 64” เป็นผลจากการใช้คำสั่งใด
- Netstat
 - Ping
 - Nslookup
 - Tracert
 - Get mac
46. จากภาพการตรวจสอบเครือข่ายจะต้องตรวจสอบสิ่งใดเป็นลำดับแรก
- 
- ตรวจสอบ สวิตช์
 - ตรวจสอบ เซิร์ฟเวอร์
 - ตรวจสอบ การ์ดเครือข่าย
 - ตรวจสอบ สายสัญญาณ
 - ตรวจสอบปลั๊กไฟ
47. ปัญหาคอขวดที่ Server เกิดจากสาเหตุใด
- CPU ทำงานหนัก
 - หน่วยความจำไม่เพียงพอ
 - Hard Disk บน Server ทำงานไม่ทัน
 - การตอบสนองช้าเพราะมีผู้เข้าไปใช้งาน Server มาก
 - ทุกข้อเป็นปัญหาคอขวดของ Server
48. ข้อใดเป็นการ Monitoring การใช้งานของระบบเครือข่าย
- Internet Access Monitor for Eserv
 - Network File Monitor Professional
 - Sniffer
 - Firewall
 - IP Convert Ipv4 to Ipv6
49. การตรวจสอบอัตราการรับส่งข้อมูลและอัตราการสูญเสีย ในเครือข่ายจะใช้คำสั่งใด
- Ping
 - Nslookup
 - Netstat
 - Tracert
 - User Add

50. การตรวจสอบ สมบัติค่าของ IP Address มีขั้นตอนอย่างไร

- ก. Network and Internet -> Internet Protocol (TCP\IP V4 Property) -> Network Connections -> Local Area Connection -> Property
- ข. Network and Internet Property -> Network Connections -> Local Area Connection
- ค. Network Connections -> Local Area Connection ->Property -> Internet Protocol (TCP\IP V4 Property) \ Network and Internet
- ง. Network and Internet -> Network Connections -> Local Area Connection -> Property -> Internet Protocol (TCP\IP V4 Property)
- จ. Network Connections -> Network and Internet -> Local Area Connection -> Internet Protocol (TCP\IP V4 Property) -> Property

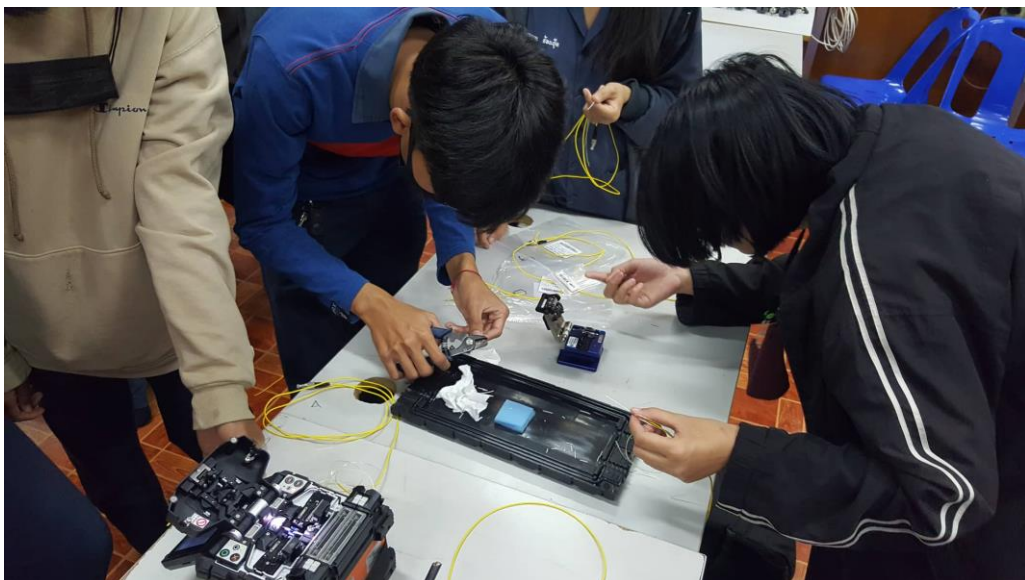
เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 50 ข้อ

ข้อที่ 1	ค. IEEE 802.3	ข้อที่ 26	ข. Half Duplex Transmission
ข้อที่ 2	ง. Twisted Pair	ข้อที่ 27	จ. Fiber Optic
ข้อที่ 3	ค. 2.4 GHz	ข้อที่ 28	ง. Unshielded Twisted Pair
ข้อที่ 4	ข. Token Ring	ข้อที่ 29	ข. Coaxial
ข้อที่ 5	ก. Token Ring	ข้อที่ 30	ก. สภาพแวดล้อม
ข้อที่ 6	จ. Fiber Optics	ข้อที่ 31	จ. ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต
ข้อที่ 7	ก. 100 Mbps	ข้อที่ 32	ก. Network Administrator
ข้อที่ 8	ข. มาตรฐานของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ซึ่งจะนำมาเชื่อมต่อกับระบบโทรศัพท์	ข้อที่ 33	ค. การแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ที่ เกี่ยวกับสถานะและเส้นทาง
ข้อที่ 9	จ. TCP/IP, IPX	ข้อที่ 34	ง. Nslookup
ข้อที่ 10	ค. 53 Byte	ข้อที่ 35	ข. ควบคุมดูแลและจัดการระบบ
ข้อที่ 11	ค. Application Layer	ข้อที่ 36	ข. 8 พอร์ต
ข้อที่ 12	จ. Physical Layer	ข้อที่ 37	ค. CAT 6
ข้อที่ 13	ง. ติดต่อสื่อสารระหว่างระบบที่มี ความแตกต่างกัน	ข้อที่ 38	ง. 100 เมตร
ข้อที่ 14	ก. จัดการเกี่ยวกับ Address, Data	ข้อที่ 39	ค. แบบ SC
ข้อที่ 15	ข. 20 bytes	ข้อที่ 40	ก. Fiber Optics
ข้อที่ 16	ก. DNS	ข้อที่ 41	ค. ปัญหา Connector ชำรุด
ข้อที่ 17	ค. 21	ข้อที่ 42	ก. ระดับชั้น Physical
ข้อที่ 18	ง. Class A	ข้อที่ 43	ก. TCP/IP
ข้อที่ 19	ก. หมายเลขประจำเครื่องคอมพิวเตอร์	ข้อที่ 44	ง. ปัญหาคอขวด
ข้อที่ 20	จ. เครือข่ายของหน่วยงานการศึกษา	ข้อที่ 45	ข. Ping
ข้อที่ 21	จ. เทคโนโลยีในการสื่อสาร	ข้อที่ 46	ค. ตรวจสอบ สายสัญญาณ
ข้อที่ 22	ค. อัตราความเร็วในการส่งข้อมูล	ข้อที่ 47	จ. ทุกข้อเป็นปัญหาคอขวดของ Server
ข้อที่ 23	ก. เทคโนโลยีในการสื่อสาร	ข้อที่ 48	ก. Internet Access Monitor forEserv
ข้อที่ 24	ง. Digital Signal	ข้อที่ 49	ค. Netstat
ข้อที่ 25	ค. Encoder	ข้อที่ 50	ง. Network and Internet -> Network Connections -> Local Area Connection -> Property -> Internet Protocol (TCP\IP V4 Property)

นำผลงานร่วมแสดงงานแข่งขันทักษะและสิ่งประดิษฐ์คนรุ่นใหม่
ระดับอาชีวศึกษาจังหวัด เพชร



นำชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง นำมาใช้ประกอบการเรียนการสอน
วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 30105-2002 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร
วิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563





ผลจากการวิจัยได้นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จากการศึกษาค้นคว้า ตลอดจนการฝึกปฏิบัติอย่างจริงจังทำให้นักศึกษามีความรู้ ทักษะด้านการ ปฏิบัติงานตรงกับความต้องการตลาดแรงงาน สถานประกอบการ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ สูงขึ้น สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องที่ศึกษา ชุมชนและท้องถิ่นได้เป็นอย่างดี

ภาคผนวก ฉ

- บันทึกข้อความเผยแพร่ผลงานวิชาการชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
- หนังสือตอบรับการเผยแพร่บทความวิจัย
- เผยแพร่บนเว็บไซต์ของสถานศึกษา
- ตีพิมพ์วารสารบัณฑิตศึกษาปริทรรศน์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
- เกียรติบัตร การอบรมเชิงปฏิบัติการเขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์วารสารทางวิชาการ

บันทึกข้อความเผยแพร่ผลงานวิชาการชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง



บันทึกข้อความ

วิทยาลัยเทคนิคแพร่	
เลขรับ.....	812507/607
วันที่.....	๑๙๐๖/๕๗
เวลา.....	๑๐๐๖
รับ.....	ศรีใจดี

ส่วนราชการ... สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ... วิทยาลัยเทคนิคแพร่...
ที่..... วันที่ ๑๗ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่บทความวิจัยผ่านทางเว็บไซต์วิทยาลัยและสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ
การอาชีวศึกษา

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

เนื่องด้วยข้าพเจ้า นายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำผลงาน
วิชาการเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-
๕๐๐๔ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พุทธศักราช ๒๕๕๗
บัดนี้ได้จัดทำผลวิชาการดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงขออนุญาตวิทยาลัยฯ เผยแพร่ผลงาน
ดังกล่าว ผ่านทางเว็บไซต์วิทยาลัยและเผยแพร่ให้กับสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาดำเนินการต่อไป

- รณ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่
๑. เพื่อโปรดทราบ เพื่อโปรดพิจารณา
 ๒. เห็นควร () มอบ () แจง
 - () รองฯ ฝ่ายบริหารทรัพยากร
 - () รองฯ ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ
 - () รองฯ ฝ่ายพัฒนากิจการนักเรียนนักศึกษา
 - () รองฯ ฝ่ายวิชาการ
 ๓. เห็นควร มอบ แจง
 หน.ศป.วิจ.ภ

๑๙ ธ.ค. ๖๓

(นายเอกชัย ไก่แก้ว)

ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ

กทบ:

(นายกิตติศักดิ์ คำผัด)

ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
หัวหน้าสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

เรียน ผู้อำนวยการ

๑. เพื่อโปรดทราบ

๒. เห็นควรมอบ

หน.ศป.วิจ.ภ

๑๙ ธ.ค. ๖๓

๑๙ ธ.ค. ๖๓

- ทรพ

- มอบ หน.ศป.วิจ.ภ

18 ธ.ค. 63

หนังสือตอบรับการเผยแพร่บทความวิจัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานบริหารงานทั่วไป ฝ่ายบริหารทรัพยากร

ที่ /๒๕๖๔ วันที่ ๖ มกราคม ๒๕๖๔

เรื่อง รายงานการรับเอกสาร (ตอบรับการเผยแพร่เอกสารทางวิชาการ)

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

วิทยาลัยเทคนิคแพร่
เลขรับ..... ๑๖๓๐.๗๖๔
วันที่..... ๒๕๖๔
เวลา..... ๑๕.๐๐ น.
ผู้รับ..... ธีรวิทย์

ด้วยงานบริหารงานทั่วไปได้รับหนังสือตอบรับการเผยแพร่เอกสารทางวิชาการ ตามหนังสือวิทยาลัยเทคนิคแพร่ ที่ ศธ ๐๖๓๐.๗/๓๑๒๗ ลงวันที่ ๒๑ ธันวาคม ๒๕๖๓ จากสถานศึกษาต่าง ๆ รายละเอียดดังนี้

๑. วก.ผาง	ที่ ศธ ๐๖๒๐.๐๖/๑๔๗๘	ลงวันที่ ๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๓
๒. วท.ตาก	ที่ ศธ ๐๖๒๓.๐๘/๘๖๖	ลงวันที่ ๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๓
๓. วอศ.แพร่	ที่ ศธ ๐๖๓๐.๘/๙๔๑	ลงวันที่ ๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๓
๔. วอศ.นครสวรรค์	ที่ ศธ ๐๖๓๒.๒/๑๒๕๑	ลงวันที่ ๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๓
๕. วทจ.กฟผ.แม่เมาะ	ที่ ศธ ๐๖๒๒.๑๗/๐๘๕๔	ลงวันที่ ๒๕ ธันวาคม ๒๕๖๓
๖. วท.นครปฐม	ที่ ศธ ๐๖๑๘.๑/๑๕๔๑	ลงวันที่ ๒๕ ธันวาคม ๒๕๖๓
๗. วก.ไชยา	ที่ ศธ ๐๖๔๒.๑๕/๘๖๐	ลงวันที่ ๒๘ ธันวาคม ๒๕๖๓
๘. วชท.พิจิตร	ที่ ศธ ๐๖๔๓.๖/๑๓๕๒	ลงวันที่ ๒๘ ธันวาคม ๒๕๖๓
๙. วท.กำแพงเพชร	ที่ ศธ ๐๖๓๒.๔/๕๓๓๔	ลงวันที่ ๒๙ ธันวาคม ๒๕๖๓
๑๐. วท.อุบลราชธานี	ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/๒๐๙๐	ลงวันที่ ๒๙ ธันวาคม ๒๕๖๓
๑๑. วชท.สตูล	ที่ ศธ ๐๖๔๖.๑๐/๙๙๓	ลงวันที่ ๒๙ ธันวาคม ๒๕๖๓
๑๒. วช.เพชรบูรณ์	ศธ ๐๖๒๔.๑๓/๑๐๒๓	ลงวันที่ ๒๙ ธันวาคม ๒๕๖๓
๑๓. วก.เชียงราย	ที่ ศธ ๐๖๒๒.๐๕/๖๘๖	ลงวันที่ ๓๐ ธันวาคม ๒๕๖๓
๑๔. วอศ.สิงห์บุรี	ที่ ศธ ๖๑๖.๖/๑๔๕๐	ลงวันที่ ๓๐ ธันวาคม ๒๕๖๓
๑๕. วท.ดอกคำใต้	ศธ ๐๖๒๒.๑๑/๐๐๑	ลงวันที่ ๔ มกราคม ๒๕๖๔
๑๖. วทก.เชียงราย	ที่ ศธ ๐๖๓๐.๗/๐๐๔	ลงวันที่ ๔ มกราคม ๒๕๖๔
๑๗. วท.เพชรบุรี	ที่ ศธ ๐๖๑๙.๓/๐๑	ลงวันที่ ๔ มกราคม ๒๕๖๔
๑๘. วท.ร้อยเอ็ด	ที่ ศธ ๐๖๒๖.๗/๑๐๐๔	ลงวันที่ ๕ มกราคม ๒๕๖๔
๑๙. วก.ชุมพวง	ที่ ศธ ๐๖๓๖.๑๑/๐๐๖	ลงวันที่ ๕ มกราคม ๒๕๖๔
๒๐. วก.ศรีสะเกษ	ที่ ศธ ๐๖๒๓.๐๕/๑๑	ลงวันที่ ๖ มกราคม ๒๕๖๔

- เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่
- เพื่อโปรดทราบ เพื่อโปรดพิจารณา
 - เห็นควร () มอบ () แจ้งจึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ
 - () รองฯ ฝ่ายบริหารทรัพยากร
 - () รองฯ ฝ่ายงบประมาณและความร่วมมือ
 - () รองฯ ฝ่ายนโยบายและพัฒนานักศึกษา
 - () รองฯ ฝ่ายวิชาการ

เห็นสมควร () มอบ () แจ้ง
อธิการบดี ธีรวิทย์

สม.ต.๒๕
นางสาวตรี ตายัน

เจ้าหน้าที่งานบริหารงานทั่วไป

- ทรพ
- ผอ. ตรีเอกชัย ไร่แก้ว
ธมต ๒๔

82๐๒๕๖4

11 มี.ค. 2564



ที่ ศธ ๐๐๖๓๐.๗/๒๖๖๒๗

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคแพร่
๕ ถนนเหมืองหิต ต.โนนเวียง
อ.เมือง จ.แพร่ ๕๔๐๐๐

๒๖ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาทุกแห่ง

สิ่งที่ส่งมาด้วย	๑. บทคัดย่อ	จำนวน ๑ ชุด
	๒. แบบตอบการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ	จำนวน ๑ แผ่น

ด้วยนายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้ดำเนินการศึกษาการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๕๐๐๔ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ เพื่อให้มีและเลื่อน วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ นั้น

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว เพื่อให้ความรู้ต่อผู้ที่สนใจและใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนและขอความอนุเคราะห์ตอบรับผลงานทางวิชาการ ดังกล่าว และส่งคืนวิทยาลัยฯ จักเป็นพระคุณอย่างยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายอัศวิน ช่มอาวุธ)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีแพร่ รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

ฝ่ายบริหารทรัพยากร / งานบริหารงานทั่วไป

โทรศัพท์ ๐ ๕๔๕๑ ๑๑๔๒ ต่อ ๕๐๐๑

โทรสาร ๐ ๕๔๕๑ ๑๘๑๑

ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ : TECPHRAE@HOTMAIL.COM

ที่ ศธ ๐๖๒๓.๐๘/๘๖๖



วิทยาลัยเทคนิคตาก
๑๙๕ หมู่ ๓ ถนนเจริญยุทธหัตถี
ตำบลป่ามะม่วง อำเภอเมือง
จังหวัดตาก ๖๓๐๐๐

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคแพร่ ที่ ศธ ๐๖๓๐.๗/ว ๓๑๒๗ ลงวันที่ ๒๑ ธันวาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้เผยแพร่ผลงานทางวิชา ของ นายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคแพร่ เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง วิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๔๐๐๔ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ความละเอียดแจ้งแล้ว นั้น

วิทยาลัยเทคนิคตาก ได้รับเอกสารเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และจะนำไปใช้ประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายจักรภพ เนวะมาตย์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคตาก

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ/งานวิจัยพัฒนา นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์

โทรศัพท์/โทรสาร. ๐-๕๕๕๑-๔๒๓๑

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : วิทยาลัยเทคนิคตาก

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๘/๙๕๑



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยอาชีวศึกษาแพร่
๔ ถนนยันตรกิจโกศล ตำบลในเวียง
อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ ๕๔๐๐๐

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่เอกสารทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

อ้างถึง หนังสือ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ที่ ศธ ๐๖๓๐๗/๓๑๒๗ ลงวันที่ ๒๑ ธันวาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคแพร่ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการของ นายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สังกัด วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้ดำเนินการศึกษาการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๙๐๐๔ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ เพื่อให้มีและเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ นั้น

บัดนี้ วิทยาลัยอาชีวศึกษาแพร่ ได้รับทศัตถ์ผลงานทางวิชาการดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว และจึงขอส่งแบบตอบรับผลงานทางวิชาการ มาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายโอภาส ปัญญาพฤษ)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคดอกคำใต้ รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาแพร่

งานบริหารงานทั่วไป ฝ่ายบริหารทรัพยากร

โทรศัพท์ ๐ ๕๔๕๑ ๑๒๘๖

โทรสาร ๐ ๕๔๕๑ ๑๑๗๔

ระบบงานสารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ AMS : วิทยาลัยอาชีวศึกษาแพร่

E:mail : Phrae02@vec.mail.go.th



ที่ ศธ ๐๖๓๒.๒ / ๑๒๕๑

วิทยาลัยอาชีวศึกษานครสวรรค์
๑๙๓ ถนนมาตุลี อำเภอเมืองฯ
จังหวัดนครสวรรค์ ๖๐๐๐๐

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่เอกสารทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

อ้างอิง หนังสือ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ที่ ศธ ๐๐๖๓๐.๗/ว๓๑๒๗ ลงวันที่ ๒๑ ธันวาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคแพร่ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา ได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการของ นายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้ดำเนินการศึกษาการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๙๐๐๔ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการเพื่อให้มีและเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ นั้น

บัดนี้ วิทยาลัยอาชีวศึกษานครสวรรค์ ได้รับทศด้อยผลงานทางวิชาการดังกล่าวเรียบร้อยแล้วจึงขอส่งแบบตอบรับผลงานทางวิชาการ มาพร้อมหนังสือนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายชาญนัฏฐ์ อูสาหะ)

รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษานครสวรรค์

งานวิจัย พัฒนา นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ

โทร. ๐ ๕๖๒๒ ๑๓๖๐ ต่อ ๒๑๒

โทรสาร ๐ ๕๖๒๒ ๑๐๖๘

เว็บไซต์ www.nwvoc.ac.th

สถานศึกษารางวัลพระราชทาน ประจำปีการศึกษา ๒๕๕๗

สถานศึกษาพอเพียง ประจำปีการศึกษา ๒๕๖๐



ที่ ศธ ๐๖๒๒.๑๗/๐๗๕๔

วิทยาลัยเทคโนโลยีและการจัดการ กฟผ. แม่เมาะ
ต.แม่เมาะ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง ๕๒๒๒๐

๒๕ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่เอกสารทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคแพร่ที่ ศธ ๐๖๓๐.๗/ว๓๑๒๗ ลงวันที่ ๒๑ ธันวาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคแพร่ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการของ นายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้ดำเนินการศึกษาการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๔๐๐๔ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการเพื่อให้มีและเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ นั้น

บัดนี้ วิทยาลัยเทคโนโลยีและการจัดการ กฟผ. แม่เมาะ ได้รับทศด้อยผลงานทางวิชาการดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว จึงขอส่งแบบตอบรับผลงานทางวิชาการ มาพร้อมหนังสือนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายรุ่งโรจน์ อาริยะ)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีชัยนาท

รักษาการในตำแหน่ง ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคโนโลยีและการจัดการ กฟผ. แม่เมาะ

ฝ่ายบริหารทรัพยากร/งานประชาสัมพันธ์

โทรศัพท์ ๐ ๕๔๓๓ ๐๗๓๗ ต่อ ๑๐๑๒

โทรสาร ๐ ๕๔๓๓ ๐๗๓๗

<http://www.egtech.ac.th>



ที่ ศธ ๐๖๔๒.๑๕/๒๖๐



วิทยาลัยการอาชีพไชยา
๒๒๑ หมู่ ๑ ตำบลเวียง อำเภอไชยา
จังหวัดสุราษฎร์ธานี ๘๔๑๑๐

๒๘ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่เอกสารทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคแพร่ ที่ ศธ ๐๖๓๐.๗/ว๓๑๒๗ ลงวันที่ ๒๑ ธันวาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคแพร่ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการของ นายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ สังกัด วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้ดำเนินการศึกษาการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง วิชาระบบ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕ - ๙๐๐๔ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อเป็นผลงานทาง วิชาการ เพื่อให้มีและเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ นั้น

บัดนี้ วิทยาลัยการอาชีพไชยา ได้รับบทคัดย่อผลงานทางวิชาการดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุรินทร์ นวลรอด)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพไชยา

งานบริหารงานทั่วไป

ฝ่ายบริหารทรัพยากร

โทร. ๐ ๗๗๓๑ ๐๙๕๔ - ๕

โทรสาร ๐ ๗๗๔๓ ๑๕๙๓

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : suratthanio๕@vec.mail.go.th



ที่ ศธ ๐๖๓๒.๔/๕๓๓๑

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร
ถนนปิ่นดำริห์ อำเภอเมือง
จังหวัดกำแพงเพชร ๖๒๐๐๐

๒๙ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเซกา

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคเซกา ที่ ศธ ๐๖๒๔.๕/ว ๕๒๙ ลงวันที่ ๑ ตุลาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคเซกา ได้จัดส่งผลงานของนางสาวเยาวลักษณ์ ชมภูวัฒน์มา
ตำแหน่ง ผู้อำนวยการวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำผลงานวิจัย เรื่อง รูปแบบการบริหารงาน
สถานศึกษาเพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนด้านอาชีวศึกษาให้ตรงกับความต้องการตลาดแรงงาน เพื่อขอมือหรือ
เลื่อนวิทยฐานะเชี่ยวชาญ และใช้เป็นประโยชน์ในการบริหารจัดการสถานศึกษาต่อไป ความละเอียดแจ้งแล้ว นั้น

วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ได้รับหนังสือเผยแพร่ผลงานวิจัย ดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว
และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายสถาพร โพธิ์หวี)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ/งานวิจัยพัฒนานวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์

โทร. ๐-๕๕๗๑-๑๐๙๐ ต่อ๗๑๑

โทรสาร ๐-๕๕๗๑-๑๒๐๐



ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/ ๒๐๙๐

วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
๕ ถ.แจ้งสนิท ต.ในเมือง
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี
๓๔๐๐๐

๒๙ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่เอกสารทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยวิทยาลัยเทคนิคแพร่ ที่ ศธ ๐๐๖๓๐.๗/ว ๓๑๒๗ ลงวันที่ ๒๑ ธันวาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคแพร่ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการของ นายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้ดำเนินการศึกษาการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๙๐๐๔ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ และขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ ให้แก่วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ความละเอียดแจ้งแล้ว นั้น

บัดนี้ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ได้รับทศด้อยผลงานทางวิชาการดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายธাত্রี พิบูลมณฑา)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

ฝ่ายวิชาการ

โทร. ๐-๔๕๒๔-๐๕๗๗, ๐-๔๕๒๖-๒๕๖๖ ต่อ ๔๐๕

โทรสาร ๐-๔๕๒๔-๐๕๗๖

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : Ubonratchatani๐๒

E-Mail : mail@utc.ac.th

“นครแห่งธรรม นครแห่งเทียน นครแห่งการพัฒนา นครแห่งความฮักแพง”



ที่ ศธ ๐๖๒๒.๐๕/๒๙๖

วิทยาลัยการอาชีพเชียงราย
อ.เมือง จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๓๐ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่เอกสารทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคแพร่ ที่ ศธ ๐๖๓๐.๗/ว ๓๑๒๗ ลงวันที่ ๒๑ ธันวาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคแพร่ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการของ นายเอกชัย ไก่แก้ว ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้ดำเนินการศึกษาการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๙๐๐๔ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการเพื่อให้มีและเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ นั้น

บัดนี้ วิทยาลัยการอาชีพเชียงรายได้รับบทคัดย่อผลงานทางวิชาการดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว จึงขอส่งแบบตอบรับผลงานทางวิชาการมาพร้อมหนังสือนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายชัยสิทธิ์ สง่างาม)

รองผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชินีแม่ฮ่องสอน รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ

โทรศัพท์ ๐-๕๓๗๗-๔๕๘๘

โทรสาร ๐-๕๓๗๗-๔๕๘๘

www.cric.ac.th

Email : pr.cric.2014@gmail.com

เผยแพร่บนเว็บไซต์ของสถานศึกษา



ตัวกรอง 50 **กรอง**

หัวเรื่อง	จัด
การศึกษาระบบการจัดการแบบอัจฉริยะ: การบริการอินเทอร์เน็ต ในการให้บริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ของสถานศึกษา (ครูเอกชัย ไก่แก้ว)	จัด 71
เครื่องสลิตน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ Automatic Honey Machine (ครูเอกชัย ไก่แก้ว)	จัด 68
การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (ครูเอกชัย ไก่แก้ว)	จัด 83

ตีพิมพ์วารสารบัณฑิตศึกษาปริทรรศน์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
วิทยาเขตแพร่ ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 (2563)



กองบรรณาธิการวารสารบัณฑิตศึกษาปริทรรศน์
มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตแพร่
เลขที่ ๑๑๑ หมู่ ๕ ตำบลแม่คำมี อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่
โทรศัพท์ ๐-๕๔๖๔-๖๕๕๕ มือถือ ๐๙๓-๑๓๖๖๕๒๓
www.ojs.mcu.ac.th/index.php/JGMP

ที่ อว ๘๐๔๓.๗/๐๓๓

๑๕ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการตีพิมพ์บทความลงวารสารบัณฑิตศึกษาปริทรรศน์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตแพร่

เจริญพร คุณเอกชัย ไก่แก้ว

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิจัย เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๑๐๕-๔๐๐๔ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” มายังกองบรรณาธิการวารสารบัณฑิตศึกษาปริทรรศน์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตแพร่ เพื่อจัดพิมพ์เผยแพร่ลงในวารสาร และได้แก้ไขเพิ่มเติม ตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิอ่านพิจารณาบทความ (Peer Review) แนะนำมาเป็นที่ยอมรับแล้วนั้น

ในกรณีนี้ กองบรรณาธิการวารสารบัณฑิตศึกษาปริทรรศน์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตแพร่ จึงขอแจ้งให้ท่านได้ทราบว่าบทความวิจัยดังกล่าวได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาตามกระบวนการการจัดพิมพ์วารสารเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และจะนำบทความลงตีพิมพ์ในวารสารบัณฑิตศึกษาปริทรรศน์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตแพร่ (ISSN 2408-2457) ปีที่ ๖ ฉบับที่ ๒ ประจำเดือนกรกฎาคม - ธันวาคม พุทธศักราช ๒๕๖๓ ซึ่งวารสารดังกล่าวได้เข้าสู่ฐานข้อมูล TCI แล้ว และขณะนี้อยู่ในช่วงระหว่างดำเนินการจัดพิมพ์วารสาร ท่านสามารถใช้หนังสือฉบับนี้ เพื่อเป็นหลักฐานประกอบการผลงานทางวิชาการหรือสถาบันทางการศึกษาได้

จึงเจริญพรมาเพื่อทราบ

เจริญพร

(พระครูโสภณกิตติบัณฑิต,มศ.ตร.)

หัวหน้ากองบรรณาธิการวารสารบัณฑิตศึกษาปริทรรศน์
มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตแพร่



JGSRP



การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
 วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
 รหัส 3105-9004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
 DEVELOPMENT OF A TRAINING KIT FOR THE PERFORMANCE OF
 OPTICAL COMMUNICATION WORK COMPUTER NETWORKING
 CODE 3105-9004 HIGH DIPLOMA COURSE
 OFFICE OF THE VOCATIONAL EDUCATION COMMISSION

เอกชัย ไก่แก้ว
 Ekkachai Kaikaew
 วิทยาลัยเทคนิคแพร่
 Phrae Technical College
 Email : iven2.ek@gmail.com



บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง 2) เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ใช้ประกอบการเรียนการสอนรายวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามระดับความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่า t-Test

ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง อยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยที่ 4.68 2) ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงที่พัฒนาขึ้นมี

ประสิทธิภาพที่ 82.07/80.71 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจต่อชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.52

คำสำคัญ : ชุดฝึกสมรรถนะ, ใยแก้วนำแสง, งานสื่อสาร

Abstract

This research is to develop with the objectives are 1) to design and develop a performance training kit for optical fiber communication work 2) to find the performance training kit for optical fiber communication work 3) to study the satisfaction of students studying by using a performance training kit for optical fiber communication work. It's used in teaching and learning Computer Networking Courses, Code 3105-9004, Diploma Level (High Vocational Certificate), To be effective as standard with 80/80. The comparison before and after studying. The tools of research are the achievement test and the satisfaction level questionnaire. The data analysis, percentage, Mean, Standard Deviation, and t-Test statistics.

The results of the research were as follows: 1) the development of the capability training kit of communication works via fiber optic was in the highest levels. The average value was 4.68. 2) The developed capability training kit of communication works via fiber optic was efficient at 82.07 / 80.71 which according to the provided criteria. 3) The results of the satisfaction level to the performance training kit for optical fiber communication work was 4.52.

Keywords : Performance training set, Fiber optic, Communication work

บทนำ

แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 มีกรอบเป้าหมายและทิศทางการจัดการศึกษาของประเทศ โดยมุ่งจัดการศึกษาให้คนไทยทุกคนสามารถเข้าถึงโอกาสและความเสมอภาคในการศึกษาที่มีคุณภาพ พัฒนาระบบการบริหารจัดการศึกษา ที่มีประสิทธิภาพ พัฒนาคนให้มีสมรรถนะในการทำงานที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน และการพัฒนาประเทศ แนวคิดการจัดการศึกษาตามแผนการศึกษาแห่งชาติ ยึดหลักสำคัญในการจัดการศึกษาประกอบด้วย หลักการจัดการศึกษาเพื่อปวงชน (Education for All) หลักการจัดการศึกษาเพื่อ ความเท่าเทียม และทั่วถึง (Inclusive Education) หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง (Sufficiency Economy) โดยมียุทธศาสตร์ ด้านการพัฒนากำลังคนหรือทรัพยากรมนุษย์ ให้คนไทยทุกคนได้รับการศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างเป็นสุข สอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21 (แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579, 2560) และพัฒนาคนไทยให้เป็นพลเมืองดี มีคุณลักษณะ ทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับทบบัญญัติของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ และยุทธศาสตร์ชาติ โดยมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญที่จะปฏิรูป การเรียนรู้เพื่อจะพัฒนาศักยภาพของ คนไทยให้ก้าวสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ได้อย่างเข้มแข็ง โดยเน้นความสำคัญที่ผู้เรียนใช้วิธีการเรียนรู้อย่างกว้างขวางสามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิตและ หลากหลายมีคุณภาพและประสิทธิภาพ จากการศึกษาปฏิรูปการศึกษาดังกล่าว สำนักงาน คณะกรรมการการอาชีวศึกษาจึงได้มีนโยบายและการปรับบทบาทการจัดการอาชีวศึกษาเพื่อให้ สสนองต่อความต้องการของตลาดแรงงานทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ โดยปัจจุบันเทคโนโลยี การสื่อสารของโลกในทุกวันนี้ได้พัฒนาเติบโตขึ้นทุกวัน เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตและระบบ เครือข่ายได้มีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก (วิชัย นระมาตย์, 2561) ในระบบการสื่อสารข้อมูลปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) มาใช้ในการ เชื่อมโยงระบบต่าง ๆ เข้าด้วยกันทั้งเรื่องของความปลอดภัย ความครอบคลุมของการเชื่อมต่อ และความรวดเร็ว การพัฒนาในด้านการศึกษาให้มีความเจริญก้าวหน้าทันกับเทคโนโลยีที่ พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว กล่าวได้ว่าการศึกษาทางด้านเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง เป็นส่วนสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรให้มีการเรียน การสอนเพื่อสามารถพัฒนาบุคลากรให้ มีความรู้ความสามารถก้าวหน้าทันเทคโนโลยี ที่มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วตลอดจนระบบต่าง ๆ เช่น การซ่อมบำรุงรักษาระบบโครงข่ายการสื่อสาร ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความเข้าใจในหลักการ และขั้นตอนการทำงานในส่วนต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติงาน การซ่อมบำรุงอุปกรณ์ การ ประยุกต์ใช้งานหรือ ประกอบในการเรียนขั้นสูงต่อไป

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ได้จัดการเรียนการสอนสายอาชีพประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) และระดับปริญญาตรีเทคโนโลยีหรือสายปฏิบัติการ (ทล.บ.) เพื่อป้อนเข้าสู่ตลาดแรงงานและสอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการและเทคโนโลยีที่ทันสมัย สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ได้จัดการเรียนการสอนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2557 (สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ, 2562) โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจและมีทักษะเกี่ยวกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ อันจะเป็นพื้นฐานในการประยุกต์ใช้กับวิชาชีพในสาขาอื่นต่อไป จากการสอบถามข้อมูลผู้สอนรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ในด้านสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังจาก การจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา พบว่า 1) การเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ขาดชุดฝึกที่มีลักษณะงานการฝึกปฏิบัติที่สอดคล้องกับเทคโนโลยีเครือข่ายที่มีในปัจจุบัน หรือที่มีอยู่ก็เป็นชุดฝึกระบบเครือข่ายแบบเดิมที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกัน เก้าและชาร์ตตามสภาพ 2) การเรียนการสอนในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติผู้ทำหน้าที่สอนยังคงใช้ชุดฝึกเป็นแบบเก่าและวิธีการสอนแบบครูเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ 3) สถานศึกษาจำนวนมากที่ยังขาดแคลนชุดฝึกโยแคว้นำแสงที่ทันสมัย เนื่องจากชุดทดลองมีราคาสูง บางสถานศึกษาไม่มีงบประมาณเพียงพอที่จะจัดซื้อ 4) ผลการเรียนในภาคปฏิบัติ ยังมีผลการปฏิบัติงานในระดับต่ำ ในส่วนของสถิติผลการเรียนรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ในปีการศึกษา 2560 และ 2561 พบว่า นักศึกษามีผลการเรียนในระดับปานกลาง (เกรด 2-2.5) เป็นจำนวนมาก จากเหตุผลและปัญหาดังที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยสนใจสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง เพื่อใช้สำหรับแก้ปัญหาสมรรถนะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาดังกล่าว

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
- 2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

ศึกษารายละเอียดของหลักสูตรรายวิชา วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้แก่ จุดมุ่งหมายของหลักสูตร หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตร โครงสร้างหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชาและคำอธิบายรายวิชา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเขียนเนื้อหาสาระและการกำหนดกิจกรรมสำหรับผู้เรียน

1.1 ศึกษาหลักการพัฒนาสื่อการสอน ให้บทเรียนมีความน่าสนใจและชวนให้ติดตาม จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ตำรา หนังสือเรียน สื่อออนไลน์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

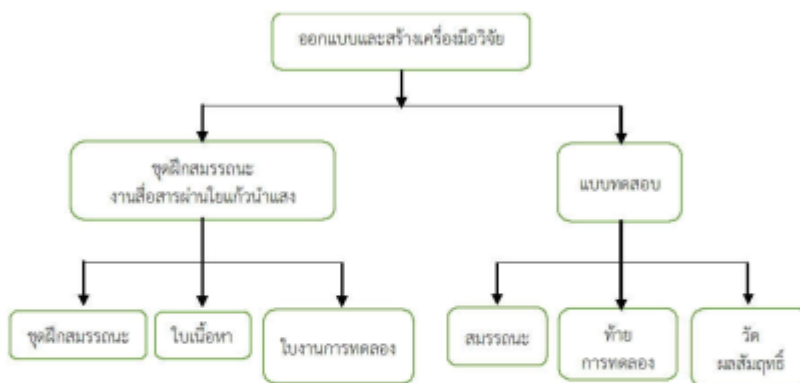
1.2 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบ หาประสิทธิภาพและความรู้เกี่ยวกับสมรรถนะ

วิชา

1.3 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4 ศึกษาเกี่ยวกับใยแก้วนำแสงเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างชุดฝึกสมรรถนะ

2. ออกแบบและสร้างเครื่องมือวิจัย ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย ชุดฝึกสมรรถนะและแบบทดสอบ



ภาพที่ 1 แสดงการออกแบบและสร้างเครื่องมือวิจัย

3. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

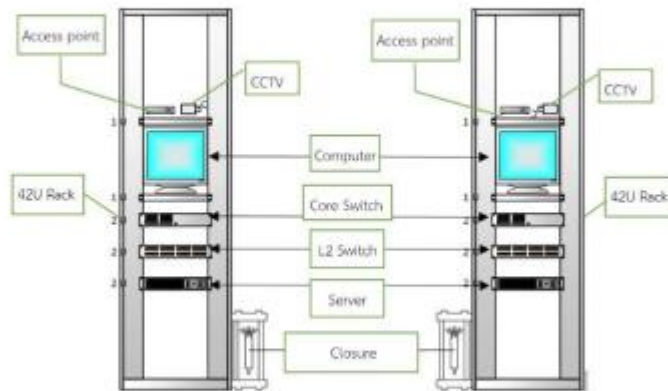
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้มาโดยการเลือกสุ่มอย่างง่าย นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004 ปีการศึกษา 2562 รวมจำนวน 35 คน แบ่งเป็น กลุ่มทดลอง 14 คน และกลุ่มควบคุม 21 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย โดยวิธีการจับฉลาก (Sample Random Sampling)

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบทางการเรียนก่อนเรียน โดยใช้เวลาในการทดสอบจำนวน 1 ชั่วโมง ให้นักศึกษากลุ่มควบคุมจำนวน 21 คน ใช้วิธีการเรียนการสอนแบบเดิมและนักศึกษากลุ่มทดลอง จำนวน 14 คน โดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงจำนวน 6 เรื่องโดยทั้ง 2 กลุ่มใช้ใบเนื้อหา ใบงานการทดลอง แบบทดสอบท้ายการทดลองและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 ที่ผู้เรียนศึกษาและปฏิบัติตลอดหลักสูตรการศึกษา เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ครบหมดทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยให้นักศึกษากลุ่มทดลองทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและนำมาคำนวณการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 นำผลที่ได้จากการทดสอบภาคปฏิบัติมาบันทึกผลลงตารางสมรรถนะที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้

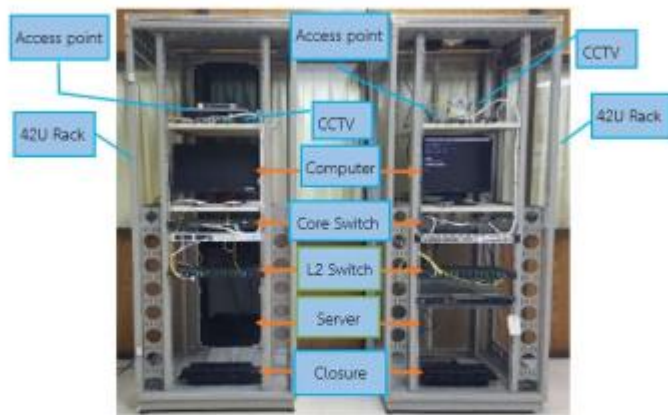
3.3 การออกแบบและสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง การออกแบบและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 คือ ส่วนที่ 1 ประกอบด้วย ชุดฝึกสมรรถนะ ใบเนื้อหา ใบงานการทดลอง ส่วนที่ 2 คือแบบทดสอบ ประกอบด้วย แบบทดสอบสมรรถนะ แบบทดสอบท้ายการทดลองและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงการออกแบบชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง
ทำการติดตั้งอุปกรณ์เครือข่ายและเชื่อมต่อสายนำสัญญาณตามที่กำหนดแสดง
ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงการสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จากการออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินความคิดเห็นต่อชุดฝึกสมรรถนะงานงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง พบว่าค่าเฉลี่ยรวมระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงมีค่าเท่ากับ 4.68 แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ ระดับมากที่สุด

2. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

2.1 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วย t-Dependent สมมติฐานงานวิจัยกลุ่มทดลองที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากสมมติฐาน $H_0 =$ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ก่อนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน $H_0 : \mu_1 = \mu_2$, $H_1 =$ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน $H_1 : \mu_2 > \mu_1$ กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

คะแนน	N	\bar{X}	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	14	22.21	2.22	19.79	28.39	13	0.000
หลังเรียน	14	42.00	4.31				

จากตารางที่ 1 พบว่า การทดสอบคะแนนของกลุ่มทดลองมีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 22.21 และมีคะแนนหลังเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 42.00 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่า คะแนนสอบหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ค่า Sig.(1-tailed) = 0.00 < 0.05 Sig. แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ สมมติฐาน H_1 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุมด้วย t-Dependent ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน ดังตารางที่ 2

วารสารบัณฑิตศึกษาปริทรรศน์ มจร วิทยาเขตแพร่ ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2563) 73

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

คะแนน	N	\bar{X}	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	21	22.04	2.63	14.00	14.47	20	0.000
หลังเรียน	21	31.14	2.57				

ตารางที่ 2 พบว่า การทดสอบคะแนนของกลุ่มควบคุม มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 22.04 และมีคะแนน หลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 31.14 พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ใช้สถิติทดสอบค่า t-Independent ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	\bar{X}	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig.(1-tailed)
กลุ่มทดลอง	14	42.00	4.31	10.86	9.34	33	0.000
กลุ่มควบคุม	21	31.14	2.57				

จากตารางที่ 3 พบว่า การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 42.00 กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 31.14 เมื่อเปรียบเทียบแล้ว มีความแตกต่างกันเท่ากับ 10.86 ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง โดยกลุ่มทดลอง ได้จากกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนจากระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
หลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ที่มาของคะแนน	ประสิทธิภาพ (ร้อยละ)
กระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน	82.07
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	80.71

จากตารางที่ 4 เมื่อพิจารณาคะแนนที่ได้จากการเรียนรู้ระหว่างเรียน มีค่าเท่ากับ 82.07 และคะแนน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีค่าเท่ากับ 80.71 สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของ ชุดฝึกสมรรถนะที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพที่ระดับ 82.07/80.71 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ มาตรฐาน 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2.3 ผลการประเมินสมรรถนะของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านโยแก้วนำแสง พบว่านักศึกษาที่ทดสอบผ่านด้านความรู้ผ่านการทดสอบด้านทักษะและเจตคติคิด เป็นร้อยละ 100 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80

3. ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านโยแก้วนำแสง

พบว่าค่าเฉลี่ยรวมระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านโยแก้วนำแสง มีค่า 4.52 แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาแต่ละประเด็น นักศึกษามีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 8 ข้อ โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย 3 ลำดับ ดังนี้ 1) นักศึกษาร่วมจัดกิจกรรมด้วยความตั้งใจ และ นักศึกษาผลิตเพลินขณะร่วมจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย 4.69) 2) ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านโยแก้วนำแสงสามารถสร้างแรงจูงใจให้อยากเรียน ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านโยแก้วนำแสงง่ายต่อการเรียนรู้ และมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา (ค่าเฉลี่ย 4.62) และ 3) ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านโยแก้วนำแสงจัดตำแหน่งและวางอุปกรณ์ได้ชัดเจนและได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านโยแก้วนำแสง (ค่าเฉลี่ย 4.54) และมีความพึงพอใจในระดับมาก จำนวน 6 ข้อ โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย 2 ลำดับ ดังนี้ คือ 1) มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ (ค่าเฉลี่ย 4.46) และ 2) ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านโยแก้วนำแสงมีขนาดเหมาะสมในการฝึกปฏิบัติ ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านโยแก้วนำแสง เป็นสื่อการสอนที่น่าสนใจ ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านโยแก้วนำแสงสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ทำให้นักศึกษาอยากเรียนวิชานี้ ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่าน

วารสารบัณฑิตศึกษาปริทรรศน์ มจร วิทยาเขตแพร่ ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2563) 75

โยแก้วนำแสงมีความสะดวกในการเชื่อมต่อวงจร และการฝึกปฏิบัติด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านโยแก้วนำแสงสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ได้ (ค่าเฉลี่ย 4.38)

การอภิปรายผลการวิจัย

1. ด้านการออกแบบสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านโยแก้วนำแสง สำหรับใช้ประกอบในการเรียนการสอนรายวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 ของนักศึกษาระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ดังนี้

1.1 ผลวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านโยแก้วนำแสง วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ดำเนินการตรวจสอบ คุณภาพด้วยแบบประเมิน ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านโยแก้วนำแสง โดยมีระดับความคิดเห็น มีค่า 4.68 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพมากที่สุด สอดคล้องกับ ฉลองวุฒิ ศรีทองบริบูรณ์ (2563) ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญต่อการตรวจสอบคุณภาพชุดฝึกทักษะปฏิบัติวิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่อง งานตัด งานเจียรใน และงานเจาะ ด้วยกระบวนการสอนรูปแบบ MIAP สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.16

1.2 ผลวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของใบงานการทดลองต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยออกแบบสร้างและประกอบลงในชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านโยแก้วนำแสง เพื่อให้การทำงานของชุดฝึกสมรรถนะเป็นไปตามข้อกำหนดอย่างสมบูรณ์ โดยวิธีการเชื่อมต่อ การทดสอบด้วยเครื่องมือและชุดคำสั่ง ตามจุดที่กำหนดไว้ โดยคิดเป็นค่าร้อยละ ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านโยแก้วนำแสง พบว่าทุกรายการที่ผ่านการทดสอบการทำงานได้ตรงข้อกำหนดทั้งหมดคิดเป็นร้อยละของจุดที่ถูกต้อง และจุดที่ไม่ถูกต้อง จากการทดสอบประสิทธิภาพต่อการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะ เมื่อพบข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานของนักศึกษาได้ทำจดบันทึก แล้วนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขแต่ละรายการให้สมบูรณ์ถูกต้องทั้งหมดอีกครั้ง และในการทดลองซ้ำครั้งที่ 2 ของการทดสอบประสิทธิภาพต่อการทำงานตามข้อกำหนดหลังจากมีการแก้ไขปรับปรุงการทำงานชุดฝึกสมรรถนะสมบูรณ์ดีแล้วทุกจุด สอดคล้องกับ สัญญา โพธิ์วงษ์ (2561) ผลการวิเคราะห์ทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงาน ร้อยละ 100

2. ด้านการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านโยแก้วนำแสง

2.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 ของกลุ่มทดลอง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ผลการเรียนรู้ก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.21 และหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 42.00 ซึ่งหลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม พบว่ามีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 22.04 และมีคะแนน หลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 31.14 พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับ เอกกรินทร์ วาโย (2560) พบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกการเรียนรู้ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ 0.05 เป็นไปตามสมมติฐานและเมื่อเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 42.00 กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 31.14 เมื่อเปรียบเทียบแล้ว มีความแตกต่างกันเท่ากับ 10.86 ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.2 ผลการวิจัยพบว่าการทดสอบหาประสิทธิภาพเปรียบเทียบระหว่างการเรียนรู้ระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนตามในเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 มีค่าเท่ากับ 82.07/80.71 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับ ฉลองวุฒิ ศรีทองบริบูรณ์ (2563) ที่ได้สร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะปฏิบัติวิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่อง งานตัด งานเจียรระโน และงานเจาะ ด้วยกระบวนการสอนรูปแบบ MIAP สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลการวิจัยพบว่า ค่าประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะปฏิบัติ เท่ากับ 81.02/80.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 และวิชัย นระมาตย์ (2561) ศึกษาการหาประสิทธิภาพของชุดประลองระบบการสื่อสารทางแสง วิชาการสื่อสารทางแสง (E_1/E_2) จากการเรียนชุดประลองระบบการสื่อสารทางแสงพบว่า ประสิทธิภาพกระบวนการและประสิทธิภาพผลลัพธ์ เท่ากับ 80.82 /81.67 ซึ่งมีค่าไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เนื่องจากชุดประลองระบบการสื่อสารทางแสง วิชาการสื่อสารทางแสง ที่สร้างขึ้นได้ผ่านการวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาตามลำดับ

2.3 ผลการประเมินสมรรถนะของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง พบว่า กลุ่มทดลองที่ทดสอบสมรรถนะในด้านความรู้ ผ่านในครั้งเดียว คิดเป็นร้อยละ 82.38 และนักศึกษาที่ผ่านการปรับปรุงคิดเป็นร้อยละ 17.62 ส่วนด้านทักษะและเจตคตินักศึกษาทดสอบผ่านทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 100

2.4 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงมีค่า 4.52 มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด สอดคล้องกับศกุนี ค้ายอด และคณะ

วารสารบัณฑิตศึกษาปริทรรศน์ มจร วิทยาเขตแพร่ ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2563) 77

(2561) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น ร่วมกับการ จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ควรมีการชี้แจงข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับเงื่อนไขข้อปฏิบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ ส่งผลทำให้กิจกรรมการเรียนการสอนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

1.2 การนำชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ไปใช้ประกอบการเรียนการสอน ครูผู้สอนควรดูแล คอยเอาใจใส่ให้คำปรึกษา อย่างใกล้ชิดเป็นพิเศษและต่อเนื่อง

1.3 ครูผู้สอน สร้างเหตุการณ์จำลองที่เกิดขึ้นกับระบบ ฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ การระดมสมอง การแก้ปัญหาร่วมกันทำงานเป็นทีม เพื่อใหม่ทักษะในการปฏิบัติงาน

1.4 ครูผู้สอน ควรเชื่อมโยงงานในรายวิชา โดยนำความรู้มาบูรณาการ เพื่อให้นักศึกษาได้เกิดแนวคิด สร้างสรรค์นวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ สามารถแก้ไขปัญหาให้กับชุมชนและท้องถิ่นได้

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 นำแนวทางในการวิจัยครั้งนี้พัฒนาชุดฝึกสมรรถนะในหัวข้อเรื่องอื่น ๆ ในรายวิชาการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อจะได้ชุดฝึกทดลองไว้ใช้ได้ครบทั้งวิชา

2.2 ควรมีการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะนี้ ขยายผลให้ไปใช้กับสถานศึกษาอื่น ๆ ที่มีการจัดการเรียนการสอนวิชานี้

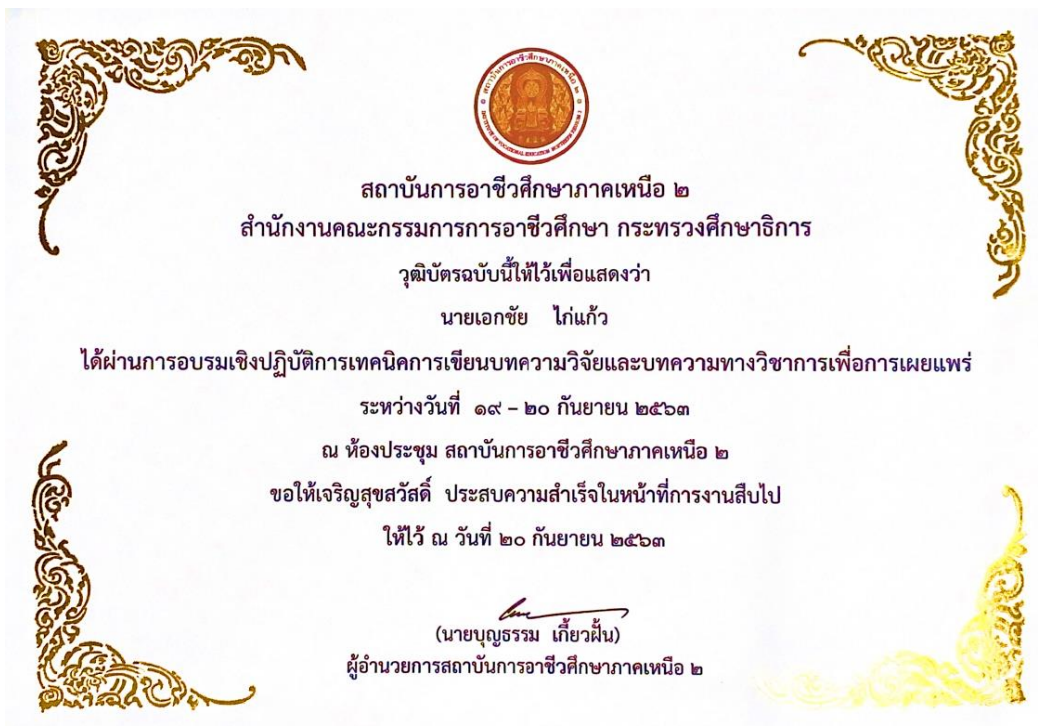
เอกสารอ้างอิง

- สมบูรณ์ อธิวิสิฐพงศ์. (2555). การสื่อสารใยแก้วนำแสง Fiber Optic Communication. กรุงเทพฯ : ทริปเพิ้ลกรุ๊ป.
- บุญยวีร์ จามจรกุล. (2550). ระบบการสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2553). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

- จตุชัย แพงจันทร์. (2551). เจาะระบบ Network 2nd Edition. นนทบุรี : บริษัทไอดีซี อินโฟดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์.
- สัญญา โพธิ์วงษ์. (2560). การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. บอร์ด WD 81-84 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556. สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556) การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน.วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย. ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 (มกราคม - มิถุนายน 2556).
- ฉลองวุฒิ ศรีทองบริบูรณ์. พัฒนาชุดฝึกทักษะปฏิบัติ วิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่อง งานตัดงานเจียรระโน และงานเจาะ ด้วยกระบวนการสอนรูปแบบ MIAP สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. Silpakorn Educational Research Journal. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย. Volume 12. Issue 1, 2020: pp.281-296.
- วิชัย นระมาตย์. การพัฒนาชุดประลองระบบการสื่อสารทางแสง วิชาการสื่อสารทางแสง. วารสารศรีวนาลัยวิจัย. ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2561 หน้า 75.
- ศกุนี ค้ายอด และพงษ์คณัย จิตตวิสุทธิกุล. (2560). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด. การประชุมวิชาการระดับชาติการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 5-6 มีนาคม 2561.
- เอกรินทร์ วาโย (2560). การพัฒนาชุดฝึกการเรียนรู้ออนไลน์ โดยใช้กระบวนการเรียนแบบร่วมมือ รายวิชาการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น. วารสารการอาชีวศึกษาและเทคโนโลยี. ปีที่ 7 ฉบับที่ 14. กรกฎาคม – ธันวาคม 2560.
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี (2562). ไยแก้วนำแสง. เรียกใช้เมื่อ 21 ธันวาคม 2562 จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/ใยแก้วนำแสง>.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2562). แผนการศึกษาชาติ พ.ศ.2560 -2579. เรียกใช้เมื่อ 21 ธันวาคม 2562 จาก <http://www.onec.go.th/index.php/book/BookView/1540>.
- สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ. (2562). หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557. เรียกใช้เมื่อ 23 ธันวาคม 2562 จาก <http://bsq2.vec.go.th/course/ปวส/ปวส7/course57.html>.



เกียรติบัตร การอบรมเชิงปฏิบัติการเขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์
ลงวารสารทางวิชาการ



หนังสือรับรองมาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ



หนังสือรับรองมาตรฐานอาชีพ

STATEMENT OF ATTAINMENT

หนังสือรับรองมาตรฐานอาชีพนี้ให้ไว้กับ

นายเอกชัย ไก่แก้ว

มีสมรรถนะตามมาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพชั้น 2

This is to certify that

Mr. Eakachai Kaikaew

has attained unit(s) of competency in Professional Qualification Level 2

สาขาวิชาชีพ / Sector : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และดิจิทัลคอนเทนต์ / Information and Communications Technology and Digital Content

สาขา / Sub – Sector : การสื่อสารโทรคมนาคม / Telecommunication

อาชีพ / Occupation : ช่างโครงข่ายปลายทางด้านเครือข่ายใยแก้วนำแสง / Fiber Optics Networks Technician

ตามมาตรฐานอาชีพปี พ.ศ. 2557 / Occupational Standard Year 2014

โดยมีหน่วยสมรรถนะที่ผ่านทั้งหมด 4 หน่วย / Unit(s) of Competency Achieved : 4 units

ICT-TLC-2-020ZA	ตรวจแก่บริการ FTTx / Fix FTTx Service
ICT-TLC-2-022ZA	ติดตั้งบริการ FTTx / Install FTTx Service
ICT-TLC-2-024ZA	ตรวจแก่สายกระจายใยแก้วนำแสง / Fix Optical Fiber Drop Cable
ICT-TLC-2-026ZA	ติดตั้งสายกระจายใยแก้วนำแสง / Install Optical Fiber Drop Cable



เลขที่ของบุคคลที่ได้รับการรับรอง / Certification Number : OCCN-0155A-63/001-000020

เลขที่หนังสือรับรอง / Statement Number : OSCN-0155A/ICT-TLC-2-352203-A-63/000020

เลขที่องค์กรรับรอง / Accredited Assessment Center Number : CB-0155-A

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี / King Mongkut's University of Technology Thonburi

ออกให้ วันที่ 15 ตุลาคม 2563 / Awarded on 15 October 2020

หมดอายุ วันที่ 14 ตุลาคม 2566 (มีอายุ 3 ปี) / Expired on 14 October 2023

ลงชื่อ

(นายพนพล ปิยะตระกูล)

ผู้อำนวยการสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ

Director General

Thailand Professional Qualification Institute

สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ
BE PROFESSIONAL
ก็มีอาชีพสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) 1177 อาคารเพิร์ล แสงสีทอง ชั้น 14 ถนนพหลโยธิน แขวงพญาไท เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400
Thailand Professional Qualification Institute (Public Organization) 1177 Pearl Bangkok 14 FL, Phaholyothin Rd, Phayathai, Bangkok 10400
www.tpqi.go.th / 0-2035-4900 / 063-373-3926

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย



ชื่อ-นามสกุล นายเอกชัย ไก่แก้ว

ที่อยู่ 5/32 ถนนเหมืองहित ตำบลในเวียง อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ 54000
โทรศัพท์ 0911181119 E-mail: iven2.ek@gmail.com

สังกัด วิทยาลัยเทคนิคแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง

ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2550 ปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วท.ม.) เทคโนโลยี
อินเทอร์เน็ตและสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนเรศวร
พ.ศ. 2540 ปริญญาตรี ประกาศนียบัตรครุเทคนิคชั้นสูง (ปทส.)
สาขาไฟฟ้าสื่อสาร วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน
พ.ศ. 2536 ประกาศนียบัตรวิชาชั้นสูง (ปวส.) สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคนิคแพร่

ประวัติการทำงาน

19 พฤษภาคม 2540 อาจารย์ 1 ระดับ 3 วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชินี
แม่ฮ่องสอน
24 ธันวาคม 2547 ครู คศ.1 วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชินีแม่ฮ่องสอน
1 เมษายน 2552- 2560 ครู คศ.2 วิทยาลัยเทคนิคแพร่
10 มิถุนายน 2560 ครู คศ.3 วิทยาลัยเทคนิคแพร่

หน้าที่พิเศษ

- หัวหน้างานบริหารทั่วไป
- หัวหน้างานศูนย์ข้อมูลและสารสนเทศ
- อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรปริญญาตรี เทคโนโลยีบัณฑิต (ทล.บ.)

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2

ประสบการณ์

- คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรระดับปริญญาตรีสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือ
สายปฏิบัติการ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2

- คณะกรรมการดำเนินโครงการเทคโนโลยีสารสนเทศในโรงเรียนชนบท (ทสรช.) ในโครงการพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
- คณะกรรมการกำหนดรายละเอียดครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ และ Simulator วิทยาลัยเทคโนโลยีและการจัดการ กฟผ. แม่เมาะ จ.ลำปาง
- คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2555
- คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2555
- คณะกรรมการตัดสินการแข่งขันทักษะออกแบบ Webpage และ ออกแบบคอมพิวเตอร์กราฟิก ระดับอาชีวศึกษาจังหวัดแพร่ 2554-2558
- คณะกรรมการตัดสินการแข่งขันทักษะออกแบบ Webpage และ ออกแบบคอมพิวเตอร์กราฟิก ระดับภาคเหนือ พ.ศ. 2555
- คณะกรรมการตัดสินการแข่งขันทักษะออกแบบ Webpage และ ออกแบบคอมพิวเตอร์กราฟิก ระดับภาคเหนือ พ.ศ. 2554
- คณะกรรมการโครงการพัฒนาหลักสูตรแกนกลางอาชีวศึกษาเป็นหลักสูตรฐานสมรรถนะเข้ากรอบมาตรฐานหลักสูตร ปวช. และ ปวส. พ.ศ. 2553
- คณะกรรมการตัดสินการแข่งขันทักษะออกแบบ Webpage และ ออกแบบคอมพิวเตอร์กราฟิก ระดับชาติ ครั้งที่ 20
- ศึกษาดูงาน ประเทศจีน ณ Yunan College of Foreign Affairs and Foreign Languages April 2015

รางวัล

- ได้รับคัดเลือกเป็นครูผู้สอนดีเด่น ประจำปี พ.ศ. 2555 สังกัด วิทยาลัยเทคนิคแพร่
- ได้รับเครื่องหมายเชิดชูเกียรติ "หนึ่งแสนครูดี" ประจำปี 2555 ในฐานะเป็นผู้ปฏิบัติตนตามมาตรฐานวิชาชีพและจรรยาบรรณของวิชาทางการศึกษา
- ครูผู้สอนดีเด่น กลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา ประจำปี 2557
- เป็นครูดีเด่นด้านการจัดทำเครื่องมือประเมินมาตรฐานรายวิชาเพื่อการเทียบโอนผลการเรียนรู้ ของสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2557
- รางวัล The Best Oral Presentation Award ประเภท เทคโนโลยีนวัตกรรม การประชุมวิชาการเทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ครั้งที่ 4 “การเพิ่มความสามารถในการแข่งขันด้านเทคโนโลยีนวัตกรรม การจัดการเรียนการสอนและบริหารจัดการด้านอาชีวศึกษา” 2563
- ได้รับรองมาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพสาขาวิชาชีพเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และดิจิทัลคอนเทนต์ สาขาการสื่อสารโทรคมนาคม (Telecommunication) อาชีพช่างโครงข่ายปลายทางด้านเครือข่ายใยแก้วนำแสง ชั้น 2

รหัสนักวิจัย วช.

รหัส 1195059

ทุนวิจัย

- ได้รับทุนวิจัยและพัฒนาในโครงการพัฒนาต้นแบบเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ เพื่อการผลิตระดับชุมชน ของสถาบันไทย-เยอรมัน สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีงบประมาณ 2562

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและนำไปใช้ประโยชน์

- พ.ศ. 2549 การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษาแม่ฮ่องสอนเขต 1

- พ.ศ. 2557 รายงานการใช้เอกสารประกอบการสอนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-2010 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

- พ.ศ. 2561 การศึกษาระบบการจัดการแบบอัจฉริยะ การบริการอินเทอร์เน็ต ในการให้บริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของสถานศึกษา

- พ.ศ. 2562 การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

- พ.ศ. 2563 การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะในวิชาหลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นโดยใช้เครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา