ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

Training Kit for the Performance of Optical

เอกชัย ไก่แก้ว[1*] กิตติศักดิ์ คำผัด[1] วุฒิชัย คำมีสว่าง[1] ดำรงค์ สุพล[2] และทวี ไพกุมภัณฑ์[2]

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคแพร่

5 ถนนเหมืองหิต อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ 54000

[2] สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยอาชีวศึกษาแพร่

4 ถนนยันตรกิจโกศล อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ 54000

Ekkachai Kaikaew[1*] Kittisak Khumpad[1] Wootichai Kammesawang[1] Damrong Supol[2] and Tawee Paikoompan[2]

[1]Department of Information Technology, Phrae Technical College

5 Mueanghid Road, Mueang, Phrae, Thailand, 54000

[2]Department of Business Computer Program, Phrae Vocational College

4 Yantrakitkosol Road, Mueang, Phrae, Thailand, 54000

[*]ผู้รับผิดชอบบทความ: iven2.ek@gmail.com เบอร์โทรศัพท์ 09-1118-1119

Received: 15 November 2020, Revised: 18 June 2021, Accepted: 29 June 2021

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง 2) เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง และ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 35 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 14 คน กลุ่มควบคุม จำนวน 21 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ 1) แบบประเมินชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง 2) แบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางเรียน 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

คำสำคัญ ชุดฝึกสมรรถนะ ใยแก้วนำแสง งานสื่อสาร

Abstract

The purposes of this research were 1) to develop the fiber optic communication performance training kit, 2) to find the efficiency of the fiber optic communication performance training kit, and 3) to compare the post-learning achievement between the experimental group and the control group in computer networking system subject (Subject Code 3105-9004) in High Vocational Certificate, Office of the Vocational Education Commission.

The sample groups consisted of 35 students in the 1st year from the branch of Electronics at Phrae Technical College who enrolled in computer networking system subject 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 fiber optic communication performance training kit; 2) the learning achievement test. The statistics used to analyze the data were mean and standard deviation. The hypothesis was tested with t-test dependent and t-test independent statistics. The results of the research were as follows: 1) the development of the fiber optic communication performance training kit was in the highest levels. The average value was 4.68, 2) the developed fiber optic communication performance training kit was efficient at 82.07 / 80.71 which was according to the provided criteria, and 3) the post-learning achievement of the experimental group was significantly higher than the control group at 0.05.

Keywords: Performance Training set, Fiber Optic, Communication Work

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารของโลกในทุกวันนี้ได้พัฒนาเติบโตขึ้นทุกวัน เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตและระบบเครือข่าย ได้เข้ามามีบทบาทต่อการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก ในระบบการสื่อสารข้อมูลปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) มาใช้ในการเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ เข้าด้วยกันทั้งเรื่องของความปลอดภัย ความครอบคลุมของการเชื่อมต่อ และความรวดเร็ว การพัฒนาในด้านการศึกษาให้มีความเจริญก้าวหน้าทันกับเทคโนโลยีที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว กล่าวได้ว่าการศึกษาทางด้านเทคโนโลยีการสารสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงเป็นส่วนสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรให้มีการเรียน การสอนเพื่อสามารถพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ความสามารถก้าวทันเทคโนโลยี ที่ได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วตลอดจนระบบต่าง ๆ เช่น การซ่อมบำรุงรักษาระบบโครงข่ายการสื่อสาร ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความเข้าใจในหลักการและขั้นตอนการทำงานในส่วนต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติงาน การซ่อมบำรุงอุปกรณ์การประยุกต์ใช้งานหรือใช้ประกอบในการเรียนชั้นสูงต่อไป

วิทยาลัยเทคนิคแพร่ เป็นสถานศึกษาในสังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ ได้จัดการเรียนการสอนสายอาชีพประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) และระดับปริญญาตรีเทคโนโลยีหรือสายปฏิบัติการ (ทล.บ.) เพื่อป้อนเข้าสู่ตลาดแรงงานและสอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการและเทคโนโลยีที่ทันสมัย สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ได้จัดการเรียนการสอนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2557 [1] โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจและมีทักษะเกี่ยวกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ อันจะเป็นพื้นฐานในการประยุกต์ใช้กับวิชาชีพในสาขาอื่นต่อไป จากการสอบถามข้อมูลผู้สอนรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ในด้านสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนและผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังจาก การจัดการเรียนการสอน ที่ผ่านมา พบว่า 1) การเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ขาดชุดฝึกที่มีลักษณะงานการฝึกปฏิบัติที่สอดคล้องกับเทคโนโลยีเครือข่ายที่มีในปัจจุบัน หรือที่มีอยู่ก็เป็นชุดฝึกระบบเครือข่ายแบบเดิมที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกัน เก่าและชำรุดตามสภาพ 2) การเรียนการสอนในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติผู้ทำหน้าที่สอนยังคงใช้ชุดฝึกเป็นแบบเก่าและวิธีการสอนแบบครูเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ 3) สถานศึกษาจำนวนมากที่ยังขาดแคลนชุดฝึกใยแก้วนำแสงที่ทันสมัย เนื่องจากชุดทดลองมีราคาสูง บางสถานศึกษาไม่มีงบประมาณเพียงพอที่จะจัดซื้อ 4) ผลการเรียนในภาคปฏิบัติอยู่ในระดับต่ำและสถิติ

ผลการเรียนรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์พบว่านักเรียนมีผลการเรียนในระดับปานกลาง (เกรด 2) เป็นจำนวนมาก จากเหตุผลและปัญหาดังที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยสนใจสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง เพื่อใช้สำหรับแก้ปัญหาสมรรถนะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาดังกล่าว

2. ทฤษฎีและวิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 ทฤษฎี

2.1.1 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Networking System) หมายถึงการนำคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไปเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเพื่อใช้ข้อมูล โปรแกรมหรืออุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ บางชนิดใช้งานร่วมกันได้เช่น Printer, Hard disk, CD ROM, Scanner เป็นต้น การเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน จะใช้สายเคเบิล สายใยแก้วนำแสง หรือดาวเทียม และจะต้องมีตัวกลางเชื่อมต่อเครือข่ายงาน (Network Adapter) และอุปกรณ์ประกอบอีกหลายชนิด ซึ่งยังมีโปรแกรมระบบปฏิบัติการเครือข่ายหรือ NOS (Network Operating System) ซึ่งจะทำหน้าที่เกี่ยวกับการจัดการ การใช้งานเครือข่าย ของผู้ใช้งานเครือข่ายแต่ละคนหรือเป็นตัวจัดการและควบคุมการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ของเครือข่าย การใช้ประโยชน์ของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้านต่าง ๆ เช่น

1) การใช้ทรัพยากรในระบบร่วมกัน (Sharing)

2) การแชร์ไฟล์ (File Sharing)

3) การติดต่อสื่อสาร (Communication)

4) การใช้อินเทอร์เน็ตร่วมกัน (Internet Sharing)

การแบ่งระบบเครือข่ายตามขนาด การแบ่งรูปแบบนี้จะดูขนาดการครอบคลุมพื้นที่เป็นสำคัญ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะดังนี้

1) ระบบเครือข่ายขนาดเล็ก (Local Area Network: LAN)

2) ระบบเครือข่ายเมือง (Metropolitan Area Network: MAN)

3) ระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง (Wide Area Network: WAN)

การจำแนกระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ตามระดับความปลอดภัยของข้อมูล [2] จำแนกได้ดังนี้

1) ระบบเครือข่ายอินทราเน็ต (Intranet)

2) ระบบเครือข่ายเอ็กซ์ทราเน็ต (Extranet)

3) อินเทอร์เน็ต (Internet)

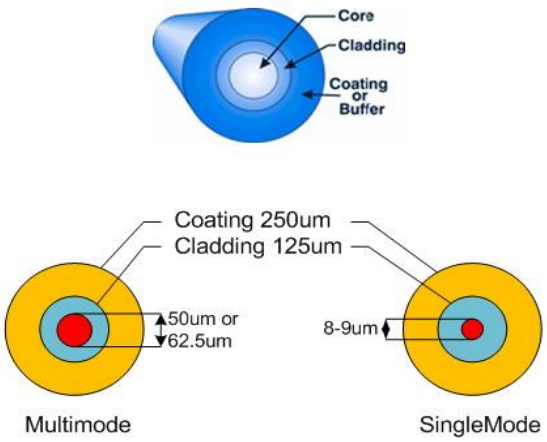
2.1.2 ใยแก้วนำแสง หรือ ไฟเบอร์ออปติก (Fiber Optic)

ไฟเบอร์ออปติก (Fiber Optic) ผลิตจากแก้วหรือพลาสติกคุณภาพสูง มีความยืดหยุ่นและโค้งงอได้ มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียง 8 -10 ไมครอน (10 ไมครอน = 10 ในล้านส่วนของเมตร $=10\times10^{-6}$ =0.00001 เมตร = 0.01 มิลลิเมตร) ซึ่งเล็กกว่าเส้นผมที่มีขนาด 40-120 ไมครอน ใยแก้วนำแสงทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งแสงจากปลายด้านหนึ่งไปยังปลายอีกด้านหนึ่ง ด้วยความเร็วเกือบเท่าแสง เมื่อนำมาใช้ในการสื่อสารเครือข่าย จึงทำให้การส่ง-รับข้อมูลได้รวดเร็ว รับ-ส่ง ข้อมูลในระยะทางได้มากกว่า 100 กิโลเมตร และเนื่องจากใช้แสงเป็นตัวนำส่งข้อมูล จึงทำให้สัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากภายนอก ไม่สามารถรบกวนการส่งข้อมูลได้ ใยแก้วนำแสงจึงถูกนำมาใช้แทนตัวกลางอื่น ๆ ในการส่งข้อมูล เส้นใยแก้วนำแสงมีส่วนประกอบ 2 ส่วนคือส่วนที่แสงเดินทางผ่านเรียกว่า Core และส่วนที่หุ้ม Core อยู่เรียกว่า Cladding ทั้ง Core และ Cladding เป็น Dielectric ใส 2 ชนิด โดยการทำให้ค่าดัชนีการหักเหของ Cladding มีค่าน้อยกว่าค่าดัชนีการหักเหของ Core เล็กน้อยประมาณ 0.2-3% และอาศัยปรากฏการณ์สะท้อนกลับหมดของแสง สามารถทำให้แสงที่ป้อนเข้าไปใน Core เดินทางไปได้และกล่าวกันว่าเส้นใยแก้วนำแสงนั้นมีขนาดเล็กมากมีขนาดเท่าเส้นผม ซึ่งหมายความว่าขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอกของ Cladding จะมีขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร ส่วน Core ที่แสงเดินทางผ่านนั้น มีขนาดเล็กลงไปอีกคือประมาณหลาย ไมโครเมตร จนถึงหลายสิบไมโครเมตร (1 ไมโครเมตร $=10^{-3}$ มิลลิเมตร) ซึ่งมีค่าหลายเท่าของความยาวคลื่นของแสงที่ใช้งานค่าต่าง ๆ เหล่านี้เป็นค่าที่กำหนดขึ้นจากคุณสมบัติการส่งและคุณสมบัติทางเมคานิกส์ที่ต้องการ เส้นใยแก้วนำแสงนอกจากมีคุณสมบัติการส่งดีเยี่ยมแล้วยังมีลักษณะเด่นอย่างอื่นอีกเช่น ขนาดเล็กน้ำหนักเบา [3]

สายใยแก้วนำแสงมี 2 ชนิด คือ แบบ Multi-Mode (MM) และแบบ Single-Mode (SM) ทั้งสองชนิดนี้มีแตกต่างของคือขนาดของเส้นใยแก้วนำแสงหรือที่เรียกว่า Core [4]

Multi-Mode (MM) ออพติคเคเบิลมีสีส้ม ใยแก้วนำแสงบอกขนาด 50/125 หมายถึง ขนาด Core มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 ไมครอน ขนาดเปลือกหุ้มเส้นผ่านศูนย์กลาง 125 ไมครอน เนื่องจากมีขนาด Core ใหญ่ ทำให้แสงที่เดินทางกระจัดกระจาย ทำให้แสงเกิดการหักล้างกัน จึงมีการสูญเสียของแสงมาก จึงส่งข้อมูลได้ไม่ไกลเกิน 200 เมตร ความเร็วก็ไม่เกิน 100 ล้านบิทต่อวินาที ที่ความยาวคลื่น 850 นาโนเมตร เหมาะสำหรับใช้ภายในอาคารเท่านั้น แต่มีข้อดีก็คือ ราคาถูกเพราะ Core มีขนาดใหญ่ สามารถผลิตได้ง่ายกว่า ดังรูปที่ 1

Single-Mode (SM) ออพติคเคเบิลเป็นสีเหลือง ใยแก้วนำแสงบอกขนาด 9/125 หมายถึง ขนาด Core มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 ไมครอน ขนาดเปลือกหุ้มเส้นผ่านศูนย์กลาง 125 ไมครอน เมื่อ Core มีขนาดเล็กมาก ทำให้แสงเดินทางเป็นระเบียบขึ้น ทำให้เกิดการสูญเสียน้อยลง ความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงสุดประมาณ 2,500 ล้านบิทต่อวินาทีต่อหนึ่งความยาวคลื่นแสงที่ 1300 นาโนเมตร ด้วยระยะทางไม่เกิน 20 กิโลเมตร ระยะทางในการใช้งานจริง ได้ถึง 100 กิโลเมตร แต่ความเร็วจะลดลง แต่ไม่ต่ำกว่า 1,000 ล้านบิทต่อวินาที ข้อดีของ SM อีกอันหนึ่งก็คือ มันจะทำงานที่ความยาวคลื่นที่ 1300 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงที่มีการลดทอนแสงน้อยที่สุด [4] [5] ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ใยแก้วนำแสง แบบ multi - mode (MM) และแบบ Single - mode (SM)

2.1.3 สวิตช์ (Switch)

เป็นอุปกรณ์ในระบบ Computer Network เช่นเดียวกับ Hub ทำหน้าที่เชื่อมต่ออุปกรณ์อื่น ๆ เข้าด้วยกันในระบบ โดยอาศัยการทำ Packet Switching ซึ่งจะรับประมวลผลและส่งข้อมูลต่อไปยังปลายทาง 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 [2] ดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 Switch

Network Switch มีบทบาทใน Ethernet Local Area Networks (LANs) อย่างมาก ตั้งแต่ระบบ ขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ 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)

2.1.4 เราเตอร์ (Router)

เราเตอร์ คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อระบบเครือข่ายอย่างหนึ่ง ซึ่งถ้าแปลความหมายคำว่า Router หมายถึงเส้นทางนั่นเอง ดังนั้น การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย Router ทำให้เราสามารถเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ได้มากกว่าหนึ่งเครื่องในเวลาเดียวกัน ซึ่ง Router นั้นจะมีซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานเรียกว่า Internetwork Operating System (IOS) และตัว Router จะมีช่องที่ใช้เสียบต่อสายสัญญาณเรียกว่า Port LAN ซึ่งโดยทั่วไปมักมี 4 Ports หรือมากกว่า ใน Router 1 ตัว Router มีหน้าที่หาเส้นทางในการส่งผ่านข้อมูลที่ดีที่สุด และเป็นตัวกลางในการส่งต่อข้อมูล

ไปยังเครือข่ายอื่นและ สามารถเชื่อมโยงเครือข่ายที่ใช้สื่อสัญญาณหลายแบบแตกต่างกันได้ไม่ว่าจะเป็น Ethernet, Token Rink 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

2.2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.2.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

1) หลักสูตรรายวิชา วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

2) ศึกษาหลักการพัฒนาสื่อการสอน ให้บทเรียนมีความน่าสนใจและชวนให้ติดตาม จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ตำรา หนังสือเรียน สื่อออนไลน์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3) ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การหาประสิทธิภาพของชุดฝึก และความรู้เกี่ยวกับสมรรถนะวิชา

2.2.2 สูตรและสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

1) สูตรการคำนวณ ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ *[6]*

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n} \quad (1)$$

2) สูตรการคำนวณค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) *[6]*

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

3) สูตรที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพ ค่าเฉลี่ยของคะแนนกระบวนการเรียนรู้ ระหว่างเรียน (E_1) และ ค่าเฉลี่ยของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (E_2) [7]

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\Sigma x}{N}\right]}{A} \times 100 \quad (3)$$

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\Sigma x}{N}\right]}{B} \times 100$$

2.2.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

1) เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ใช้กลุ่มเดียวกัน โดยใช้ t-test (t-dependent) *[6]*

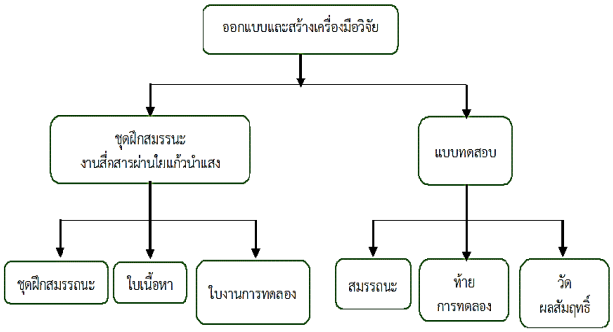
$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{\Sigma D^2-(\Sigma D)^2}{n-1}}} \quad (4)$$

2) เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test (t-independent) *[6]*

$$t = \frac{\bar{x}_1-\bar{x}_2}{\sqrt{\left[\frac{(n_1-1)s_1^2+(n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}\right]\left[\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right]}} \quad (5)$$

2.2.2 ออกแบบและสร้างเครื่องมือวิจัย

การออกแบบและสร้างเครื่องมือวิจัยสำหรับงานวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ 1 ชุดฝึกสมรรถนะประกอบด้วยชุด ฝึกสมรรถนะ ใบเนื้อหา ใบงานการทดลอง ส่วนที่ 2 คือ แบบทดสอบ ประกอบด้วย แบบทดสอบสมรรถนะ แบบทดสอบท้ายการทดลองและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนครบทุกหน่วยการเรียน ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการออกแบบและสร้างเครื่องมือวิจัย

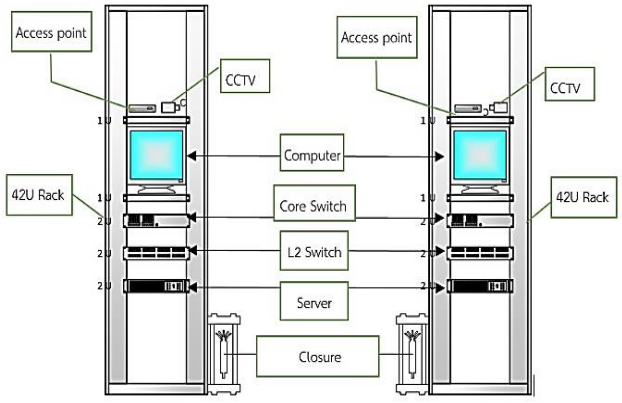
2.2.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.2.3.1 ประชากรของการวิจัยได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004 จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักศึกษาทั้งหมด 35 คน

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

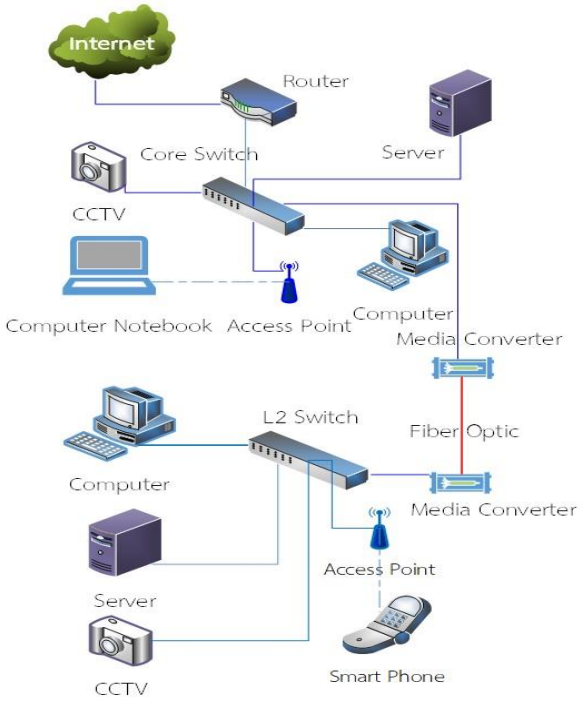
2.5 ออกแบบและสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

การออกแบบวงจรชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง โดยกำหนดตำแหน่งการติดตั้งและการวางอุปกรณ์ประกอบด้วย Server, L2 Switch, Core Switch, Computer กล้อง CCTV และอุปกรณ์กระจายสัญญาณ Access Point อุปกรณ์จะถูกติดตั้งในตู้ RACK ขนาด 42U ทั้ง 2 ตู้แล้วนำแบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบ หลังจากนั้นทำการประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงการออกแบบชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

การออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่าย โดยเชื่อมต่ออุปกรณ์ ประกอบด้วย Server, L2 Switch, Core Switch, Computer กล้อง CCTV และ Access Point โดยการจำลองการเชื่อมต่อเป็นลักษณะ 2 อาคารเชื่อมต่อกันผ่านสายใยแก้วนำแสงซึ่งใช้ Media Converter เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณจากสายใยแก้วนำแสงเป็นสาย LAN ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่าย

การออกแบบสร้างใบงานการทดลองได้นำเอาสมรรถนะงานย่อยจำนวนทั้ง 16 สมรรถนะ มากำหนดเนื้อหาและหัวข้อเรื่องแล้วนำมาสร้างใบงานการทดลอง โดยกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่ผู้เรียนสามารถที่จะปฏิบัติได้ และผู้สอนสามารถวัดและสังเกตได้ เมื่อได้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้ว ก็สามารถจะกำหนดและออกแบบได้ว่าจะทำให้นักศึกษาทำการทดลองอย่างไรเพื่อให้ครอบคลุมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ในใบงานการทดลองยังประกอบด้วย รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ขั้นตอนการปฏิบัติงานและคำถามท้ายการทดลอง มีใบงานการทดลองทั้งหมดจำนวน 5 ใบงาน ดังนี้

1) การเข้าหัวแบบ Fast connector
2) การเชื่อมต่อระบบภาพ (CCTV)
3) การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Internet)

4) การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN)

5) การเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบหลอมละลาย

2.6 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบทางการเรียนก่อนเรียน ใช้เวลาในการทดสอบจำนวน 1 ชั่วโมง

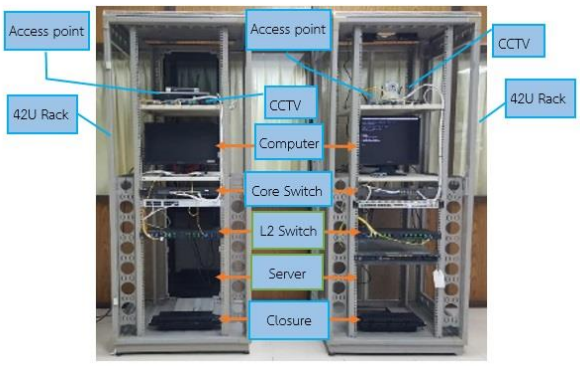
ให้นักศึกษากลุ่มควบคุมจำนวน 21 คน ใช้วิธีการเรียนการสอนด้วยวิธีปกติ และนักศึกษากลุ่มทดลอง จำนวน 14 คน ที่ใช้วิธีการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง จำนวน 5 เรื่อง โดยทั้ง 2 กลุ่มใช้ใบเนื้อหา ใบงานการทดลอง แบบทดสอบ คำถามท้ายการทดลองและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3105-9004 ที่ผู้เรียนศึกษาและปฏิบัติตลอดหลักสูตร

เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้จากการเรียนการสอนประกอบกับการฝึกปฏิบัติ ด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงครบทุกหน่วยการเรียน จึงให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post Test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากนั้นนำค่าเฉลี่ยของคะแนนกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนของกลุ่มทดลอง และค่าเฉลี่ยของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง มาการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 [7]

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

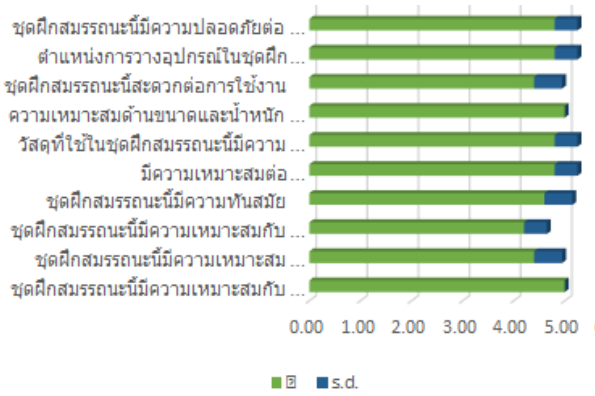
*3.1 ผลการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสาร*ผ่านใยแก้วนำแสง

ผลการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงทำการติดตั้งการวางอุปกรณ์เครือข่ายและเชื่อมต่อตามที่กำหนดแสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจากการออกแบบและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง โดยผู้เชี่ยวชาญ มีผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นภาพรวม อยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.68 S.D.=0.39) แสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

3.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง โดยกลุ่มทดลอง ได้จากกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คะแนนจากกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ที่มาของคะแนน	ประสิทธิภาพ (ร้อยละ)
กระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน	82.07
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน	80.71

จากตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาคะแนนที่ได้จากการเรียนรู้ระหว่างเรียน มีค่าเท่ากับ 82.07 และคะแนน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีค่าเท่ากับ 80.71 สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพที่ระดับ 82.07/80.71 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้สถิติทดสอบ t-test (t-dependent) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

คะแนน	n	$\bar{X}$	S.D.	t	df	Sig.
ก่อนเรียน	14	22.21	2.22	28.39	13	0.000*
หลังเรียน	14	42.00	4.31			

*p < 0.05

จากตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ใช้วิธีการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 42.00 และค่าเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 22.21 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติทดสอบ t-test (t-dependent) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

คะแนน	n	$\bar{X}$	S.D.	t	df	Sig.
ก่อนเรียน	21	22.04	2.63	14.47	20	0.000*
หลังเรียน	21	31.14	2.57			

*p < 0.05

จากตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม ที่ใช้วิธีการเรียนการสอนด้วยวิธีปกติ มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 31.14 และค่าเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 22.04 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติทดสอบ t-test (t-independent) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.	t	df	Sig.
ทดลอง	14	42.00	4.31	9.34	33	0.000*
ควบคุม	21	31.14	2.57			

*p < 0.05

จากตารางที่ 4 การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 42.00 กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 31.14 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนของกลุ่มทดลองที่ใช้วิธีการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้ว สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีการเรียนการสอนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.3 อภิปรายผล

3.3.1 การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำ ดำเนินการตรวจสอบ คุณภาพด้วยแบบประเมินชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง โดยมีระดับความ คิดเห็น มีค่า $\bar{X}$ 4.68, S.D. = 0.39 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพมากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของใบงานการทดลองต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยออกแบบสร้างและประกอบลงในชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง เพื่อให้การทำงานของชุดฝึกสมรรถนะเป็นไปตามข้อกำหนดอย่างสมบูรณ์ โดยวิธีการเชื่อมต่อ การทดสอบด้วยเครื่องมือและชุดคำสั่ง ตามจุดที่กำหนดไว้ จากการทดสอบประสิทธิภาพต่อการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะ เมื่อพบข้อบกพร่องก็ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแต่ละรายการให้สมบูรณ์ถูกต้องทั้งหมดอีกครั้ง และในการทดลองซ้ำครั้งที่ 2 ของการทดสอบประสิทธิภาพต่อการทำงานตามข้อกำหนดหลังจากมีการแก้ไขปรับปรุงการทำงานชุดฝึกสมรรถนะสมบูรณ์ดีแล้วทุกจุด สอดคล้องกับ สัญญา โพธิ์วงษ์ [8] มีผลการวิเคราะห์ทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงาน ร้อยละ 100

3.3.2 การหาประสิทธิภาพของของชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง

ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพเปรียบเทียบระหว่างกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ตามในเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 มีค่าเท่ากับ 82.07/80.71 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าผู้วิจัย ได้นำผลการวิจัยได้นำผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงพัฒนาชุดฝึกสมารถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงให้มีความถูกต้องสมบูรณ์เหมาะกับสภาพการจัดการเรียนการสอนซึ่งสอดคล้องกับ ฉลองวุฒิ ศรีทองบริบูรณ์ [9] ที่ได้สร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะปฏิบัติวิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่อง งานตัด งาน เจียระไน และ

งานเจาะ ด้วยกระบวนการสอนรูปแบบ MIAP มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลการวิจัยพบว่า ค่าประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะปฏิบัติ เท่ากับ 81.02/80.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80

3.3.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 42.00 และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 31.14 พบว่า ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ผู้วิจัยได้ออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง ที่ประกอบด้วย ชุดฝึกสมรรถนะ ใบเนื้อหา ใบงานการทดลอง ที่ผ่านการออกแบบและพัฒนามาเป็นอย่างดี อีกทั้งมีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำปรึกษาจนได้ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงที่มีประสิทธิภาพ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน สอดคล้องกับ ไพรบูลย์ กุลด้วง และคณะ [10] ได้ศึกษาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ผลการศึกษาสรุปได้ว่าประสิทธิผลของการฝึกอบรมบนเว็บด้วยโปรแกรมจำลองสมองกลฝังตัวในระบบควบคุมไฟฟ้าอุตสาหกรรมโดย PLC เท่ากับ 86.00/ 85.41 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มวิชาที่เรียน ด้วยการฝึกอบรมบนเว็บด้วยโปรแกรมจำลองแบบฝังตัวในระบบควบคุมไฟฟ้าอุตสาหกรรมโดย PLC นั้นสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญผู้ที่เรียนรู้ด้วยการฝึกอบรมบนเว็บโดยไม่ใช้โปรแกรมจำลองแบบฝังตัวที่ระดับ 0.05

4.บทสรุป

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผู้เรียนมีผลการเรียนที่สูงขึ้น ในรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัส 3105-9004 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคแพร่ โดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นดังนี้ 1) ออกแบบจำลองการสื่อสารระบบเครือข่ายระหว่าง อาคาร 2 อาคาร โดยทำการติดตั้งและการวางอุปกรณ์เครือข่ายชนิดต่าง ๆ เชื่อมต่อเป็นระบบ LAN ภายในอาคาร ระหว่าง 2 อาคารจะถูกเชื่อมต่อโดยใช้สายใยแก้วนำแสง การออกแบบใบเนื้อหา ใบงานการทดลอง ได้นำสมรรถนะงานย่อยจำนวน 16 สมรรถนะงานย่อยนำมาใส่ในใบงานการทดลองจำนวน 5 ใบงานและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกสมรรถนะ มีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด เป็นเพราะว่าให้ผู้เชี่ยวชาญคอยตรวจสอบและให้คำแนะนำ 2) การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกโดยใช้กลุ่มตัวอย่างจากการสุ่มเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองใช้วิธีการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง กลุ่มควบคุมใช้วิธีการเรียนการสอนด้วยวิธีปกติแบบเดิม ผลการหาประสิทธิภาพชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสงของกลุ่มทดลองมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม นักศึกษากลุ่มทดลองที่ใช้วิธีการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานสื่อสารผ่านใยแก้วมีคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของสูงกว่านักศึกษากลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีการเรียนการสอนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยการให้ความช่วยเหลือแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ รองศาสตราจารย์ ดร.สุธี อักษรกิตติ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรัติ อัศวานุวัตร รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ อาจารย์ไพโรจน์ พอใจ อาจารย์สัญญา โพธิ์วงษ์ และคุณชัชวัลย์ วัฒนพันธ์ วิศวกรระดับ 8 บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ที่ได้กรุณาที่ให้คำแนะนำข้อคิดเห็น ตรวจสอบแก้ไขงานวิจัยและรองศาสตราจารย์ ดร.ปาริชาติ บัวเจริญ ให้คำ แนะนำตรวจสอบเครื่องมือและสถิติงานวิจัยครั้งนี้และผู้อำนวยการ คณะครู เจ้าหน้าที่ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ที่อำนวยความสะดวกด้านต่าง ๆ รวมทั้งนักศึกษาที่เข้าร่วมงานในการทำวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอ กราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Bureau of Vocational Education Standards. Diploma Courses, B.E. 2014: Available from: http: / / bsq2 . vec. go. th/ course/ Vocational / Vocational 7 / course5 7 . html [Accessed December 21, 2019]

[2] Jatuchai Pangchan. Network System 2nd Edition. Nonthaburi: IDC Infographic Center. 2008.Thai.

[3] Optical Fiber: Available from: https: / / th. wikipedia. org/ wiki/ OpticalFiber [Accessed December 21, 2019]

[4] Somboon Teeravisitphong. Fiber Optic Communication Fiber Optic Communication. Bangkok: Triple Group. 2012.Thai.

[5] Poonyawee Chamjarikul. Optical fiber communication system. Bangkok: Chulalongkorn University Press. 2007.Thai.

[6] Luan Saiyot and Angkhana Saiyot. (2010). Educational research techniques. Edition 11. Bangkok: Suveiriyasarn.Thai.

[7] Chaiyong Promwong. Testing media efficiency or teaching series. Silpakorn Education and Research Journal. Year 5 No. 1 (January - June 2013).

[8] Sanya Pho Wong. (2017). Development of an industrial electronic performance training kit. Board WD 81-84 Industrial Electronics subject code 2105-2111. Vocational Certificate Program, BE 2013. Office of Vocational Education Commission.

[9] Charongwut Srithongboriboon. Develop a set of practical skills Introduction to machine tool work, cutting, grinding and drilling with MIAP teaching style for professional learner level. Silpakorn Educational Research Journal. Volume 12. Issue 1, 2020: pp.281-296.

[10] Praiboon Kulduang, Sirirat PetSangsri and Chantana Wiriyavejkul. Web- Based Training with Embedded Simulator on Industrial Electrical Control System by Programmable Logic Controller (PLC). Journal of Industrial Education Minister. Vol.14 No.1 (2015)