Group B: *Engineering Educations, Application, and Techniques*

การพัฒนาส่วนปฏิบัติการในวิชาการสื่อสารข้อมูลเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

Laboratory Development of Outcome-based Learning on Data Communication

สุพัตรา เพ็ชรนิล

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สถาบันนวัตกรรมมหานคร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร 140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530
Email: suphattra@mutacth.com

Manuscript received August 20, 2021
Revised September 28, 2021

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาการเรียนการสอนส่วนปฏิบัติการเสริมในรายวิชาการสื่อสารข้อมูล โดยใช้ผลลัพธ์ผู้เรียนเป็นฐาน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจลำดับขั้นตอนการสื่อสารและเป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์และการจัดการ โดยใช้โปรแกรมดักจับข้อมูลแบบเวลาจริง ทำการดักจับข้อมูลจากแอพพลิเคชันที่ผู้เรียนใช้งานในชีวิตประจำวัน รวมถึงให้ผู้เรียนเข้าใจรูปแบบการจัดเฟรมข้อมูลตามมาตรฐานต่างๆ ที่รับส่งภายในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตปัจจุบัน นอกจากนี้มีการใช้โปรแกรมจำลองเครือข่ายในการสร้างเครือข่ายขนาดเล็กเพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้พารามิเตอร์ที่สำคัญในการสื่อสาร เช่น IP Address, Subnet Mask, Default Gateway และหมายเลข DNS Server เป็นต้น ซึ่งผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเชื่อมต่อเครือข่ายต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อีกด้วย การพัฒนาส่วนปฏิบัติการเสริมนี้ทำให้ผู้เรียนได้เห็นภาพการสื่อสารอย่างแท้จริงนอกเหนือจากทฤษฎี ผลการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ส่วนคะแนนปฏิบัติการในรายวิชาการสื่อสารข้อมูลแสดงให้เห็นว่านักศึกษาที่ได้คะแนนปฏิบัติการมากกว่า 50% มีจำนวนเพิ่มขึ้น และ Class Average ในรายวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์และการจัดการเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาเนื้อหาส่วนปฏิบัติการเป็นการปูพื้นฐานองค์ความรู้ให้แก่ผู้เรียนได้อย่างดีในการเรียนรายวิชาขั้นสูง

คำสำคัญ: *การเรียนรู้แบบใช้ผลลัพธ์เป็นฐาน การพัฒนาการเรียนการสอน การออกแบบปฏิบัติการเสริม*

ABSTRACT

This paper presents the laboratory development of the course of data communication using the outcome-based learning. The objective of this paper is to make the engineering students understand the sequence and procedure of basic data communication that is the basic concept for the course of computer network and administration. Packet sniffer in real time is a tool used in order to sniff the data from application used including with the standard format of data frame in traffic through the internet. Moreover, network simulator is used for a small network to make students understand the necessary parameters such as IP address, subnet mask, default gateway and DNS server, that students can apply to connect and set up the network in daily life. Development of laboratory course design shows that students can see the data flow of data communication. The learning outcome evaluation in laboratory shows that the number of student's score more than 50% is increased in data communication course and class average of the course of computer network and administration is higher than last year.

Results show that the development of laboratory content is the foundation of knowledge for learning advanced courses.

Keywords: *Outcome-based Learning, Educational Development, Laboratory Course Design*

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วและมีอิทธิพลเป็นอย่างมากในการใช้ชีวิตประจำวัน การเข้าใจหลักการการสื่อสารเป็นสิ่งสำคัญต่อผู้เรียน เพื่อนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน รวมถึงลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียนที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอน เนื้อหาการสอน ให้สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนให้มากที่สุด การเรียนการสอนในส่วนปฏิบัติการก็เช่นเดียวกัน การทดลองที่มีลำดับขั้นตอน มีการจัดเรียงลำดับเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกันอย่างเหมาะสม ทำให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจทั้งหลักการทางทฤษฎีและการทดลองได้ง่ายขึ้น รวมถึงให้ผู้เรียนเห็นถึงความสำคัญของการเรียนปฏิบัติการด้วยการออกแบบการทดลองที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้หรือสำรวจข้อมูลที่อยู่ภายในห้องปฏิบัติการโดยตรงหรือดักจับข้อมูลจากแอพพลิเคชันที่ผู้เรียนใช้งานอยู่ยิ่งสร้างความน่าสนใจให้แก่ผู้เรียนมากขึ้น

โดยที่ผ่านมาได้มีแนวคิดในการพัฒนาการเรียนการสอนและใช้เทคนิคการเรียนการสอนในรูปแบบต่างๆ ตัวอย่างเช่น บทความ [1] ผู้เขียนได้นำเสนอการพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีการจัดทำและพัฒนาการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) มาใช้ในการเรียนการสอน บทความ [2] ผู้เขียนได้ศึกษาบทบาทของการออกแบบวัตถุประสงค์และการประเมินผลในการเรียนปฏิบัติการซึ่งมีบทบาทสำคัญและมีผลต่อการเรียนในหลักสูตรวิศวกรรม บทความ [3] ผู้เขียนได้พัฒนาการเรียนรู้แบบการศึกษาเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน (Outcome-Based Education) ในรายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า บทความ [4] ผู้เขียนได้พัฒนารูปแบบการสอนวิชาบรรยายโดยการเพิ่มส่วนปฏิบัติการซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์เสริมการสอน บทความ [5] ผู้เขียนได้พัฒนารูปแบบการสอนตามแนวทางการศึกษามุ่งผลลัพธ์เป็นฐานสำหรับวิชาอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

บทความนี้ได้กล่าวถึงการพัฒนาการเรียนการสอนส่วนปฏิบัติการในรายวิชาการสื่อสารข้อมูลโดยกำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้รับในแต่ละการทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจลำดับขั้นตอนการสื่อสารและเป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์และการจัดการ และผู้เรียนจะได้สามารถนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ทั้งในชีวิตประจำวันและในรายวิชาขั้นสูงต่อไป โดยในหัวข้อที่ 2 กล่าวถึงรูปแบบการพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชา สำหรับหัวข้อที่ 3 กล่าวถึงการวิเคราะห์และเปรียบเทียบการเรียนรู้ที่ได้นำเสนอ หัวข้อที่ 4 เป็นรูปแบบเป้าหมายของผลลัพธ์และเกณฑ์ประเมินผล และหัวข้อที่ 5 เป็นการอภิปรายสรุปและข้อเสนอแนะ

2. การพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชา

รายวิชาการสื่อสารข้อมูล (Data communication) เป็นรายวิชาที่มีทั้งบรรยายและปฏิบัติการ ซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานเพื่อนำไปสู่เนื้อหารายวิชาที่สูงขึ้น จึงจำเป็นต้องปูพื้นฐานองค์ความรู้ให้ผู้เรียนมองเห็นภาพรวมในการสื่อสารให้มากที่สุด เพื่อสามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์และการจัดการต่อไป จึงได้มีการพัฒนาการเรียนการสอนส่วนปฏิบัติการจากวิเคราะห์ผลลัพธ์การเรียนรู้ ดังนี้

2.1 การเรียนรู้โดยใช้ผลลัพธ์ของผู้เรียน

การเรียนรู้โดยใช้ผลลัพธ์ของผู้เรียน (Outcome-Based Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการออกแบบกระบวนการในการเรียนการสอน โดยการกำหนดเป้าหมายจากผลลัพธ์การเรียนรู้ (Learning Outcome) ซึ่งเป็นเกณฑ์บ่งชี้คุณลักษณะการเรียนรู้และผลของการเรียนรู้ทั้งที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร [6] ประกอบด้วย 3 มิติ ได้แก่

1) ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง หลักการ ทฤษฎี โดยเน้นความรู้เชิงทฤษฎีและ/หรือข้อเท็จจริงเป็นหลัก (Theoretical and/or factual knowledge)

2) ทักษะ (Skills) หมายถึง ความสามารถปฏิบัติงาน โดยสามารถเลือกใช้วิธีการจัดการและแก้ปัญหาการทำงานด้วยทักษะด้านกระบวนการคิด (Cognitive Skill) ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ตรรกะ ทักษะการหยั่งรู้และความคิดสร้างสรรค์ (Logical, Intuitive, and Creative Thinking) หรือทักษะการปฏิบัติที่มีความคล่องแคล่วและความชำนาญในการปฏิบัติตามกรอบคุณวุฒิ

3) ความสามารถในการประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ (Application and Responsibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ การใช้ความรู้ ทักษะทางสังคม ในการทำงาน/ศึกษาอบรม เพื่อพัฒนาวิชาชีพของบุคคล ประกอบด้วยความสามารถในการสื่อสาร ภาวะผู้นำ ความรับผิดชอบ (Responsibility) และความเป็นอิสระ (Autonomy) ในการดำเนินการต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง เช่น ความสามารถในการตัดสินใจและความรับผิดชอบต่อตนเองและผู้อื่น

การศึกษาที่มุ่งเน้นผลลัพธ์ของผู้เรียนได้นำมาพัฒนาหลักสูตรและถ่ายทอดสู่ผลลัพธ์การเรียนรู้ในรายวิชา (Course Learning Outcome) พบว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยกระบวนการจัดการเรียนการสอนต้องให้ผู้เรียนเรียนรู้จนเกิดความเข้าใจและได้รับทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็นในรายวิชา สามารถแสดงพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ในการปฏิบัติ โดยกำหนดเป้าหมายสุดท้ายในการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในรายวิชา (Course Learning Outcome) หรือผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า (Expected Learning Outcome) การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ต้องมีความสอดคล้องกับวิธีการเรียนการสอน [7]

2.2 การพัฒนาการเรียนรู้ที่นำองค์ความรู้ไปใช้ในวิชาขั้นสูง

ส่วนปฏิบัติการเสริมเป็นส่วนที่ให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหาตามทฤษฎีของวิชาการสื่อสารข้อมูลมากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นองค์ประกอบทั้งหมดของการสื่อสารในภาพรวม รายวิชาการสื่อสารข้อมูลเป็นวิชาพื้นฐานที่ต้องนำองค์ความรู้ไปใช้ในการเรียนวิชาขั้นสูง ได้แก่ วิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์และการจัดการ (Computer Network and Administration) วิชาระบบสื่อสารแบบเคลื่อนที่ (Mobile Communication Systems) วิชาการสื่อสารแบบแถบกว้าง (Broadband Communication) เป็นต้น ส่วนปฏิบัติการเสริมได้แบ่งสัดส่วนเนื้อหาในการฝึกปฏิบัติแต่ละครั้ง ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบแผนการสอนปฏิบัติการวิชาการสื่อสารข้อมูลปีการศึกษา 2561 กับปีการศึกษา 2562 - 2563 โดยในปีการศึกษา 2562 - 2563 ได้พัฒนาและปรับปรุงเสริมเนื้อหาพื้นฐานเพื่อนำไปเรียนต่อในวิชาขั้นสูง โดยเฉพาะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารในระบบเครือข่ายในยุคอินเตอร์เน็ตปัจจุบัน การเรียนรู้หลักการสื่อสารในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตต้องเข้าใจวิธีการและทฤษฎีในการสร้างข้อมูลและการส่งข้อมูลข่าวสารเข้าไปในช่องสื่อสาร (Channel) เป็นอันดับแรก ฉะนั้น ส่วนแรกของการเรียนรู้ ผู้เรียนจึงได้ทำการทดลองในหัวข้อเรื่อง ทฤษฎีการเข้ารหัสข้อมูล (Line Coding) การวิเคราะห์สเปกตรัมสัญญาณ การมอดูเลตสัญญาณ (Digital Modulation) รูปแบบและโครงสร้างเฟรมข้อมูล (Framing) การตรวจสอบค่าความผิดพลาดในการสื่อสาร (Error Detection and Correction) และวิธีการมัลติเพล็กซ์สัญญาณ (Digital Multiplexing)

ตารางที่ 1 *แผนการสอนปฏิบัติการวิชาการสื่อสารข้อมูล ปีการศึกษา 2561 และปีการศึกษา 2562 - 2563*

ครั้งที่	ปีการศึกษา 2561	ปีการศึกษา 2562 - 2563
1	แนะนำการใช้เครื่องมือ ชุดทดลอง และโปรแกรมต่างๆ	แนะนำการใช้เครื่องมือ ชุดทดลอง และโปรแกรมต่างๆ
2	Baseband Line Coding I	Baseband Line Coding
3	Baseband Line Coding II	Digital Modulation
4	Digital Modulation	Error Detection
5	QPSK	Application Server and TCP/IP
6	Asynchronous Data Transmission	Basic Ethernet Frame and ARP
7	Error Detection	Internet Addressing
8	Hamming Code	Building a small-network
9	Frequency Division Multiplexing	Network Device Configuration I
10	Time Division Multiplexing	Network Device Configuration II
11	Computer Network I	LAN vs VLAN
12	Computer Network II	Scale Network

ต่อมาผู้เรียนจะได้เรียนรู้โครงสร้างโพรโทคอล TCP/IP ซึ่งเป็นชุดโพรโทคอลพื้นฐานที่ใช้ในอินเตอร์เน็ตปัจจุบันผ่านการทดลองดักจับเฟรมข้อมูล และเรียนรู้หลักการในการกำหนดที่อยู่หรือแอดเดรส (Address) และการจัดสรรหมายเลขที่อยู่ให้กับอุปกรณ์ เรียนรู้คำสั่งการตั้งค่าอุปกรณ์เครือข่ายเบื้องต้น การสร้างเครือข่ายท้องถิ่นหรือแลน (Local Area Network : LAN) และดักจับเฟรมข้อมูลที่อุปกรณ์ใช้ในการทดสอบการสื่อสารและใช้เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ด้วยกัน

3. การวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลลัพธ์การเรียนรู้

จากแผนการสอนปฏิบัติการได้วิเคราะห์ผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อกำหนดเป้าหมายให้แก่ผู้เรียนในแต่ละปีการศึกษา ดังนี้

ตารางที่ 2 *ผลลัพธ์การเรียนรู้จากแผนการสอนปฏิบัติการวิชาการสื่อสารข้อมูล ปีการศึกษา 2561*

ครั้งที่	เรื่อง	ผลลัพธ์ของผู้เรียน
1	แนะนำการใช้เครื่องมือ ชุดทดลอง และโปรแกรมต่างๆ	1. ผู้เรียนรู้จักอุปกรณ์ Oscilloscope, Function Generator และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองเบื้องต้น 2. ผู้เรียนเรียนรู้การใช้โปรแกรม Matlab Simulink เบื้องต้น
2	Baseband Line Coding I	1. ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรม Matlab จำลองการเข้ารหัสข้อมูลแบบ NRZ-L, RZ, Biphase และวิเคราะห์สัญญาณที่ได้ 2. ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรม Matlab หาค่ากำลังงานเฉลี่ยและค่าแบนด์วิธในการส่งข้อมูลได้ 3. ผู้เรียนเข้าใจหลักการเข้ารหัสข้อมูลแบบ NRZ-L, RZ และ Biphas
3	Baseband Line Coding II	1. ผู้เรียนสามารถต่อบอร์ดทดลองการเข้ารหัสข้อมูลแบบ NRZ-L, RZ, Biphase ได้ 2. ผู้เรียนสามารถสร้างสัญญาณ NRZ-L, RZ, Biphase แล้ววิเคราะห์สเปกตรัมสัญญาณได้ 3. ผู้เรียนเข้าใจหลักการเข้ารหัสข้อมูลแบบ NRZ-L, RZ และ Biphase เพิ่มขึ้นจากการเรียนทฤษฎี
4	Digital Modulation	1. ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรม Matlab จำลองการมอดูเลตสัญญาณดิจิทัลแบบ ASK, PSK และ FSK ได้ 2. ผู้เรียนสามารถอธิบายข้อแตกต่างของการมอดูเลตสัญญาณดิจิทัลแบบ ASK, PSK และ FSK ได้ 3. ผู้เรียนสามารถยกตัวอย่างระบบการสื่อสารที่ใช้การมอดูเลตแบบดิจิทัลได้
5	QPSK	1. ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรม Matlab จำลองการมอดูเลตสัญญาณดิจิทัลแบบ QPSK ได้ 2. ผู้เรียนสามารถออกแบบการมอดูเลตสัญญาณแบบ QPSK ทางภาคส่งในตำแหน่งเฟสของสัญญาณมุมต่างๆ ได้
6	Asynchronous Data Transmission	1. ผู้เรียนสามารถต่อบอร์ดทดลองการรับส่งข้อมูลแบบ Asynchronous ได้ 2. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์สัญญาณที่ได้ในรูปแบบเฟรมข้อมูลได้ 3. ผู้เรียนเข้าใจหลักการรับส่งข้อมูลแบบ Asynchronous และรูปแบบเฟรมข้อมูล
7	Error Detection	1. ผู้เรียนสามารถต่อบอร์ดชุดทดลองในการตรวจสอบค่าความผิดพลาดแบบ CRC (Cyclic Redundancy Check) และ Parity Check ได้ 2. ผู้เรียนสามารถยกตัวอย่างระบบการสื่อสารที่ใช้การตรวจสอบความผิดพลาดแบบ CRC และ Parity Check ได้
8	Hamming Code	1. ผู้เรียนสามารถต่อบอร์ดชุดทดลองในการเข้ารหัสแบบแฮมมิ่ง (Hamming Code) ได้ 2. ผู้เรียนสามารถเข้ารหัสและถอดรหัสแบบแฮมมิ่งได้ 3. ผู้เรียนเข้าใจรูปแบบเฟรมข้อมูลที่เข้ารหัสแบบแฮมมิ่ง
9	Frequency Division Multiplexing	1. ผู้เรียนใช้โปรแกรม Matlab Simulink จำลองระบบการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งความถี่จำนวน 3 ช่องสัญญาณ 2. ผู้เรียนวิเคราะห์สเปกตรัมความถี่ของการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งความถี่ได้
10	Time Division Multiplexing	1. ผู้เรียนสามารถต่อบอร์ดทดลองการมัลติเพล็กซ์ทางเวลาได้ 2. ผู้เรียนเข้าใจหลักการการมัลติเพล็กซ์ทางเวลา
11	Computer Network LAB I	1. ผู้เรียนเข้าใจความหมายของ IP Address, Network Class และ Sub Network 2. ผู้เรียนศึกษาการทำงานของเครือข่ายเบื้องต้นเมื่อมี Switch เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อภายในเครือข่ายโดยใช้โปรแกรม Router Sim Network Visualizer 3. เพื่อศึกษาการทำงานของเครือข่ายเบื้องต้นเมื่อมี Switch และ Router เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อภายในเครือข่าย
12	Computer Network LAB II	1. ผู้เรียนศึกษาพื้นฐานการทำงานของ VLAN เบื้องต้น โดยใช้โปรแกรม Router Sim Network Visualizer

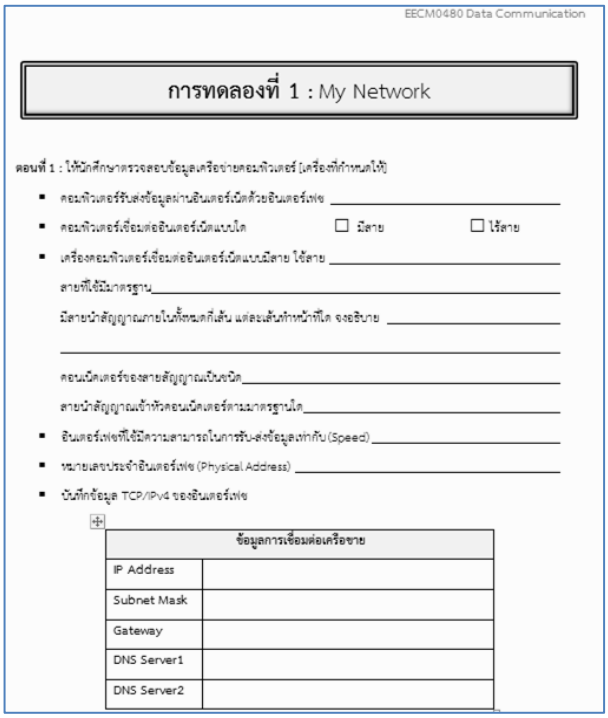
จากตารางที่ 2 แผนการสอนปฏิบัติการวิชาการสื่อสารข้อมูลปีการศึกษา 2561 เป็นการทดลองฮาร์ดแวร์และใช้โปรแกรมจำลอง โดยได้กำหนดผลลัพธ์ของผู้เรียนในแต่ละการทดลองไว้ เพื่อให้นักศึกษาได้ทำความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างการตรวจสอบการทำงานด้วยการจำลองการทำงานและการทดสอบทางฮาร์ดแวร์ร่วมกัน อย่างไรก็ดี บางหัวข้อเป็นทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลดิจิทัลซึ่งผู้เรียนได้เรียนในหลายวิชามาแล้ว ดังนั้น จึงได้ปรับแผนการสอนปฏิบัติการวิชาการสื่อสารข้อมูลในปีการศึกษา 2562-2563 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 *ผลลัพธ์การเรียนรู้จากแผนการสอนปฏิบัติการวิชาการสื่อสารข้อมูล ปีการศึกษา 2562 - 2563*

ครั้งที่	เรื่อง	ผลลัพธ์ของผู้เรียน
1	แนะนำการใช้เครื่องมือโปรแกรม และสำรวจเครือข่ายรอบตัว	1. ผู้เรียนรู้จักอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองเบื้องต้น 2. เรียนรู้การใช้โปรแกรม Packet Tracer และโปรแกรม Wireshark เบื้องต้น 3. ผู้เรียนสำรวจและตรวจสอบข้อมูลเครือข่ายภายในห้องปฏิบัติการได้
2	Baseband Line Coding	1. ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรม Matlab จำลองการเข้ารหัสข้อมูลแบบ NRZ-L, RZ, Biphase และวิเคราะห์สัญญาณที่ได้ 2. ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรม Matlab หาค่ากำลังงานเฉลี่ยและค่าแบนด์วิธในการส่งข้อมูลได้ 3. ผู้เรียนเข้าใจหลักการเข้ารหัสข้อมูลแบบ NRZ-L, RZ และ Biphase
3	Digital Modulation	1. ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรม Matlab จำลองการมอดูเลตสัญญาณดิจิทัลแบบ QPSK ได้ 2. ผู้เรียนเข้าใจหลักการการมอดูเลตสัญญาณดิจิทัลแบบ QPSK ได้ 3. ผู้เรียนสามารถยกตัวอย่างระบบการสื่อสารที่ใช้การมอดูเลตสัญญาณแบบดิจิทัลได้
4	Error Detection	1. ผู้เรียนสามารถคำนวณการตรวจสอบค่าความผิดพลาดแบบ CRC (Cyclic Redundancy Check) และ Parity Check ได้ 2. ผู้เรียนสามารถตรวจสอบค่าความผิดพลาดแบบ CRC ผ่านเว็บไซต์ได้ 3. ผู้เรียนสามารถยกตัวอย่างระบบการสื่อสารที่ใช้การตรวจสอบความผิดพลาดแบบ CRC และ Parity Check ได้
5	Applications Server and TCP/IP	1. ผู้เรียนเรียนรู้โครงสร้างแอพพลิเคชั่นแบบ Client-Server ที่ใช้งานปัจจุบัน 2. ผู้เรียนสามารถติดตั้งและใช้งาน Web Server เบื้องต้นได้ 3. ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรม Wireshark ดักจับข้อมูลที่รับส่งระหว่าง Client และ Web Server ที่ติดตั้งขึ้นได้ 4. ผู้เรียนสามารถเข้าใจลำดับการสื่อสารระหว่าง Client กับ Web Server
6	Basic Ethernet Frame and ARP	1. ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรม Wireshark ดักจับเฟรมข้อมูล Ethernet ได้ 2. ผู้เรียนเข้าใจโครงสร้างข้อมูลภายในเฟรม Ethernet 3. ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของตาราง ARP Cache
7	Internet Addressing	1. ผู้เรียนเข้าใจความหมายของ Host Bit, Network Bit, IPv4 Address, Subnet Mask 2. ผู้เรียนสามารถคำนวณค่า Host Bit, Network Bit, IPv4 Address, Subnet Mask ได้ 3. ผู้เรียนสามารถคำนวณค่า Subnet Address, First IP Address, Last IP Address และ Broadcast Address ได้
8	Building a small network	1. ผู้เรียนสามารถสร้างเครือข่าย LAN ขนาดเล็ก โดยใช้โปรแกรม Packet Tracer ได้ 2. ผู้เรียนสามารถจัดสรรและกำหนดค่า IP Address, Subnet Mask และ Default Gateway ให้กับอุปกรณ์ในเครือข่ายที่สร้างขึ้นได้
9	Network Device Configuration I	1. ผู้เรียนศึกษาการทำงานของเครือข่ายเบื้องต้น เมื่อมี Switch เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อภายในเครือข่าย
10	Network Device Configuration II	1. เพื่อศึกษาการทำงานของเครือข่ายเบื้องต้นเมื่อมี Switch และ Router เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อภายในเครือข่าย
11	LAN vs. VLAN	1. ผู้เรียนเรียนรู้หลักการทำงานพื้นฐานของ VLAN
12	Scale Network	1. ผู้เรียนได้ศึกษารูปแบบเครือข่ายที่มี

		โครงสร้างการเชื่อมต่อ Switch แบบ Hierarchy เบื้องต้น

จากตารางที่ 3 แผนการสอนปฏิบัติการวิชาการสื่อสารข้อมูลปีการศึกษา 2562 - 2563 เริ่มจากให้ผู้เรียนสำรวจและตรวจสอบข้อมูลเครือข่ายภายในห้องปฏิบัติการทั้งส่วนกายภาพ (Physical) และส่วนซอฟต์แวร์ (Software) โดยได้กำหนดผลลัพธ์ของผู้เรียนในแต่ละการทดลองไว้ เพื่อให้นักศึกษาได้ศึกษาและทำความเข้าใจรวมถึงทดสอบการเชื่อมต่อเครือข่ายเบื้องต้น ดังตัวอย่างใบงานการทดลองที่ 1 ในรูปที่ 1 และรูปที่ 2 โดยรูปที่ 1แสดงตัวอย่างใบงานที่เกี่ยวกับรายละเอียดการสำรวจชนิดและข้อมูลการเชื่อมต่อเครือข่าย สำหรับรูปที่ 2 แสดงตัวอย่างใบงานการทดสอบโพรโทคอล TCP/IP ในการใช้งาน



EECM0480 Data Communication

การทดลองที่ 1 : My Network

คอนที่ 1 : ให้นักศึกษาตรวจสอบข้อมูลเครือข่ายคอมพิวเตอร์ [เครื่องที่กำหนดให้]

- คอมพิวเตอร์รับส่งข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ตด้วยอินเตอร์เฟซ _____
- คอมพิวเตอร์เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบใด ☐ มีสาย ☐ ไร้สาย
- เครื่องคอมพิวเตอร์เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบมีสาย ใช้สาย _____

  สายที่ใช้มีมาตรฐาน_____

  มีสายนำสัญญาณภายในทั้งหมดกี่เส้น แต่ละเส้นทำหน้าที่ใด จงอธิบาย _____

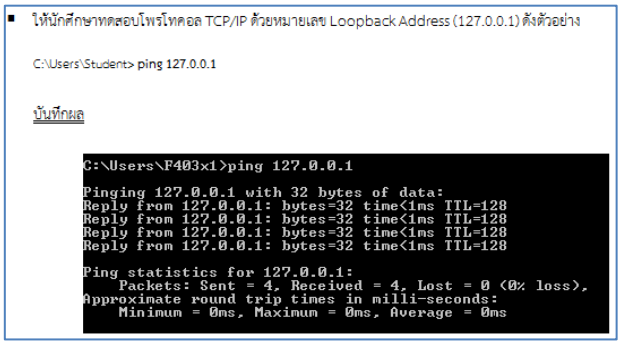
  _____

  คอนเน็คเตอร์ของสายสัญญาณเป็นชนิด_____

  สายนำสัญญาณเข้าหัวคอนเน็คเตอร์ตามมาตรฐานใด_____
- อินเตอร์เฟซที่ใช้มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลเท่ากับ (Speed) _____
- หมายเลขประจำอินเตอร์เฟซ (Physical Address) _____
- บันทึกข้อมูล TCP/IPv4 ของอินเตอร์เฟซ

ข้อมูลการเชื่อมต่อเครือข่าย	
IP Address	
Subnet Mask	
Gateway	
DNS Server1	
DNS Server2	

รูปที่ 1 *ตัวอย่างใบงานสำรวจเครือข่ายภายในห้องปฏิบัติการ*



- ให้นักศึกษาทดสอบโพรโทคอล TCP/IP ด้วยหมายเลข Loopback Address (127.0.0.1) ดังตัวอย่าง

C:\Users\Student> ping 127.0.0.1

บันทึกผล

```
C:\Users\P403x1>ping 127.0.0.1

Pinging 127.0.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 127.0.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 127.0.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 127.0.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 127.0.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 127.0.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

รูปที่ 2 *ตัวอย่างใบงานทดสอบโพรโทคอล TCP/IP*

เมื่อผู้เรียนเข้าใจองค์ประกอบและโครงสร้างของเครือข่ายจากการทดลองที่ 1 แล้ว จากนั้นในการทดลองที่ 2 - 4 จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจทฤษฎีการสื่อสารเบื้องต้นทั้งการเข้ารหัสข้อมูล การวิเคราะห์สเปกตรัมสัญญาณ การมอดูเลตสัญญาณและการตรวจสอบค่าความผิดพลาดในการสื่อสาร จากนั้นการทดลองที่ 5 ให้ผู้เรียนเข้าใจลำดับการสื่อสารระหว่าง ไคลเอนท์ (Client) กับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (Server) ผ่านการจำลองแอพพลิเคชันที่ใช้งานปัจจุบัน ได้แก่ เว็บไซต์ โดยทำการทดลองติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์และจำลองผ่านโปรแกรมจำลองการทำงานควบคู่ไปด้วย

จากนั้นทำการดักจับข้อมูลภายในเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network : LAN) ภายในห้องปฏิบัติการ เริ่มจากดักจับเฟรมมาตรฐาน Ethernet ซึ่งเป็นเฟรมมาตรฐานของ Network Interface Card (NIC) ที่ใช้งานทั้งในคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (Desktop Computer) หรือคอมพิวเตอร์พกพา (Notebook) โดยบทความนี้ให้ผู้เรียนทดลองผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ รวมถึงทำความเข้าใจกระบวนการกำหนดที่อยู่ของ NIC (MAC Address) ซึ่งอุปกรณ์จะต้องเรียนรู้ Destination MAC Address ของเครื่องปลายทางผ่านโพรโทคอล ARP (Address Resolution Protocol) ในการทดลองที่ 6

เมื่อผู้เรียนเข้าใจกระบวนการรับส่งเฟรมข้อมูลเข้าไปในช่องสัญญาณแล้ว ผู้เรียนจะได้เรียนรู้หมายเลขที่อยู่ผู้ส่ง (Source IPv4 Address) และหมายเลขที่อยู่ผู้รับ (Destination IPv4 Address) โดยหมายเลข IPv4 Address ที่ใช้ต้องไม่ซ้ำกันทั่วโลก ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องเรียนรู้และคำนวณค่า Subnet Address, First IP Address, Last IP Address, Broadcast Address และ Default Gateway โดยผู้เรียนสามารถนำหมายเลขที่คำนวณได้มา

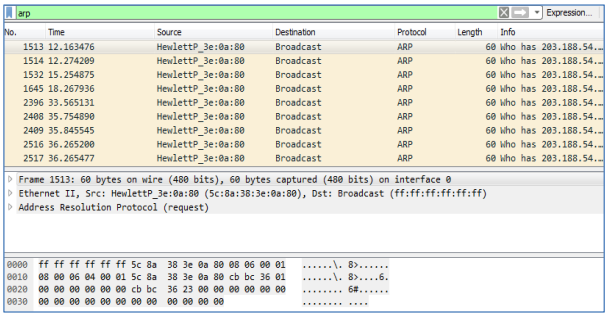
จัดสรรให้กับอุปกรณ์ภายในเครือข่ายได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ในการทดลองที่ 7 - 8

สำหรับการทดลองที่ 9 - 12 ให้ผู้เรียนรู้จักและทดลองตั้งค่าเบื้องต้นให้กับอุปกรณ์เครือข่ายที่ใช้รับส่งข้อมูลภายในเครือข่ายท้องถิ่น รวมถึงทดลองขยายเครือข่ายให้มีโครงสร้างที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

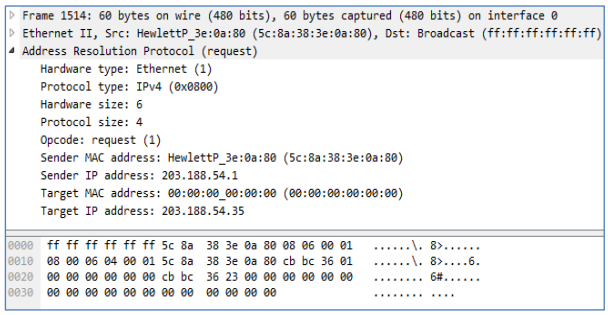
จากตารางที่ 2 และ ตารางที่ 3 แสดงผลลัพธ์การเรียนรู้ส่วนปฏิบัติการวิชาการสื่อสารข้อมูลที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามลำดับขององค์ความรู้เพื่อนำความรู้ไปใช้ในวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์และการจัดการ เช่น การทดลองหลักการทำงานของเครือข่ายเมื่อมีเราท์เตอร์ (Router) เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อเป็นพื้นฐานความรู้ในเรื่องกระบวนการจัดเส้นทาง (Routing) ให้กับเครือข่าย โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ Internet Addressing ร่วมด้วย หรือการทดลองโครงสร้างการเชื่อมต่อสวิทช์ (Switch) แบบลำดับขั้น (Hierarchy) เป็นความรู้พื้นฐานในกระบวนการ Link Redundance เป็นต้น

3.1 การพัฒนาปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรมดักจับข้อมูล

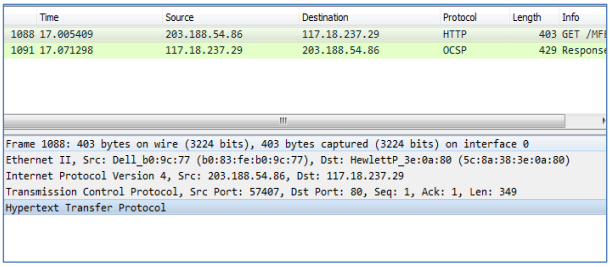
ผู้สอนได้นำโปรแกรม Wireshark และโปรแกรม Packet Tracer มาใช้ในการเรียนการสอนวิชาการสื่อสารข้อมูลเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจลำดับขั้นตอนการรับส่งข้อมูล โครงสร้างข้อมูลที่สื่อสารภายในเครือข่าย โปรแกรม Wireshark ใช้ในการดักจับข้อมูลที่เดินทางผ่าน NIC ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนได้เห็นเฟรมข้อมูลที่รับส่งจริงแบบ Real-Time ดังผลลัพธ์รูปที่ 3 และรูปที่ 4 เป็นการดักจับเฟรมข้อมูล ARP ที่สื่อสารภายในเครือข่าย รูปที่ 5 เป็นการดักจับข้อมูลเว็บไซต์ภายในมหาวิทยาลัย



รูปที่ 3 *ตัวอย่างการดักจับเฟรม ARP เพื่อศึกษาลำดับการสื่อสาร*



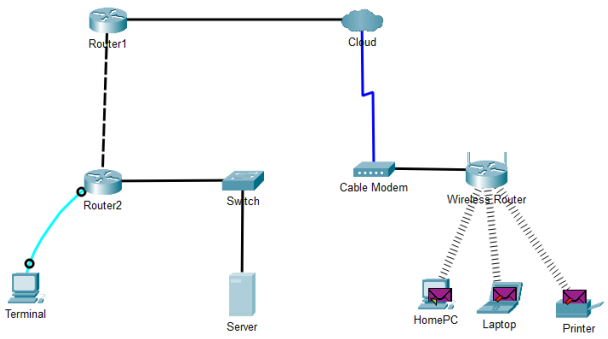
รูปที่ 4 *ตัวอย่างเฟรมข้อมูล ARP ที่ดักจับได้*



รูปที่ 5 *ตัวอย่างแพ็คเก็ตเว็บไซต์ภายในมหาวิทยาลัย*

3.2 การพัฒนาปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรมจำลองการสื่อสาร

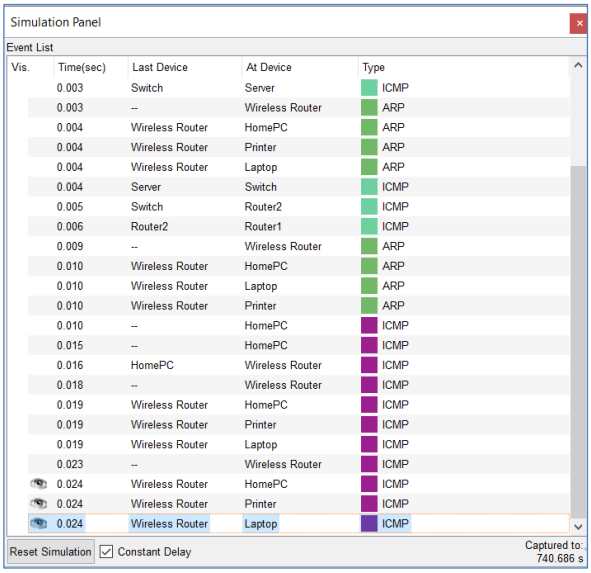
สำหรับการทดลองสร้างและจำลองเครือข่ายใช้โปรแกรม Packet Tracer จำลองการทำงานเครือข่ายเพื่อดูลำดับการสื่อสาร ศึกษาโครงสร้างเฟรมชนิดต่าง ๆ โดยโปรแกรมมีส่วน Simulation แสดงการส่งซองจดหมายข้อมูล จากต้นทางผ่านช่องการสื่อสารเดินทางผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ภายในเครือข่ายไปยังปลายทางดังรูปที่ 6



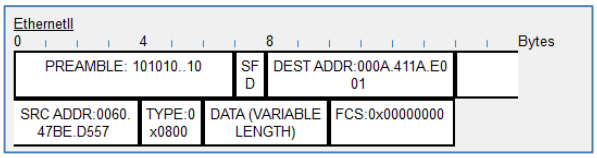
รูปที่ 6 *ตัวอย่างการจำลองเครือข่ายเพื่อศึกษาเฟรมข้อมูลชนิดต่างๆ*

รูปที่ 7 เป็นลำดับขั้นตอนการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ในเครือข่ายจากรูปที่ 6 โดยแต่ละแพ็คเก็ตจะมีรูปแบบของเฟรมข้อมูล

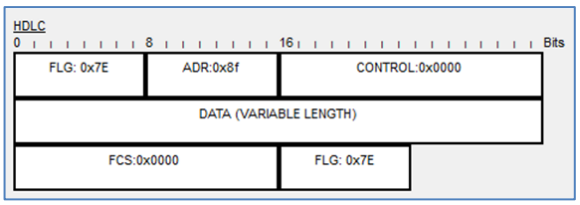
ตามสื่อกลางที่เดินทางผ่าน ได้แก่ เฟรม Ethernet II เมื่อเดินทางผ่านเครือข่ายแลนแบบมีสาย เฟรม HDLC เมื่อข้อมูลเดินทางผ่าน Cable Modem และเฟรม IEEE802.11 เมื่อข้อมูลเดินทางผ่านเครือข่ายแลนไร้สาย แต่ละเฟรมมีรูปแบบตามมาตรฐานดังรูปที่ 8(ก) รูปที่ 8(ข) และรูปที่ 8(ค) ตามลำดับ ซึ่งจะมีรายละเอียดแตกต่างกันตามสื่อกลางที่ข้อมูลได้เดินทางผ่าน



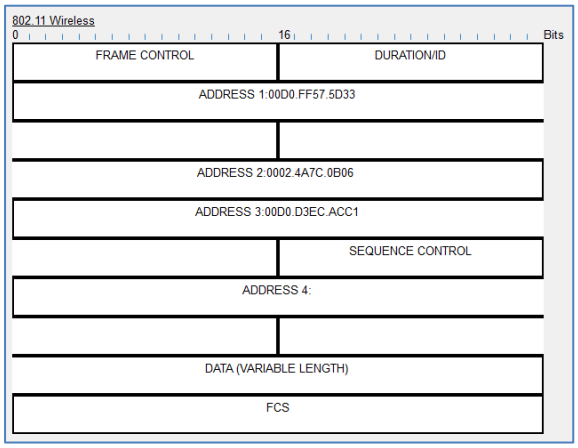
รูปที่ 7 *ตัวอย่างลำดับขั้นตอนการสื่อสารในการส่งแพ็คเกต ICMP*



(ก) ตัวอย่างเฟรม Ethernet II



(ข) ตัวอย่างเฟรม HDLC



(ค) ตัวอย่างเฟรม 802.11

รูปที่ 8 *ตัวอย่างเฟรมข้อมูลชนิดต่าง ๆ ในการสื่อสาร*

3.3 การประเมินผลลัพธ์ในรายวิชา

การพัฒนาการเรียนการสอนที่ใช้ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่นำเสนอข้างต้นได้ทำการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ตามเกณฑ์การประเมินดังนี้

ตารางที่ 4 *สัดส่วนการประเมินรายวิชาการสื่อสารข้อมูล ปีการศึกษา 2561 - 2563*

เกณฑ์การประเมิน	ปีการศึกษา 2561	ปีการศึกษา 2562-2563
คะแนนสอบทฤษฎีกลางภาค	20%	25%
คะแนนสอบทฤษฎีปลายภาค	35%	35%
คะแนนทดสอบย่อยทฤษฎี	10%	10%
กิจกรรมในชั้นเรียนทฤษฎี	10%	-
คะแนนปฏิบัติการ	25%	25%
คะแนนทดสอบย่อยปฏิบัติการ	-	5%

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบเกณฑ์การประเมินรายวิชา โดยมีการปรับสัดส่วนการประเมินส่วนปฏิบัติการให้มากขึ้น โดยคะแนนส่วนปฏิบัติการเป็นคะแนนการส่งรายงานผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง และตอบคำถามท้ายการทดลอง โดยมีการทดลองละ 10 คะแนนซึ่งเป็นงานกลุ่ม โดยส่งผ่านระบบ E-Classroom ผู้เรียนจะสามารถเห็นคะแนนตนเองในแต่ละการทดลองได้ด้วย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น และพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกัน

ตารางที่ 5 *วิธีการประเมินคะแนนปฏิบัติการรายวิชาการสื่อสารข้อมูล ปีการศึกษา 2562 - 2563*

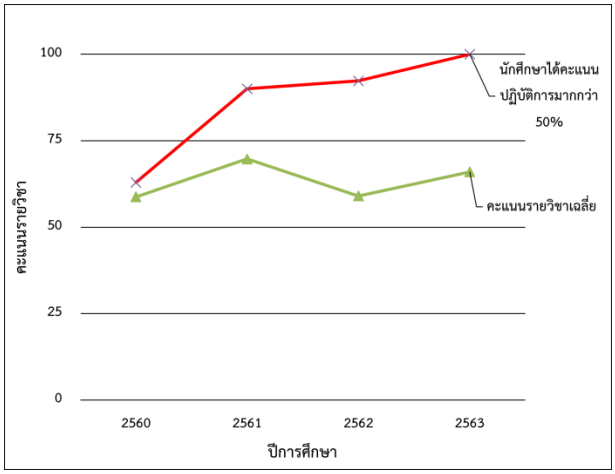
คะแนน	วิธีการประเมิน
ปฏิบัติการ (25%)	• คะแนนทำการทดลองที่ได้รับมอบหมายได้ผลลัพธ์อย่างถูกต้อง (งานกลุ่ม/งานเดี่ยว) • คะแนนรายงานผลการทดลองและตอบคำถามท้ายการทดลอง
ทดสอบย่อยปฏิบัติการ (5%)	• ทดสอบย่อยก่อนทำการทดลอง/ทดสอบย่อยระหว่างทำการทดลอง/ทดสอบย่อยหลังทำการทดลอง

จากตารางที่ 5 แสดงวิธีการประเมินคะแนนปฏิบัติการรายวิชาการสื่อสารข้อมูล ปีการศึกษา 2562 - 2563 โดยผู้สอนได้เพิ่มคะแนนทดสอบย่อยปฏิบัติการซึ่งเป็นงานเดี่ยว เพื่อทดสอบความเข้าใจและพัฒนาทักษะในด้านการเรียนรู้ในแต่ละผลลัพธ์การเรียนรู้และวิเคราะห์ความพร้อมของผู้เรียนด้วย โดยทดสอบความเข้าใจผ่านแบบทดสอบในรูปแบบออนไลน์และแบบกระดาษคำตอบ ทั้งทดสอบก่อนทำการทดลอง/ในชั้นเรียน/หลังการทดลอง ได้แก่ คำถามสั้น 2 - 5 ข้อย่อย แบบตัวเลือก 5 ข้อ หรือแบบเขียนวิธีการคำนวณ 2 ข้อ เป็นต้น โดยใช้เวลาในการทดสอบย่อย 10 - 15 นาที โดยประมาณ การทดสอบย่อยแต่ละครั้งมีคะแนนอยู่ในช่วง 5 - 10 คะแนน ซึ่งการทดสอบย่อยหลังการทดลองจะเป็นการนำตัวอย่างผลการทดลองที่ได้มาใช้ในการทดสอบ นอกจากนี้ผู้สอนยังได้นำผลลัพธ์จากการทดลองไปใช้ในการอธิบายและทดสอบย่อยเพื่อเก็บคะแนนในส่วนบรรยายเพิ่มเติมอีกด้วย

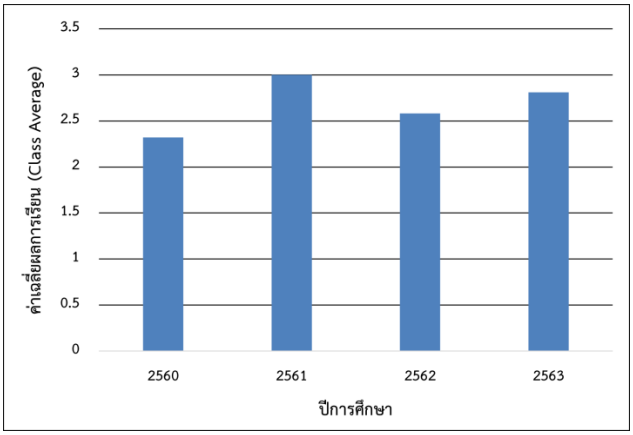
4. รูปแบบเป้าหมายของผลลัพธ์และเกณฑ์ประเมินผล

การพัฒนาการเรียนการสอนส่วนปฏิบัติการวิชาการสื่อสารข้อมูลได้ทำประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ตามเกณฑ์การประเมินหัวข้อที่ 3.3 ได้ผลลัพธ์การเรียนรู้ในรายวิชาดังกราฟแสดงในรูปที่ 9 และรูปที่ 10 พบว่า ในรายวิชาการสื่อสารข้อมูลมีจำนวนนักศึกษาที่ได้คะแนนปฏิบัติการมากกว่า 50% เพิ่มขึ้นทำให้คะแนนเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยผลการเรียนของรายวิชาเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งส่งผลให้จำนวนนักศึกษาที่ได้คะแนนปฏิบัติการมากกว่า 50% ในรายวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์และการจัดการมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน

จากรูปที่ 9 พบว่า ร้อยละนักศึกษาที่ได้คะแนนปฏิบัติการมากกว่า 50% มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการปรับเนื้อหา การจัดลำดับเนื้อหาในใบงานที่จัดเรียงลำดับตามองค์ความรู้ก่อนหลังเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเหตุผลและที่มาที่ไปในการทำการทดลอง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจและมองเห็นภาพรวมของการทำการทดลองมากขึ้น แต่คะแนนรายวิชาเฉลี่ยในปีการศึกษา 2562 และปีการศึกษา 2563 ลดลง เนื่องจากนักศึกษาที่เข้ามาเรียนสองปีล่าสุดมีความตั้งใจและมีความรับผิดชอบน้อยลง แม้ผู้สอนจะปรับคะแนนส่วนปฏิบัติการให้สูงขึ้นเพื่อเน้นปฏิบัติการให้มากขึ้นก็ตาม



รูปที่ 9 *คะแนนรายวิชาเฉลี่ยและจำนวนนักศึกษาได้คะแนนปฏิบัติการมากกว่า 50% รายวิชาการสื่อสารข้อมูล (ปี 2560-2563)*



รูปที่ 10 *ค่าเฉลี่ยผลการเรียน (Class Average) รายวิชาการสื่อสารข้อมูล (ปี 2560-2563)*

จากรูปที่ 10 พบว่า ค่าเฉลี่ยผลการเรียนในรายวิชาการสื่อสารข้อมูลมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยผู้สอนจึงได้สอดแทรกแบบฝึกหัดและ

ทดสอบย่อยเพื่อปูพื้นฐานให้ผู้เรียนก่อนทำการทดลองหรือก่อนเรียนทฤษฎี

ตารางที่ 6 แสดงร้อยละนักศึกษาที่ได้คะแนนปฏิบัติการมากกว่า 50% ในรายวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์และการจัดการ ซึ่งเป็นรายวิชาต่อเนื่องกัน พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยปีการศึกษา 2563 มีนักศึกษาได้คะแนนปฏิบัติการมากกว่า 50% ทั้งสิ้น 100%

ตารางที่ 6 *ร้อยละนักศึกษาที่ได้คะแนนปฏิบัติการมากกว่า 50% รายวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์และการจัดการ*

ปีการศึกษา	ร้อยละนักศึกษาได้คะแนนปฏิบัติการมากกว่า 50%
2560	75%
2561	90%
2562	87.5%
2563	100%

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาการเรียนการสอนปฏิบัติการด้วยการนำผลลัพธ์การเรียนรู้ก่อนหลังมาใช้ในการวางแผนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจทฤษฎีมากขึ้นและสามารถนำองค์ความรู้ประยุกต์ใช้ในรายวิชาขั้นสูง โดยการปรับเปลี่ยนเนื้อหา ปรับเปลี่ยนลำดับการทดลอง ลำดับขั้นตอนในใบงาน และนำโปรแกรมจำลองเครือข่าย โปรแกรมดักจับข้อมูล มาใช้ในการเรียนการสอน ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินผลการเรียนรู้แสดงให้เห็นว่า ในรายวิชาการสื่อสารข้อมูล มีผู้เรียนที่มีคะแนนปฏิบัติการมากกว่า 50% มีจำนวนเพิ่มขึ้น เมื่อผู้เรียนมีองค์ความรู้ตามผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดจึงส่งผลให้ในรายวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์และการจัดการ ซึ่งเป็นรายวิชาต่อเนื่องกันมีจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนปฏิบัติการมากกว่า 50% เพิ่มสูงขึ้นด้วย

อย่างไรก็ตาม คะแนนเฉลี่ยของรายวิชาการสื่อสารข้อมูลสองปีหลังมีค่าลดลง เนื่องจากนักศึกษามีความตั้งใจและมีความรับผิดชอบน้อยลง รวมถึงส่วนบรรยายแต่ละครั้งมีเนื้อหาที่ต่อเนื่องกันด้วย ผู้สอนจึงจะนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์พัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้ได้ปรับเปลี่ยนการสอนและเนื้อหาในส่วนปฏิบัติการตามการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์ของผู้เรียนเป็นหลักซึ่งเป็นนโยบายหลักของทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะทั้งทางด้านการทำงานเชิงวิศวกรรม และทักษะด้านการมีปฏิสัมพันธ์ในการทำงาน รวมถึงการจัดรูปแบบการเรียนการสอนในรูปแบบ Active Learning ที่ให้ผู้เรียนมีทักษะในการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา ตามนโยบายของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

บทความนี้สำเร็จได้เพราะได้รับความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร. สุชาดา สิทธิ์จงสถาพร ในการให้คำปรึกษา คำแนะนำที่ดีเพื่อสร้างสรรค์บทความจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] ปรีชญา วงษ์กระจ่าง, วีรภัทร โอวัฒนาพาณิช, นฤนาท โลมะรัตน์, “การพัฒนาการเรียนการสอนแพทยศาสตร์โดยเทคโนโลยี”, วารสารเวชบันทึกศิริราช, ปีที่ 11 ฉบับที่ 1, ม.ค.-เม.ย. 2561

[2] Lyle D. Feisel, albert J. Rosa, “The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education”, Journal of Engineering Education, January 2005.

[3] ประสูตร เดชสุวรรณ, “การพัฒนาการเรียนรู้แบบ Outcome-based education ในรายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร”, Engineering Transactions (Group B), Vol.20, No.2(43), July-Dec-2017

[4] ประสูตร เดชสุวรรณ, “การศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์โดยใช้การวัดผลลัพธ์แบบ KAPIS สำหรับรายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของคณะวิศวกรรมศาตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร”, Engineering Transaction (Group B), Vol. 21, No. 1(44), Jan-Jun, 2018.

[5] สุริยา วิทยาประดิษฐ์, “รูปแบบการสอนตามแนวทางการศึกษามุ่งผลลัพธ์เป็นฐานสำหรับวิชาอิเล็กทรอนิกส์ชีวแพทย์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร”, Engineering Transaction (Group B), Vol. 21, No. 1(44), Jan-Jun, 2018.

[6] เอกสารกรอบคุณวุฒิแห่งชาติ NQF ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560. [Online] http://ir.rmutsv.ac.th/content/2017/07/24-519. [สืบค้นวันที่ 18 สิงหาคม 2564].

[7] Spady, W. G., “Outcome-based education: Critical issues and answers”, Arlington, VA: American Association of School Administrators, 1994.

สุพัตรา เพ็ชรนิล สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วิศวกรรมโทรคมนาคม) ในปี พ.ศ. 2547 และวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วิศวกรรมโทรคมนาคม) ในปี พ.ศ. 2549 จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร