

รูปแบบการสอนตามแนวทางการศึกษามุ่งผลลัพธ์เป็นฐาน สำหรับวิชาอิเล็กทรอนิกส์ชีวแพทย์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร Model based on Outcome-Based Education for Biomedical Electronics of Mahanakorn University of Technology

สุริยา วิทยาประดิษฐ์

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันนวัตกรรมมหานคร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530
Email : suriya@mut.ac.th

Manuscript received February 5, 2018

Revised May 26, 2018

บทคัดย่อ

รูปแบบการสอนตามแนวทางการศึกษามุ่งผลลัพธ์เป็นฐาน การเรียนรู้ของบทความนี้ ใช้ตามวัตถุประสงค์ของสถาบัน นวัตกรรมมหานครที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยใช้กิจกรรมการ เรียนรู้จากปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการเรียนรู้จากโครงการเป็น ฐาน โดยมีผู้สอนทำหน้าที่ควบคุมแนวทางการศึกษาตามกิจกรรม ที่กำหนดตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ แล้ววัดผลลัพธ์ทั้ง 3 ด้าน หลักตามการศึกษาในศตวรรษที่ 21 แบ่งออกเป็น 5 องค์ประกอบ ของ KAPIS เมื่อจบกระบวนการเรียนรู้แล้วทำการประเมินผลทั้ง ผู้สอน ผู้เรียน และคุณภาพการศึกษา ได้ค่าเฉลี่ย 4.60, 3.80 และ 4.60 ตามลำดับ

คำสำคัญ : การศึกษามุ่งผลลัพธ์ ปัญหาเป็นฐาน โครงการเป็นฐาน

ABSTRACT

The teaching-oriented model is based on outcome-based education. The purpose of Mahanakorn Institute Innovation is to focus on student-based learning. Using problem-based learning activities and project-based learning. Lecturer is responsible for controlling the course of study according to the Thailand Qualification Framework (TQF) activities.

Then , there are three main area for measuring , according to the 21st century study divided into 5 elements of KAPIS. After that, the evaluation of this course following the quality of education were 4.60, 3.80 and 4.60, respectively.

Keyword : *Outcome Based , Problem Based , Project Based , KAPIS*

1. บทนำ

การเรียนการสอนในอดีตเป็นการศึกษาโดยใส่ความรู้เป็นฐาน การเรียนรู้ (Input Based Education ; IBE) ซึ่งเป็นกระบวนการ เรียนรู้จากการฟังบรรยาย (Lecture-based Learning) โดยมีผู้สอน เป็นศูนย์กลาง (Teacher-centered) เป็นการเรียนรู้ที่สอนตาม ตำราตลอดช่วงเวลาที่กำหนดในหนึ่งคาบเรียน ผู้สอนจะใส่ความรู้ ให้กับผู้เรียนที่มีพฤติกรรมการเรียนที่ต่างไปจากเดิมมาก เนื่องจาก ขาดสมาธิที่จะเรียนรู้ต่อเนื่องอันเกิดจากปัจจัยหลาย ๆ อย่าง เมื่อ จบการศึกษาในรายวิชาที่วัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยใช้วิธีการ สอบที่ได้จากความรู้มากกว่าความเข้าใจซึ่งสอดคล้องกับปิรามิด ของการเรียนรู้ (Pyramid Learning) [1] ในงานวิจัยของ NTL Institute ที่นิยามให้การเรียนรู้ในแนวทางใส่ความรู้ซึ่งเป็นการเรียน แนวนวนาเป็นการเรียนรู้แบบตั้งรับ (Passive Learning) โดย

ความรู้ที่ผู้เรียนได้รับไม่ยั่งยืน

เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างยั่งยืน ตามแนวทางของปรัมาธิการเรียนรู้ดังกล่าวมาแล้วนั้น ได้เสนอแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) โดยกำหนดให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง(student centered) ของกระบวนการเรียนรู้ทั้งหมด เป็นกระบวนการที่ให้ผู้เรียนทำหน้าที่ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนทำหน้าที่กำหนดกรอบของกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งหวังผลลัพธ์ (Outcome) ที่เกิดแก่ผู้เรียน และมีแนวทางการวัดผลลัพธ์ (Outcome Assessment) [2] ที่กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับจากการศึกษา

2. การศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์เป็นฐาน

การศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์เป็นฐานการเรียนรู้(Outcome Based Education;OBE) [3] – [4] เป็นกระบวนการเรียนรู้จากกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ดำเนินงานในกิจกรรมนั้น ๆ ด้วยตนเอง ตั้งแต่กระบวนการค้นคว้าจนถึงการปฏิบัติจนลุล่วง สามารถจำแนกกิจกรรมได้หลายแนวทางเช่น

- เรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน(Activity Based Learning;ABL)
- เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน(Problem Based Learning;PBL)
- เรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน(Project Based Learning;PjBL)
- เรียนรู้กระบวนการคิดเป็นฐาน(Thinking Based Learning;TBL)
- เรียนรู้โดยบริการเป็นฐาน(Service Based Learning;SBL)
- เรียนรู้จากการสืบค้นเป็นฐาน(Inquiry Based Learning;IBL)
- เรียนรู้ด้วยการค้นพบเป็นฐาน(Discovery Based Learning;DBL)
- เรียนรู้จากประสบการณ์เป็นฐาน(Experiential Based Learning;EBL)

โดยผู้สอนสามารถนำกิจกรรมทั้งหมดไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการเรียนรู้ หรือเลือกเฉพาะแนวทางของกิจกรรมที่จำเป็น และสอดคล้องกับรายละเอียดวิชา (Course Description;CD) ของวิชานั้น ๆ ตามความเหมาะสม สำหรับวิชาอิเล็กทรอนิกส์ชีวแพทย์ของบทความนี้ ผู้สอนเลือกใช้เพียงสองกิจกรรมคือ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

2.1 ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้มุ่งผลลัพธ์เป็นฐาน

จากแนวทางของกิจกรรมข้างต้น ผู้สอนต้องเลือกสรรกิจกรรมที่เหมาะสมกับรายละเอียดของวิชาตาม มคอ.2 โดยกิจกรรมที่เลือกใช้ควรคำนึงถึงปริมาณของกิจกรรมกับช่วงเวลาเรียนที่เหมาะสม และสอดคล้องกับจำนวนผู้เรียน ซึ่งบางกิจกรรมควรให้ผู้เรียนได้ดำเนินกิจกรรมเดี่ยวหรือดำเนินกิจกรรมเป็นหมู่คณะเพื่อประเมินผู้เรียน

ทั้งด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ขอบเขตของกิจกรรมที่เลือกสรรแล้ว ผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลาในหนึ่งคาบเรียน เพื่อประเมินผู้เรียนด้านความรู้ รับผิดชอบในกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย ด้านกระบวนการค้นคว้าหาความรู้ ด้านกระบวนการแก้ปัญหา และผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินกิจกรรม หากขอบเขตกิจกรรมใช้เวลามากเกินไปอาจทำให้ผู้เรียนขาดความมุ่งมั่นและก่อให้เกิดผลเสียต่อการเรียนรู้ จากกิจกรรมที่ได้เลือกใช้ผู้สอนทำหน้าที่จัดการเรียนรู้ตามลักษณะของกิจกรรม ในแนวทางดังต่อไปนี้

- กิจกรรมควรส่งเสริมผู้เรียนด้านความรู้ การวิเคราะห์ และแสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย
- กิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนการทำงานเดี่ยวและการทำงานกลุ่มเพื่อประเมินผลด้านทักษะ และคุณลักษณะ
- กิจกรรมควรเน้นเนื้อหา คุณลักษณะ และทักษะ ตามคุณสมบัติที่พึงประสงค์ของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
- กิจกรรมควรมีกระบวนการคิด การเปรียบเทียบ การแก้ไขปัญหา และแบ่งปัน
- กิจกรรม/โครงงาน มีขอบเขตการเรียนรู้ในช่วงเวลาที่เหมาะสมในหนึ่งคาบเรียน ซึ่งผู้สอนสามารถติดตามผลการดำเนินงานได้
- กิจกรรม/โครงงาน มุ่งเป้าถึงความสำเร็จ สามารถเผยแพร่เป็นที่ประจักษ์

2.2 บทบาทผู้สอนของการศึกษาโดยมุ่งผลลัพธ์เป็นฐาน

การปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอนจากใส่ความรู้มาเป็นการเรียนรู้มุ่งผลลัพธ์ ผู้สอนต้องยอมรับการปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอน และยอมรับการปรับปรุงวิธีการสอนที่พัฒนาผู้เรียนจนบรรลุวัตถุประสงค์ ผู้สอนควรมีเจตคติที่ดีต่อรูปแบบการสอนมุ่งผลลัพธ์เป็นฐาน ที่ใช้กิจกรรมต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบหลักของการเรียนการสอน ซึ่งกิจกรรมที่เลือกสรรได้แล้ว ผู้สอนต้องคำนึงถึงกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ (Thailand Qualifications Framework ; TQF)ทั้งห้าด้านหลัก

นอกจากการออกแบบกิจกรรมสำหรับการเรียนรู้แล้ว ผู้สอนควรต้องคำนึงถึงการประเมินผลของการศึกษามุ่งผลลัพธ์ (Outcome Based Assessment) ควบคู่กันไป ซึ่งวิธีวัดผลลัพธ์ของบทความนี้ใช้ดัชนีชี้วัด KAPIS ของสถาบันนวัตกรรมมหานคร ที่ครอบคลุมเกณฑ์ทั้งห้าด้านของกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ

โดยบทบาทของผู้สอนที่ทำหน้าที่ออกแบบกิจกรรม ควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- มีทัศนคติที่ดีและเข้าใจกระบวนการเรียนรู้มุ่งผลลัพธ์เป็นฐานที่ถูกต้อง
- มีความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

- แนะนำกลวิธีการเรียนรู้และวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียน
- สร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้
- กระตุ้นให้กิจกรรมดำเนินไปตามวัตถุประสงค์ตามเวลาที่กำหนด

2.3 บทบาทผู้เรียนของการศึกษาโดยมุ่งผลลัพธ์เป็นฐาน

ผู้สอนต้องอธิบายถึงรูปแบบการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์เป็นฐานให้กับผู้เรียนได้รู้ถึงแนวทางการเรียนการสอน วิธีการวัดผลที่เหมาะสมกับกิจกรรม และอธิบายถึงบทบาทของผู้เรียนดังต่อไปนี้

- เป็นผู้มีความรับผิดชอบ มีทัศนคติที่ดี และเข้าใจแนวทางการเรียนรู้มุ่งผลลัพธ์เป็นฐาน
- ดำเนินกิจกรรมหลักด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้นโดยมีผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษา
- มีส่วนร่วมในกระบวนการทางความคิดขั้นสูง และเข้าใจในสิ่งที่กำลังปฏิบัติในกิจกรรม
- ยอมรับความแตกต่าง รับฟังความคิดเห็น และยอมรับคำวิจารณ์
- มีทักษะในการค้นคว้าศึกษาหาความรู้จากกิจกรรมที่กำหนดด้วยตนเองอย่างรวดเร็ว
- กล้าแสดงออกและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกิจกรรมที่ทำร่วมกัน

3. การศึกษามุ่งผลลัพธ์ของวิชาอิเล็กทรอนิกส์ชีวแพทย์

ขั้นต้นผู้สอนกำหนดการเรียนรู้ตามรายละเอียดวิชาที่เสนอไว้ในมคอ.2 ถัดมาได้ทำการคัดสรรกิจกรรมตามหัวข้อที่ 2 เพื่อใช้ประกอบในการเรียนรู้ในห้องเรียน สำหรับภาคการศึกษาที่ 2/2560 ผู้สอนเลือกกิจกรรมการเรียนรู้จากปัญหา กับกิจกรรมการเรียนรู้จากโครงงาน

กิจกรรมการเรียนรู้จากปัญหา ให้ผู้เรียนแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการวัดสัญญาณชีพจรทางแสง ที่มีอุปสรรคต่างๆที่เกิดจากกระบวนการวัด โดยให้นักศึกษาแก้ไขปัญหาจนได้สัญญาณชีพจรที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ได้

สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้จากโครงงาน ผู้เรียนจัดทำโครงงานเครื่องวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ(Electrocardiogram ; ECG) กับเครื่องควบคุมการเปิด/ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยใช้สัญญาณกล้ามเนื้อไฟฟ้า (Electromyogram ; EMG) เพราะโครงงานทั้งสองเป็นเนื้อหาหลักของศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์

ลำดับต่อไปทำการสร้างประมวลการสอนลงใน มคอ.3 ซึ่งกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละครั้งดำเนินไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ (TQF) โดยมีสัญลักษณ์จุดดำหมายถึง

ความสำคัญของเนื้อหาวิชา และจุดขาวหมายถึงความสำคัญของกิจกรรม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประมวลการสอนของวิชาอิเล็กทรอนิกส์ชีวแพทย์

ครั้งที่	เรื่อง	TOF-1	TOF-2	TOF-3	TOF-4	TOF-5
1	แนะนำการเรียน, วัตถุประสงค์, รายละเอียดวิชา, การวัดผล, การศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์, ประมวลการสอน, กิจกรรมเสริมสร้างทักษะ	○			○	○
2	ลักษณะของสัญญาณชีพจร, การวัดองค์ประกอบทางไฟฟ้า, การตรวจวัดชีพจรโดยใช้อุปกรณ์ทางแสง	○	●	●	○	○
3	คุณสมบัติของวงจรความถี่แบบต่าง ๆ การกรองสัญญาณชีพจรจากวงจรตรวจวัด	○	●	●	○	○
4	คุณสมบัติของวงจรขยายสัญญาณแบบต่างๆ การขยายสัญญาณชีพจร การลดสัญญาณรบกวนในวงจรขยาย	○	●	●	○	○
5	วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบต่าง ๆ ผลกระทบของสัญญาณรบกวนในวงจรเปรียบเทียบแรงดัน	○	●	●	○	○
6	ตัวอย่างเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ การออกแบบเครื่องวัดสัญญาณชีพจร	○	○	●	●	○
7	การเรียนรู้จากปัญหา(Problem Based Learning)	○	○	●	●	●
8	สัญญาณชีวไฟฟ้า (Electro Potential) อิเล็กโทรดสำหรับการวัดสัญญาณไฟฟ้า	○	●	●	○	○
9	รูปแบบการวัดสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ วงจรขยายสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจกับการออกแบบ	○	●	●	○	○
10	วงจรกรองแถบความถี่หูดผ่านแบบต่าง ๆ การออกแบบวงจรกรองแถบความถี่หูดผ่าน	○	●	●	○	○
11	ออกแบบโครงงานสำหรับการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ	○	○	●	●	●
12	การวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ การออกแบบวงจรขยายสัญญาณกล้ามเนื้อไฟฟ้า	○	●	●	○	○
13	วงจรเรียงกระแสแบบแมนย้า วงจรกรองกระแสแบบเฉื่อยงาน	○	●	●	○	○
14	การออกแบบโครงงานสำหรับควบคุมการเปิด/ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยใช้สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ	○	○	●	●	●
15	นำเสนอเทคโนโลยีเครื่องมือหรืออุปกรณ์ทางการแพทย์ ทบทวนการเรียน กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก	○	○	●	●	●

3.2 กิจกรรมการเรียนรู้มุ่งผลลัพธ์

การศึกษาแบบใส่ความรู้เป็นฐานตามรูปแบบเดิม ผู้สอนใช้วิธีการบรรยายต่อหนึ่งคาบ 150 นาที เมื่อเปลี่ยนรูปแบบการสอนเป็นการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์เป็นฐาน ได้สรุปเนื้อหาให้เหลือเพียง 30 - 40 นาที ถัดมาเป็นการทบทวนความรู้ การวิเคราะห์ การออกแบบ ใช้เวลา 20 - 30 นาที เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปทดลองในห้องเรียนโดยมีเครื่องมือกับอุปกรณ์ที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ให้ ใช้เวลาทดลองประมาณ 50 - 60 นาทีโดยมีผู้สอนคอยให้คำแนะนำจนกระทั่งได้ผลลัพธ์ตามที่กำหนดไว้ สุดท้ายให้ผู้เรียนได้ตั้งคำถามและตอบคำถามเพื่อชี้วัดผลลัพธ์ของการเรียนรู้ใช้เวลาประมาณ 10 - 20 นาที



รูปที่ 1 รูปแบบการสอนกับช่วงเวลาของกิจกรรมการเรียนรู้

3.3 การใช้ปัญหาเป็นฐานการเรียนรู้

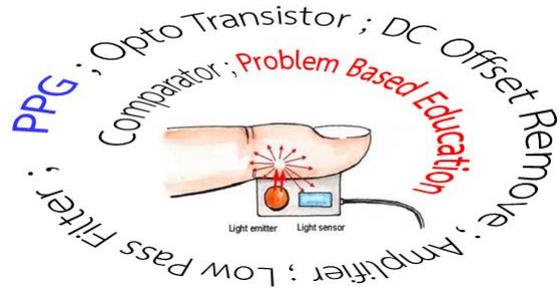
ผู้สอนอธิบายถึงการวัดสัญญาณชีพจรโดยใช้แสง (Photo-Plethysmogram ; PPG) และลักษณะของสัญญาณที่วัดได้จากตัวตรวจรู้ (sensor) ดังในรูปที่ 2 โดยช่องวัด CH.1 กับ CH.2 เป็นการวัดที่ตั้งค่า Coupling ต่างกัน สัญญาณชีพจรที่วัดค่าได้นั้นมีขนาดแรงดันไฟฟ้า 25mV_{p-p} และมีออฟเซตกับสัญญาณความถี่สูงรวมกันมา ซึ่งเป็นสัญญาณชีพจรที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ได้

ผู้เรียนต้องใช้ขีดความสามารถของตนเองแก้ไขปัญหา โดยนำเสนอแนวคิดในการแก้ไขปัญหาของตนเอง กับการแลกเปลี่ยนความคิดกับผู้เรียนร่วม แล้วทำการทดลองแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง จากอุปกรณ์กับเครื่องมือที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ล่วงหน้า จนกระทั่งได้สัญญาณชีพจรที่สามารถนำไปใช้ทางการแพทย์ได้

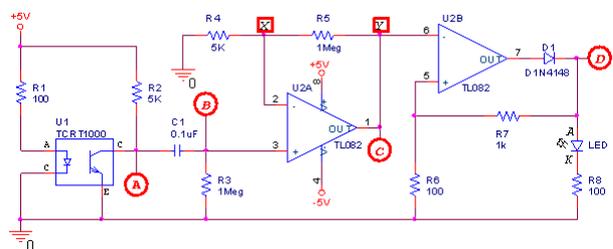


รูปที่ 2 สัญญาณชีพจรที่วัดได้จากตัวตรวจรู้

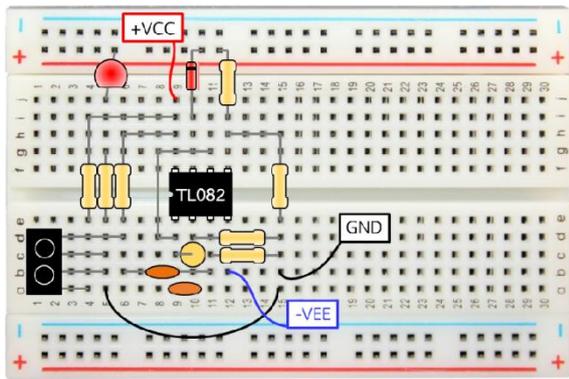
การเรียนรู้ครั้งที่ 2 - 6 ของตารางที่ 1 ตามรูปแบบการสอนในรูปที่ 1 ผู้เรียนต้องใช้ความรู้และการปฏิบัติในคาบเรียนเพื่อแก้ไขปัญหา แล้วแสดงผลของการเรียนรู้ กับการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้เรียนร่วม จนกระทั่งได้ผลลัพธ์สุดท้ายที่สามารถนำเสนอผลงานได้ โดยอ้างอิงจากแผนผังการเรียนรู้ในรูปที่ 3 แล้วทดลองออกแบบวงจรไฟฟ้า และวัดผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียนรู้



รูปที่ 3 แผนผังการเรียนรู้จากปัญหาเป็นฐาน



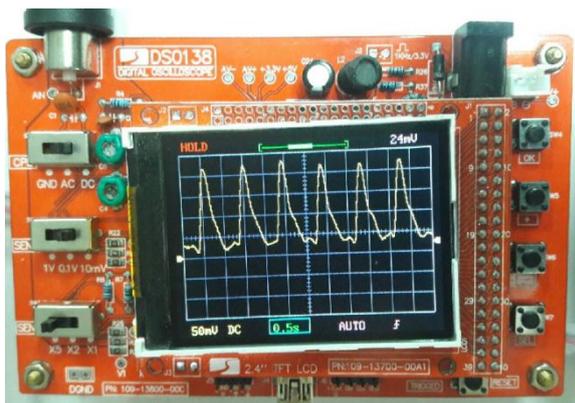
รูปที่ 4.1(ก) วงจรตรวจวัดสัญญาณชีพจร PPG (ต่อ)



รูปที่ 4(ข) วงจรไฟฟ้าที่ได้จากการทดลองของปัญหาเป็นฐาน

ในกิจกรรมการเรียนรู้ ถึงแม้ว่ามีการบรรยายเพียงช่วงเวลาสั้นๆ ร่วมกับการทดลองปฏิบัติจริง โดยผู้สอนจัดเตรียมอุปกรณ์กับเครื่องมือให้ผู้เรียนได้ศึกษาและแก้ไขปัญหาจนกระทั่งได้ลักษณะของวงจรตรวจวัดสัญญาณชีพจร PPG ดังในรูปที่ 4(ก)

จากนั้นนำวงจรที่ได้เรียนรู้ และทดลองจนสัมฤทธิ์แล้วดังรูปที่ 4 (ข) พร้อมกับผลการทดลองในรูปที่ 5 นำเสนอต่อผู้สอนเพื่อวัดผลการเรียนรู้ ด้านคิดวิเคราะห์ (A) การวัดผลการทดลอง (P) กับการวัดทักษะ (S) โดยให้อธิบายปัญหาที่ได้จากการทดลองกับวิธีแก้ไขปัญหามาแสดงเหตุผลของผู้เรียนที่ใช้แก้ไขในกิจกรรมการเรียนรู้



รูปที่ 5 สัญญาณชีพจรที่วัดได้จากการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากรูปที่ 5 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งผู้เรียนทำการศึกษา ค้นคว้า ออกแบบ และทดลอง โดยใช้เครื่องมือวัดแบบดิจิทัลออสซิลโลสโคปแบบพกพา(Handheld) รุ่น DSO138 ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ให้เพียงพอต่อจำนวนผู้เรียนที่สามารถศึกษาด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริงที่ระบุไว้ในการเรียนรู้ครั้งที่ 7

3.3 การใช้โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้

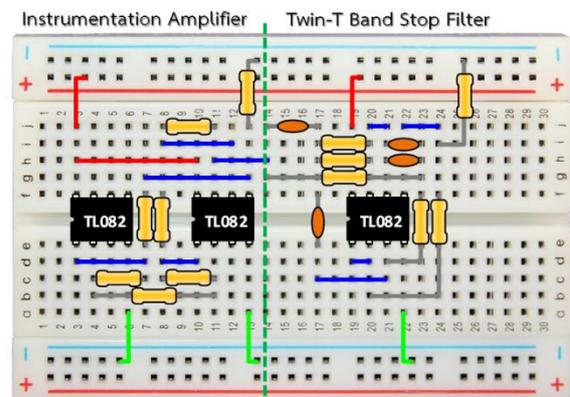
การเรียนรู้ครั้งที่ 8 - 14 ผู้สอนกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งแบ่งกิจกรรมเป็นสองโครงงานคือ พัฒนาเครื่องวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ(Electrocardiogram ; ECG) กับโครงงานเครื่องควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้สัญญาณกล้ามเนื้อไฟฟ้า(Electromyogram ; EMG)

โดยโครงงานแรกกำหนดให้ผู้เรียนเข้าใจถึงกระบวนการวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจทั้ง 12 Leads, เรียนรู้ชนิดของอิเล็กโทรดและความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการพัฒนาเครื่องวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจตามแผนผังการเรียนรู้ในรูปที่ 6



รูปที่ 6 แผนผังการเรียนรู้จากโครงงานพัฒนา เครื่องวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นฐานการเรียนรู้

การวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ จำเป็นต้องใช้อิเล็กโทรด (Disposable Conductive Electrode Pad) โดยผู้สอนจัดเตรียมไว้เพียงพอกับจำนวนผู้เรียน รวมทั้งเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าหลายรูปแบบ (Function Generator) ชนิดพกพา เพื่อให้ผู้เรียนรู้ได้ออกแบบและทดลองวงจรขยายสัญญาณกับวงจรกรองสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ลงบนชุดทดลองดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 วงจรไฟฟ้าที่ได้จากการทดลองของปัญหาเป็นฐาน

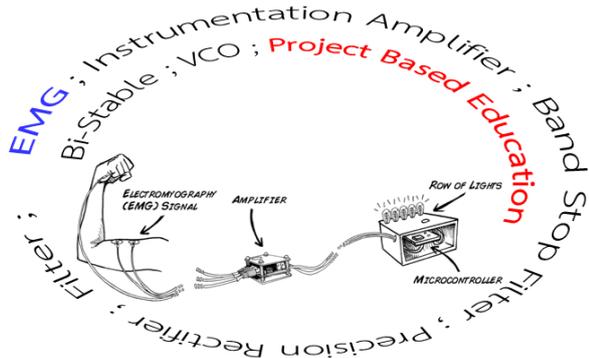
เมื่อผู้เรียนทำการทดลองจนสัมฤทธิ์ผลแล้ว ลำดับต่อมาได้นำเสนอต่อผู้สอนเพื่อวัดผลการเรียนรู้ด้านคิดวิเคราะห์(A) การวัดผล

การทดลอง (P) กับการใช้งาน (I) โดยให้อธิบายกระบวนการ ออกแบบกับการใช้งาน แสดงถึงภูมิปัญญาของผู้เรียนที่ใช้ใน กิจกรรมการเรียนรู้ สุดท้ายนี้ให้ผู้เรียนเผยแพร่ผลลัพธ์จากการ เรียนรู้ทางสื่อออนไลน์ ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 ผลการเรียนรู้ที่เผยแพร่ทางสื่อออนไลน์

สำหรับการเรียนรู้ในโครงการที่สอง ผู้สอนกำหนดให้ผู้เรียน ออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าโดย ควบคุมจากสัญญาณกล้ามเนื้อไฟฟ้าจากผิวหนัง (Surface Electromyogram ; sEMG) โดยอธิบายเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้อย่าง ครอบคลุมในโครงการ รวมทั้งยกตัวอย่าง โครงการต่างๆที่ใช้สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อควบคุม เพื่อเป็นแนวทาง การศึกษาให้กับผู้เรียน

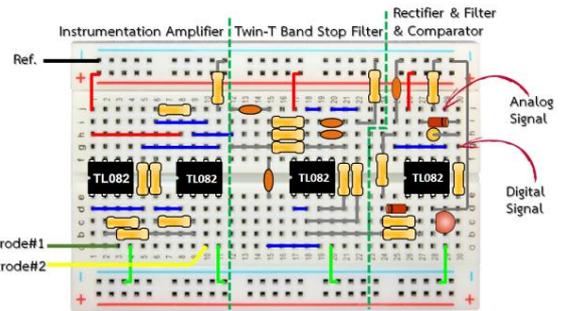


รูปที่ 9 แผนผังการเรียนรู้จากโครงการพัฒนาเครื่องเปิดปิดอุปกรณ์ ไฟฟ้าที่ควบคุมโดยใช้สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเป็นฐานการเรียนรู้

4. การวัดผลการเรียนรู้

การเรียนรู้ตามแนวทางการศึกษาที่ใส่ความรู้เป็นฐานใน ระดับอุดมศึกษา โดยทั่วไปวัดผลจากการสอบทั้งกลางภาคกับการ สอบปลายภาค และมีคะแนนเก็บจากกิจกรรมเพียงเล็กน้อย กระบวนการสอบเน้นผู้เรียนด้านความจำเพียงด้านเดียวหรือวัดผล เพียงด้านเนื้อหาเท่านั้น ต่างจากการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีคุณสมบัติพึงประสงค์ในสามด้านหลักคือ ด้าน

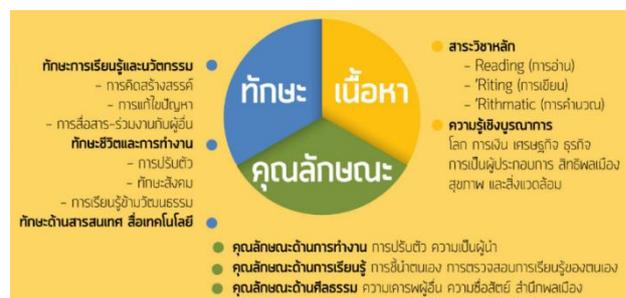
เนื้อหา ด้านทักษะ ด้านคุณลักษณะ ตามรูปที่ 12 ที่สอดคล้องกับ แนวทางของกรอบมาตรฐานคุณวุฒิทั้งห้าด้าน



รูปที่ 10 วงจรไฟฟ้าที่ได้จากการทดลองของปัญหาเป็นฐานที่ใช้ สำหรับการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยใช้สัญญาณกล้ามเนื้อไฟฟ้า



รูปที่ 11 ผลการเรียนรู้โดยใช้โครงการเครื่องควบคุมการเปิดปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นฐานการเรียนรู้ที่เผยแพร่ทางสื่อออนไลน์



รูปที่ 12 คุณสมบัติพึงประสงค์ตามการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

การวัดผลของการเรียนรู้มุ่งผลลัพธ์เป็นฐาน [2] ที่ได้เสนอแนว ทางการวัดผลลัพธ์การเรียนรู้ในภาพรวม ซึ่งไม่ได้ระบุชัดในศาสตร์ แต่ละสาขาได้ทั้งหมด ผู้สอนต้องนำแนวทางที่ได้นำเสนอไปปรับใช้ เอง สำหรับวิชาอิเล็กทรอนิกส์ชีวแพทยใช้แนวทางของการศึกษาใน ศตวรรษที่ 21 ที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียนรู้ทั้งสามด้านหลักตาม กรอบมาตรฐานคุณวุฒิทั้งห้าด้าน

ในบทความนี้ได้นำเสนอการแบ่งย่อยในแต่ละด้านเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพสูงสุดตามปรัชญาที่องค์กรได้กำหนดไว้ อีกทั้งเป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยนกระบวนการศึกษาของวิชาอื่นๆต่อไป ซึ่งการวัดผลการเรียนรู้ของบทความนี้ใช้การวัดผลตามระบบ KAPIS ที่กำหนดขึ้นโดยคณะกรรมการวิชาการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร เพื่อให้พัฒนาผู้เรียนทั้งทางด้านสมรรถนะทักษะ (Hard Skills) กับทางด้านจรรยาบรรณ (Soft Skills) โดยจัดแบ่งคะแนนตามตารางที่ 2 แล้วประกาศให้ผู้เรียนรับทราบถึงเกณฑ์การแบ่งระดับคะแนน

ตารางที่ 2 การแจกแจงคะแนนตามระบบ KAPIS ของวิชา EEET0470

Description	K	A	P	I	S	Total
Classroom activities	5	5			10	20
Problem Based Learning		5	5		5	15
Project Based Learning(1)		5	5	5		15
Project Based Learning(2)		5	5	5		15
Final Exam	15	20				35
Total	20	40	15	10	15	100

โดยที่

- K คือ Knowledge
- A คือ Analytical thinking / Problem solving
- P คือ Practice skill
- I คือ Innovative / Creative thinking
- S คือ Soft skill (Communication , Presentation , Leader shift)

หลังจากจบกระบวนการศึกษาตามแนวทางมุ่งผลลัพธ์เป็นฐานการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมเรียนรู้จากปัญหาต่อกิจกรรมเรียนรู้จากโครงการเป็นฐานจำนวนสองโครงการ ที่ได้จำแนกไว้ในตารางที่ 2 ของการเรียนประจำภาคการศึกษาที่ 2/2560 แล้วทำการหาค่าเฉลี่ยกับคะแนนรวมของกิจกรรมได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวัดผลของ KAPIS จากกิจกรรมการเรียนรู้

Outcome Based Education	K	A	P	I	S	Total
Problem Based Learning	-	3.5	3.0	-	3.5	10
Project Based Learning(1)	-	3.8	3.5	3.3	-	10.6
Project Based Learning(2)	-	3.5	3.5	3.8	-	10.8
Average		3.6	3.33	3.55	3.5	

จากพฤติกรรมการเรียนสังเกตว่าผู้เรียนยังต้องปรับตัวกับการศึกษาของกรมมุ่งผลลัพธ์ ในกิจกรรมการเรียนรู้จากปัญหาผู้เรียนไม่กล้าแสดงบทบาทด้านจรรยาบรรณ (S) ทำให้การวัดผลด้านสมรรถนะทักษะที่ใช้การคิดวิเคราะห์ (A) ไม่ได้ตามที่คาดหวังไว้ แต่เมื่อผู้เรียนปรับตัวกับการศึกษาได้แล้วทำให้การวัดผลด้านสมรรถนะมีคะแนนที่สูงขึ้นเล็กน้อย เพราะผู้เรียนยังต้องพัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์

สำหรับการวัดผลด้านทักษะ (P) ซึ่งผู้เรียนได้ปฏิบัติการโดยการทดลองควบคู่กับการวิเคราะห์นั้น ผู้เรียนมีความกังวลเรื่องเวลาที่มีจำกัดในหนึ่งคาบเรียน อาจดำเนินการงานที่ได้รับมอบหมายไม่ทันตามกำหนด ทำให้ผลงาน (I) ที่เป็นผลลัพธ์สำคัญไม่ประสบความสำเร็จตามที่ตั้งใจไว้

สุดท้ายของการศึกษามุ่งผลลัพธ์เป็นฐานของบทความนี้ได้จัดทำประเมินผู้เรียนกับผู้สอนตามหัวข้อที่ 2 เพื่อใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนในครั้งต่อไป โดยให้ผู้เรียนทำการประเมินตนเองตามตารางที่ 3 ได้ค่าเฉลี่ย 3.83 จากสูงสุด 5 คะแนน โดยมีค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ย 0.34

ตารางที่ 3 การประเมินผลผู้เรียนตามการศึกษามุ่งผลลัพธ์เป็นฐาน

หัวข้อ	X	S.D.
นักศึกษามีวินัย มีทัศนคติที่ดีและเข้าใจแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก	3.8	0.45
ดำเนินกิจกรรมหลักๆด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้นโดยมีผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษา	3.8	0.84
มีส่วนร่วมในกระบวนการทางความคิดขั้นสูงและเข้าใจในสิ่งที่กำลังปฏิบัติในกิจกรรม	3.6	0.55
ยอมรับความแตกต่าง รับฟังความคิดเห็น และยอมรับคำวิจารณ์	4.2	0.45
มีทักษะในการค้นคว้า ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองอย่างรวดเร็ว	3.8	0.45
สามารถค้นคว้าความรู้และจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจากกิจกรรมที่ทำร่วมกัน	3.8	0.45
สามารถนำความรู้ไปพัฒนาเพื่อให้เกิดประโยชน์ในงานที่เกี่ยวข้องได้	3.8	0.45
รวมผลการประเมินผู้เรียน	3.83	0.34

สำหรับการประเมินผลผู้สอนได้ค่าเฉลี่ย 4.60 จากสูงสุด 5 คะแนน โดยมีค่าเบี่ยงเบน 0.40 ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การประเมินผลผู้สอนตามการศึกษามุ่งผลลัพธ์เป็นฐาน

หัวข้อ	X	S.D.
มีรูปแบบการสอนที่แตกต่างระหว่างการศึกษตามแบบ IBE กับ OBE	4.2	0.45
ผู้สอนมีความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้	4.6	0.55
ผู้สอนแนะนำกลวิธีการเรียนรู้และวัดประสงค์แก่ผู้เรียน	4.6	0.55
ผู้สอนกำหนดกิจกรรมทั้งสามด้านคือ เนื้อหา, ทักษะ และคุณลักษณะ	5	0
ผู้สอนกระตุ้นและตั้งคำถามให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด การวิเคราะห์	4.6	0.55
ผู้สอนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียน กิจกรรมการเรียน	4.6	0.55
ผู้สอนกระตุ้นให้กิจกรรมดำเนินไปตามวัตถุประสงค์ตามช่วงเวลาที่กำหนด	4.6	0.89
รวมผลการประเมินผู้สอน	4.60	0.40

ตารางที่ 5 ผลประเมินด้านเนื้อหาการเรียนรู้ปีการศึกษา 2559 กับ 2560

หัวข้อ	2559		2560	
	X	S.D.	X	S.D.
ความเหมาะสมของการเรียงลำดับเนื้อหา	4.67	0.49	4.60	0.55
ความรู้และประโยชน์ที่ได้รับ	4.60	0.51	4.60	0.55
ความทันสมัยของเนื้อหาวิชา	4.60	0.63	4.60	0.55
รวมผลการประเมินด้านเนื้อหา	4.62	0.55	4.60	0.55

การสอนตามรูปแบบศึกษาที่ใส่ความรู้เป็นฐานในปีการศึกษา 2559 มาเป็นการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์เป็นฐานในปี 2560 จากผลประเมินด้านเนื้อหาในตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยค่าเบี่ยงเบนมีค่าเท่ากับ 0.55

5. บทสรุป

การปรับเปลี่ยนแนวการสอนจากกระบวนการศึกษาแบบเดิมใช้วิธีการสอนโดยใส่ความรู้เป็นฐาน มาเป็นกระบวนการศึกษาโดยมุ่งผลลัพธ์เป็นฐานซึ่งเป็นการเรียนรู้เชิงรุกที่เน้นผู้เรียนรู้เป็นศูนย์กลางนั้น ผู้สอนต้องเข้าใจลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ตามหัวข้อที่ 2.1 และบทบาทของผู้สอนตามกระบวนการศึกษาโดยมุ่งผลลัพธ์เป็นฐานตามหัวข้อที่ 2.2

ลำดับต่อมาจัดเนื้อหาของการศึกษาตามรายละเอียดวิชาในขอบเขตการเรียนรู้ของ มคอ.2 โดยจัดทำประมวลการสอนลงในเอกสาร มคอ.3 ที่ประกอบด้วยองค์ความรู้ในหัวเรื่องต่างๆ ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งผลลัพธ์ รวมทั้งจัดระบบการวัดผลการเรียนรู้ตามหัวข้อที่ 4 สำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ตามหัวข้อ 2 ที่ผู้สอนออกแบบสำหรับการเรียนรู้ในคาบเรียนไม่จำเป็นต้องนำมาใช้ทั้งหมดขึ้นอยู่กับรายละเอียดของวิชานั้น ๆ ผู้สอนควรกำหนดช่วงเวลาเรียนรู้ให้เหมาะสมและจบกิจกรรมในคาบเรียน เพื่อหลีกเลี่ยงภาระงานที่ซ้อนทับกับวิชาอื่น ๆ กิจกรรมที่มีความต่อเนื่องเป็นเวลานานทำให้ผู้เรียนรู้มีทัศนคติที่ตรงข้ามกับการเรียนรู้รูปแบบใหม่ บทความนี้ได้กำหนดกิจกรรมในคาบเรียนตามตารางที่ 1 และการจัดเวลาเรียนรู้ตามรูปที่ 1

สำหรับรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์ชีวแพทย์ที่ได้นำการศึกษามุ่งผลลัพธ์เป็นฐาน ผู้สอนกำหนดกิจกรรมเพียงการใช้ปัญหาเป็นฐานกับการใช้โครงงานเป็นฐานที่ได้นำเสนอไปแล้วนั้น กิจกรรมทั้งหมดสำเร็จได้ในคาบเรียนโดยผู้เรียนมีความตั้งใจเรียนรู้นอกจากการเรียนรู้ที่ใส่ความรู้เป็นฐานแบบเดิม ๆ และจากการประเมินผลของผู้สอนกับผู้เรียนรู้ได้ค่า 4.60 และ 3.80 ตามลำดับ สำหรับการประเมินเนื้อหาวิชาตามหลักประกันคุณภาพของปีการศึกษาที่ 2559 ได้เท่ากับ 4.62 และปีการศึกษาที่ 2560 ที่ใช้รูปแบบการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์ได้เท่ากับ 4.60

การพัฒนาผู้เรียนตามกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งผลลัพธ์เป็นฐาน

ผู้เรียนได้เพียงความรู้ที่ยั่งยืน แต่ถ้าพัฒนาผู้เรียนตามการเรียนรู้มุ่งผลลัพธ์เป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่พัฒนาผู้เรียนรู้ทั้งสามด้านหลักทำให้ผู้เรียนรู้มีประสิทธิภาพและคุณลักษณะที่สังคมต้องการ แต่บทความนี้พิจารณาแล้วว่าถ้าใช้แนวทางการวัดผลแบบ KAPIS ตามกรอบของสถาบันวิศวกรรมมหานครกำหนดเพื่อส่งเสริมความสามารถในด้านผู้นำ ย่อมทำให้ผู้เรียนรู้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดทั้งด้านคุณลักษณะ ด้านความรู้ ด้านทักษะพื้นฐาน การแก้ไขปัญหาอย่างมีระบบ และคุณลักษณะพึงประสงค์ที่สามารถทำงานร่วมกันเป็นทีม พร้อมความสามารถในการเป็นผู้นำที่ดีตามปรัชญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครต้องการ

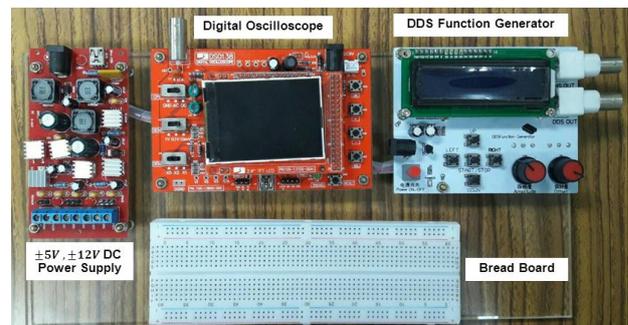
6. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้ได้ปรับเปลี่ยนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ชีวแพทย์ตามการศึกษามุ่งผลลัพธ์เป็นฐานการเรียนรู้ ที่เป็นแนวทางของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีสมรรถนะทักษะ (Hard Skill) กับจรณทักษะ (Soft Skill) ตามนโยบายของคณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ผศ.ดร.ภาณุวิทย์ โภโคยอุดม

กระบวนการวัดผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้เป็นส่วนที่สำคัญที่สุด การวัดผลที่ดีควรพิจารณาผู้เรียนในสามด้านหลัก ซึ่งบทความนี้ใช้ระบบ KAPIS ที่ออกแบบโดยศาสตราจารย์ ดร. จิรยุทธ มัทธนกุล ประธานคณะกรรมการวิชาการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ที่จำแนกการวัดผลในด้านต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิทุกประการ และขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุชาติ สิทธิจงสถาพร ที่ให้คำปรึกษาจนกระทั่งบทความนี้สำเร็จได้

7. ภาคผนวก

การเรียนรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์จำเป็นต้องมีเครื่องมือทางไฟฟ้าเพื่อฝึกทักษะของผู้เรียน ในการเรียนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ชีวแพทย์ ผู้สอนได้จัดหาเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเรียนรู้ที่สามารถพกพา ดังแสดงในรูปที่ 13 ทำให้ผู้เรียนมีความสะดวกมากขึ้นสามารถทดลองหาความรู้ในห้องเรียนได้



รูปที่ 13 ชุดทดลองพกพาสำหรับการเรียนรู้ในห้องเรียน

เอกสารอ้างอิง

- [1] Dale, Edgar. Audio-Visual Methods in Teaching, 3rd ed., Holt, Rinehart & Winston, New York, 1969, p. 108
- [2] สุวัฒน์ เบญจพลพิทักษ์ , “แนวทางการวัดผลแบบ Outcome-Based assessment” , website http://quality.sc.mahidol.ac.th/wp-content/upload/2016/03/outcomeBased_Assessment_by_Suwat_2017.pdf , มหาวิทยาลัยมหิดล.
- [3] ประสูตร เดชสุวรรณ , “การพัฒนาการเรียนรู้แบบ outcome-based education ในรายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร” , Engineering Transaction(group B) , Vol.20 , No.2(43) July-Dec 2017.
- [4] ปริญญา เทวานฤมิตรกุล , “การศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์(Outcome-based Education) โดยผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง” , เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง “Active-Based Learning : What , Why and How?” และเรื่อง “Workshop : How to Implement Active-Based Learning in Your Classroom?” , มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , 1 เมษายน 2558.