

การพัฒนาการสอนเสริมส่วนปฏิบัติการในรายวิชาระบบสมองกลฝังตัว
สำหรับวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และอัตโนมัติ แบบนวัตกรรมเป็นฐาน
ผ่านโครงงานขนาดเล็ก

**Development of Special Laboratory Course on
Embedded Systems for Mechatronics and
Automation Engineering for Innovation-based
Learning through Mini-project**

กรณิการ์ มุลโพธิ์

สาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และอัตโนมัติ สถาบันนวัตกรรมมหานคร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530

Email: kornika@mut.ac.th

Manuscript Received June 22, 2023

Revised June 25, 2023

Accepted June 27, 2023

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอการพัฒนาการสอนเสริมส่วนปฏิบัติการในรายวิชาระบบสมองกลฝังตัวสำหรับวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และอัตโนมัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร แบบนวัตกรรมเป็นฐานผ่านโครงงานขนาดเล็ก ที่สามารถนำไปใช้งานให้เกิดประโยชน์ได้จริงในชุมชน โดยผู้สอนได้ตั้งหัวข้อปัญหาจากชุมชนและให้นักศึกษาแบ่งกลุ่ม ระดมความคิดสร้างสรรค์ ออกแบบและจัดทำงบประมาณ เพื่อจัดทำเป็นนวัตกรรมที่นำไปใช้งานจริงที่บริเวณหน้าร้าน M-Shop โรงเรียนพระมารดานิจจานุเคราะห์ และได้สำรวจความพึงพอใจในการใช้ประโยชน์กับนักเรียนจำนวน 45 คน พบว่า นักเรียนเห็นว่าการพัฒนานี้มีประโยชน์และสามารถให้ความรู้ได้จริง คิดเป็นร้อยละ 100 และจากโครงการนี้ส่งผลให้นักเรียนมีความสนใจในระบบสมองกลฝังตัวและอยากเรียนเพื่อให้ได้รับความรู้ คิดเป็นร้อยละ 75.56 ในการพัฒนาการเรียนการสอน

สอนผู้สอนได้แบ่งกลุ่มการสอนออกเป็น 2 กลุ่มเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่ม A ใช้การเรียนการสอนแบบใส่ความรู้เป็นฐานการเรียนรู้ กับ กลุ่ม B ที่ใช้การเรียนการสอนแบบนวัตกรรมเป็นฐานผ่านโครงงานวิศวกรรมขนาดเล็ก โดยมุ่งพัฒนาทักษะด้าน Hard Skills และ Soft Skills แก่ผู้เรียนเป็นหลัก ผู้เรียนมีผลการประเมินทักษะด้านปัญญา 78.3% และทักษะด้านอารมณ์และสังคม 91.16% ส่งผลให้เกิดการพัฒนาผู้เรียนเป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิครบทุกด้าน ส่วนการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมนั้นมีผลการประเมินทักษะด้านปัญญา 33.3% และทักษะด้านอารมณ์และสังคม 45% ส่งผลให้เกิดการพัฒนาผู้เรียนตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิไม่ครบทุกด้าน โดยแบบ A จะมุ่งเน้นพัฒนาทักษะด้านปัญญามากเกินไปจนทำให้ผู้เรียนไม่มีส่วนร่วมและมีผลลัพธ์การเรียนรู้ไม่ผ่านเกณฑ์

คำสำคัญ: พัฒนาการเรียนการสอน การเรียนรู้ที่ใช้นวัตกรรมเป็นฐาน ระบบสมองกลฝังตัว โครงการขนาดเล็ก

ABSTRACT

This paper presents the development of special laboratory course on Embedded Systems for Mechatronics and Automation Engineering, Mahanakorn University of Technology for innovation-based learning through Mini-Project. It can be used for real benefit in the community. Firstly, lecturers have determine the topics for problems from the community. Then students divide into groups with the brainstorm creativity, design, budgeting and to create innovations that can be used in practice at the front of the M-Shop, Pramadanijjanukroah School. Satisfaction survey of 45 students found that this innovation is useful and can actually educate with 100 percent and students interested in embedded systems and needed to learn about AI with 75.56 percent. In developing, teaching and learning steps, teachers divided the teaching groups into 2 groups comparing between group A using input-based education (IBE) and group B using innovation-based learning (IBL) through mini-Project focused on the developing for hard skills and soft skills for learners. As a result, the learners had a score of 78.3% for their cognitive skills and 91.16% for theirs soft skills. The development of learners is in the course of study according to the Thailand Qualification Framework (TQF). For the traditional teaching, the score was 33.3% for their cognitive skills and 45% for their Soft Skills, resulting in not all aspects of the development of learners according to the TQF. It is found that the learners are not involved and have unqualified learning outcomes when making many intelligence skills.

Keywords: Development of teaching, Outcome Based, Innovation Based learning, Embedded, Mini-Project, TQF, KAPIS, Input based Education

1. บทนำ

แนวคิดในการพัฒนาการเรียนการสอนและใช้เทคนิคการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ ที่ผ่านมา เป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้สอนจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอนและเนื้อหาการสอน ให้สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนให้มากที่สุด ตัวอย่างบทความที่มีการพัฒนาเพื่อผู้เรียนมีดังนี้ บทความ [1] - [2] ผู้สอนได้ปรับเปลี่ยนแนวการสอนจากกระบวนการศึกษาแบบวิธีการสอนโดยใช้ความรู้

เป็นฐาน มาเป็นกระบวนการศึกษาโดยมุ่งผลลัพธ์เป็นฐาน บทความ [3] พัฒนาการเรียนการสอนให้ผู้เรียนสามารถนำวงจรที่ออกแบบไว้ไปสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมได้ด้วยตนเอง ซึ่งต่างจากการสอนที่ผ่านมาที่สอนให้ผู้เรียนสามารถออกแบบวงจรได้แต่ไม่สามารถนำวงจรที่ออกแบบมาสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ได้ บทความ [4] พัฒนาการเรียนการสอนแบบเน้นนวัตกรรมเป็นฐานในโครงการขนาดเล็ก เป็นต้น บทความเหล่านี้มุ่งพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดความน่าสนใจ และพัฒนาผู้เรียนทั้งสิ้น

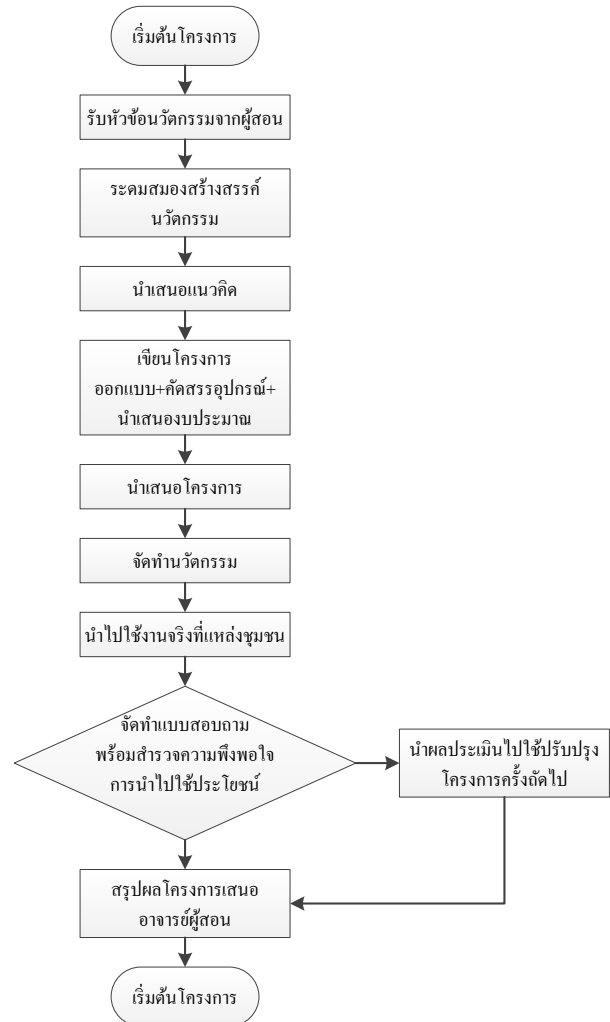
รายวิชาระบบสมองกลฝังตัวสำหรับวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ (MIIM1201: Embedded Systems for Mechatronics Engineering) เป็นวิชาเฉพาะบังคับวิชาแรกที่ต้องเรียนสำหรับหลักสูตรวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์และอัตโนมัติ หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2563 คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ซึ่งนักศึกษาจะต้องเรียนในชั้นปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1 เป็นรายวิชาบรรยายเสริมปฏิบัติการ ที่ต้องมีความรู้พื้นฐานเรื่องการออกแบบโครงการเบื้องต้น และนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งนักศึกษาได้เรียนในชั้นปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1 และ การโปรแกรมภาษาไพธอนและภาษาซีในชั้นปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2 ที่สามารถนำความรู้ทั้งหมดมาใช้ในการสร้างสรรค์นวัตกรรมผ่านโครงการขนาดเล็กได้ ดังนั้นผู้สอนจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาการเรียนการสอนแบบเน้นนวัตกรรมเพื่อพัฒนาชุมชน โดยให้นักศึกษานำความรู้ที่ได้จากวิชาบรรยายผนวกกับความรู้พื้นฐานที่กล่าวมาข้างต้น สร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อพัฒนาชุมชนตามโจทย์ปัญหาที่ผู้สอนกำหนด และสามารถนำโครงการขนาดเล็กไปใช้เพื่อแก้ปัญหาบนพื้นที่จริงได้ด้วย โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างนวัตกรรมใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามรายละเอียดวิชาไปพร้อมกันด้วย ซึ่งผู้สอนเห็นว่าเทคนิคดังกล่าวจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและเผชิญหน้ากับปัญหาด้วยตนเองจะทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการคิดหลายรูปแบบ เช่นการคิดวิจารณ์ญาณ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และการทำงานร่วมกันกับผู้อื่นทั้งสาขาวิชาชีพเดียวกันและต่างวิชาชีพ เป็นต้น

ในปัจจุบันปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นปัญหาที่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องได้คำนึงถึงความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างเร่งด่วนที่จะต้องแก้ไข ปัญหา เพราะเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชนทุกระดับตั้งแต่สุขภาพ

เทศบาล เมืองใหญ่ จนถึงระดับประเทศ เนื่องจากปัญหาสิ่งแวดล้อม มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศน์ สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงมาจากความเจริญทางด้านเศรษฐกิจ การพัฒนาประเทศที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และการละเลยการปลูกจิตสำนึกให้กับเยาวชนในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งนับวันจะเหลือน้อยและเสื่อมโทรมลงจนเกิดความไม่สมดุลของธรรมชาติ นอกจากนี้ยังพบว่าปัญหาขยะมูลฝอยที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นจนไม่สามารถกำจัดได้หมด หรือไม่สามารถกำจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ จนกลายเป็นปัญหาสำคัญในเขตชุมชนต่างๆทั่วประเทศ ในความเป็นจริงการส่งเสริมคนรุ่นใหม่ให้ตระหนักในประเด็นนี้จำเป็นต้องสร้างคุณลักษณะที่เรียกว่า “การรู้คิดเชิงสิ่งแวดล้อม” คือ คุณลักษณะที่ประกอบด้วยความรู้ มีเจตคติ มีวิสัยทัศน์ และมีพฤติกรรมที่รับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งโรงเรียนพระมารดานิจจานุเคราะห์ได้ตระหนักถึงบทบาทหน้าที่ในการปลูกฝังวิถีการดำเนินชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมให้กับนักเรียนซึ่งจะเติบโตเป็นอนาคตของชาติต่อไป ทางโรงเรียนจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาจำนวนขยะของโรงเรียนพระมารดานิจจานุเคราะห์ และหาวิธีการลดปริมาณการทิ้งขยะไม่ถูกที่และไม่ถูกวิธี เพื่อปลูกจิตสำนึกให้กับนักเรียน โดยการวิจัยนี้เลือกศึกษาเจาะจงไปที่ผู้เรียนที่อยู่ในช่วง เจเนอเรชันแอลฟา (Generation Alpha) คือ นักเรียนที่เกิดหลังปี พ.ศ. 2553-2568 ซึ่งเป็นกลุ่มผู้เรียนศตวรรษที่ 21 ยุคสมัยล่าสุดเป็นกลุ่มที่เติบโตพร้อมกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอันทันสมัย ผู้สอนจึงเห็นว่าการนำเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมที่ทันสมัยมาช่วยในการปลูกจิตสำนึกและสร้างแรงจูงใจในการทิ้งขยะให้ถูกที่จึงน่าจะเหมาะสมกับกลุ่มเจเนอเรชันแอลฟานี้ ดังนั้นผู้สอนจึงกำหนดโจทย์ปัญหาให้กับผู้เรียนโดยใช้หัวข้อ “การแก้ไขปัญหาการทิ้งขยะไม่ถูกที่และถูกวิธีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 6 โรงเรียนพระมารดานิจจานุเคราะห์” เพื่อให้ให้นักศึกษาสร้างนวัตกรรมใหม่ผ่านโครงงานขนาดเล็กจากปัญหานี้ต่อไป

บทความนี้จะกล่าวถึงการพัฒนาการเรียนการสอนเสริมส่วนปฏิบัติการที่ใช้นวัตกรรมเป็นฐานผ่านโครงงานขนาดเล็กที่สามารถนำไปใช้ให้เห็นผลจริงเพื่อพัฒนาชุมชน สำหรับรายวิชา MIIM1201 ระบบสมองกลฝังตัวสำหรับวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และอัตโนมัติ โดยในหัวข้อที่ 2 กล่าวถึงระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้เพื่อการพัฒนาการเรียนการสอนที่ใช้นวัตกรรมเป็นฐานสำหรับรายวิชา MIIM1201 หัวข้อที่ 3 กล่าวถึงการวิเคราะห์และเปรียบเทียบการเรียนรู้ที่ได้นำเสนอกับ

วิธีแบบดั้งเดิม หัวข้อที่ 4 การประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ และหัวข้อที่ 5 อภิปรายสรุปผล และข้อเสนอแนะ



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานการสอนโดยใช้นวัตกรรมเป็นฐาน

2. ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนที่ใช้นวัตกรรมเป็นฐานสำหรับรายวิชา MIIM1201

วิธีวิจัยของบทความนี้คือผู้สอนได้ มุ่งพัฒนาการเรียนการสอนเสริมส่วนปฏิบัติการที่ใช้นวัตกรรมเป็นฐานผ่านโครงงานขนาดเล็กที่สามารถนำไปใช้ให้เห็นผลจริงเพื่อพัฒนาชุมชน ของรายวิชาระบบสมองกลฝังตัวสำหรับวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และอัตโนมัติ รายวิชาดังกล่าวเป็นวิชาบรรยายเสริมปฏิบัติการที่ถูกระบุการสอน

ออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนแรกเป็นการเรียนบรรยายในห้องเรียนที่จะมุ่งเน้นเนื้อหาทฤษฎีและกรณีศึกษาการออกแบบระบบสมองกลฝังตัวสำหรับระบบอัตโนมัติและเครื่องมือวัดทางอุตสาหกรรมใช้การเรียนการสอนโดยการใส่ความรู้เป็นฐาน(Input Based Education : IBE) ซึ่งเป็นการเรียนรู้จากการฟังบรรยายโดยมีผู้สอนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ในรายวิชาบรรยายเป็นการเรียนรู้ที่สอนตามตำราตลอดช่วงเวลาที่กำหนดในหนึ่งคาบเรียน จำนวน 15 คาบต่อภาคการศึกษา ส่วนที่สองการเรียนในห้องปฏิบัติการจะเป็นการสอนเสริมโดยเพิ่มส่วนปฏิบัติการ ที่ช่วยส่งเสริมจุดประสงค์ของรายวิชาโดยมุ่งเน้นไปที่การเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานไมโครคอนโทรเลอร์ การใช้เชื่อมต่ออินพุตและเอาต์พุต การแปลงค่าสัญญาณแอนะล็อกและดิจิตอล การใช้งานอินเตอร์รัพ (Interrupt) ไทม์เมอร์ (Timer) การสร้างสัญญาณ PWM รวมถึงการใช้งานพอร์ตการสื่อสารด้วย UART และ USART ตัวอย่างการใช้งาน RS232, RS485, I2C และ SPI โดยเรียนควบคู่กับรายวิชาการวัดและเซนเซอร์สำหรับวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์(MIIM1204:Measurement and Sensor for Mechatronics Engineering)ในภาคการศึกษาเดียวกันโดยมีขั้นตอนการดำเนินงานการสอนโดยใช้วัตรกรรมเป็นฐานดังรูปที่ 1 และในการออกแบบการเรียนรู้ในรายวิชาต้องมีการพัฒนาผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ 5 ด้านโดยรายวิชาได้เลือกพัฒนาในแต่ละด้านดังนี้

1. ด้านคุณธรรม จริยธรรม

หัวข้อที่ 2 มีวินัย ตรงต่อเวลา รับผิดชอบตนเองและสังคม เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่าง ๆ ขององค์กรและสังคม

2. ด้านความรู้

หัวข้อที่ 2 มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติในเนื้อหาของสาขาวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม

3. ด้านทักษะทางปัญญา

หัวข้อที่ 2 สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ และสรุปประเด็นปัญหาและความต้องการ

4. ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

หัวข้อที่ 3 สามารถคิด วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาด้านวิศวกรรมได้อย่างมีระบบ รวมถึงการใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สื่อสารและการใช้

เทคโนโลยีสารสนเทศ

หัวข้อที่ 1 สามารถสื่อสารกับกลุ่มคนที่หลากหลาย และสามารถสนทนาทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถใช้ความรู้ในสาขาวิชาชีพมาสื่อสารต่อสังคมได้ในประเด็นที่เหมาะสม

โดยมีความคาดหวังของผลลัพธ์การเรียนรู้เมื่อสิ้นปีการศึกษาที่ 2 ของหลักสูตรวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และออโตเมชัน (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2563) ที่เกี่ยวข้องกับรายวิชานี้ คือ นักศึกษามีความรู้ด้านคอมพิวเตอร์มีความเข้าใจระบบดิจิทัล และไม่โครโปรเซสเซอร์ สามารถเขียนโปรแกรมภาษาซี ภาษาไพธอน และเขียนโปรแกรมควบคุมระบบด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ได้

3. การวิเคราะห์และเปรียบเทียบการเรียนรู้ที่ได้นำเสนอกับวิธีแบบดั้งเดิม

ในปีการศึกษา 2565 ภาคการศึกษาที่ 1 มีนักศึกษาเรียนทั้งหมด 30 คน แบ่งเป็น กลุ่ม A เรียนปฏิบัติการวันอาทิตย์ จำนวน 8 คน และกลุ่ม B เรียนปฏิบัติการวันธรรมดา จำนวน 22 คน โดยนักศึกษาทั้งสองกลุ่มเรียนบรรยายร่วมกัน ผู้สอนได้ใช้วิธีการพัฒนาการสอนปฏิบัติการรูปแบบการใช้นวัตกรรมเป็นฐานผ่านโครงงานขนาดเล็กกับนักศึกษากลุ่ม B ซึ่งเป็นกลุ่มวันธรรมดาศึกษาเรียนอย่างเดียวไม่ได้ทำงาน และใช้วิธีการสอนแบบการใส่ความรู้เป็นฐานโดยอาจารย์ผู้สอนจะอภิปรายและให้คำอธิบายเพื่อสนับสนุนการคิดเชิงวิเคราะห์ก่อนลงมือปฏิบัติการ(วิธีแบบดั้งเดิม) กับนักศึกษากลุ่ม A ซึ่งเป็นกลุ่มวันอาทิตย์เรียนพร้อมกับทำงานประจำ โดยแสดงตารางเปรียบเทียบแผนการสอนของนักศึกษากลุ่ม A และกลุ่ม B ดังตารางที่ 1 การเรียน 1 ครั้งใช้เวลาทั้งสิ้น 150 นาที จากตารางจะเห็นว่ากลุ่ม A จะใช้ระยะเวลาในการสอน 12 สัปดาห์ แบ่งการเรียนเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงที่ 1 ครั้งที่ 1-6 เป็นการเรียนรู้การต่อวงจรดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม BreadboardSim และช่วงที่ 2 ครั้งที่ 7 - 12 เป็นการเรียนรู้การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์และพอร์ตการสื่อสารต่างๆ ซึ่งเป็นการเรียนรู้แบบดั้งเดิมสอนตามหนังสือปฏิบัติการ ซึ่งจะใช้เวลาในการสอนบรรยาย 30 - 40 นาที จากนั้นจะทำการทดลองในห้องเรียนโดยมีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ให้ ใช้เวลาในการทดลองประมาณ 80-90 นาที ผู้เรียนต้องใช้ความรู้ที่ได้จากการบรรยายมาคิด วิเคราะห์ เพื่อแก้ไขปัญหาโดยมีผู้สอนคอยให้คำปรึกษา สุดท้ายให้ผู้เรียนได้ตั้งคำถามและตอบคำถาม และเขียน

รายงานการทดลองส่งอาจารย์ผู้สอน ใช้เวลาประมาณ 10 - 20 นาที รวมเวลา 120 - 150 นาที ส่วนกลุ่ม B จะใช้ระยะเวลาในการสอน 15 สัปดาห์ แบ่งการเรียนเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงที่ 1 ครั้งที่ 1 - 6 เริ่มด้วยการเรียนรู้การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์และพอร์ตการสื่อสารต่างๆ ซึ่งเป็นการเรียนรู้แบบดั้งเดิมสอนตามหนังสือปฏิบัติการเพื่อใช้เป็นองค์ความรู้พื้นฐานในการพัฒนางานนวัตกรรม และช่วงที่ 2 ครั้งที่ 7 - 15 เป็นการสอนรูปแบบนวัตกรรมเป็นฐานโดยมุ่งเป้าหมายไปที่ผลลัพธ์การเรียนรู้ และได้แสดงการเปรียบเทียบแผนการสอนปฏิบัติการของนักศึกษาในกลุ่ม A และกลุ่ม B ดังตารางที่ 1 โดยการเรียนการสอนของนักศึกษาในกลุ่ม B ช่วงที่ 2 จะเน้นการทำงานเป็นทีม และจะไม่มีการเรียนการสอนรูปแบบดั้งเดิมอีกต่อไป ในทุก ๆ ขั้นตอนของการเรียนรู้จะเป็นเทคนิคการสื่อสารแบบสองทาง (Two-way communication) โดยให้มีการโต้ตอบระหว่างอาจารย์ผู้สอนและผู้เรียนตลอดเวลา แสดงดังรูปที่ 2 ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนแก้ปัญหาให้กับผู้เรียนได้อย่างทันทั่วถึง ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจมากขึ้น และสามารถทำนวัตกรรมจนสำเร็จจุล่ง โดยการเรียนการสอนรูปแบบนวัตกรรมเป็นฐานนี้นักศึกษาจะได้รับหัวข้อปัญหาจากอาจารย์ผู้สอน ในครั้งที่ 7 จากนั้นจะเริ่มแบ่งกลุ่ม และระดมสมองหาข้อมูลและคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมกันทันที โดยอาจารย์ผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาแนะนำการเขียนโครงงาน การออกแบบโครงงาน การคิดสรุปอุปกรณ์ และจัดทำงบประมาณโครงการวิจัย (Proposal) จากแผนการสอนจะเห็นว่า ไม่เพียงแต่ผู้สอนจะสอนให้ผู้เรียนมีการพัฒนาผลการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ข้างต้นตามวัตถุประสงค์ของรายวิชาแล้ว ผู้สอนยังมุ่งเน้นให้นักศึกษาได้รับการฝึกฝนพัฒนาทักษะทางอารมณ์และสังคมที่ใช้เพื่อปฏิสัมพันธ์กับผู้คน (Soft Skill) [5] ในด้าน

1. การทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaboration) ผ่านการทำนวัตกรรม การนำนวัตกรรมไปใช้ประโยชน์กับชุมชน และการเรียนปฏิบัติการร่วมกันเป็นกลุ่ม
2. การสื่อสาร (Oral Communication) ผ่านการนำเสนอผลงานนวัตกรรม และการสื่อสารผ่านการเขียนโครงงานวิจัย (Written Communication)

3. ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) ผ่านการระดมสมองหาข้อมูลเพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมซึ่งสามารถเห็นได้จากแผนการสอนปฏิบัติการกลุ่ม B ครั้งที่ 7

ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญที่จะช่วยให้ทำงานร่วมกับผู้อื่นเป็นไปได้อย่างราบรื่น



รูปที่ 2 แสดงเทคนิคการสื่อสารแบบสองทางโดยให้มีการโต้ตอบระหว่างอาจารย์ผู้สอน และผู้เรียนตลอดเวลา

4. การประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้

ในการประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของรายวิชาได้นำเสนอการแบ่งย่อยคะแนนในแต่ละด้านตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิทั้ง 5 ด้าน เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพสูงสุดตามปรัชญาที่องค์กรกำหนดไว้ ซึ่งการวัดผลการเรียนรู้ของบทความนี้ได้ใช้การวัดผลตามระบบ KAPIS ที่กำหนดขึ้นโดยคณะกรรมการวิชาการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร เพื่อให้พัฒนาผู้เรียนทั้งทางด้านสมรรถนะทักษะ (Hard Skills) กับทางด้านทักษะทางอารมณ์และสังคม (Soft Skills) โดยจัดแบ่งคะแนนได้ตามตารางที่ 2 และประกาศให้ผู้เรียนรับทราบถึงเกณฑ์การแบ่งระดับคะแนน

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบแผนการสอนปฏิบัติการของ
นักศึกษาในกลุ่ม A และกลุ่ม B

ครั้งที่	แผนการสอนปฏิบัติการกลุ่ม A	แผนการสอนปฏิบัติการกลุ่ม B
	เรื่อง	เรื่อง
1.	การทดลองที่ 1 การเริ่มใช้งาน BreadboardSim	การทดลองที่ 1 -เรียนรู้การเขียนโปรแกรม ติดต่อ อินพุตและเอาต์พุตของ ไมโครคอนโทรเลอร์ -เรียนรู้การใช้งาน อินเทอร์เน็ต (Interrupt) จากสัญญาณภายนอก ภายนอก
2.	การทดลองที่ 2 เรียนรู้เกตพื้นฐานทางดิจิทัล ด้วย ใช้ BreadboardSim	การทดลองที่ 2 -เรียนรู้การเขียนโปรแกรม ไมโคร ภายในของไมโครคอนโทรเลอร์ใน การแปลงค่าสัญญาณ แอนะล็อก เป็นดิจิทัล (ADC) -เรียนรู้การใช้ไมโคร Timer ในการ สร้างสัญญาณ PWM เพื่อนำไป สร้างสัญญาณแอนะล็อก (DAC)
3.	การทดลองที่ 3 ออกแบบวงจรโดยใช้เกต AND – OR ออกแบบวงจรโดยใช้เกต NAND , NOR ออกแบบวงจรโดยใช้เกต XOR, XNOR	การทดลองที่ 3 -เรียนรู้ใช้ไมโคร Timer ในการ สร้างฐานเวลา ร่วมกับการเกิด Interrupt -เรียนรู้การใช้ไมโคร Timer ในการ นับสัญญาณจากภายนอก
4.	การทดลองที่ 4 ออกแบบวงจรคอมบิเนชัน ชนิด SSI	การทดลองที่ 4 -เรียนรู้และใช้งานพอร์ตการสื่อสาร ด้วย UART -เรียนรู้และใช้ในการส่งข้อมูลด้วย RS485 ด้วยโปรโตคอล MOSBUS RTU
5.	การทดลองที่ 5 ออกแบบวงจรคอมบิเนชัน ชนิด MSI	การทดลองที่ 5 -เรียนรู้และใช้งานพอร์ตการสื่อสาร ด้วย SPI -เรียนรู้และใช้ในการแสดงผล ด้วย 7-Segment
6.	การทดลองที่ 6 -เรียนรู้และใช้งาน D Flip-Flop ร่วมกับเกตพื้นฐาน -เรียนรู้และออกแบบวงจรนับทางดิจิทัล	การทดลองที่ 6 -เรียนรู้และใช้งานพอร์ตการสื่อสาร ด้วย I2C -เรียนรู้และเขียนโปรแกรมติดต่อ EEPROM
7.	การทดลองที่ 7 -เรียนรู้การเขียนโปรแกรม ติดต่อ อินพุตและเอาต์พุตของ ไมโครคอนโทรเลอร์	- รับหัวข้อปัญหา “การแก้ไขปัญหาการทิ้งขยะไม่ถูก ที่และถูกวิธีของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนพระ

ครั้งที่	แผนการสอนปฏิบัติการกลุ่ม A	แผนการสอนปฏิบัติการกลุ่ม B
	เรื่อง	เรื่อง
	-เรียนรู้การใช้งาน อินเทอร์เน็ต (Interrupt) จากสัญญาณภายนอก	มารดาจินจา-เคราะห์” - แบ่งกลุ่มละ 3 คน (ไม่อนุญาตให้ นักศึกษาทำงาน 1 คน) - ระดมสมองหาข้อมูล และคิด สร้างสรรค์นวัตกรรม
8.	การทดลองที่ 8 -เรียนรู้การเขียนโปรแกรม ไมโคร ภายในของไมโครคอนโทรเลอร์ใน การแปลงค่าสัญญาณ แอนะล็อก เป็นดิจิทัล (ADC) -เรียนรู้การใช้ไมโคร Timer ในการ สร้างสัญญาณ PWM เพื่อนำไป สร้างสัญญาณแอนะล็อก (DAC)	- ออกแบบและคิดสรรอุปกรณ์ - เขียนโครงการวิจัย (Proposal)
9.	การทดลองที่ 9 -เรียนรู้ใช้ไมโคร Timer ในการสร้าง ฐานเวลา ร่วมกับการเกิด Interrupt -เรียนรู้การใช้ไมโคร Timer ในการ นับสัญญาณจากภายนอก	- นำเสนอโครงการวิจัย พร้อม งบประมาณในการทำโครงการ ขนาดเล็ก
10.	การทดลองที่ 10 -เรียนรู้และใช้งานพอร์ตการสื่อสาร ด้วย UART -เรียนรู้และใช้ในการส่งข้อมูลด้วย RS485 ด้วยโปรโตคอล MOSBUS RTU	- นำเสนอผลงานออกแบบและ วิธีการคิดสรรอุปกรณ์ - จัดทำอุปกรณ์
11.	การทดลองที่ 11 -เรียนรู้และใช้งานพอร์ตการสื่อสาร ด้วย SPI -เรียนรู้และใช้ในการแสดงผล ด้วย 7-Segment	- จัดทำโครงการขนาดเล็ก
12.	การทดลองที่ 12 -เรียนรู้และใช้งานพอร์ตการสื่อสาร ด้วย I2C -เรียนรู้และเขียนโปรแกรมติดต่อ EEPROM	- จัดทำโครงการขนาดเล็ก
13.	สอบปฏิบัติการเป็นข้อสอบปรนัย	- จัดทำโครงการขนาดเล็ก
14.	-	- นำโครงการขนาดเล็กไปติดตั้ง เพื่อใช้งานจริงในชุมชน พร้อมทำ แบบสอบถามความพึงพอใจ
15.	-	- นำเสนอผลงาน และประเมินผล

ตารางที่ 2 การแจกแจงคะแนนตามระบบ KAPIS ของรายวิชา MIIM1201

รายละเอียดคะแนน	K	A	P	I	S	Total
กลุ่ม A ใช้การเรียนรู้แบบที่ใส่ความรู้เป็นฐาน(แบบดั้งเดิม)						
การสอบ	30	25				55
การทดลอง	10	5	5		10	30
กิจกรรมในชั้นเรียน - การบ้าน และ สอบย่อย	5	5		5		15
คะแนนรวม	45	35	5	5	10	100
กลุ่ม B ใช้การเรียนรู้แบบนวัตกรรมเป็นฐาน						
การสอบ	30	25				55
กิจกรรมผ่าน โครงงานขนาดเล็ก		5		5	20	30
กิจกรรมในชั้นเรียน ระดมความคิดและ ออกแบบโครงงาน			5	5	5	15
คะแนนรวม	30	30	5	10	25	100

โดยที่

K คือ Knowledge ตรงกับ TQF2 : ด้านความรู้

A คือ Analytical thinking / Problem solving skills ตรงกับ

TQF3 : ด้านทักษะทางปัญญา

P คือ Practical skill ตรงกับ TQF3 : ด้านทักษะทางปัญญา

I คือ Innovative / Creative thinking ตรงกับ TQF3 : ด้านทักษะทางปัญญา

S คือ Soft skills (Communication, Presentation, teamwork /cooperation, responsibility, report, etc.) ตรงกับ TQF4 : ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และ TQF5 : ด้านการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

โดยการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ส่วนบรรยายมีคะแนนที่ได้จากการสอบเท่ากันทั้ง 2 กลุ่มคือ 55% ส่วนคะแนนส่วนเสริมปฏิบัติการของรายวิชาจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ๆ ดังนี้

กลุ่มที่ A ที่ใช้การเรียนรู้แบบที่ใส่ความรู้เป็นฐาน(แบบดั้งเดิม) เป็นการสอนตามหนังสือปฏิบัติการ 30% แบ่งเป็นการเรียนรู้ครั้งที่

1-12 ทำ 12 การทดลอง ให้คะแนนการทดลองและรายงานผลการทดลอง ส่งผลให้ประเมินด้านความรู้สูงถึง 45% ด้านทักษะทางปัญญา 45% รวมคะแนนประเมินทักษะด้าน Hard Skills ถึง 90% เหลือเพียง 10% ที่ใช้ในการประเมินทักษะด้าน Soft Skills

กลุ่มที่ B ที่ใช้การเรียนรู้แบบนวัตกรรมเป็นฐาน การวัดผลของการเรียนรู้ผู้สอนใช้แนวทางของการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิทั้ง 5 ด้านข้างต้น ส่งผลให้ประเมินด้านความรู้ 30% ด้านทักษะทางปัญญา 45% รวมคะแนนประเมินทักษะด้าน Hard Skills ถึง 75% และอีก 25% เป็นการประเมินทักษะด้าน Soft Skills

หลังจบกระบวนการศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้ 2 กลุ่มข้างต้น ผู้สอนได้ทำการวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน แล้วทำการหาค่าเฉลี่ยกับคะแนนรวมของกิจกรรมได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวัดผลของ KAPIS จากกิจกรรมการเรียนรู้ 45%

รายละเอียดคะแนน	K	A	P	I	S	Total
กลุ่ม A ใช้การเรียนรู้แบบที่ใส่ความรู้เป็นฐาน(แบบดั้งเดิม)						
การทดลอง	3.75	2.25	3.75		4.50	14.25
กิจกรรมในชั้นเรียน - การบ้าน และสอบ ย่อย	2.25	3.25		3.75		9.25
คะแนนรวม	12.00	7.50	3.75	3.75	4.50	31.50
กลุ่ม B ใช้การเรียนรู้แบบนวัตกรรมเป็นฐาน						
กิจกรรมผ่าน โครงงานขนาดเล็ก		3.64		3.75	18.64	26.03
กิจกรรมในชั้นเรียน ระดมความคิดและ ออกแบบโครงงาน			4.36	3.91	4.15	42.42
คะแนนรวม		3.64	4.36	7.66	22.79	38.45

จากพฤติกรรมการเรียนสังเกตได้ว่าผู้เรียนกลุ่ม A เรียนด้วยความเครียด เข้าเรียนไม่ครบ และเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนแต่ยังคงทำงานร่วมกันเป็นทีมได้ ไม่มีการเสนอความคิดเห็น ไม่มีกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมด้าน Soft Skills ส่งผลให้เมื่อมีการนำเสนองานผู้เรียนจึงไม่ค่อยให้ความร่วมมือ ส่วนผู้เรียนกลุ่ม B มีความสนุกสนานกับการเรียนมากขึ้น เข้าเรียนสม่ำเสมอ มีความกล้าแสดงออก กล้าคิด ตัดสินใจและเสนอความคิดเห็นและแนวทางการแก้ปัญหา ร่วมกันอย่างเห็นได้ชัด นำความรู้ที่ได้จากการทดลองช่วงที่ 1 มาใช้เพื่อแก้ปัญหาโครงงานได้อย่างเป็นระบบมากยิ่งขึ้น สังเกตได้จากผล

การประเมินทักษะด้านปัญญา 78.3% และทักษะด้านอารมณ์และสังคม 91.16% ส่งผลให้เกิดการพัฒนาผู้เรียนเป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิครบทุกด้าน ส่วนการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมนั้น มีผลการประเมินทักษะด้านปัญญา 33.3% และทักษะด้านอารมณ์และสังคม 45% ส่งผลให้เกิดการพัฒนาผู้เรียนตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิไม่ครบทุกด้าน โดยแบบ A จะมุ่งเน้นพัฒนาทักษะด้านปัญญา มากเกินไปจนทำให้ผู้เรียนไม่มีส่วนร่วมและมีผลลัพธ์การเรียนรู้ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน

สำหรับผลการประเมินการสอนปฏิบัติการของคณะอาจารย์ผู้สอน ได้ค่าเฉลี่ย 4.22 จากสูงสุด 5 คะแนน โดยมีค่าเบี่ยงเบน 0.97 สำหรับกลุ่ม A และได้ค่าเฉลี่ย 4.58 จากสูงสุด 5 คะแนน โดยมีค่าเบี่ยงเบน 0.54 สำหรับกลุ่ม B

เมื่อทำการวัดและประเมินผลการเรียนรู้แล้วทางอาจารย์ผู้สอนได้คัดเลือกผลงานของนักศึกษาที่ดีที่สุด 1 ผลงาน ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชุมชนได้จริง และดำเนินงานตรงตามหัวข้อปัญหา “การแก้ไขปัญหาการทิ้งขยะไม่ถูกที่และถูกวิธีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนพระมารดานิจจานุเคราะห์” ในหัวข้อโครงการเรื่อง “ถังขยะพูดได้” เพื่อให้เกิดความน่าสนใจและให้ความรู้แก่นักเรียน ในการนำขยะมาทิ้งโดยได้ออกแบบติดอัลตราโซนิกเซนเซอร์ไว้ที่ถังขยะจำนวน 4 ใบ 4 สี และเมื่อมีคนเดินผ่านและเซนเซอร์ตรวจจับพบ เซนเซอร์จะส่งสัญญาณไปที่บอร์ดอาดูโน (Arduino) เพื่อส่งสัญญาณไปที่บอร์ดเสียง ให้ส่งเสียงให้ความรู้แก่นักเรียนในการทิ้งขยะลงในถังขยะตามสีต่าง ๆ ให้ถูกต้องตรงตามประเภทของขยะ ซึ่งผู้เรียนมีความสามารถในการรวบรวมองค์ความรู้ต่าง ๆ มาสร้างเป็นนวัตกรรม และนำไปใช้ประโยชน์จริงที่บริเวณด้านหน้าร้านค้า M-shop โรงเรียนพระมารดานิจจานุเคราะห์ แสดงดังรูปที่ 3 และนักศึกษากลุ่มดังกล่าวได้นำความรู้ที่ได้จากโครงการไปให้ความรู้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/5 โรงเรียนพระมารดานิจจานุเคราะห์ ซึ่งได้รับความสนใจจากนักเรียนและครูเป็นจำนวนมาก แสดงดังรูปที่ 4 และได้ทำแบบสำรวจประเมินความพึงพอใจแก่นักเรียนประถมศึกษาชั้นปีที่ 3 โรงเรียนพระมารดานิจจานุเคราะห์ จำนวน 45 คน นักเรียนเห็นว่านวัตกรรมนี้มีประโยชน์และสามารถให้ความรู้ได้จริง คิดเป็นร้อยละ 100 และจากโครงการนี้ส่งผลให้นักเรียนมีความสนใจในระบบสมองกลฝังตัวและอยากเรียนเพื่อให้ได้รับความรู้ คิดเป็นร้อยละ 75.56



รูปที่ 3 แสดงนวัตกรรมที่ได้จากผู้เรียน และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงในแหล่งชุมชน



รูปที่ 4 แสดงผู้เรียนกำลังถ่ายทอดความรู้ให้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/5 โรงเรียนพระมารดานิจจานุเคราะห์

4. บทสรุป

การดำเนินการการสอนเสริมปฏิบัติการในรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์ที่ได้นำเสนอไปทั้งหมดนี้ จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง จะส่งผลต่อผู้เรียนอย่างเห็นได้ชัดจากผลการดำเนินการข้างต้น และนวัตกรรมที่ได้จากผู้เรียนยังก่อให้เกิดประโยชน์แก่ชุมชนอีกด้วย อย่างไรก็ตามการประเมินผลด้านความรู้ของผู้เรียนก็ยังคงต้องอาศัยการปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอนของผู้สอนต่อไป

ในการออกแบบการเรียนรู้ผู้สอนต้องมีความกระตือรือร้นในการจัดหาหัวข้อปัญหา และมุ่งเน้นในการช่วยเหลือชุมชนเพื่อให้เกิดประโยชน์จากการทำโครงการนวัตกรรมสูงสุด ซึ่งผู้สอนจำเป็นต้อง

ทางประมาณที่มากพอ และติดต่อทำแบบสำรวจความต้องการของชุมชน ส่งผลให้เป็นภาระหนักแก่อาจารย์ผู้สอนเป็นอย่างยิ่ง แนวทางการปรับปรุงผู้สอนอาจเร่งผลักดันให้สถาบัน หรือคณะฯ เห็นถึงประโยชน์ในการพัฒนานวัตกรรมที่นำไปใช้ในชุมชนได้จริงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] S.Sitjongsataporn, W.Sukjit, P.Promwong, P.Taninsurat, P.Dechsuwan, "Study of Implementing Outcome-based Learning in Electric Circuit Analysis for undergraduate Students", International STEM Education Conference (iSTEM-Ed), Bangkok, Thailand, 2018.
- [2] สุริยา วิทยาประดิษฐ์, "รูปแบบการสอนตามแนวทางการศึกษามุ่งผลลัพธ์เป็นฐานสำหรับวิชาอิเล็กทรอนิกส์ชีวแพทย์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร", Engineering Transactions (Group B), Vol.21, No.1(44), JAN-JUN 2018.
- [3] ประสutti เดชสุวรรณ, "การพัฒนาการสอนเสริมส่วนปฏิบัติการในรายวิชาวิเคราะห์โครงข่ายไฟฟ้าเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน และสามารถใช้งานได้จริง", Engineering Transactions (Group B), Vol.22, No.1(46), JAN-JUN 2019.

- [4] เศรษฐกาล โปรงหนู และสุชาดา สิทธิจงสถาพร, "การพัฒนาการเรียนการสอนแบบเน้นนวัตกรรมเป็นฐานด้วยโครงงานขนาดเล็กสำหรับวิชาระบบดิจิทัลขั้นสูง", Engineering Transactions (Group B), Vol.24, No.1(50), JAN-JUN 2021.
- [5] R.Lavi, M. Tal, and Y.J.Dori, "Perceptions of STEM alumni and students on developing 21st century skills through methods of teaching and learning", Studies in Education Evaluation, vol.70, 2021.



ดร.ณิการ์ มุลโพธิ์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีและปริญญาเอก วิศวกรรมไฟฟ้า สาขาอิเล็กทรอนิกส์ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ในปี พ.ศ.2544 และ พ.ศ. 2549 ตามลำดับ เริ่มทำงานที่ภาควิชาวิศวกรรมระบบวัดคุมและเมคคาทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ในปี พ.ศ.2549ถึงปัจจุบันมีความสนใจในงานด้านออกแบบวงจรรวมที่ใช้พลังงานและแรงดันต่ำ งานด้านระบบควบคุมอัตโนมัติ และนวัตกรรมหุ่นยนต์