

การพัฒนาการเรียนรู้แบบ **outcome-based education** ในรายวิชา การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

The Development of Outcome-based education Approach in Electrical circuit analysis courses of the Faculty of Engineering Mahanakorn University of Technology

ประสูต เตชสุวรรณ

สถาบันวิศวกรรมมหานคร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

Email: prasoot@mutacth.com

Manuscript received September 25, 2017,

Revised November 12, 2017.

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอรูปแบบการจัดการการเรียนรู้ในรายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า (Electric Circuit Analysis) โดยใช้การเรียนรู้แบบ Outcome-based Education ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เน้นผลลัพธ์ โดยที่ตัวผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered) และอาจารย์จะเป็นผู้จัดกระบวนการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมในหลากหลายรูปแบบที่เน้นใช้ Active Learning และ Problem-based learning เป็นหลัก โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการเป็นรูปแบบทักษะทางความรู้ในสองส่วน ได้แก่ ทักษะด้านความรู้ (Hard skill) และทักษะด้านอารมณ์และสังคม (Soft skill)

คำสำคัญ: การพัฒนาการสอน; การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า; Outcome-based Education; Active Learning; Problem-based learning; Hard skill; Soft skill

ABSTRACT

This paper presents the learning management model in the course of "Electric Circuit Analysis" using Learning Outcome-based Education. This is a result-oriented learning approach while the students

are centered and lecturers (or instructors) will be responsible for organizing learning processes through a variety of activities that focus on active learning and problem-based learning. The objective of this approach is to develop the knowledge skills of students in two parts: such as the hard skills and soft skills.

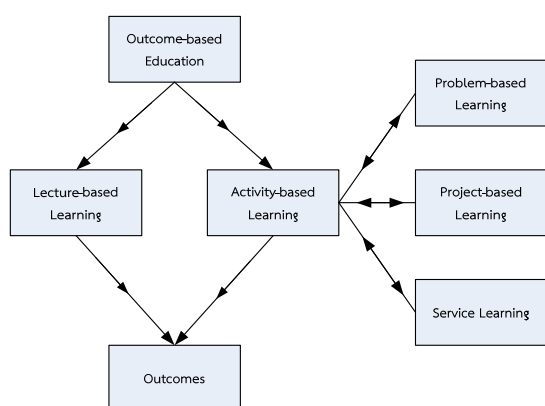
1. บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันผู้เรียนมีพฤติกรรมต่างไปจากเดิมมาก(สมาธิกับการเรียนลดลง และมีสิ่งเร้าจากภายนอกเข้าถึงผู้เรียนได้ง่ายจากโทรศัพท์มือถือ และสื่อดิจิทัลอื่น ๆ) การเรียนการสอนในรูปแบบเดิมที่มุ่งใส่ความรู้โดยอาจารย์เป็นศูนย์กลาง(Input-based Education) ซึ่งมีผู้สอนเป็นคนบรรยายเพียงคนเดียวโดยใส่ความรู้เข้าไปให้กับผู้เรียนมีหน้าที่รับฟัง คิดตาม และมีการวัดผลลัพธ์จากการสอบเพียงอย่างเดียวนั้นอาจจะไม่เหมาะสมกับการเรียนการสอนในปัจจุบัน

การเรียนการสอนในอนาคตจะมีการสอนอยู่ในรูปแบบ Outcome-based Education, Activity-based Learning และ Problem-based learning ซึ่งหลาย ๆ มหาวิทยาลัยชั้นนำในประเทศเริ่มปรับกระบวนการการเรียนการสอนไปบ้างแล้วให้เป็นการเรียนในรูปแบบ Outcome-based Education ซึ่งรูปแบบการเรียนขึ้นกับผู้สอนที่จะเลือกใช้กิจกรรมต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน การ

ออกแบบกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และมีส่วนร่วมกับการเรียนรู้ เมื่อเราจะทำการปรับการสอนเป็นในรูปแบบ Outcome-based Education จำเป็นต้องเข้าใจก่อนว่าคืออะไร สามารถสรุปได้ดังนี้

Outcome-based Education [1] – [3] คือ การตั้งเป้าหมายหรือผลลัพธ์ ของการศึกษาโดยให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งอาจารย์จะเป็นผู้จัดกระบวนการเรียนรู้ และการบรรยายก็จะกลายเป็นกิจกรรม หรือวิธีการในการทำให้ผู้เรียนไปสู่ผลลัพธ์ที่ตั้งเป้าหมายไว้ ซึ่งการเรียนรู้จะอาจได้จากการบรรยายส่วนหนึ่ง (Lecture-based Learning) ประกอบกับการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมหรือการลงมือปฏิบัติ (Activity-based Learning) ซึ่งมีวิธีการและเทคนิคต่างๆ มากมาย โดยวิธีที่สำคัญที่สุดคือ การใช้ปัญหาเป็นฐานการเรียนรู้ (Problem-based Learning) การทำโครงงานเป็นฐานในการเรียนรู้ (Project-based Learning) และการเรียนรู้โดยการบริการสังคม (Service Learning) ซึ่งล้วนแต่เป็น Activity-based Learning หรือ Active learning ที่เป็นเครื่องมือช่วยให้เกิดการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์ (Outcome-based Education) ทั้งสิ้น แสดงความสัมพันธ์ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ของ Outcome-based Education และวิธีการเรียนรู้แบบต่าง

ดังนั้นผู้สอนจะต้องตั้งเป้าหมายก่อนว่า ผลลัพธ์(Outcome) ของวิชาคืออะไร เช่น ในรายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ต้องการ Outcome แบ่งเป็นสองส่วนคือ ส่วนแรกคือ Hard skill ดังนั้นผู้เรียนสามารถเข้าใจกระบวนการคิดวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าโดยใช้ กฎของโอห์ม กฎของเคอร์ชอฟฟ์ วิธีวิเคราะห์แบบโนเดล และเมช ได้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้หัวข้ออื่น ๆ และส่วนที่สองคือ Soft skill ดังนั้น ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ มีความสามารถในการนำเสนอผลงานที่ค้นคว้าหาขึ้นเรียนโดยประสบความสำเร็จ(มีทั้งประสิทธิภาพ และประสิทธิภาพ)มีความสามารถในการโต้ตอบกับผู้อื่น

ร่วมสนทนา

ดังนั้นเมื่อผู้สอนตั้ง Outcome ไว้แล้วก็จัดกระบวนการสอนให้สอดคล้องเพื่อให้ประสบผลสำเร็จตามที่ตั้งไว้ อาจจะใช้กิจกรรมในหลากหลายรูปแบบเช่น Active learning เพื่อกระตุ้นผู้เรียน ตัวอย่างเช่นอาจจะมีการให้ผู้เรียนจับกลุ่มทำโจทย์ หรือมีการแข่งขันกันทำโจทย์ การถามตอบระหว่างผู้สอน และผู้เรียนเหล่านี้ล้วนเป็น Active learning รูปแบบหนึ่ง เพื่อเสริมการบรรยาย ซึ่งรูปแบบของวิชาด้านวิศวกรรม อาจจะมีลักษณะที่ต่างจากวิชาสาขาอื่น ๆ บ้าง เนื่องจากเป็นวิชาที่ต้องอาศัยกระบวนการคิด วิเคราะห์ด้วยหลักการ และทฤษฎี ที่มีการตั้งสมการ แกสมการ ดังนั้นการสอนจึงไม่ได้อยู่ในรูปแบบการท่องจำเป็นส่วนใหญ่ ต้องอาศัยความเข้าใจ และการแก้ปัญหาโจทย์ เพียงแต่เนื้อหาอาจจะหนักเกินไปหากใช้ระยะเวลาในการบรรยายนานทำให้ผู้เรียนขาดความสนใจหรือขาดสมาธิ [5] – [6] จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงโดยให้ Active learning เข้ามาช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน จากนั้นเมื่อผู้เรียนมีความรู้และเข้าใจในกฎ และทฤษฎีพื้นฐานแล้วก็สามารถที่จะไปประยุกต์ใช้ในการเรียนในเนื้อหาวิชาในบทถัด ๆ ไปได้ เช่น ทฤษฎีบทของเทวินินและนอร์ตัน วงจรอนุพันธ์อันดับที่หนึ่งและอันดับที่สอง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับด้วยวิธีของเฟสเซอร์เมื่อผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเพียงพอที่จะสามารถที่จะเพิ่มการเรียนรู้ในรูปแบบอื่นได้เช่น Problem-based Learning และ Project-based Learning จะพบว่าการเรียนรู้ในรูปแบบทั้งสองอย่างที่กล่าวมาแล้วหากเป็นหัวข้อในทางวิศวกรรมไฟฟ้า ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานทางทฤษฎีที่ดีมาก่อนในระดับหนึ่งจึงจะสามารถแก้ปัญหา และเข้าใจสิ่งที่ตนเองค้นคว้าจากการเรียนรู้ในรูปแบบ Problem-based Learning ในขณะเดียวกันก็สามารถออกแบบวงจรหรือระบบควบคุม ที่จะนำไปใช้ในการสร้างโครงงานจากการเรียนรู้ในรูปแบบ Project-based Learning

ความสำคัญของการเรียนในรูปแบบ Problem-based Learning และ Project-based Learning จะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะอื่น ๆ ควบคู่ไปด้วยเช่น การคิดเชิงวิพากษ์ (Critical thinking) การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) การคิดอย่างเป็นเห็นเป็นผล (Rational Thinking) การคิดสังเคราะห์ (Synthetic Thinking) การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) และนำไปสู่การคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking) ที่มีประสิทธิภาพ จะส่งผลต่อการทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Life-long learning) ซึ่งทำให้ผู้เรียน/นักศึกษาสามารถมีการเรียนรู้ได้ตลอดชีวิตซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก เนื่องจากหลังจากเรียนจบจากสถาบันการศึกษาไปแล้ว ผู้เรียนหรือนักศึกษาจะต้องออกไปทำงานในบริษัท หรือสถานที่ทำงานซึ่งพบว่ามีส่วนใหญ่แล้วจะมีรูปแบบการทำงาน ที่ไม่เหมือนกับที่ได้เรียนมาทั้งในห้องเรียนและในตำรา จะพบกับระบบใหม่ ๆ หากนักศึกษาไม่มี

ความสามารถในการเรียนรู้ก็จะทำให้ทำงานไม่ได้และถ้าหากไม่ได้รับการพัฒนาด้าน Soft Skill ไปควบคู่กัน ก็จะทำให้ไม่สามารถทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ไม่สามารถสื่อสารสิ่งที่ตนเองคิดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ การทำงานก็จะประสบผลสำเร็จได้ยากลำบาก

เมื่อมีการออกแบบและกำหนดกระบวนการเรียนรู้แบบ Outcome-based Education ให้เหมาะสมกับรายวิชานั้น ๆ แล้ว สิ่งที่สำคัญที่สุดคือการประเมินผลสัมฤทธิ์ (Assessment) หากเราตั้งผลลัพธ์โดยผู้เรียนเป็นสำคัญดังนั้นควรกำหนด Outcome ที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียนด้วย เพราะเมื่อผู้สอนกำหนด Outcome ไปแล้วแสดงว่าผู้เรียนทุกคนจะต้องบรรลุผลสำเร็จตาม Outcome ที่ตั้งไว้ด้วย

2. การพัฒนาการเรียนการสอน

การพัฒนาการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครมีมาอย่างต่อเนื่อง โดยในบทความนี้จะกล่าวถึงเฉพาะการพัฒนาการเรียนการสอนเฉพาะในรายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ในช่วงเริ่มต้นจนถึงปี 2558 การเรียนการสอนยังอยู่ในรูปแบบ Input-based Education ซึ่งมีอาจารย์ผู้สอนเป็นศูนย์กลางในการเรียนการสอนโดยใช้การฟังบรรยาย (Lecture-based Learning) ซึ่งวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า เป็นวิชาพื้นฐานของนักศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า ทำให้มีผู้เรียนเป็นจำนวนมาก จึงทำให้ต้องแบ่งออกเป็นหลายห้องเรียน โดยแต่ละห้องเรียนจะมีอาจารย์ผู้สอนบรรยายรับผิดชอบการสอนตลอดภาคการศึกษา โดยแต่ละห้องจะมีจำนวน นักศึกษาต่ออาจารย์ประมาณ 120 คนต่ออาจารย์ 1 คน โดยมีอาจารย์ผู้สอนวิชานี้หลายคน การจัดกระบวนการสอน จะมีการประชุมอาจารย์ผู้สอนเพื่อ กำหนดเนื้อหาการสอน กำหนดรูปแบบการประเมินผล และการออกข้อสอบที่ใช้สอบร่วมกัน โดยการประเมินจะใช้การสอบข้อเขียน แบ่งเป็นสอบกลางภาค และปลายภาคเพื่อวัดผล พบว่าในช่วงแรก การสอนในลักษณะนี้ยังได้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจ เนื่องจากนักศึกษามีความตั้งใจ และมีสมาธิกับการเรียนมากกว่าในปัจจุบัน ผลการประเมินจากการสอบพบว่า ในช่วงปีท้ายๆจำนวนนักศึกษาที่มีความสามารถในการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ไม่เป็นไปตามที่มุ่งหวัง ซึ่งดูจากผลการเรียนเฉลี่ยของชั้นเรียน (Class GPA) และจำนวนนักศึกษาที่ทำคะแนนสอบได้เกินครึ่งหนึ่งลดลงอย่างมีนัยยะ

ต่อมาในปี 2559จึงได้มีการปรับรูปแบบโดยใช้ การพัฒนาการเรียนรู้อยู่โดยใช้กิจกรรม (Activity-based Learning) ร่วมกับการฟังบรรยาย (Lecture-based Learning) [4] โดยมีการปรับจำนวนนักศึกษาต่อห้องเหลือ 50คนต่ออาจารย์ 1คน มีกิจกรรมในห้องเรียนเสริมการบรรยาย เช่นการแบ่งกลุ่มค้นคว้าหัวข้อที่น่าสนใจทางด้านวิศวกรรมแล้วมานำเสนอหน้าชั้นเรียน การทำโจทย์ การสอบย่อย

และยังมีการใช้เครื่องมือวัด พร้อมกับการต่อวงจรไฟฟ้าให้นักศึกษาได้เห็นผลลัพธ์เทียบกับทฤษฎีที่เรียนในขณะบรรยายหัวข้อนั้น ๆ อีกทั้งยังมีการเพิ่มห้องสอนพิเศษ (tutorial classroom) เป็นการสอนเพิ่มเพื่อทำโจทย์ และเน้นเทคนิคการวิเคราะห์ ได้มีการปรับลดคะแนนสอบกลางภาค และปลายภาคลง โดยมาเพิ่มเป็นคะแนนในส่วนของกิจกรรมที่เพิ่มเข้ามาในห้องเรียนเพื่อกระตุ้นนักศึกษาให้มีการติดตามผลคะแนนสอบจากการสอบกลางภาคการศึกษา และจัดห้องสอนพิเศษสำหรับนักศึกษาที่ทำคะแนนได้ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยโดยเน้นสอนพื้นฐานที่นักศึกษายังไม่เข้าใจ หรือมีความสับสน ซึ่งจากผลการประเมินจากการสอบปลายภาคการศึกษาพบว่านักศึกษาที่ทำข้อสอบจะแบ่งเป็นสองกลุ่มอย่างชัดเจน คือทำข้อสอบได้ กับทำข้อสอบไม่ได้ พบว่านักศึกษาที่ทำไม่ได้นั้น แทบจะไม่มีส่วนร่วมกับกิจกรรมในห้องเรียน และห้องสอนพิเศษเลย

3. การพัฒนาการเรียนรู้อยู่แบบ outcome-based education

จากรูปแบบการสอนที่ผ่านมายังพบว่าเป็นลักษณะการสอนในรูปแบบของการสอบบรรยาย (Lecture-based Learning) ร่วมกับการใช้กิจกรรม (Activity-based Learning) ควบคู่กัน ผลลัพธ์ที่ได้ยังเป็นไม่น่าพอใจเนื่องจากด้วยนักศึกษาบางส่วนไม่ได้สนใจที่จะเข้าร่วมกิจกรรม หรือเข้าฟังบรรยายไม่ว่าจะในคาบบรรยายปกติหรือคาบสอนพิเศษ ดังนั้นในปีการศึกษา 2560 จึงได้จัดรูปแบบการเรียนการสอนเป็นแบบการตั้งเป้าหมาย หรือผลลัพธ์ ของการศึกษาโดยให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (outcome-based education) โดยแบ่งเป็นสี่ขั้นตอนคือ

3.1 การตั้งผลลัพธ์(Outcome) ของวิชา

การตั้งผลลัพธ์ (Outcome) จะต้องคำนึงถึงหลายด้านปัจจัยเช่น พื้นฐานความรู้ของกลุ่มผู้เรียนปริมาณเนื้อหา และความซับซ้อนของวิชาเหมาะสมกับเวลาหรือไม่ คุณภาพของผู้สอน ในด้านเวลา ความทุ่มเท และความใส่ใจ อาจารย์ในระดับมหาวิทยาลัยมีความรู้ และความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ทุกคน แต่การสอนแบบ Outcome ต้องการการใส่ใจเพื่อที่จะพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้ไปสู่ผลลัพธ์ (Outcome) ซึ่งวิชาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าได้ตั้ง Outcome ของวิชาไว้สองส่วนคือ

1. Hard skill เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจกระบวนการคิดวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าโดยใช้ กฎของโอห์ม กฎของเคอร์ชอฟฟ์วิธีวิเคราะห์แบบโนเดล และเมซ ได้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ในบทถัดไป หรือวิชาอื่น ๆ
2. Soft skill เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ มีความสามารถในการนำเสนอผลงานที่ค้นคว้าหน้าชั้นเรียนโดยประสบผลสำเร็จมีความสามารถในการสื่อสารสิ่งที่นำเสนอให้กับผู้ฟัง

เข้าใจ

3.2 การกำหนดรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นใช้ Activity-based Learning และ Problem-based learning

มีการกำหนดรูปแบบการสอนโดยเน้นผลลัพธ์ (Outcome) โดยใช้ การบรรยาย (Lecture-based Learning) ร่วมกับ Activity-based Learning และ Problem-based learning ดังนี้

1. มีการปรับจำนวนนักศึกษาต่อห้องเหลือ 50 คนต่อห้อง แบ่งกลุ่มนักศึกษาออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน และมีอาจารย์ที่เลี้ยงประจำกลุ่ม 1 คนเพื่อคอยช่วยแนะนำนักศึกษาเมื่อเกิดคำถามหรือข้อสงสัย ในแต่ละห้องมีอาจารย์ 5 คน บทบาทของอาจารย์จะทำหน้าที่เป็นผู้สอนบรรยายสลับกันไปในแต่ละหัวข้อ และเป็นอาจารย์ที่เลี้ยงประจำแต่ละกลุ่มเพื่อแนะนำ ตอบข้อสงสัย ช่วยกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้

2. การจัดสรรเวลาในการสอน แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนบรรยายเนื้อหา และส่วนกิจกรรมในห้องเรียน โดยปรับอัตราส่วนดังนี้ ใน 1 คาบการเรียนมีเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที แบ่งเป็น การบรรยาย 45-60 นาที ขึ้นกับเนื้อหาในแต่ละครั้งเวลาที่เหลือ 1 ชั่วโมง 30 นาที ใช้สำหรับทำกิจกรรมที่กำหนดไว้ในแต่ละสัปดาห์ จะเห็นได้ว่าเวลาทั้งสองส่วนสามารถปรับเพิ่มหรือลดในส่วนใดก็ได้ ขึ้นกับปริมาณเนื้อหาการเรียน ถ้ามีความซับซ้อนอาจจะต้องใช้เวลาในการอธิบายนานขึ้น หรือรูปแบบของกิจกรรมที่อาจจะใช้เวลาอย่างน้อยแตกต่างกัน

3.3 การจัดรูปแบบเนื้อหาการสอนบรรยาย และกิจกรรมเสริม

1. การจัดรูปแบบการบรรยาย จะเน้นไปที่บรรยายทฤษฎีให้จบเป็นหัวข้อสั้น ๆ และยกตัวอย่างโจทย์ที่ง่ายไปสู่โจทย์ที่ซับซ้อนขึ้น อาจารย์ที่เลี้ยงแต่ละกลุ่มจะมีส่วนร่วมในช่วงที่นักศึกษาทำโจทย์ ตัวอย่าง คอยกระตุ้นให้นักศึกษาทุกคนในกลุ่มที่ตนดูแล ได้ปรึกษากันในกลุ่มฝึกคิดวิเคราะห์โจทย์ โดยอาจารย์ที่เลี้ยงประจำกลุ่มจะคอยช่วยชี้แนะ และตอบคำถามเมื่อเกิดข้อสงสัย เมื่อนักศึกษาทุกคนมีความเข้าใจแล้วจึงเริ่มหัวข้อบรรยายถัดไป กระบวนการทั้งหมดนี้จะอยู่ในช่วงเวลา 1 ชั่วโมงเพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อและล้าจากการเรียน จะเห็นได้ว่าการสอนบรรยายในลักษณะนี้ก็สามารถที่จะแทรก Activity-based Learning เข้าไปได้เช่นการให้โจทย์ทำเป็นกลุ่ม มีการแข่งขันทำโจทย์ หรือการทำทายให้เกิดการวิเคราะห์มากกว่าหนึ่งวิธี เพราะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าเพื่อหาแรงดัน หรือกระแสสามารถใช้วิธีวิเคราะห์ได้หลายรูปแบบ เป็นการเปิดกว้าง มากกว่าที่ผู้สอนจะแสดงด้วยวิธีเดียวให้ผู้เรียนได้เห็น และทำตามเท่านั้น รายละเอียดการสอนบรรยายทั้ง 15 สัปดาห์แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของเนื้อหาบรรยายและการมอบหมายกิจกรรมในแต่ละสัปดาห์ภายในห้องบรรยาย

สัปดาห์ที่	เนื้อหาบรรยายและแนะนำ (1 ชั่วโมง)
1	1.1 แจ้งเกณฑ์การประเมินผลการเรียน (15 นาที) 1.2 แนะนำภาพรวมของวงจรไฟฟ้า และชีวิตจริง ที่เกี่ยวข้องกับวงจรไฟฟ้า (15 นาที) 1.3 ปริมาณพื้นฐานทางไฟฟ้า อุปกรณ์แอมป์ อุปกรณ์พาสซีฟ แหล่งจ่ายอิสระและไม้อิสระ (ประยุกต์ใช้ในวงจรขยาย และอื่นๆ) (1 ชั่วโมง) เน้น เรื่อง ปริมาณพื้นฐานทางไฟฟ้า V, I และ โยงไปถึงกำลังไฟฟ้า พลังงาน และเน้น ความเข้าใจในการวัดปริมาณทางไฟฟ้า
สัปดาห์ที่	เนื้อหาบรรยายและแนะนำ (1 ชั่วโมง)
1(ต่อ)	มอบหมายงาน สำหรับกิจกรรมในสัปดาห์ถัดไป และ สัปดาห์ที่ 6 1.4 มอบหมายหัวข้อกิจกรรมหลัก (ที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับเนื้อหา สัปดาห์ที่ 1) ให้แต่ละกลุ่มไปศึกษา เพื่อนำเสนอในสัปดาห์หน้า โดยมี อ.ที่เลี้ยงประจำกลุ่ม ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะโดยมีหัวข้อดังนี้ 1.4.1 ความเข้าใจในการวัดปริมาณทางไฟฟ้า (ประจุ แรงดัน กระแส) 1.4.2 การเลือกใช้เครื่องมือวัด ปริมาณพื้นฐานทางไฟฟ้า 1.4.3 การเลือก Battery และ คุณสมบัติ C rate 1.4.4 การคิดค่าไฟฟ้าที่หักภาษี ที่กิจการเอกชน ภาคอุตสาหกรรม 1.4.5 การคำนวณขนาดของเครื่องปรับอากาศและปั้มน้ำ สำหรับที่พักอาศัย 1.5 มอบหมายกิจกรรมเสริม name plate (สเปคและความหมาย) เครื่องใช้ไฟฟ้า อาจารย์แนะนำ ตัวอย่าง name plate ในคาบเรียน แล้วมอบหมายให้แต่ละกลุ่ม ไปหา name plate เพื่อมาตั้งเป็นโจทย์ ในสัปดาห์ถัดไป โดยกลุ่มที่จะตอบ จะถูกสุ่มโดยอาจารย์ 1.6 มอบหมายหัวข้อ problem-based (เน้นเรื่องพลังงาน) ในเชิงมหภาค โดยให้แต่ละกลุ่ม โดยใช้เวลาไปศึกษา 1 เดือน โดยให้แต่ละกลุ่ม นำเสนอในสัปดาห์ที่ 6 1.6.1 พลังงานกับความมั่นคงทางชีวิตและทรัพย์สิน 1.6.2 แนวโน้มของการใช้พลังงานไฟฟ้าและแหล่งพลังงานในอนาคต 1.6.3 การใช้พลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ภาคใต้และแนวทางการบริหารจัดการ 1.6.4 ความคุ้มค่าของพลังงานทางเลือก 1.6.5 เทคโนโลยีที่ใช้/สนับสนุน ในการพัฒนา/สร้างพลังงานทางเลือก
2	2.1 คุณสมบัติของวงจรเชิงเส้น กฎของโอห์ม กฎของเคอร์ชอฟฟ์ วงจรตัวต้านทานอนุกรม และขนาน ผสม (ประยุกต์เป็นแบ่งแรงดัน และแบ่งกระแสให้อธิบายอยู่ในกลุ่มย่อย) 2.2 มอบหัวข้อกิจกรรมหลักให้แต่ละกลุ่มไปศึกษา เพื่อนำเสนอในสัปดาห์หน้า โดยมี อ.ที่เลี้ยงประจำกลุ่ม ให้คำแนะนำ ในช่วง 1 สัปดาห์ที่ น.ศ. จะไปศึกษาค้นคว้า 2.2.1 การเปิดปิดระบบแสงสว่างแบบอัตโนมัติของหลอดไฟถนน 2.2.2 Illumination กับสเปคหลอดไฟ 2.2.3 การเลือกขนาดสายไฟที่เหมาะสมกับ load และปลั๊กพ่วง 2.2.4 การเลือกcircuit breaker และเครื่องตัดไฟรั่ว 2.2.5 การประยุกต์ใช้วงจรพื้นฐาน กับ embedded (การแปลงค่าดิจิตอลเป็นแอนะล็อก)

3	การวิเคราะห์วงจรแบบโนด (เริ่มจากการแก้ปัญหาวงจรที่ใช้ความรู้พื้นฐาน)
4	การวิเคราะห์วงจรแบบเมช (เริ่มจากการแก้ปัญหาวงจรที่ใช้ความรู้พื้นฐาน)
5	ประมวลผลความรู้จากสัปดาห์ที่ 2 3 และ 4
6	ทฤษฎีบทการทับซ้อน (ในกรณี มีแหล่งจ่ายที่มีความถี่ไม่เท่ากัน*) ทฤษฎีบทของเทวินินและนอร์ตัน *หมายเหตุ ควรมีตัวอย่างที่ simplify มากๆ เพราะ น.ศ. ยังไม่เรียน AC circuit
7	วงจรออปแอมป์เชิงอุณหภูมิต และการประยุกต์ใช้จริง รวมไปถึง การอ่านข้อมูล data sheet
8	ประมวลผลความรู้หัวข้อ 2-7
สอบกลางภาค	
9	9.1 อุปกรณ์สะสมพลังงานตัวเหนี่ยวนำ และตัวเก็บประจุ (ยกตัวอย่างการใช้งาน C L ในงานวิศวกรรมไฟฟ้า เช่น แหล่งจ่ายแรงดันแบบสวิตชิ่ง และอื่นๆ) 9.2 มอบหมายหัวข้อ outcome-based (เน้นสร้างกระบวนการเรียนรู้ และสร้างระบบความคิดสร้างสรรค์) โดยให้แต่ละกลุ่ม โดยใช้เวลาไปศึกษา 1 เดือน โดยให้แต่ละกลุ่มนำเสนอในสัปดาห์ที่ 13 โจทย์ (เลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งนี้ แต่ละกลุ่ม สามารถเลือกเข้าได้) -ชุดเปิดปิดหลอดไฟภายใน 10 นาที -ชุดเปิดปิดระบบรดน้ำต้นไม้ 30 นาที เป็นการตั้งโจทย์แบบเอาความต้องการหรือ solution เป็นตัวตั้ง แล้วให้กลุ่ม น.ศ. ไปคิดวิเคราะห์ว่าจะออกแบบชุดดังกล่าว โดยจะเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์อะไรบ้าง ได้อย่างอิสระ โดยไม่มีข้อจำกัด เพื่อให้ น.ศ. ได้ทำงานร่วมกันสร้างระบบความคิด ทั้งในเชิงวิชาการและความคิดสร้างสรรค์ แม้ว่าตัวโจทย์จะเป็นโจทย์ที่ดูเหมือนว่าจะเป็นธรรมดา แต่ในการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม จะต้องมีความหมายอธิบายแนวความคิดในการออกแบบ หลักการทำงาน โดยใช้เหตุผลทางวิชาการผนวกกับความคิดสร้างสรรค์ ทั้งนี้ ขอบเขตของโจทย์ที่กำหนดมานั้น กลุ่ม น.ศ. สามารถจะขยายและเพิ่มเติมฟังก์ชัน (function) หรือ ฟีเจอร์ (feature) ได้ เพื่อแสดงแนวความคิดและศักยภาพของตัว น.ศ. เอง
10	การวิเคราะห์ผลตอบสนองของวงจรอันดับที่หนึ่ง (1) ไม่มีแหล่งจ่าย DC
11	การวิเคราะห์ผลตอบสนองของวงจรอันดับที่หนึ่ง (2) มีแหล่งจ่าย DC
12	แนะนำ การวิเคราะห์ผลตอบสนองของวงจรอันดับที่สอง (อธิบายผลตอบสนองทั้งสามแบบวิธีเลือกแบบนิตินัย)
13	การวิเคราะห์วงจรด้วยวิธีเฟสเซอร์ (1)
14	การวิเคราะห์วงจรด้วยวิธีเฟสเซอร์ (2)
15	15.1 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสมดุล, การจ่ายไฟฟ้าสามเฟสของการไฟฟ้าเป็นแบบสามเฟส และหนึ่งเฟส, ค่า RMS(ไม่ต้องพิสูจน์), เปรียบเทียบ 1P กับ 3P (หา VL,VP,IL,IP) ยกตัวอย่างการต่อใช้งานมอเตอร์สามเฟส (data sheet motor 3P) *ดูงานนอกสถานที่ การไฟฟ้านครหลวง ส่งตัวแทนกลุ่มละสองคน แล้วกลับมานำเสนอเพื่อนๆ 15.2 ประมวลผลความรู้หัวข้อ 8-14 (ทำในห้องปฏิบัติการ)

2. กิจกรรมเสริม ในรูปแบบ Activity-based Learning และ

Problem-based learning กิจกรรมที่ใช้จะแบ่งออกเป็นสองแบบ เพื่อฝึก Hard skill และ Soft skill ซึ่งในหนึ่งคาบเรียนจะเลือกเพียงหนึ่งกิจกรรมใช้เวลาโดยประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที โดยเน้นที่นักศึกษาทุกคนต้องมีส่วนร่วมจะทำคนเดียว หรือทำเป็นกลุ่มก็ได้ (งานกลุ่มทุกคนต้องมีส่วนร่วม) รายละเอียดกิจกรรมในแต่ละสัปดาห์แสดงในตารางที่2

ตารางที่2 รายละเอียดกิจกรรมในแต่ละสัปดาห์ภายในห้องบรรยาย

สัปดาห์ที่	กิจกรรม(1 ชั่วโมง 30 นาที)	หมายเหตุ
1	สัปดาห์แรก ยังไม่มีกิจกรรม แต่เป็นการจัดกลุ่มและมอบหมายงาน (1 ชั่วโมง) 1. การจัดกลุ่ม น.ศ. 5 กลุ่ม โดยมีอาจารย์พี่เลี้ยง 1 ท่านต่อกลุ่ม 1.1 การสื่อสาร ตั้ง Group Line (ในโปรแกรม Line Applications)สำหรับ ห้องเรียน และกลุ่มย่อย 5 กลุ่มที่มี อาจารย์พี่เลี้ยง เพื่อการสื่อสารระหว่าง น.ศ. ด้วยกัน และ ระหว่าง น.ศ. กับ อาจารย์พี่เลี้ยง 1.2 เครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้และกิจกรรม Google education และ Google classroom	
2	2 กิจกรรม 2.1 กิจกรรมหลัก นำเสนอโดย 5 กลุ่ม (กลุ่มละ 10 - 15 นาที)	การประเมินตามเกณฑ์ข้อ C (2.5คะแนน)
สัปดาห์ที่	กิจกรรม(1 ชั่วโมง 30 นาที)	หมายเหตุ
2(ต่อ)	ถามตอบ (5 - 10 นาที)ที่ได้มอบหมายจากสัปดาห์ที่แล้ว ทั้งนี้ จะมี อ.แนะนำ และ อ.พี่เลี้ยง (รวม 5 ท่าน) คอยชี้แจงเพิ่มเติม หลังจากการนำเสนอและการถามตอบ	*รายละเอียดการให้คะแนนดูจากตารางที่ 4
	2.2 กิจกรรมเสริม nameplate	การประเมินตามเกณฑ์ข้อ C (2.5คะแนน)
3	3.1 นำเสนอโดย 5 กลุ่ม (กลุ่มละ 10 - 15 นาที) ถามตอบ (5 - 10 นาที) ที่ได้มอบหมายจากสัปดาห์ที่แล้ว ทั้งนี้ จะมี อ.แนะนำ และ อ.พี่เลี้ยง (5 ท่าน) คอยชี้แจงเพิ่มเติม หลังจากการนำเสนอและการถามตอบ รวม 1 ชม. 3.2 ฝึกการวิเคราะห์วงจรแบบโนด (เป็นกลุ่ม โดยมี อ.พี่เลี้ยง แนะนำ) 30 นาที	การประเมินตามเกณฑ์ข้อ C (2.5คะแนน)
4	4.1 การแข่งขันการวิเคราะห์วงจรแบบโนด ระหว่าง 5 กลุ่ม โจทย์เดียวกันทั้ง 5 กลุ่ม โดยมี 2 โจทย์ (ระดับพื้นฐาน และระดับกลาง)กำหนดเวลา	การประเมินตามเกณฑ์ข้อ D (2.5 คะแนน)

	ระดับพื้นฐาน 10 นาที ระดับกลาง 20 นาที (รวม 30 นาที)หลังจากส่งวิธีทำ (ทั้ง 2 โจทย์) ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอ พร้อมตอบคำถามให้เวลากลุ่มละ 10 นาที (60 นาที)	*รายละเอียดการให้คะแนนดูจากตารางที่ 4
	4.2 ผูกการวิเคราะห์วงจรแบบเมซ (เป็นกลุ่ม โดยมี อ.พีเลียง แนะนำ) 30 นาที	
5	5.1 การแข่งขันการวิเคราะห์วงจรแบบเมซระหว่าง 5 กลุ่ม โจทย์เดียวกันทั้ง 5 กลุ่ม โดยมี 2 โจทย์ (ระดับพื้นฐาน และระดับกลาง) กำหนดเวลา ระดับพื้นฐาน 10 นาที ระดับกลาง 20 นาที (รวม 30 นาที) หลังจากส่งวิธีทำ (ทั้ง 2 โจทย์) ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอ พร้อมตอบคำถามให้เวลากลุ่มละ 10 นาที (60 นาที)	การประเมินตามเกณฑ์ข้อ D (2.5 คะแนน)
6	6.1 กิจกรรมสำคัญ problem based นำเสนอ โดยแต่ละกลุ่ม 6.1.1 พลังงานกับความมั่นคงทางชีวิตและทรัพย์สิน 6.1.2 แนวโน้มของการใช้พลังงานไฟฟ้าและแหล่งพลังงานในอนาคต 6.1.3 การใช้พลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ภาคใต้และแนวทางการบริหารจัดการ 6.1.4 ความคุ้มค่าของพลังงานทางเลือก 6.1.5 เทคโนโลยีที่ใช้/สนับสนุน ในการพัฒนา/สร้างพลังงานทางเลือก	การประเมินตามเกณฑ์ข้อ A (10 คะแนน) *รายละเอียดการให้คะแนนดูจากตารางที่ 4
7	ทบทวนและประมวลความรู้วิเคราะห์วงจรไฟฟ้า สำหรับการสอบกลางภาค	
8	ทบทวนและประมวลความรู้วิเคราะห์วงจรไฟฟ้า สำหรับการสอบกลางภาค	
สอบกลางภาค		
9	9.1 กิจกรรมแข่งขันสร้างตัวเก็บประจุ คณาจารย์เตรียมวัสดุโลหะสำหรับใช้เป็นขั้วตัวเก็บประจุ (เช่น ฟรอยด์) และวัสดุสำหรับใช้เป็นฉนวนจำนวน 10 ประเภท เพื่อให้กลุ่มน.ศ.	การประเมินตามเกณฑ์ข้อ C (2.5คะแนน)
สัปดาห์ที่	กิจกรรม(1 ชั่วโมง 30 นาที)	หมายเหตุ
9(ต่อ)	เลือกและนำวัสดุเหล่านั้น มาใช้สร้างตัวเก็บประจุ ภายในระยะเวลา 30 นาที จากนั้น จะเป็นการทดสอบว่า ตัวเก็บประจุของกลุ่มใดที่สามารถเก็บประจุได้มากที่สุด และจะให้แต่ละกลุ่มได้เสนอความเห็นในเชิงคิดวิเคราะห์ว่า เหตุใดผลการทดสอบจึงได้ผลลัพธ์เช่นนั้น ทั้งนี้ กิจกรรมดังกล่าวเป็นการระบบความคิดและการเรียนรู้อุปกรณ์ตัวเก็บประจุ ผ่านการสร้างตัวเก็บประจุ แม้ว่าอาจจะไม่สามารถนำไปใช้งานในวงจรไฟฟ้าจริงๆ ได้ แต่เป็นการสร้างการเรียนรู้ว่า ควรเลือกใช้วัสดุประเภทใดจึงจะมีความเหมาะสม นอกจากนี้ อ.พีเลียง จะได้แนะนำในรายละเอียดของประเภทตัวเก็บประจุที่ใช้งานจริง ในมิติต่างๆ เช่น ประเภทของ C ที่เหมาะสมกับวงจรไฟฟ้าต่างๆ (วงจรความถี่ต่ำ วงจรความถี่สูง วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า วงจรสวิตซ์ชิ่ง เป็นต้น) ขนาดและลักษณะของตัวถัง	
10	10.1 กิจกรรมแข่งขัน เกี่ยวกับอุปกรณ์ L	การประเมิน

	คณาจารย์เตรียมวัสดุโลหะสำหรับการพันขดลวดเหนี่ยวนำ โดยมีลวดทองแดงขนาดต่างๆ เพื่อให้กลุ่ม น.ศ. เลือกและนำมาพันเป็นขดลวดเหนี่ยวนำ บนจานแม่เหล็ก ภายในระยะเวลา 30 นาที จากนั้น จะเป็นการทดสอบว่า เจนเนอเรเตอร์ของกลุ่มใดที่สามารถให้แรงดันไฟฟ้าสูงสุด และจะให้แต่ละกลุ่มได้เสนอความเห็นในเชิงคิดวิเคราะห์ว่า เหตุใดผลการทดสอบจึงได้ผลลัพธ์เช่นนั้น ทั้งนี้ กิจกรรมดังกล่าวเป็นการระบบความคิดและการเรียนรู้อุปกรณ์ตัวเหนี่ยวนำ ผ่านการสร้างตัวเหนี่ยวนำ แม้ว่าอาจจะไม่สามารถนำไปใช้งานในวงจรไฟฟ้าจริงๆ ได้ แต่เป็นการสร้างการเรียนรู้ว่า ควรเลือกใช้ขนาดเส้นลวด และพันเป็นจำนวนกี่รอบ จึงจะมีความเหมาะสม นอกจากนี้ อ.พีเลียง จะได้แนะนำในรายละเอียดของประเภทตัวเหนี่ยวนำที่ใช้งานจริง ในมิติต่างๆ เช่น ประเภทของ L ที่เหมาะสมกับวงจรไฟฟ้าต่างๆ (วงจรความถี่ต่ำ วงจรความถี่สูง วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า วงจรสวิตซ์ชิ่ง เป็นต้น) ขนาดและลักษณะของตัวถัง	ตามเกณฑ์ข้อ C (2.5คะแนน)
11	11.1 การแข่งขันการวิเคราะห์วงจร 1 st order ระหว่าง 5 กลุ่ม โจทย์เดียวกันทั้ง 5 กลุ่ม โดยมี 2 โจทย์ (ระดับพื้นฐาน และระดับกลาง) กำหนดเวลา ระดับพื้นฐาน 10 นาที ระดับกลาง 20 นาที (รวม 30 นาที) หลังจากส่งวิธีทำ (ทั้ง 2 โจทย์) ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอ พร้อมตอบคำถาม ให้เวลากลุ่มละ 10 นาที (60 นาที)	การประเมินตามเกณฑ์ข้อ D (2.5คะแนน)
12	ตัวอย่าง การประยุกต์ใช้งานวงจรอันดับที่สอง กิจกรรมเสริมสำหรับ วงจรอันดับที่สอง	
13	13.1 กิจกรรมสำคัญ outcome based นำเสนอ โดยแต่ละกลุ่ม ที่ได้มอบหมายตั้งแต่ สัปดาห์ที่ 9	การประเมินตามเกณฑ์ข้อ B (10 คะแนน)
14	14.1 กิจกรรมเสริม : การเช็คกราวด์, สายดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 14.2 ทบทวนและประมวลความรู้วิเคราะห์วงจรไฟฟ้า สำหรับสอบปลายภาค	
สัปดาห์ที่	กิจกรรม(1 ชั่วโมง 30 นาที)	หมายเหตุ
15	ทบทวนและประมวลความรู้วิเคราะห์วงจรไฟฟ้า สำหรับสอบปลายภาค	

3.4 เกณฑ์การประเมิน (Assessment)

การวัดผลลัพธ์ของการเรียนรู้จำเป็นต้องมีเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจนแสดงให้เห็นผู้เรียนทราบคะแนนที่จะได้จากแต่ละกิจกรรม และสามารถประเมินผลการเรียนของตนเองได้เพื่อปรับปรุงการเรียน อีกทั้งยังช่วยให้ผู้สอนได้ทราบและติดตามผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อจะใช้ในการปรับการเรียนรู้อันเหมาะสม Outcome

ควรจะต้องผลลัพธ์ออกเป็นหลาย ๆ ชั้น และมีการติดตามผลลัพธ์แต่ละชั้นอย่างใกล้ชิด หากในชั้นใดมีปัญหาที่สามารถจัดการได้ทันทีเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตาม Outcome ที่ตั้งไว้ ซึ่งคะแนนทั้งหมดของวิชาจะคิดเป็น 100 คะแนน (100%) โดยวิชานี้จะมีการสอนที่มีทั้งคาบเรียนบรรยาย และคาบเรียนปฏิบัติการ ในบทความนี้จะกล่าวถึงเฉพาะการปรับปรุงการสอนเฉพาะในส่วนคาบเรียนบรรยาย โดยจะแบ่งคะแนนสำหรับการสอบวัดผลและกิจกรรมเป็น 75 คะแนน และคะแนนจากการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ 25 คะแนน รวมเป็น 100 คะแนน รายละเอียดของการให้คะแนนในห้องบรรยาย และเกณฑ์การประเมินผลกิจกรรมในห้องบรรยายแสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 รวบรวมคะแนนการวัดผลรวม 100คะแนน(100%)

1.บรรยาย และ กิจกรรม 75คะแนน	1.1.1 สอบกลางภาค 15คะแนน 1.1.2 สอบปลายภาค 20คะแนน 1.1.3 กิจกรรมสำคัญ problem based และ outcome based จำนวน 2 ครั้ง : 20คะแนน (ก่อนสอบกลางภาค และ ก่อนสอบปลายภาค) 1.1.4 กิจกรรม active learning ที่เป็น outcome based 8 ครั้ง (กิจกรรมหลัก และรอง 5 ครั้ง กิจกรรมวิเคราะห์วงจร 3 ครั้ง) : 20 คะแนน
* ไม่มีคะแนนการเข้าห้องเรียน เพราะจะแฝงไปในอยู่ในคะแนนของ active learning และ problem-based assessment	
2.ปฏิบัติการ 25 คะแนน	2.1 ส่วนปฏิบัติการ Hardware 15 คะแนน 2.1.1 การทดลองต่อวงจรจริง เพื่อพิสูจน์ผลจากทฤษฎี และฝึกทักษะการใช้เครื่องมือ มี 6 การทดลอง 2.2 ส่วนปฏิบัติการ Software 10 คะแนน 2.2.1 ใช้โปรแกรมวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า เช่น LT SPICE, OrCAD 17.2 Lite เพื่อจำลองการทำงาน(Simulation) วงจรที่ได้คำนวณด้วยมือ เทียบผลคำตอบจากการจำลองการทำงาน ตามหัวข้อที่เรียน
* ไม่มีคะแนนการเข้าห้องเรียน เพราะคะแนนจะได้จากการทดลองที่อาจารย์ได้ตรวจในขณะนั้น	

จากรายละเอียดการให้คะแนนจะเห็นได้ว่าคะแนนจะมาจากกิจกรรมเป็นส่วนใหญ่ การวัดผลจากการสอบลดลงตามการเรียนรู้แบบ Outcome-based Education แต่ไม่สามารถตัดวิธีการวัดผลด้วยการสอบข้อเขียนได้ เนื่องด้วยเป็นวิชาที่ว่าด้วยวิธีคิดวิเคราะห์ มีการคำนวณเพื่อหาผลลัพธ์ของการเรียนรู้ การสอบด้วยข้อเขียนจะถูกเพิ่มจำนวนให้ถี่ขึ้นโดยจะมีการสอบย่อยในห้อง สอบกลางภาค และปลายภาค เพื่อลดปริมาณเนื้อหาวิชาในการสอบแต่ละครั้งให้น้อยลง และยังทำให้นักศึกษามีการเรียนรู้ และทบทวนอยู่ตลอดเวลา กิจกรรมจะเป็นส่วนเสริมให้นักศึกษาในด้าน Hard skill

และSoft skill

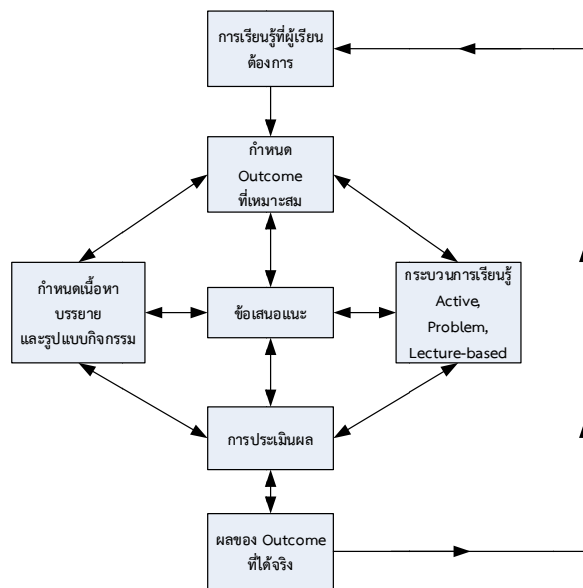
ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินผลกิจกรรมที่ใช้ประเมินผลกิจกรรมในแต่ละสัปดาห์

ประเภทกิจกรรม	เกณฑ์ให้คะแนนในแต่ละกิจกรรม
A: กิจกรรมสำคัญ ครั้งที่ 1 : 10 คะแนน (100 คะแนน/10)	1. สื่อที่ใช้ในการนำเสนอ G10 2. การพูดและการนำเสนอ G10 3. การวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็นต่อสิ่งที่ศึกษา (ข้อดี ข้อด้อย ความเหมาะสม แนวทางการปรับปรุงในอนาคต และความคิดสร้างสรรค์) G30 4. การตอบข้อซักถาม G30 5. การประยุกต์องค์ความรู้ทางไฟฟ้าเข้ากับเนื้อหา G20
B: กิจกรรมสำคัญ ครั้งที่ 2 : 10 คะแนน (100 คะแนน/10)	1. สื่อที่ใช้ในการนำเสนอ G10 2. แนวคิด (ระบบความคิด) การวิเคราะห์เหตุผลว่าจะทำงานได้ตามโจทย์ที่ตั้งไว้ มีแผนภาพ diagram ที่อธิบายหลักการทำงาน และความคิดสร้างสรรค์ G40 3. การตอบข้อซักถาม G30 4. การประยุกต์องค์ความรู้ทางไฟฟ้าเข้ากับเนื้อหา G20
C: กิจกรรมหลัก และกิจกรรมเสริม : 2.5 คะแนน(100 คะแนน/40)	1. การนำเสนอ G30 2. เนื้อหา G40 3. การตอบคำถาม G15 4. การตั้งคำถาม เพื่อถามกลุ่มอื่น G15
D: กิจกรรม การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 2.5 คะแนน(100 คะแนน/40)	1. การนำเสนอ G30 2. วิธีการวิเคราะห์ G40 3. การตอบคำถาม G15 4. การตั้งคำถาม เพื่อถามกลุ่มอื่น G15

*หมายเหตุ G หมายถึงคะแนนกลุ่มทั้งนี้คะแนนของ น.ศ. แต่ละคน คำนวณมาจากคะแนนรวมของกลุ่ม คูณ ด้วยค่าถ่วงน้ำหนักซึ่งให้โดย อ.พี่เลี้ยง โดยตัวถ่วงน้ำหนักมีค่าสูงสุด 1.00

3.5 วิเคราะห์ผลลัพธ์ และปรับปรุงการสอน

การที่จะทราบได้ว่าการเรียนรู้แบบ Outcome-based Education ประสบผลสำเร็จหรือไม่ ต้องดูจากผลลัพธ์ที่ได้จากคะแนน ที่ผู้เรียนได้สอบ และทำกิจกรรม โดยข้อสอบและกิจกรรมต้องสอดคล้องกับ Outcome ที่ตั้งไว้ การติดตามในแต่ละสัปดาห์ที่มีประโยชน์มากเพื่อนำมาปรับปรุงแบบ (รวมถึงสัดส่วนเวลา) การเรียนรู้และกิจกรรม โดยมีการปรึกษาหารือกันระหว่างผู้สอน และผู้เรียนแสดงกระบวนการดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนผังการเรียนรู้ การติดตาม และปรับปรุงแบบให้เหมาะสมกับผู้เรียน

และในรูปที่ 3 แสดงบรรยากาศในการเรียนภายในห้องเรียน บรรยายขณะมีการนำเสนอหน้าชั้นเรียน



รูปที่ 3 นักศึกษานำเสนอหัวข้อค้นคว้าหน้าชั้นเรียน

4. ความเสี่ยงที่จะทำให้ไม่ประสบผลสำเร็จ

การเรียนรู้แบบ Outcome-based Education เองก็มีความเสี่ยงที่จะทำให้ไม่ได้ผลลัพธ์เป็นไปตามที่ต้องการเช่นกันดังนั้นผู้จัดกระบวนการเรียนรู้จำเป็นต้องมีการประเมินความเสี่ยงดังกล่าวด้วย

4.1 ความเสี่ยงที่เกิดจากปัจจัยแวดล้อม

ความเสี่ยงนี้ไม่ได้เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ที่จัดเนื้อหาไว้ แต่

เป็นสิ่งแวดล้อมที่จะเอื้อให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งพอจะสรุปได้คร่าว ๆ ดังนี้

1. สภาพห้องเรียน ขนาดของห้องเรียนไม่เหมาะสมกับกิจกรรมที่กำหนดไว้ จำนวนนักศึกษาจำนวนมาก ทำให้ไม่มีพื้นที่ที่จะแบ่งกลุ่มทำกิจกรรม รวมทั้งความพร้อมของห้องเรียน เช่นเสียงรบกวน (จากภายนอก หรือจากการทำกิจกรรมกลุ่มที่มีการแบ่งกลุ่มหลาย ๆ กลุ่ม) สภาพอากาศ แสงสว่าง และอื่น ๆ

2. สื่อการสอน อุปกรณ์ และเทคโนโลยีที่สนับสนุนการสอน เช่น สื่อการสอนสำหรับผู้จัดกระบวนการเรียนรู้และผู้เรียนมีความไม่พร้อมและเพียงพอ กรณีการจัดกิจกรรมที่ต้องมีการระดมความคิด ไม่มีกระดานและปากกา สำหรับเขียนแต่ละกลุ่ม ไม่มีเทคโนโลยีรองรับให้ทำการสืบค้นข้อมูล เช่น คอมพิวเตอร์, Wi-Fi, โปรแกรมเฉพาะทางที่จะช่วยในการวิเคราะห์หรืออำนวยความสะดวกในการเผยแพร่ข้อมูลและงานที่จะมอบหมายให้ทำ

4.2 ความเสี่ยงที่เกิดจากองค์ประกอบภายในระบบการจัดการเรียนรู้แบบ Outcome-based Education

ความเสี่ยงนี้ไม่ได้เกิดจากปัจจัยแวดล้อมดังที่กล่าวไปแล้วแต่เกิดปัจจัยที่มาจากข้อเท็จจริงที่จะเอื้อให้เกิดการเรียนรู้ในแบบ Outcome-based Education ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

1. ผู้เรียนหรือนักศึกษา ความเสี่ยงจากปัจจัยนี้จะขึ้นได้จากตัวผู้เรียนเองเป็นหลักเช่น พื้นฐานความรู้ขั้นต้นที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียนรู้วิชานี้ (เช่นคณิตศาสตร์) สมาธิของผู้เรียน สภาพความพร้อมด้านสุขภาพร่างกายของผู้เรียน

2. ผู้จัดกระบวนการเรียนรู้หรือผู้สอน จะเห็นได้ว่ารูปแบบที่นำเสนอจะใช้เวลาเป็นจำนวนมาก และต้องการการใส่ใจ เวลา ความทุ่มเท มีความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ทั้งในและหลังจากรเรียนในห้องบรรยาย

3. การตั้ง Outcome ที่ไม่เหมาะสมกับปัจจัยความเสี่ยงที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด ควรจะกำหนด Outcome ให้เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้ผู้เรียน ต้องเข้าใจว่าถ้าผู้เรียนมีพื้นฐานขั้นต้นน้อยมาก จำเป็นต้องมีการจัดการเรียนรู้ที่จะพัฒนาในส่วนดังกล่าวก่อน และอาจจะลดกิจกรรมในส่วนที่เป็น Soft Skill เพื่อเน้น Hard Skill ที่เป็น Outcome หลักก่อนและการตั้ง Outcome ควรจะตั้งผลลัพธ์ออกเป็นหลาย ๆ ชั้น และมีการติดตามผลลัพธ์แต่ละชั้นอย่างใกล้ชิด หากในชั้นใดมีปัญหาที่สามารถจัดการได้ทันทีเพื่อไม่ให้ก่อให้เกิดความล้มเหลวในท้ายที่สุด

5. สรุป และเสนอแนะ

การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบ Outcome-based Education เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผลลัพธ์เป็นสำคัญ โดยคำนึงถึง

ผลลัพธ์ที่จะได้กับผู้เรียนเป็นหลัก และผู้สอนเป็นเพียงผู้จัดกระบวนการเรียนรู้ (เสมือนที่เลี้ยง) แปลว่าเมื่อตั้งเป้าหมายไว้แล้วว่าผู้เรียนจะได้อะไร ผลสำเร็จจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนทุกคนสำเร็จเป้าหมายที่ตั้งไว้ร่วมกัน ดังนั้นการตั้ง Outcome จะต้องพิจารณาถึงความเสี่ยงในทุก ๆ ด้าน และปรับรูปแบบวิธีการเรียนรู้ให้เหมาะสม วิธีการเรียนรู้สามารถเลือกใช้ได้หลากหลายเพื่อเอื้อให้เกิดผลสำเร็จ เช่น การบรรยาย (Lecture-based Learning) ร่วมกับการใช้กิจกรรม (Activity-based Learning) ควบคู่กันกิจกรรมดังกล่าวอาจจะประกอบไปด้วย Problem-based Learning, Project-based Learning และ Service Learning

ในบทความนี้แสดงตัวอย่างการจัดกระบวนการเรียนรู้สำหรับวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า โดยใช้หลากหลายวิธีเพื่อจะให้นักศึกษาได้ Hard Skill และ Soft Skill ไปควบคู่กัน ตลอดระยะเวลาในการเรียนรู้จะต้องคอยสอบถามติดตามผลลัพธ์โดยไม่ให้หลุด Hard Skill ที่ตั้งไว้เพราะเป็น Outcome หลักของวิชา อย่างไรก็ตาม Outcome หลักของวิชาที่ต้องเรียนให้รู้เรื่อง (และอาจจะเพิ่มระดับของ Outcome ได้อีกจากเข้าใจไปสู่การประยุกต์นำทฤษฎีที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหา และออกแบบวงจรเพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้) ความรับผิดชอบต่อการเรียนของนักศึกษา และความใส่ใจของผู้สอนคือปัจจัยหลักที่จะทำให้การเรียนรู้ไม่ด้วยวิธีการหรือกระบวนการใด ๆ ก็ตาม ประสบผลสำเร็จตามที่มุ่งหวังไว้และการเรียนรู้ไม่ควรจะหยุดอยู่แค่ภายในห้องเรียนเท่านั้น การใช้โปรแกรมช่วยในการติดต่อสื่อสาร (เช่น Google classroom, Line Application, facebook และอื่น ๆ เป็นต้น) ก็จะเป็นเครื่องมือที่จะช่วยสื่อสารกับผู้เรียนก็มีความสำคัญที่ทำให้เกิดการติดต่อพูดคุยกันในกลุ่มผู้เรียนกับผู้สอนได้ตลอดเวลาโดยไม่ต้องรอให้ถึงคาบเรียนบรรยายในครั้งถัดไป สุดท้ายแล้วต้องให้นักศึกษาหรือผู้เรียนทราบว่าการเรียนวิชาใดๆในมหาวิทยาลัยเป็นการช่วยให้นักศึกษาได้พัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ “การตั้งใจเรียนให้ประสบผลสำเร็จ 4 ปี ในมหาวิทยาลัยจะสามารถรับประกันความสำเร็จในชีวิตการทำงานอีก 40 ปีข้างหน้า”

6. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นผลที่เกิดจากนโยบายของคณะบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ผศ.ดร.กานวิทย์ โกโคโยธม ที่ต้องการให้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร มีการพัฒนาการเรียนการสอนไปสู่รูปแบบ Outcome-based Education เพื่อให้นักศึกษามีความสามารถในการเรียนรู้ ซึ่งผู้เขียนเป็นเพียงผู้ประสานงานและร่วมอยู่ในทีมอาจารย์ที่พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ขึ้นมา โดยมี รศ.ดร.สมภพ ภูริวิกรัยพงศ์ เป็นหัวหน้าทีม และร่างกรอบดังกล่าวที่ได้จากการประชุมทีมอาจารย์ผู้สอน โดยประกอบไปด้วย ผศ.พลผดุง

ผดุงกุล รศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย ผศ.ดร.ประจวบ ปวรังกูร ผศ.ดร.ชูธรรม สาทิกัญญ์ ผศ.ดร.บุญชัย บุญชู ผศ.ดร.อมร จิรเสริมรกุล อ.พงษ์ศักดิ์ พรอมวงค์ อ.เชาวลิต ธรรมวิริยะกุล อ.ไพบุลย์ ชานินทร์ สุรัตน์ อ.วิศิษฐ์ สุขจิตร์ อ.สุริยา วิทยาประดิษฐ์ อ.ชิตพงษ์ นภาพันธุ์ ผศ.ดร.สุชาดา สิทธิจงสถาพร และ ผศ.ประสูตร เดชสุวรรณ

เอกสารอ้างอิง

- [1] 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
- [2] สุวัฒน์ เบญจพลพิทักษ์, “แนวทางการวัดผลแบบ outcome-based Assessment”, website “http://quality.sc.mahidol.ac.th/wp-content/uploads/2016/03/Outcome Based_Assessment_by_Suwat_2017.pdf”, มหาวิทยาลัยมหิดล
- [3] ไพศาล สุวรรณน้อย, “การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning:PBL)”, เอกสารประกอบการบรรยายโครงการพัฒนาการเรียนการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, หน้า1-10.
- [4] ประสูตร เดชสุวรรณ, “การพัฒนารูปแบบการสอนบรรยายวิชาทางวิศวกรรมไฟฟ้าโดยเพิ่มส่วนปฏิบัติการซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์เสริมการสอน”, การประชุมมหานครวิชาการด้านงานวิจัยและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ครั้งที่9, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 21 กรกฎาคม 2559, หน้า 36-40.
- [5] Salman Khan, “Why Long Lecture Are Ineffective”, Time Education., websit: http://ideas.time.com/2012/10/02/why-lectures-are-ineffective/
- [6] Joan Middendorf and Alan Kalish, “The “Change-Up” in Lectures”, National Teaching & Learning Forum, vol. 5, no.2, pp. 1-12, Feb. 1996.