

หลักสูตรและการสอนเพื่อพัฒนาบัณฑิตทางวิศวกรรมเคมีสำหรับอนาคต Educational Program and Pedagogy to train chemical engineering graduates for the future

พรพจน์ เปี่ยมสมบูรณ์

ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Manuscript received August 15, 2018

Revised October 19, 2018

บทคัดย่อ

ความรู้และเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว กระบวนการสร้างวิศวกรในปัจจุบันและอนาคตต้องการกระบวนการเรียนการสอนที่มีความชัดเจนและตรวจสอบวิธีการได้ เพื่อให้มั่นใจว่าวิศวกรที่สำเร็จการศึกษาจากสถาบันต่าง ๆ มีความรู้ มีทักษะและสมรรถนะตามความต้องการของภาคอุตสาหกรรม ดังนั้นการออกแบบหลักสูตร การจัดกระบวนการเรียนการสอน การประเมินผล จะต้องสอดคล้องกันเพื่อให้ได้วิศวกรตามที่หลักสูตรออกแบบไว้และตอบสนองความต้องการภาคผู้ใช้บัณฑิต บทความที่นำเสนอในที่นี้ได้นำเสนอเนื้อหาจากบทความ “อนาคตของการศึกษาด้านวิศวกรรม: บทบทวน” ซึ่งถูกตีพิมพ์ในวารสารวิศวกรรมเคมีศึกษา มาเสนอพร้อมทั้งเพิ่มข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิศวกรรมเคมีในประเทศเข้าไปเพื่อสะท้อนสถานการณ์การแข่งขันเปรียบเทียบด้านการเรียนการสอนของประเทศไทยกับต่างประเทศ

คำสำคัญ: หลักสูตรการเรียนการสอน วิศวกรรมเคมีบัณฑิต

ABSTRACT

Technology and knowledge have evolved rapidly. Engineering education need to be adjusted so that it can guarantee the quality of the graduates, both knowledge and skills. The graduates should be able to perform their basic tasks which are required by their employers. Therefore, the educational program must be designed, conducted, and evaluated coherently to the desired graduate attributes that fit with the industrial requirements. This article brought the contents presented in Chemical Engineering

Education journal on the title of “the future of engineering education: revisited” and added some local contents on each subtopic to reflect Thailand situation in comparison with the oversea programs.

Keywords: Education program, Chemical engineering graduates

ศาสตราจารย์ ฟิลิป แวนแคท (P. Wankat) แห่งมหาวิทยาลัย Purdue และ ศาสตราจารย์ โลซา บูลลาร์ด แห่งมหาวิทยาลัย North Carolina สหรัฐอเมริกา นำเสนอบทความเรื่อง The Future of Engineering Education – Revisited [1] ในวารสาร Chemical Engineering Education vol. 50 No. 1 เมื่อปี ค.ศ. 2016 บทความดังกล่าวเป็นการทบทวน เนื้อหาที่ถูกลำเสนอไว้ในชุดบทความ 6 เรื่องย่อย ภายใต้หัวข้อเรื่อง The Future of Engineering Education: Part 1 - 6 เสนอโดย A. Rugarcia, D. Woods, R. Felder, และ J. Stice เมื่อปี ค.ศ. 2000 [2] – [7] เพื่อเปรียบเทียบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 16 ปีแล้ว พัฒนาการ ความคาดหวังต่าง ๆ และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิศวกรรมเคมีศึกษาในวันนั้น มีความสอดคล้องกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงและความต้องการในอนาคตมากน้อยเพียงไร โดย 6 ประเด็นที่กล่าวถึงมีดังต่อไปนี้ (1) วิสัยทัศน์สำหรับการสอนวิศวกรรม (2) วิธีการสอนที่เพิ่มการเรียนรู้ (3) การช่วยนักศึกษาพัฒนาทักษะที่สำคัญ (4) การเรียนรู้ว่าควรจะสอนอย่างไร (5) การประเมินการเรียนรู้และการสอน (6) การปฏิรูปการสอน ซึ่งบทความนี้จะนำเสนอเนื้อหาในประเด็นทั้งหกนี้มาเสนอและเพิ่มสถานการณ์ของการเรียนการสอนในประเทศไทยเข้าไปประกอบ เพื่อให้ผู้อ่านจะเห็นภาพเชิงเปรียบเทียบ

1. วิสัยทัศน์ด้านการสอนวิศวกรรม

A. Rugarcia และคณะ [2] ได้คาดการณ์ถึงความท้าทายสำหรับวิศวกรจะมาจาก ความรู้ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การทำงานวิศวกรรมต้องใช้ความรู้ในหลายศาสตร์มากขึ้น การแข่งขันและตลาดการค้าเปลี่ยนจากระดับประเทศเป็นระดับโลก วิศวกรต้องมีส่วนร่วมต่อการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและความรับผิดชอบต่อสังคมมากขึ้น ความท้าทายเหล่านี้ยังคงสอดคล้องถึงปัจจุบันทั้งในสหรัฐอเมริกาและในประเทศไทย P. Wankat กล่าวถึงโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดการปรับโครงสร้างการสอนเนื้อหาที่ใช้ประโยชน์ได้ทันทีกับการวางพื้นฐานความรู้เพื่อการเจริญทางความคิดในอนาคต ในช่วงเวลาที่ผ่านมา หลายหลักสูตรในสหรัฐฯ ได้วางแผนทางรับมือกับประเด็นดังกล่าวโดยแยกออกเป็น 2 แนวทางหลัก คือ

1) นำเสนอแขนงวิชาย่อยจากหลักสูตรหลัก เช่น วิศวกรรมชีวภาพ วิศวกรรมนาโน พลังงานและความยั่งยืน เป็นต้น เพื่อให้บัณฑิตมีความรู้เฉพาะทางมากขึ้น

2) เน้นความรู้พื้นฐานและพัฒนาทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต ความท้าทายสำหรับแนวทางแรกคือ การปรับแขนงวิชาย่อยให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีที่ปรับเปลี่ยนไปตลอดเวลา ความท้าทายสำหรับแนวทางที่สองคือ บัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาจะต้องมีความสามารถในการใช้เครื่องมือสมัยใหม่ด้วย เพื่อให้สามารถเริ่มทำงานได้ เช่น สามารถใช้ spreadsheet หรือ process simulator ได้ สำหรับประเทศไทย มหาวิทยาลัยส่วนใหญ่ยังนำเสนอเป็นหลักสูตรหลักเพียงหลักสูตรเดียว แต่อาจจัดวิชาเลือกสาขาที่หลากหลาย ซึ่งขึ้นกับการเลือกของนักศึกษามากกว่าจะเป็นการจัดเป็นแขนงวิชาย่อยโดยเฉพาะ อย่างไรก็ตาม นอกจากความสามารถเชิงความรู้แล้ว ความก้าวหน้าของ

วิศวกรยังต้องอาศัยทักษะอื่น ๆ อีกด้วย อาทิ ความสามารถที่ระบุในข้อ d, f-j ในตารางที่ 1 ซึ่งกำหนดโดย Accreditation Board of Engineering and Technology (ABET) ด้วยเหตุนี้การพัฒนาวิศวกรรุ่นใหม่จึงไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการสอนความรู้ แต่ยังต้องมีกระบวนการพัฒนากิจกรรมอื่น ๆ ดังระบุไว้ในตารางที่ 1. เข้ามาร่วมด้วย ทักษะดังกล่าวต้องการการสอน การฝึกฝน การประเมิน และการวิพากษ์อย่างเป็นระบบจึงจะก่อให้เกิดทักษะอย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งหลักสูตรจะต้องสร้างกระบวนการและกลไกต่าง ๆ มารองรับเพื่อให้เกิดสัมฤทธิ์ผลที่ต้องการ ในบทความดังกล่าว [1] ผู้เขียนยังแสดงความห่วงใยว่า ถึงแม้แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงด้านการเรียนการสอนจะเป็นไปแนวทางที่ดีขึ้น มีคณาจารย์เห็นความสำคัญในเรื่องดังกล่าวมากขึ้นก็ตาม แต่คณาจารย์จำนวนมากในสหรัฐฯ ยังคิดว่าการพัฒนาทักษะเหล่านี้อยู่นอกเหนือความรับผิดชอบของพวกเขา และอัตราการเปลี่ยนแปลงด้านการเรียนการสอนยังเกิดขึ้นช้า

กว่าที่คาดการณ์ไว้ สำหรับประเด็นดังกล่าวในประเทศไทย หลักสูตรวิศวกรรมที่ต้องการขอการรับรองโดย TABEE จากสภาวิศวกรจะต้องแสดงให้เห็นถึงกลไกกระบวนการที่หลักสูตรดำเนินการเพื่อให้เกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาตามที่หลักสูตรกำหนดไว้ อย่างไรก็ตาม การดำเนินการดังกล่าวในประเทศเพิ่งเริ่มต้นและคงต้องใช้เวลาพอสมควรในการปรับกระบวนการสอนเนื่องจากการสอนที่มุ่งให้เกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษายังคงเป็นเรื่องใหม่สำหรับการศึกษาในประเทศไทย ถึงแม้ว่า สกอ. ได้นำเรื่องดังกล่าวมาแจ้งและกำหนดให้หลักสูตรในสาขาวิชาต่าง ๆ ต้องกำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้และพัฒนากระบวนการสอนขึ้นตั้งแต่เมื่อประมาณปี ค.ศ. 2006 ก็ตาม [9], [10] สำหรับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ถูกกำหนดไว้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์ มีเพียง 5 ด้าน ดังแสดงในตารางที่ 2. [11] อย่างไรก็ตาม การรับรู้และการปรับกระบวนการสร้างบัณฑิตยังคงมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมไม่มาก ทั้งนี้ส่วนหนึ่งเนื่องจากคณาจารย์ส่วนใหญ่ที่สอนวิศวกรรมไม่มีความรู้ในศาสตร์เรื่องการสอน ดังนั้นถ้าต้องการปรับเปลี่ยนเรื่องนี้อย่างจริงจัง กระบวนการให้ความรู้ในศาสตร์เรื่องการสอนแก่คณาจารย์จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

ตารางที่ 1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ตามหลักเกณฑ์ที่ 3 ของ ABET [8]

Engineering programs must demonstrate that their graduates have:

- (a) an ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering
- (b) an ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data
- (c) an ability to design a system, component, or process to meet desired needs
- (d) an ability to function on multi-disciplinary teams
- (e) an ability to identify, formulate, and solve engineering problems
- (f) an understanding of professional and ethical responsibility
- (g) an ability to communicate effectively
- (h) the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global and societal context
- (i) a recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning
- (j) a knowledge of contemporary issues
- (k) an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice.

ตารางที่ 2. ผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ ระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์ [11]

-
- | |
|--|
| (1) คุณธรรม จริยธรรม |
| (2) ความรู้ |
| (3) ทักษะทางปัญญา |
| (4) ทักษะทางความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ |
| (5) ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ |
-

2. วิธีการสอนที่เพิ่มการเรียนรู้

ผลจากการวิจัย [1] แสดงให้เห็นว่า การประกาศวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาการสอนที่สอดคล้องกับชีวิตจริง การสอนแบบอุปนัย วิธีการสอนที่สร้างดุลระหว่างเนื้อหาที่จับต้องได้กับเนื้อหาเชิงทฤษฎี การใช้ active learning ความเอาใจใส่ในการเรียนรู้ของนักศึกษา การให้ปัญหาที่ท้าทายแต่ยุติธรรมในการประเมินผล นำมาซึ่งการพัฒนาคุณภาพการศึกษาในชั้นเรียน กระบวนการเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในรายวิชาใดก็ได้เนื่องจากไม่ต้องการเทคโนโลยีขั้นสูงมาสนับสนุน สมฤทธิ์ผลส่วนใหญ่ขึ้นกับระดับของความตั้งใจจริงของผู้สอนเป็นสำคัญ ในสหรัฐอเมริกา เริ่มให้หลักสูตรที่จะขอการรับรองมาตรฐาน (Accreditation) ต้องระบุผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษามาตั้งแต่การประกาศใช้มาตรฐาน ABET EC2000 ในปี ค.ศ.2000 เป็นต้นมา ปัจจุบันคณาจารย์ในสหรัฐฯ ค้นคว้ากับการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างวิธีการสอน การบ้าน การสอบกับผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชานั้น ๆ มากกว่าในอดีตมาก การประกาศผลลัพธ์การเรียนรู้จะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้สอนได้คิดวิเคราะห์ถึงวิธีการสอน การประเมินผลว่าสอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักศึกษาหรือไม่ การเรียนรู้แบบ active learning เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ถูกนำมาใช้มากขึ้น เพื่อให้ให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้จากในชั้นเรียน ตัวอย่างที่ใช้กัน เช่น การแก้ปัญหาขนาดเล็กในห้องเรียน การจัดชั้นเรียนที่มีชั่วโมง Tutorial การจัดชั้นแบบ Flipped Classroom ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้เอื้ออำนวยให้เกิดการสอนแบบ Concept test (Clicker) หรือการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลจาก website ผ่าน smart phone เป็นต้น ในประเทศไทย มีบางหลักสูตรนำเอาวิธีการเรียนรู้แบบ PBL (Problem-based learning) มาใช้ แต่ส่วนใหญ่ยังใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิมคือการบรรยายและให้การบ้าน อาจมีการสอบย่อยบ่อยขึ้นเพื่อสร้างความตื่นตัวให้นักศึกษาและวัดผลเพื่อเห็นพัฒนาการของนักศึกษาชัดเจนขึ้น

สำหรับประเทศไทย ทุกมหาวิทยาลัยพูดถึงเรื่องการปฏิรูปการสอนไปสู่การสร้างการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้า

คิดวิเคราะห์มากขึ้น เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้ช่วยในกระบวนการเรียนการสอนมากขึ้นโดยคณาจารย์รุ่นใหม่จะมีความคุ้นเคยและนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการสอนมากขึ้น อย่างไรก็ตามความสำเร็จในเรื่องนี้นอกจากการปรับรูปแบบการเรียนการสอนแล้ว ยังขึ้นกับความใส่ใจและความตระหนักรู้ในเป้าหมายของการเรียนของผู้เรียนอีกด้วย ซึ่งในการปรับรูปแบบการสอนคณาจารย์จะต้องเห็นภาพความเชื่อมโยงระหว่างวัตถุประสงค์ของหลักสูตร วัตถุประสงค์ของรายวิชา และสมบัติของผู้เรียนที่ควรได้รับการพัฒนาจากการเรียนในรายวิชานั้น ๆ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้และทักษะให้กับผู้เรียน คณาจารย์ต้องกำหนดวัตถุประสงค์ของรายวิชาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร เลือกวิธีการสอนที่เหมาะสมซึ่งมีหลากหลายวิธีการมาใช้ในการสอนให้เหมาะสม ออกแบบการประเมินผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ซึ่งปัญหาคือ คณาจารย์ส่วนใหญ่ขาดความรู้และทักษะในเรื่องวิธีการสอนรูปแบบอื่น ๆ ที่ไม่ใช่การบรรยาย

3. การช่วยนักศึกษาพัฒนาทักษะที่สำคัญ

ABET ให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ (Critical thinking) มาตั้งแต่มาตรฐานที่ประกาศในปี ค.ศ. 2000 รวมถึงทักษะในการแก้ปัญหา การเขียนรายงาน การทำงานเป็นทีม การเรียนรู้ตลอดชีวิต และการจัดการกับความเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ทักษะข้างต้นแล้วภาคผู้ใช้บัณฑิตยังได้กล่าวถึงทักษะในการสื่อสาร การจัดการเวลา การตัดสินใจ มีความมั่นใจในตัวเอง และเป็นคนที่ไวใจได้อีกด้วย ซึ่งต่อมา ABET ได้ให้ความสำคัญกับการสื่อสารด้วยเช่นกัน และได้เรียกร้องให้ผู้สอนนำทักษะด้านการสื่อสารทั้งทางการเขียนและการนำเสนอมาพัฒนาไว้ในรายวิชาหลักด้วย โดยทั่วไปกิจกรรมเหล่านี้มักเกิดขึ้นในรายวิชาปฏิบัติการและในการเขียนรายงานวิชาออกแบบโรงงาน สำหรับประเทศไทย การพัฒนาทักษะเหล่านี้ไม่ต่างไปจากหลักสูตรในต่างประเทศกล่าวคือ เกิดขึ้นในรายวิชาปฏิบัติการและรายวิชาที่มีการนำเสนอผลงานและการเขียนรายงาน เช่น วิชาออกแบบโรงงาน วิชาโครงการงานชั้นปีที่ 4 ส่วนสมฤทธิ์ผลของการพัฒนาทักษะจะขึ้นอยู่กับกระบวนการพัฒนาทักษะและกระบวนการกำกับดูแลในรายละเอียดของแต่ละหลักสูตรว่าให้ความสำคัญใส่ใจในรายละเอียด รวมถึงวางวิธีการพัฒนาและประเมินทักษะเหล่านี้อย่างจริงจังเพียงไร อาทิเช่น ทักษะการเขียนรายงาน หลักสูตรได้มีการอบรมวิธีการเขียนรายงานที่ถูกต้องหรือไม่ หลักสูตรได้กำหนดให้ผู้สอนให้ความสำคัญกับการตรวจ แก้ไข ปรับปรุง และให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักศึกษาถึงข้อดี จุดอ่อนหรือประเด็นที่ขาดหายไป ความไม่สมบูรณ์ที่เกิดขึ้นในรายงานที่นักศึกษาเขียนขึ้นมาน้อยเพียงไร หลักสูตรได้สร้างโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาและฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ที่หลักสูตรต้องการมาน้อยเพียงไร

4. การเรียนรู้ของคณาจารย์ว่า ควรจะสอนอย่างไร

ในอดีตการเรียนรู้วิธีการสอนของคณาจารย์ ได้จากการฝึกฝน ลองผิดลองถูกด้วยตนเอง หรือนำตัวอย่างที่ดีที่ตนเคยประสบในตอนเรียนหนังสือ มาปรับใช้กับการสอนของตนเอง อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันคณาจารย์มีเวลาน้อยลงในการเรียนรู้การสอน เนื่องจากมีกิจกรรมทางวิชาการ งานวิจัยและงานบริการวิชาการที่มากขึ้น ดังนั้น การพัฒนาอาจารย์ในด้านการสอนจึงเป็นสิ่งที่มหาวิทยาลัยควรจัดกิจกรรมสนับสนุนเพื่อพัฒนาวิธีการสอนให้แก่คณาจารย์ เนื่องจากคณาจารย์ส่วนใหญ่ไม่ได้รับการฝึกฝนหรืออบรมในเรื่องวิธีการสอน (Pedagogy) มาก่อนเป็นอาจารย์ Wankat [1] เสนอว่า การเรียนรู้วิธีสอนต้องมีทั้งความรู้และทักษะ ดังนั้นผู้ที่ต้องการพัฒนาความสามารถในการสอนต้อง (1) ลงมือสอน (2) หาอาจารย์ที่ถนัดด้านการสอนมาเป็นพี่เลี้ยง (3) ตั้งใจให้เกิดการปรับปรุงการสอน (4) เรียนรู้เกี่ยวกับการสอนและทักษะที่จำเป็นในการสอน (5) ฝึกฝน รับคำติชมและคำแนะนำจากพี่เลี้ยง แล้วนำไปปรับปรุงการสอน (6) ให้ความสำคัญกับการสอน (7) กล้ารับความท้าทายในระดับที่จัดการได้ สำหรับประเทศไทย ผู้เขียนไม่มีข้อมูลว่า แต่ละมหาวิทยาลัยให้ความสำคัญกับการอบรมกระบวนการสอนให้แก่อาจารย์ใหม่มากน้อยเพียงไร แต่การจะเปลี่ยนกระบวนการสอนจาก Faculty-centric มาเป็น Student-centric ได้นั้น คณาจารย์ต้องมีความรู้และมีทักษะในวิธีการสอนแบบ Student-centric จึงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้สำเร็จ ดังนั้นมหาวิทยาลัยจึงมีบทบาทสำคัญในเรื่องกระบวนการพัฒนาบุคลากรสายวิชาการให้มีความพร้อมต่อการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 นี้ ซึ่งประเด็นนี้ บทความที่ผู้เขียนนำมาเสนอได้สรุปว่า ความล่าช้าของการปรับเปลี่ยนการเรียนการสอนในสหรัฐอเมริกาเกิดจาก คณาจารย์ในมหาวิทยาลัยขาดความรู้เกี่ยวกับการสอน (Pedagogy)

5. การประเมินผลการเรียนรู้และการสอน

ในสหรัฐฯ การประเมินผลการเรียนรู้ถูกนำเข้ามาใช้อย่างจริงจังช่วงปลายทศวรรษ 1990 เป็นต้นมา ปัจจุบันคณาจารย์คุ้นเคยเป็นอย่างดีกับการประเมินผลการเรียนรู้ตามมาตรฐาน ABET โดยหลักสูตรจะกำหนดผลการเรียนรู้ในรายวิชาต่าง ๆ จากนั้นคณาจารย์จะพัฒนากระบวนการเรียนการสอน การมอบหมายงาน รวมถึงการประเมินผลการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่หลักสูตรกำหนด อย่างไรก็ตาม บ่อยครั้งที่พบว่า การสอบไม่สามารถใช้ประเมินทักษะในอีกหลาย ๆ ด้านที่ต้องการวัดนักศึกษาได้ดีเท่ากับการประเมินจากการทำโครงการงานของนักศึกษาที่มีการกำกับติดตามอย่างใกล้ชิด โดยทั่วไปการประเมินผลการเรียนรู้จะทำได้ในสองลักษณะคือ การประเมินโดยตรง (การประเมินจากการสอบ การประเมินขณะนักศึกษาทำงาน เช่น การนำเสนอโครงการ เป็นต้น) สำหรับการประเมินการสอน (การประเมินโดยใช้แบบสอบถาม ใช้

การสัมภาษณ์ เป็นต้น) กับการประเมินโดยอ้อม โดยทั่วไปมหาวิทยาลัยมักกำหนดให้มีการประเมินการสอนโดยนักศึกษาเมื่อสิ้นภาคการศึกษา การดำเนินการที่ถูกต้องเหมาะสม จะนำมาซึ่งผลการประเมินการสอนที่น่าเชื่อถือและเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอน สิ่งที่มีจะพบก็คือ ค่าเฉลี่ยของผลการประเมินวิชาบังคับมักต่ำกว่าของวิชาเลือก ค่าเฉลี่ยของผลการประเมินวิชาในระดับบัณฑิตศึกษามักสูงกว่าวิชาในระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับประเทศไทย การประเมินการสอนเป็นสิ่งที่ดำเนินการเป็นปกติแล้วแต่การประเมินผลการเรียนรู้ของนักศึกษายังเป็นเรื่องที่ใหม่ มีเพียงบางหลักสูตรเท่านั้นที่เริ่มดำเนินการในเรื่องดังกล่าว การประเมินที่ดำเนินการส่วนใหญ่ ยังเป็นการประเมินการสอนของผู้สอนมากกว่าประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยเฉพาะประเด็นที่เป็นทักษะด้านอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เนื้อหาวิชาเรียน สำหรับหลักสูตรที่ต้องการขอการรับรองหลักสูตรตามมาตรฐาน TABEE หรือ ABET การประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนจะเป็นประเด็นที่สำคัญและหลักสูตรต้องออกแบบวิธีการวัดผลในเรื่องดังกล่าวอย่างเป็นระบบ และสอดคล้องกับภาพใหญ่ของผลการเรียนรู้ที่หลักสูตรต้องการส่งมอบ

6. การปฏิรูปการสอน

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 เป็นต้นมา National Academy of Engineering (NAE) ของสหรัฐฯ ได้เรียกร้องให้มีการปฏิรูปการเรียนการสอนทางวิศวกรรมเพื่อการเตรียมวิศวกรสำหรับศตวรรษที่ 21 สำหรับปัจจัยสำคัญต่อการขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรในสหรัฐอเมริกาคือ การที่ ABET นำเอาการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนมาใช้เพื่อการประเมินรับรองหลักสูตร ส่งผลให้หลักสูตรและคณาจารย์ต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการและวิธีการสอนเพื่อให้ได้รับการรับรองหลักสูตร อย่างไรก็ตาม ในบทความของ Wankat ชี้ให้เห็นว่าการปฏิรูปการเรียนการสอนไม่ได้เกิดขึ้นรวดเร็วอย่างที่คาดหวังไว้ คณาจารย์จำนวนมากไม่เชื่อมั่นว่าการปฏิรูปการสอนจะนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ดีกว่า สาเหตุของปัญหาที่บทความเสนอไว้คือ ผลการวิจัยด้านการสอนไม่สามารถโน้มน้าวคณาจารย์ให้ปรับเปลี่ยนวิธีการสอนได้เนื่องจากคณาจารย์ไม่คุ้นเคยกับศาสตร์ด้านการสอน ผลงานวิจัยขาดจุดรวมความสนใจในทางปฏิบัติ ภาษาที่ใช้เป็นภาษาที่คณาจารย์ไม่คุ้นเคยเนื่องจากไม่ได้รับการอบรมด้านการเรียนการสอนมาก่อน คณาจารย์มีความรู้เกี่ยวกับศาสตร์ด้านการสอนไม่เพียงพอ Lettucca [1] ชี้ให้เห็นว่า ความสนใจของคณาจารย์เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อการใช่วิธีการสอนแบบนักศึกษาเป็นศูนย์กลาง ซึ่งคณาจารย์ส่วนใหญ่ไม่ได้ผ่านการอบรมวิธีการสอนมา สำหรับคณาจารย์ที่ผ่านการอบรมวิธีการสอนแบบนักศึกษาเป็นศูนย์กลาง จะพบว่า วิธีการเหล่านี้หลายวิธีใช้เวลาเท่ากับหรือน้อยกว่าวิธีการสอนแบบดั้งเดิม นอกจากนี้จากการสำรวจในบทความดังกล่าวยังพบว่า มีคณาจารย์ครึ่งหนึ่งสนใจการสอนและอีกครึ่งหนึ่งสนใจแต่

การวิจัย นอกจากนั้นมหาวิทยาลัยวิจัยส่วนใหญ่ให้รางวัลกับกิจกรรมด้านการวิจัยมากกว่าด้านการสอน ทำให้คณาจารย์ใช้เวลากับการวิจัยมากกว่าการสอน สถานการณ์ในประเทศไทยไม่แตกต่างจากในสหรัฐฯ คณาจารย์ส่วนใหญ่ไม่ได้รับการอบรมด้านการสอนมาก่อน คณาจารย์ที่ได้รับการบรรจุเข้าทำงานเป็นอาจารย์หลังสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกหรือหลังปริญญาเอก ไม่มีประสบการณ์และความรู้ด้านการสอน ในขณะที่กระบวนการเรียนการสอนในปัจจุบันผู้สอนถูกเรียกร้องให้มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการถ่ายทอดความรู้ กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงทราบดีวิธีการประเมินผลและวัดผลที่สอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ต้องการ ดังนั้น การขับเคลื่อนเพื่อเปลี่ยนแปลงหลักสูตรอาจต้องใช้แนวทางเดียวกับในสหรัฐอเมริกา คือ หน่วยงานที่ทำหน้าที่รับรองหลักสูตรต้องปรับวิธีการรับรองหลักสูตรจากเดิมที่ พิจารณาจาก input และ contents เป็นหลัก มาเป็นการพิจารณา process และ output โดยเฉพาะผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน มาเป็นหลักแทน อย่างไรก็ตาม มหาวิทยาลัยในประเทศไทยต้องสร้างสมดุลเรื่องการให้ความสำคัญกับการเรียนการสอนและการวิจัยให้ดี เพราะคณาจารย์ในปัจจุบันต้องสามารถทำงานได้ดีในทั้งสองมิติ ทั้งการสอนและการวิจัย เนื่องจากการวิจัยจะทำให้คณาจารย์มีความรู้ที่ลึกซึ้งและเป็นผู้เชี่ยวชาญในศาสตร์ที่ตนศึกษาอย่างแท้จริง เมื่อคณาจารย์มีความเชี่ยวชาญและได้รับการพัฒนาทักษะการสอนที่เหมาะสม จะทำให้คณาจารย์ผู้นั้นเป็นอาจารย์ที่สามารถพัฒนานักศึกษาให้มีความรู้ที่ลึกซึ้งด้วย ซึ่งจะตอบโจทย์การเป็นสถาบันอุดมศึกษาที่สมบูรณ์แบบได้ ดังนั้น ผู้บริหารมหาวิทยาลัยหรือคณะต้องให้ความสำคัญกับการดำเนินการในเรื่องนี้ ด้วยการใช้กระบวนการในการพัฒนาบุคลากรเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเรื่องการสอนให้กับคณาจารย์ โดยกำหนดให้การอบรมด้านการสอนเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมในการพัฒนาเส้นทางความก้าวหน้าของคณาจารย์ สร้างระบบประเมินผลการทำงาน สิ่งจูงใจหรือสิ่งสนับสนุน ที่มีคุณภาพระหว่างกระบวนการเรียนการสอนและการวิจัยของคณาจารย์ เพื่อให้คณาจารย์ไม่ทิ้งงานด้านใดด้านหนึ่งไป

พรมแดนระหว่างประเทศกำลังลดลงและหายไปทีละเล็กละน้อย สิ่งที่กำลังเกิดขึ้นมาแทนที่กำแพงคือ คำว่าคุณภาพและมาตรฐาน องค์กรต่าง ๆ มีสถานประกอบการข้ามพรมแดนมากขึ้น วิธีการที่ประเทศต่าง ๆ จะนำมาใช้ เพื่อคัดกรองบุคคลที่จะเข้ามาทำงานในประเทศนั้น ๆ คือ ผู้ที่จะมาประกอบอาชีพได้ ต้องสำเร็จมาจากสถาบันและหลักสูตรที่มีมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล วิศวกรจะเป็นอาชีพหนึ่งที่จะมีการทำงานข้ามพรมแดน ดังนั้นสถาบันและหลักสูตรที่สอนวิศวกร ต้องปรับตัวพัฒนาให้ได้รับการรับรองตามมาตรฐานสากล มิฉะนั้นวิศวกรของไทยอาจจะเสียโอกาสการทำงานในต่างประเทศ แม้อัศวรต้นสังกัดจะเป็นบริษัทของไทยก็ตาม

7. สรุป

บทความนี้ได้นำมามุมมองเกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนการสอนสำหรับหลักสูตรวิศวกรรมที่เกิดขึ้นในสหรัฐอเมริกาและบทบทวนมุมมองเหล่านั้นมาเสนอ พร้อมกับได้เพิ่มข้อมูลเกี่ยวกับพัฒนาการหรือกิจกรรมที่เกิดขึ้นกับการพัฒนาการเรียนการสอนทางวิศวกรรมเคมีที่เกิดขึ้นในประเทศไทยเข้ามาเพื่อให้เห็นช่องว่างของพัฒนาการในสองประเทศ รวมถึงได้เห็นประเด็นหรืออุปสรรคที่อาจจะพบในระหว่างการพัฒนาและปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนการสอนทางวิศวกรรมเคมีในประเทศไทยเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากลและความคาดหวังของผู้ใช้บัณฑิตในสังคมโลก บทเรียนจากประเทศสหรัฐอเมริกาชี้ให้เห็นว่า ปัจจัยแห่งความสำเร็จในการพัฒนาการเรียนการสอนต้องอาศัยกลไกหลายอย่าง ทั้งการพัฒนาอาจารย์ให้มีความรู้ด้านการสอน การสร้างกลไกในการพัฒนาหลักสูตรผ่านการประเมินหลักสูตรเชิงระบบ การวางระบบการประเมินการทำงานของคณาจารย์ที่มีสมมูลระหว่างการสอนและการวิจัย รวมถึงการสร้างระบบสนับสนุนและระบบแรงจูงใจที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้สอนให้ความสำคัญกับการปรับเปลี่ยนวิธีการสอน

เอกสารอ้างอิง

- [1] P. C. Wankat, and L.G. Bullard; (2016) "The Future of Engineering Education - Revisited", *Chemical Engineering Education*, Vol. 50, No. 1, pp. 19-28.
- [2] A. Rugarcia, R. Felder, D. Woods, and J. Stice; (2000) "The Future of Engineering Education – Part 1. A Vision for a New Century", *Chemical Engineering Education*, Vol.34, No. 1, pp. 16-25.
- [3] R. Felder, D. Woods, J. Stice, and A. Rugarcia; (2000) "The Future of Engineering Education – Part 2. Teaching Methods That Work", *Chemical Engineering Education*, Vol. 34, No. 1, pp. 26-39.
- [4] D. Woods, R. Felder, J. Stice, and A. Rugarcia; (2000) "The Future of Engineering Education – Part 3. Developing Critical Skills", *Chemical Engineering Education*, Vol. 34, No. 2, pp. 108-117.
- [5] J. Stice, R. Felder, D. Woods, and A. Rugarcia; (2000). "The Future of Engineering Education – Part 4. Learning how to teach" *Chemical Engineering Education*, Vol. 34, No. 2, pp. 118-127.
- [6] R. Felder, A. Rugarcia, and J. Stice; (2000). "The Future of Engineering Education – Part 5. Assessing Teaching Effectiveness and Educational Scholarship", *Chemical Engineering Education*, Vol. 34, No. 3, pp. 198-207.
- [7] R. Felder, J. Stice, and A. Rugarcia; (2000). "The Future of Engineering Education – Part 6. Making Reform Happen", *Chemical Engineering Education*, Vol. 34, No. 3, pp. 208-215.
- [8] Criteria for accrediting engineering programs: Effectiveness for evaluation during 2001-2002, ABET, 2001.
- [9] National Qualification Framework for Higher Education in Thailand: Implementation Handbook, Office of Higher Education Commission, 2006.
- [10] ประกาศคณะกรรมการการอุดมศึกษา เรื่องแนวทางการปฏิบัติตามกรอบคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ปี 2552, คณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2552.
- [11] ประกาศกระทรวงศึกษา เรื่องมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์ 2553, กระทรวงศึกษาธิการ, 2553.