การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบ SIADA model สำหรับการเรียนการสอนเรื่องอนุกรมฟูเรียร์
Development of SIADA Problem-Based Instructional Model for Fourier series

วิทฤทธิ์ โคตรมณี และสมศักดิ์ อรรคทิมากูล***

**มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ,*
***มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,*
wittarit.k@gmail.com , ssa@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบ SIADA model สำหรับการเรียนการสอนเรื่องอนุกรมฟูเรียร์ ที่ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-study) 2) ขั้นการให้ความรู้ (Information) 3) ขั้นการนำไปใช้งาน (Application) 4) ขั้นการอภิปรายผล (Discussion) 5) ขั้นการประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ชุดการสอนเรื่องอนุกรมฟูเรียร์ ซึ่งประกอบด้วย คู่มือครู แผนการสอน ใบเนื้อหา แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ โปรแกรมนำเสนอ PowerPoint และโปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักศึกษาปริญญาตรี ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา คณิตศาสตร์วิศวกรรมไฟฟ้า ในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ โดยเลือกแบบเจาะจง 20 คน ผลการวิจัย พบว่ารูปแบบการเรียนการสอนและชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น ผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก ชุดการสอนที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบ SIADA model มีประสิทธิภาพเท่ากับ 1.12 ที่สอดคล้องกับเกณฑ์การหาคุณภาพของเมกุยแกนส์

คำสำคัญ: การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบ SIADA model คณิตศาสตร์วิศวกรรมไฟฟ้า อนุกรมฟูเรียร์

Abstract

This research aims to development of SIADA problem-based instructional model for Fourier series. The SIADA model consists of the Self-study, Information, Application, Discussion and Assessment. These research tools of SIADA model include the Fourier series instructional contain with teacher guide, teacher plan, content, achievement test, PowerPoint and Graphical User Interface (GUI) program. Samples were 20 students who registered in Electrical Engineering Mathematics subjects, Bachelor of Science in Technical Education Program in Electronics and Telecommunication Engineering, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi. This paper results showed that 1) the degree of the opinions on the SIADA model was high level, 2) the degree of the research instrument was high level, 3) the efficiency of the SIADA model was equal to 1.12 that was consistent to the standard criteria of Meguigans's formula.

Keyword: SIADA Problem-Based Instructional Model, Electrical Engineering Mathematic, Fourier series

1. บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 หมวด 4 มาตรา 22 ได้กล่าวไว้ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักให้ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด (Children Center)” กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ [1] และในมาตราที่ 24 การจัดการเรียนรู้ต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา และ จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 [2] ที่เน้นความมีส่วนร่วมและบทบาทในการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้สอน และการสำรวจสภาพการเรียนการสอนของผู้เรียนด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม พบว่า ผู้สอนใช้วิธีการสอนบรรยายเป็นหลัก ผู้เรียนคอยเป็นผู้รับฟัง และไม่มีการทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในเรื่องนั้นๆ ให้กับผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียน เรียนไม่เข้าใจ เกิดความเบื่อหน่ายขาดแรงกระตุ้น และแรงจูงใจในการเรียนรู้ ดังนั้นควรมีการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สามารถทำให้ผู้เรียน เกิดองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง รวมทั้งการใช้สื่อการสอน ที่หลากหลาย ช่วยส่งเสริมจินตนาการและสนับสนุนให้ผู้เรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น [3] ทั้งนี้ ผู้สอนต้องจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางสะท้อนการพัฒนาผู้เรียนและเน้นการใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน [4]

การจัดการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา หลักสูตรทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม ได้บรรจุรายวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรมไฟฟ้า ที่มุ่งเน้นถึง การคำนวณ และการประยุกต์ใช้งาน พบว่ามีความซับซ้อน ผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจถึงกระบวนการคำนวณได้ ประกอบกับปัจจุบันเทคโนโลยีที่ใช้ในการเรียนการสอนได้พัฒนาก้าวหน้ามากขึ้น รูปแบบการสอนสมัยใหม่มีแนวโน้มที่จะผนวกการสอนเชิงทฤษฎีควบคู่กับการทดลองในเชิงปฏิบัติ ดังนั้นการใช้โปรแกรมจำลองเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอนจึงมีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมาก เพื่อที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น [5]

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สื่อการสอนที่ทันสมัย ซึ่งช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงเสริมในการเรียนรู้ จึงได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบ SIADA model [6], [7], [8] และสร้างชุดการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรมไฟฟ้า เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนเพื่อก่อให้เกิดความรู้และเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนระดับที่สูงขึ้นต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบ SIADA model สำหรับการเรียนการสอนเรื่องอนุกรมฟูเรียร์

1.1.2 เพื่อสร้างและทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

1.1.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนและชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น

1.2 สมมติฐานของการวิจัย

1.2.1 ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแกนส์

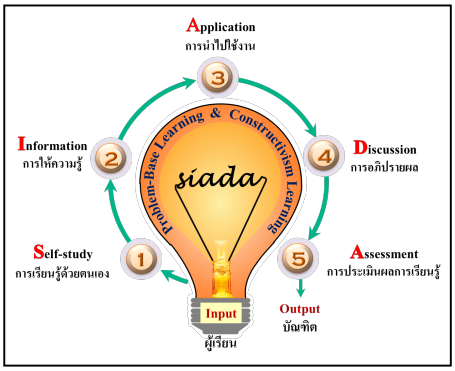
1.2.2 ประสิทธิภาพของชุดการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแกนส์

2. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ และพัฒนาความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการจัดกิจกรรมและกระบวนการให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ และรูปแบบ

 DOI:10.14416/c.fte.2017.11.039

การเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เป็นการจัดสถานการณ์ของการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย ฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ดังนั้นแนวคิดดังกล่าว จึงถูกนำมาประยุกต์เป็นแนวทางหลักในการพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบ SIADA model แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอนแบบ SIADA model

จากภาพที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบ SIADA model ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-study: S) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ใช้ช่วงเวลานอกเวลาเรียน ค้นคว้าเนื้อหาเทคโนโลยีต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ก่อนที่จะได้เข้าเรียน เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมต่อการรับเนื้อหาในขั้นต่อไป

2. ขั้นการให้ความรู้ (Information: I) เป็นขั้นตอนของการเรียนการสอน โดยเชื่อมโยงจากขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนต้องมีการเตรียมใบเนื้อหา สื่อการสอน และใช้กลยุทธ์การสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา เช่น สอนแบบบรรยาย สลับกับการถาม-ตอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในระหว่างการเรียนการสอน

3. ขั้นการนำไปใช้งาน (Application: A) เป็นขั้นตอนของการปรับเปลี่ยนประสบการณ์ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่างๆ เป็นการนำความรู้ที่ได้จากการผ่านกระบวนการเรียนการสอนไปทำการออกแบบประยุกต์ใช้งาน เพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่เพิ่มมากขึ้น

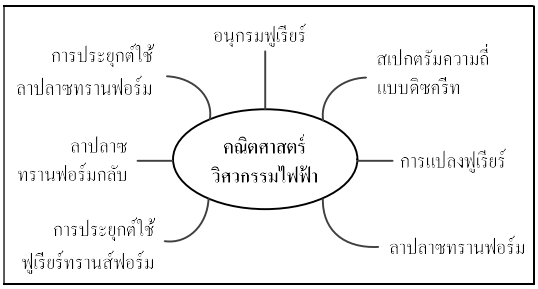
4. ขั้นการอภิปรายผล (Discussion: D) เป็นขั้นตอนการอภิปรายผล ที่ได้จากการเรียนรู้มาทั้งหมด สามารถสรุปความคิดรวบยอด หรือนำเสนอให้ผู้อื่นได้เข้าใจ ส่งเสริมให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับผู้สอน และหาบทสรุปในเนื้อหาทั้งหมดอย่างถูกต้องและเป็นระบบ

5. ขั้นการประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment: A) เป็นขั้นตอนของการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลทางการเรียนหลังจากผ่านกระบวนการเรียนการสอนตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

3. การดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาสภาพปัญหาในการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรมไฟฟ้า

3.2 วิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรมไฟฟ้า เพื่อกำหนดหัวข้อในการเรียนการสอนได้จำนวน 7 หัวข้อ แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 รายละเอียดการวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาพที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

 DOI:10.14416/c.fte.2017.11.039

3.3 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ประกอบไปด้วยชุดการสอน เรื่องอนุกรมฟูเรียร์ ได้แก่ ใบเนื้อหา โปรแกรมนำเสนอPowerPoint สื่อโปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI-MATLAB และแบบทดสอบ แสดงดังภาพที่ 3

3.4 เก็บรวบรวมข้อมูลนำชุดการสอนที่ผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลอง แสดงดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 กิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบ SIADA model

3.5 วิเคราะห์ผลและสรุปผล นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และสรุปผลการวิจัย

4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่นำเสนอในบทความนี้ เป็นการนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น นำมาทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยเลือกแบบเฉพาะเจาะจงนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ มีผลเป็นดังนี้

4.1 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนที่ได้พัฒนาขึ้น มีผลการประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนของผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	$(\overline{X})$	*S.D.*	ความหมาย
1. ด้านรูปแบบการเรียนการสอนแบบ SIADA model	3.72	0.30	มาก
2. ด้านการเรียนการสอน	3.48	0.38	ปานกลาง
3. ด้านสื่อสนับสนุนการเรียนการสอน	3.52	0.30	มาก
4. ด้านการวัดและประเมินผล	3.44	0.21	ปานกลาง
รวมเฉลี่ย	3.54	0.27	มาก

จากตารางที่ 1 พบว่าผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยโดยรวมที่ 3.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.27 ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ระดับมาก

4.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัย มีผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัยของผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	$(\overline{X})$	*S.D.*	ความหมาย
1. ด้านแผนการสอน	4.12	0.26	มาก
2. ด้านใบเนื้อหา	3.52	0.17	มาก
3. ด้านด้านสื่อการเรียนการสอน (โปรแกรมนำเสนอ PowerPoint)	3.48	0.38	ปานกลาง
4. ด้านสื่อการเรียนการสอน (โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI)	3.48	0.43	ปานกลาง
5. ด้านการวัดและประเมินผล	3.64	0.40	มาก
รวมเฉลี่ย	3.63	0.26	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่าผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัย มีค่าเฉลี่ยโดยรวมที่ 3.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ระดับมาก

4.3 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน ตามเกณฑ์การหาประสิทธิภาพเมกุยแกนส์ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน

รายการ	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละคะแนนที่ได้	ค่าประสิทธิภาพของเมกุยแกนส์ (Meguigans)
คะแนนก่อนเรียน (Pretest)	15	4.85	32.34	1.12
คะแนนหลังเรียน (Posttest)	15	11.65	77.66	

 DOI:10.14416/c.fte.2017.11.039

จากตารางที่ 3 ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแกนส์ที่มีค่าเท่ากับ 1.12 ถือว่ารูปแบบการเรียนการสอน เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

รายการ	$(\overline{X})$	*S.D.*	ความหมาย
1. ด้านรูปแบบการเรียนการสอน	4.23	0.71	มาก
2. ด้านเนื้อหา	4.40	0.70	มาก
3. ด้านสื่อการเรียนการสอน	4.34	0.62	มาก
4. ด้านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.30	0.39	มาก
รวมเฉลี่ย	4.32	0.55	มาก

จากตารางที่ 4 พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนและชุดการสอน มีค่าเฉลี่ยโดยรวมที่ 4.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ระดับความพึงพอใจมาก

5. สรุปผลการวิจัย

บทความวิจัยนี้ได้นำเสนอ การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบ SIADA model สำหรับการเรียนการสอนเรื่องอนุกรมฟูเรียร์ ซึ่งผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนและชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น พบว่า

5.1 ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแกนส์

5.2 ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแกนส์

5.3 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนและชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น อยู่ในระดับมาก

6. การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

6.1 รูปแบบการเรียนการสอนแบบ SIADA model ที่พัฒนาขึ้น เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ อีกทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้เทคโนโลยีเพื่อการค้นคว้าข้อมูลและพัฒนาความรู้และทักษะได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ

6.2 กระบวนการของ SIADA model ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของกระบวนการ SIADA model เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ และสร้างความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ที่เป็นไปตามมาตรฐานของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และสนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิต

7. เอกสารอ้างอิง

[1] พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553. กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ, 2545.

[2] การเรียนรู้ในศตวรรษที่ : 21 สืบค้นจาก http://www.thaigov.go.th เมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2560.

[3] อนุรักษ์ เมฆพะโยม. สภาพการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม กรณีศึกษาเรื่องระบบการสื่อสารดิจิตอลหลักสูตรระดับปริญญาตรี. การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 4 .มจพ. กรุงเทพฯ, 2554

[4] ณัชนัน แก้วชัยเจริญกิจ. บทบาทของครูผู้สอนในการจัดกิจกรรมและวิธีการปฏิบัติตามแนวทางของ Active Learning. สืบค้นจาก http://www.aksorn.com/active-learning/ เมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2560.

[5] สมมารถ ขำเกลี้ยง. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบซีเดีย (SEDEA) โดยใช้ทฤษฎีการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่องการออกแบบและวิเคราะห์วงจรคลื่นระนาบไมโครเวฟ. วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2552.

[6] ทิศนา แขมมณี. ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 9 : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

[7] กุลยา ตันติผลาชีวะ. (2548). การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน. ใน สารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับที่ 34. หน้า 77-80. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

[8] พรรณี บุญประกอบ และมนัส บุญประกอบ (2548). การเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก (PBL: Problem Based Learning). เอกสารประกอบการอบรมครู สควค. (22-23 สิงหาคม 2548) ณ โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา