

สถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
THE ARCHITECTURE OF PARTICIPATORY LEARNING SYSTEM
WITH VIRTUAL LABORATORY

พินันทา ฉัตรวัฒนา* และดารอวี มานตรี

Pinanta Chatwattana and Darowee Mantree

pinanta.c@cit.kmutnb.ac.th and m.darowee@gmail.com

ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800

Department of Electronic Engineering Technology, College of Industrial Technology,
King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB), Bangkok 10800 Thailand

*Corresponding Author E-mail: pinanta.c@cit.kmutnb.ac.th

(Received: December 25, 2018; Received: April 1, 2019; Accepted: April 24, 2019)

ABSTRACT

The research aims: 1) to analyze and synthesize the conceptual framework the architecture of participatory learning system with virtual laboratory, 2) to design the architecture of participatory learning system with virtual laboratory, 3) to develop the architecture of participatory learning system with virtual laboratory, and 4) to evaluate the satisfaction on developing the architecture of participatory learning system with virtual laboratory. The instructions of this research were 1) the conceptual framework the architecture of participatory learning system with virtual laboratory, 2) the architecture of participatory learning system with virtual laboratory, and 3) the evaluate the satisfaction on developing the architecture of participatory learning system with virtual laboratory.

The results of the research found that: 1) the developed architecture of participatory learning system with virtual laboratory consists of 3 parts: (1.1) the composition of the user, (1.2) the composition of the system, and (1.3) the composition of the database system; and 2) the suitability evaluation result on the developed architecture of participatory learning system with virtual laboratory found that (2.1) the overall composition on the architecture of participatory learning system with virtual laboratory is at the highest level (\bar{X} = 4.73, S.D.= 0.44), (2.2) for the suitability of classified composition, the composition of the user was at the highest suitability level (\bar{X} = 4.56, S.D.= 0.50), the composition of the system was also at the highest suitability level (\bar{X} = 4.79, S.D.= 0.42), and the composition of the database system was at the highest suitability level (\bar{X} = 4.79, S.D.= 0.43); and (2.3) the implementation of the architecture of participatory learning system with virtual laboratory was at the highest level (\bar{X} = 4.80, S.D.= 0.42).

Keywords: Participatory learning System; Participatory learning; Virtual laboratory.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์และสังเคราะห์กรอบแนวคิดสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง 2) ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง 3) พัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง และ 4) ประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่พัฒนาขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย 1) กรอบแนวคิดสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่พัฒนาขึ้น 2) สถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่พัฒนาขึ้น และ 3) แบบประเมินความพึงพอใจสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่พัฒนาขึ้น

ผลการวิจัย พบว่า 1) สถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่พัฒนาขึ้นมี 3 องค์ประกอบ (1.1) องค์ประกอบสำหรับผู้ใช้งาน (1.2) องค์ประกอบของระบบ และ (1.3) องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล และ 2) ผลการประเมินความเหมาะสมของสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่พัฒนาขึ้นพบว่า (2.1) ด้านองค์ประกอบโดยรวมของสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.73$, S.D.= 0.44) (2.2) ความเหมาะสมแยกตามองค์ประกอบ องค์ประกอบสำหรับผู้ใช้งานมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, S.D.= 0.50) องค์ประกอบของระบบมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.79$, S.D.= 0.43) และ (2.3) ด้านการนำไปใช้งานของสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.80$, S.D.= 0.42)

คำสำคัญ: ระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

1. บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรา 24 ที่มุ่งเน้นให้สถานศึกษาจัดกิจกรรมฝึกปฏิบัติให้กับผู้เรียน โดยผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการคิด และการเผชิญสถานการณ์ ผู้สอนทำหน้าที่จัดสภาพแวดล้อมและสร้างสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมให้กับผู้เรียน โดยอาศัยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในปัจจุบัน เช่น คลาวด์เทคโนโลยี เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา [1] และจากนโยบายพัฒนาประเทศไทยสู่ประเทศไทยที่พัฒนาแล้ว Thailand 4.0 [2] ที่มุ่งเน้นการมีนวัตกรรมเป็นของตนเอง ที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างทันท่วงที สร้างสรรค์ความรู้ใหม่ ต่อยอดความรู้เดิม คิดและประยุกต์ใช้ความรู้ให้เกิดประโยชน์สอดคล้องตามสถานการณ์ในขณะนั้น และสามารถผลิตนวัตกรรมในการตอบสนองต่อสังคมให้เรียนรู้ได้อ่าง โดยจำเป็นต้องอาศัยทักษะการเรียนรู้หลายด้านรวมทั้งประสบการณ์ ความชำนาญของผู้สอนและผู้เรียน เพื่อนำองค์ความรู้ที่มีอยู่ทุกหนแห่งมาบูรณาการเชิงสร้างสรรค์

การจัดการศึกษาในระดับปริญญาตรีจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในบทบาทที่จะต้องผลิตนักศึกษาที่มีความรู้ความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์เพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมเพื่อการส่งออก และตอบสนองต่อความต้องการของชุมชนในระดับชาติและนานาชาติเทคโนโลยีในปัจจุบันมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก ซึ่งเทคโนโลยีหนึ่งที่กำลังเป็นที่นิยมและพูดถึงในปัจจุบันก็คือ คลาวด์เทคโนโลยีหรือการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ [3] โดยคลาวด์เทคโนโลยีมีรูปแบบการให้บริการหลายแบบ และหนึ่งในรูปแบบการให้บริการของคลาวด์เทคโนโลยี คือ เทคโนโลยีการประมวลผลที่มีโครงสร้างทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารซึ่งสามารถขยายตัวได้โดยอัตโนมัติ ให้บริการไปยังลูกค้าภายนอกจำนวนมาก เป็นการดำเนินงานโดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่มาขยายระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องลงทุนซื้ออุปกรณ์ที่มีราคาสูง การให้บริการคลาวด์เทคโนโลยีรูปแบบนี้จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้และบูรณาการสร้างกิจกรรมในการเรียนการสอน ซึ่งช่วยให้การรับส่งข้อมูล การส่งงานผ่านอีเมลระหว่างผู้สอนและผู้เรียนทำได้สะดวกมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำสื่อจากสื่อนำเสนอ เอกสารประกอบการสอน และสื่อวิดีโอ ส่งเข้าระบบได้แบบฟรีๆ อีกด้วย จึงทำให้คลาวด์เทคโนโลยีได้รับความนิยมในการนำมาจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ของผู้เรียน

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง เป็นการนำเสนอเนื้อหาการเรียนการสอนที่มีกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง เนื่องจากในบางครั้งการฝึกและทดลองจริงอาจมีต้นทุนค่าใช้จ่ายสูง หรือมีความเสี่ยงอันตรายสูง โดยคอมพิวเตอร์จะเลียนแบบหรือสร้างสถานการณ์ทดแทนสภาพจริง สถานการณ์จำลองช่วยให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ และตัดสินใจจากข้อมูลที่จัดเตรียมให้ ผู้เรียนสามารถใช้งานได้อย่างอิสระภายใต้สภาพแวดล้อมที่ควบคุมไว้ จึงทำให้ผู้เรียนสามารถจินตนาการตามบทบาทในสถานการณ์ที่กำหนด และนำไปสู่การเข้าใจสถานการณ์และแก้ไขสถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่วารณี่ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหลักการข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยนำหลักการของการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมและการเรียนรู้แบบร่วมมือที่อาศัยเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ในการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมระหว่างบทเรียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้จากการทำงานร่วมกัน ส่งเสริมการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ การสืบค้นหาข้อมูลสารสนเทศ การสังเคราะห์ข้อมูล การนำเสนออภิปรายต่อหน้าชั้นเรียนเพื่อนำไปสู่การสร้างสื่อเชิงสร้างสรรค์

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์กรอบแนวคิดสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
2. เพื่อออกแบบสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
3. เพื่อพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

3. สมมติฐานการวิจัย

ผลการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก

4. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยมีแนวคิดการออกแบบและพัฒนาอยู่บนพื้นฐานวิธีการเชิงระบบและกระบวนการออกแบบและพัฒนาด้วยเทคนิค SDLC อีกทั้งนำแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมมาเป็นพื้นฐานร่วมในการออกแบบ ผู้วิจัยได้ออกแบบวิธีการดำเนินการวิจัยให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ทั้ง 4 ข้อ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 วิเคราะห์และสังเคราะห์กรอบแนวคิดสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎี บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม [5] ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ [6] และระบบการจัดการเรียนการสอน [7] งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้แบบจำลองสถานการณ์ ผลการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อเป็นสื่อเสริมในการเรียนการสอน รวมถึงทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ และกระบวนการสร้างสื่อวีดิทัศน์ จากนั้นวิเคราะห์และสังเคราะห์ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบกรอบแนวคิดสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยจะนำเสนอในหัวข้อที่ 5.1 ต่อไป

4.2 ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยอาศัยขั้นตอนการออกแบบตามเทคนิค SDLC [8] ในการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริงตามแนวทางของ SDLC ที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการออกแบบ ยูสเคสไดอะแกรม และแผนผังภาพรวมของสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยจะนำเสนอในหัวข้อที่ 5.2 ต่อไป

4.3 พัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดในการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ซึ่งอยู่ในข้อ 4.2 มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ที่สามารถส่งเสริมให้เกิดทักษะการสร้างสื่อเชิงสร้างสรรค์และผลงานเชิงสร้างสรรค์สำหรับผู้เรียนในระดับปริญญาบัณฑิตให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นต่อไป ซึ่งจะนำเสนอในหัวข้อที่ 5.3 ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริงโดยผู้เชี่ยวชาญ

ในส่วนนี้เป็นการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ทางด้านการออกแบบระบบการเรียนการสอน การออกแบบเนื้อหา และด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา จำนวน 11 ท่าน ซึ่งพิจารณาความเหมาะสมในการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบก่อนที่จะมีการพัฒนาขึ้นใช้งานจริง โดยเกณฑ์การวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้การแปลความหมายค่าเฉลี่ย ซึ่งช่วงของค่าเฉลี่ยและความหมายการแปลผลแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ช่วงคะแนนเฉลี่ยและความหมายการแปลผล [9]

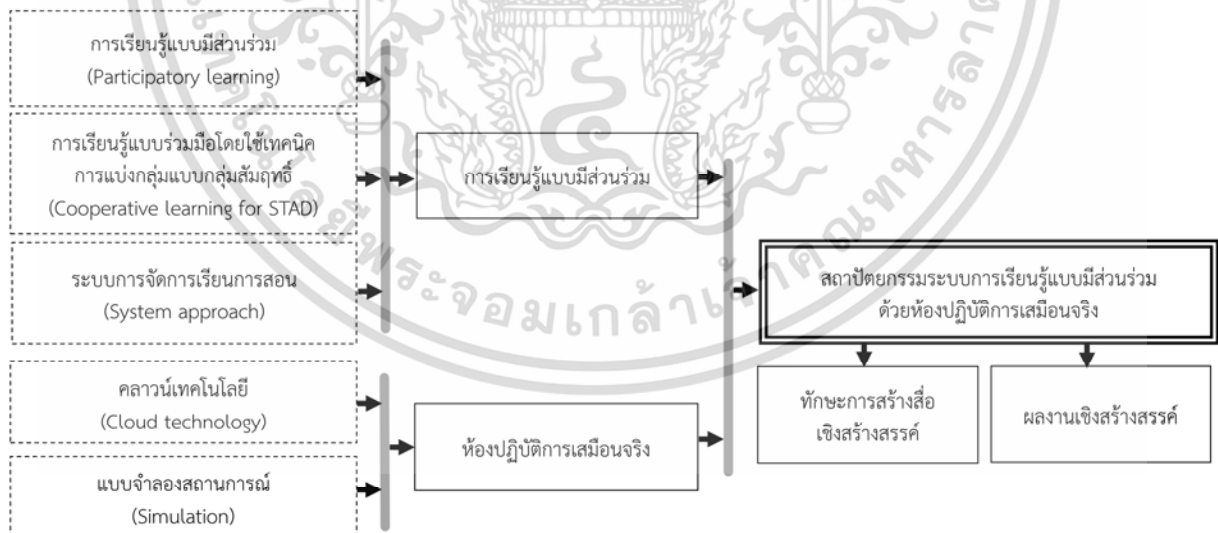
ช่วงคะแนนเฉลี่ย	ความหมายการแปลผล
4.50 - 5.00	เหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
3.50 - 4.49	เหมาะสมอยู่ในระดับมาก
2.50 - 3.49	เหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
1.50 - 2.49	เหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1.00 - 1.49	เหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

5. ผลการวิจัย

ผลการออกแบบและพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทั้ง 4 ข้อข้างต้น สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์กรอบแนวคิดสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

ผลการศึกษาทฤษฎี บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่พัฒนาขึ้น ได้ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์ โดยมีรายละเอียดประกอบด้วย 4 ส่วน สามารถแสดงดังรูปที่ 1

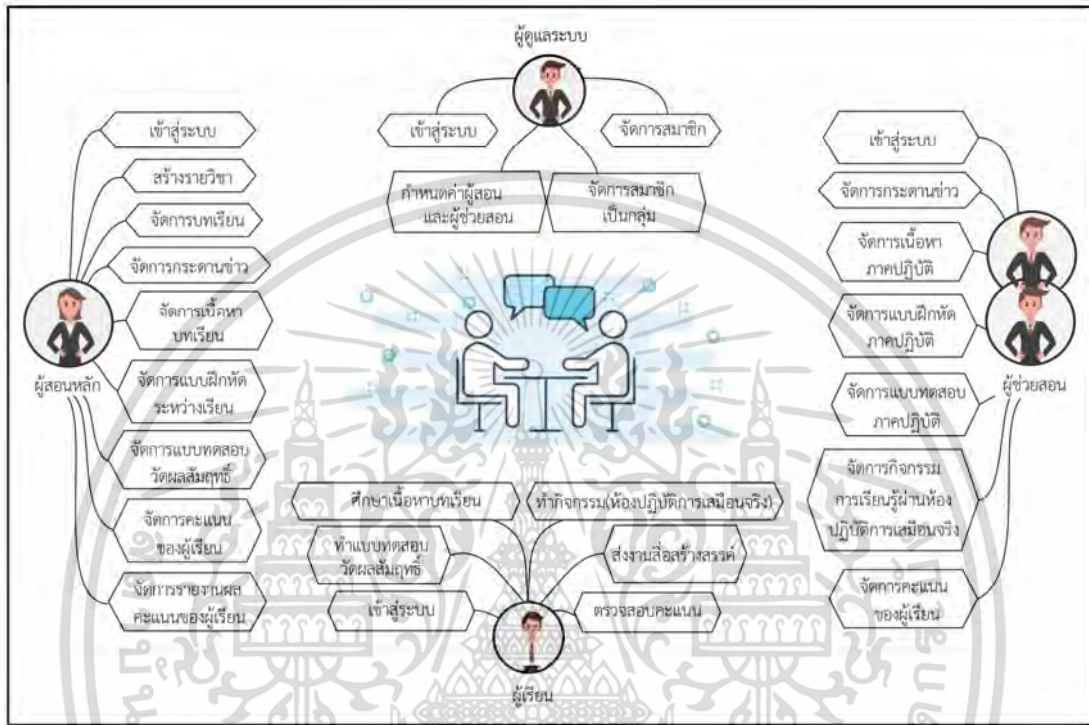


รูปที่ 1 กรอบแนวคิดสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ผลการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

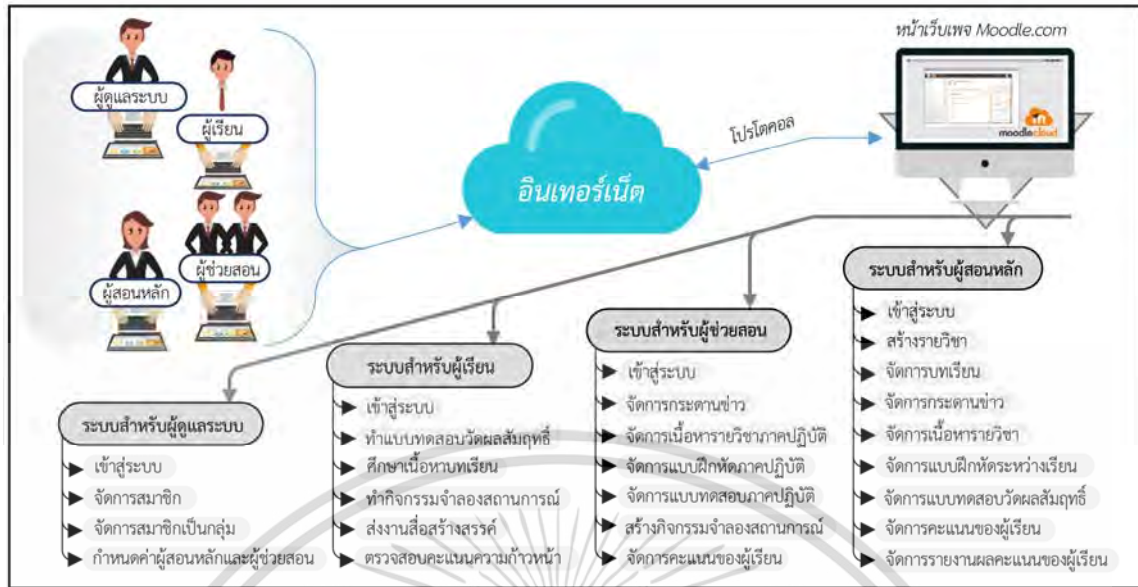
การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ผู้วิจัยได้ออกแบบให้สอดคล้องตามแนวคิดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมและการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ รวมทั้งมีการนำห้องปฏิบัติการเสมือนจริงมาใช้ในการออกแบบเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการสร้างสื่อเชิงสร้างสรรค์และผลงานเชิงสร้างสรรค์ จากการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่พัฒนาขึ้นตามแนวทางข้างต้นทำให้ได้แนวทางการออกแบบยูสเคสไดอะแกรมและแผนผังโครงสร้างภาพรวมระบบ แสดงดังรูปที่ 2 และ รูปที่ 3 ตามลำดับ



รูปที่ 2 ยูสเคสไดอะแกรมสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

จากรูปที่ 2 แสดงถึงยูสเคสไดอะแกรมสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และสังเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งานระบบ พบว่า ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกับระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยบุคคล 4 กลุ่ม คือ 1) ผู้ดูแลระบบ มีบทบาทสำคัญในการกำหนดกฎเกณฑ์หรือบทบาทให้แกสมาชิกที่ใช้งานระบบ อาทิ ผู้สอนหลัก ผู้ช่วยสอน และผู้เรียน 2) ผู้สอนหลัก มีบทบาทสำคัญในการสร้างบทเรียนและกำหนดเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รายวิชา และจัดรายงานผลการศึกษา 3) ผู้ช่วยสอน มีบทบาทสำคัญในการกำหนดเนื้อหาภาคปฏิบัติตั้งแต่ออกแบบและจัดการเนื้อหาภาคปฏิบัติและกิจกรรมผ่านห้องปฏิบัติการเสมือนจริง รวมถึงประเมินคะแนนผู้เรียนในส่วนของปฏิบัติ และ 4) ผู้เรียน มีบทบาทในการทำแบบทดสอบเพื่อวัดความก้าวหน้าของตนเอง การศึกษาเนื้อหา ทำแบบฝึกหัด ทำกิจกรรมผ่านห้องปฏิบัติการเสมือนจริง สร้างสื่อเชิงสร้างสรรค์ และสามารถตรวจสอบคะแนนความก้าวหน้าของตนเองได้

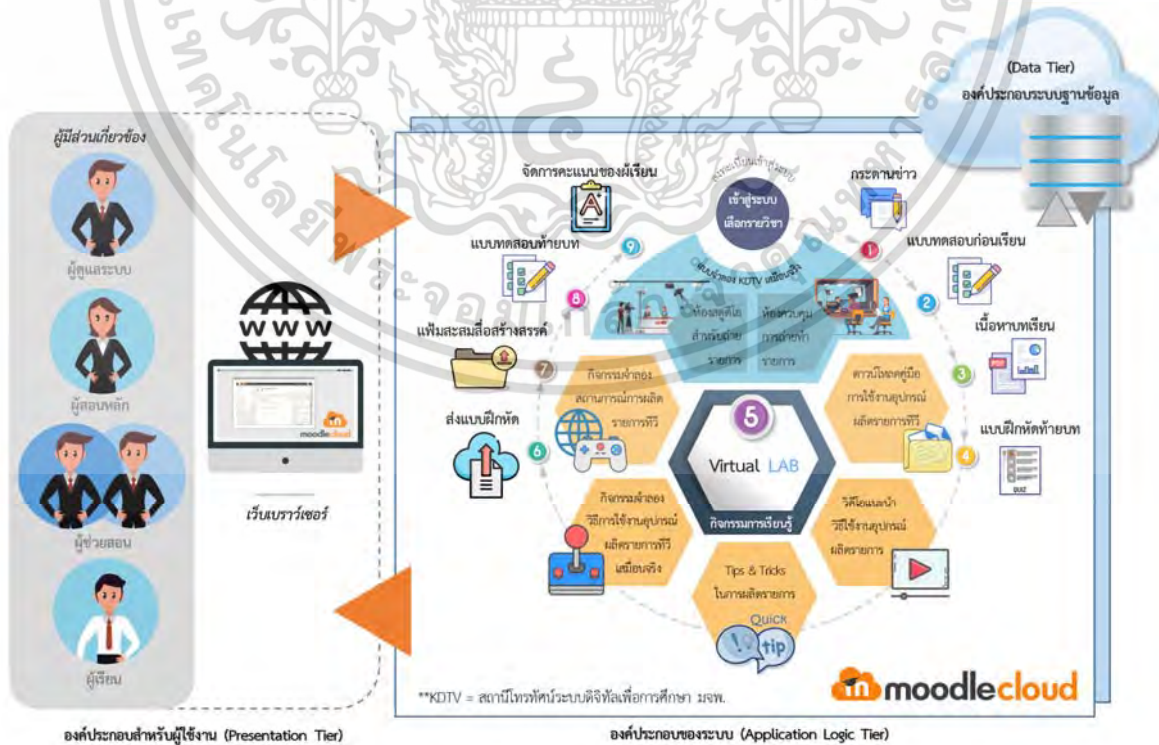
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 แผนผังโครงสร้างภาพรวมสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรูแบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

จากรูปที่ 3 แสดงถึงแผนผังโครงสร้างภาพรวมของสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรูแบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่ประกอบด้วย 4 ระบบ ดังนี้ 1) ระบบสำหรับผู้ดูแลระบบ เป็นระบบที่ให้ผู้ดูแลระบบใช้ในการกำหนดสิทธิ์ให้กับผู้เรียน ผู้ช่วยสอน และผู้สอนหลักในการเข้าถึงการใช้งานระบบ 2) ระบบสำหรับผู้เรียน เป็นระบบสำหรับให้ผู้เรียนที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการควบคุมสัญญาณโทรทัศน์และวีดิทัศน์ เข้าใช้ในการศึกษาบทเรียนและทำกิจกรรมผ่านห้องปฏิบัติการเสมือนจริง 3) ระบบสำหรับผู้ช่วยสอน เป็นระบบสำหรับผู้ช่วยสอนจัดการเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติ และ 4) ระบบสำหรับผู้สอนหลัก เป็นระบบสำหรับจัดการเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนภาคทฤษฎี

5.3 ผลการพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรูแบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 สถาปัตยกรรมระบบการเรียนรูแบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4 แสดงถึงสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่พัฒนานั้น ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาโดยมีแนวคิดประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ มีรายละเอียดดังนี้

1. **องค์ประกอบสำหรับผู้ใช้งาน** เป็นส่วนที่ผู้ใช้งานเข้าถึงระบบโดยผ่านเว็บเบราว์เซอร์ไปที่เว็บเพจ Moodle Cloud.com จากนั้นลงทะเบียนเข้าสู่ระบบในฐานะต่างๆ เช่น ผู้ดูแลระบบ ผู้สอนหลัก ผู้ช่วยสอน หรือผู้เรียน ระบบจะแสดงเมนูต่างๆ สำหรับการลงทะเบียนใช้งานระบบตามสิทธิ์การเข้าถึง

2. **องค์ประกอบของระบบ** ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 9 ส่วน ตามลำดับขั้นตอนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ประกอบด้วย ชั้นที่ 1 กระดานข่าว เป็นส่วนที่ใช้ในการประกาศข่าว แจ้งเตือน หรือตอบคำถามข้อสงสัยของผู้เรียน โดยผู้สอนเป็นผู้จัดการนำเสนอ หรือสนับสนุนตอบคำถามและผู้เรียนใช้สำหรับจัดการตั้งคำถามหรือตอบคำถามได้เช่นกัน ชั้นที่ 2 แบบทดสอบก่อนเรียน ผู้สอนมีบทบาทในการจัดทำและนำเสนอ โบบทบาทของผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อเป็นการทดสอบความรู้ภูมิหลังของตนเอง และเก็บคะแนนไว้เป็นฐานในการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนของตนหลังจากเรียนจบบทเรียน ชั้นที่ 3 เนื้อหาบทเรียน ผู้สอนทำหน้าที่จัดการเนื้อหาบทเรียนทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ ผู้เรียนมีหน้าที่ในการศึกษาบทเรียนตามหลักสูตรที่ผู้สอนได้จัดไว้ ชั้นที่ 4 แบบฝึกหัดท้ายบท ผู้สอนทำหน้าที่จัดการแบบฝึกหัดเพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียน และคะแนนในส่วนนี้จะนำไปประเมินประสิทธิภาพของระบบ เพื่อพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนต่อไป โดยผู้เรียนที่เรียนจบบทเรียนจำเป็นต้องทำแบบฝึกหัดท้ายบทเพื่อเป็นการทบทวนความเข้าใจหลังจากที่ได้ศึกษาบทเรียนในแต่ละบทเรียน ชั้นที่ 5 กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ในส่วนนี้เป็นการนำเสนอกิจกรรมจำลองสถานการณ์ผ่านระบบ โดยในบทบาทของผู้สอนจะทำหน้าที่ในการออกแบบกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกประสบการณ์ผ่านห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ชั้นที่ 6 ส่งแบบฝึกหัด ผู้เรียนจำเป็นต้องส่งงานผ่านระบบตามโจทย์ที่ได้ปฏิบัติผ่านสถานการณ์จำลองบนห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ชั้นที่ 7 แฟ้มสะสมสื่อสร้างสรรค์ ผู้เรียนจำเป็นต้องสร้างสื่อสร้างสรรค์ขึ้นมา 1 ชิ้น และทำการส่งงานผ่านระบบเพื่อสะสมในแฟ้มสะสมงานบนระบบ ชั้นที่ 8 แบบทดสอบท้ายบท ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อใช้ผลคะแนนในการเปรียบเทียบความก้าวหน้า โดยที่ผู้สอนทำหน้าที่จัดการออกแบบและนำเสนอแบบทดสอบผ่านระบบ และชั้นที่ 9 จัดการคะแนนของผู้เรียน ผู้สอนทำหน้าที่จัดทำรายงานผลคะแนนให้กับผู้เรียนโดยนำเสนอผ่านระบบ และผู้เรียนสามารถตรวจสอบผลการเรียนรู้ของตนเองผ่านระบบได้ตลอดเวลา

3. **องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล** เป็นองค์ประกอบที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลต่างๆ ในฐานะของผู้ใช้งาน อาทิ การจัดการหรือการศึกษาเนื้อหา แบบทดสอบ ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง รวมถึงคะแนนความก้าวหน้าของผู้เรียน เป็นต้น

5.4 ผลการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริงโดยผู้เชี่ยวชาญ

5.4.1 ผลการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (ด้านองค์ประกอบรวม) สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่พัฒนาขึ้น (ด้านองค์ประกอบรวม)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		แปลผล
	\bar{X}	S.D.	
1. สถาปัตยกรรมระบบที่พัฒนาขึ้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์งานวิจัย	4.91	0.30	มากที่สุด
2. องค์ประกอบสถาปัตยกรรม	4.82	0.40	มากที่สุด
3. การจัดลำดับองค์ประกอบสถาปัตยกรรมที่ออกแบบขึ้นมีความชัดเจน ต่อเนื่อง	4.64	0.50	มากที่สุด
4. แต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์สอดคล้องซึ่งกันและกัน	4.64	0.50	มากที่สุด
5. การเรียงเรียงลำดับขององค์ประกอบในสถาปัตยกรรมระบบมีความเหมาะสมทำให้เข้าใจง่าย	4.55	0.52	มากที่สุด
6. ภาพรวมขององค์ประกอบสถาปัตยกรรมระบบมีความสมบูรณ์และครอบคลุมความต้องการ	4.82	0.40	มากที่สุด
ภาพรวม	4.73	0.44	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่าสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ในด้านองค์ประกอบรวมที่พัฒนาขึ้นนั้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.73$, S.D. = 0.44) ซึ่งอาจสรุปได้ว่า แนวคิดสถาปัตยกรรมระบบในภาพรวมที่ออกแบบ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามหลักการออกแบบระบบการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาสถาบันพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (ด้านแยกตามองค์ประกอบ) สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อสถาบันพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่พัฒนาขึ้น (ด้านแยกตามองค์ประกอบ)

รายการประเมิน		ผลการประเมิน		แปลผล
องค์ประกอบ	ระบบย่อย	\bar{X}	S.D.	
องค์ประกอบสำหรับผู้ใช้งาน	ผู้ดูแลระบบ	4.73	0.47	มากที่สุด
	ผู้สอนหลัก	4.45	0.52	มาก
	ผู้ช่วยสอน	4.54	0.52	มากที่สุด
	ผู้เรียน	4.64	0.50	มากที่สุด
	ภาพรวม	4.59	0.50	มากที่สุด
องค์ประกอบของระบบ	กระดานข่าว	4.73	0.47	มากที่สุด
	แบบทดสอบก่อนเรียน	4.91	0.30	มากที่สุด
	เนื้อหาบทเรียน	4.82	0.40	มากที่สุด
	แบบฝึกหัดท้ายบท	4.64	0.50	มากที่สุด
	ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง	4.65	0.62	มากที่สุด
	ส่งแบบฝึกหัด	4.91	0.30	มากที่สุด
	แฟ้มสะสมสื่อสร้างสรรค์	4.82	0.40	มากที่สุด
	แบบทดสอบท้ายบท	4.82	0.40	มากที่สุด
	จัดการคะแนนของผู้เรียน	4.82	0.40	มากที่สุด
	ภาพรวม	4.79	0.42	มากที่สุด
องค์ประกอบระบบฐานข้อมูล	เก็บข้อมูลของผู้ดูแลระบบ	4.73	0.47	มากที่สุด
	เก็บข้อมูลระบบผู้สอน	4.82	0.40	มากที่สุด
	เก็บข้อมูลระบบผู้เรียน	4.82	0.40	มากที่สุด
ภาพรวม	4.79	0.43	มากที่สุด	

จากตารางที่ 3 พบว่าสถาบันพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริงแยกตามองค์ประกอบผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความเห็นว่าสถาบันพัฒนาระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ในทุกๆ องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านองค์ประกอบสำหรับผู้ใช้งาน ($\bar{X} = 4.59$, S.D. = 0.50) องค์ประกอบของระบบ ($\bar{X} = 4.79$, S.D. = 0.42) และองค์ประกอบระบบฐานข้อมูล ($\bar{X} = 4.79$, S.D. = 0.43)

5.4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาสถาบันพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (ด้านการนำไปใช้งาน) สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อสถาบันพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่พัฒนาขึ้น (ด้านการนำไปใช้งาน)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		แปลผล
	\bar{X}	S.D.	
1. สถาบันพัฒนาระบบที่พัฒนาขึ้น สามารถตอบสนองตามความถนัด และความแตกต่างของศักยภาพทางการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.73	0.47	มากที่สุด
2. สถาบันพัฒนาระบบที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน	4.82	0.40	มากที่สุด
3. สถาบันพัฒนาระบบที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.82	0.40	มากที่สุด
4. สถาบันพัฒนาระบบที่พัฒนาขึ้น สนับสนุนต่อการสร้างสื่อเชิงสร้างสรรค์ของผู้เรียน รวมทั้งส่งเสริมการทำกิจกรรมร่วมกันของผู้เรียน	4.82	0.40	มากที่สุด
5. สถาบันพัฒนาระบบที่พัฒนาขึ้น มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง	4.82	0.40	มากที่สุด
ภาพรวม	4.80	0.42	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่าสถาบันพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง มีความเหมาะสมในด้านการนำไปใช้ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.42) ซึ่งอาจสรุปได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญให้การยอมรับสถาบันพัฒนาระบบที่พัฒนาขึ้น ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาเป็นสื่อในการเรียนการสอนในรายวิชาการควบคุมสัญญาณโทรศัพท์และวีดิทัศน์ได้จริง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สรุปผลและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลการออกแบบและพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยมีแนวคิดการออกแบบและพัฒนาจากทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม และการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ รวมทั้งมีการนำห้องปฏิบัติการเสมือนจริงมาใช้ในการออกแบบเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการสร้างสื่อเชิงสร้างสรรค์และผลงานเชิงสร้างสรรค์ สามารถสรุปผลและอภิปรายผลได้ดังนี้

6.1 สรุปผล

6.1.1 ผลการพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง พบว่า องค์ประกอบของสถาปัตยกรรมระบบมี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) องค์ประกอบสำหรับผู้ใช้งานหรือส่วนสื่อปฏิสัมพันธ์ผู้ใช้งาน 2) องค์ประกอบของระบบ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 9 ส่วน ได้แก่ (2.1) กระดานข่าว (2.2) แบบทดสอบก่อนเรียน (2.3) เนื้อหาบทเรียน (2.4) แบบฝึกหัดท้ายบท (2.5) ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (2.6) ส่งแบบฝึกหัด (2.7) แฟ้มสะสมสื่อสร้างสรรค์ (2.8) แบบทดสอบท้ายบท และ (2.9) จัดการคะแนนของผู้เรียน และ 3) องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล

6.1.2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริงโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ทางการออกแบบระบบการเรียนการสอน การออกแบบเนื้อหา และทางเทคนิค 11 ท่าน โดยผลการประเมิน พบว่า 1) ความเหมาะสมในด้านองค์ประกอบโดยรวมของสถาปัตยกรรมระบบอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.73, S.D. = 0.44) 2) ความเหมาะสมแยกตามองค์ประกอบ (2.1) องค์ประกอบสำหรับผู้ใช้งานมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.56, S.D. = 0.50) (2.2) องค์ประกอบของระบบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.79, S.D. = 0.42) และ (2.3) องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูลมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.79, S.D. = 0.43) และ 3) ความเหมาะสมในการนำไปใช้งานของสถาปัตยกรรมระบบ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.80, S.D. = 0.42)

6.2 อภิปรายผล

สถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง มีประเด็นสำหรับการอภิปรายผลประกอบกับการค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

6.2.1 ผลการพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง พบว่า เหตุผลที่ทำให้สถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจต่อผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด เนื่องจากการพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริงมีการพัฒนาอย่างเป็นระบบโดยการนำวิธีเชิงระบบ SDLC มาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pinanta Chatwattana [10] ที่มีการนำวิธีการเชิงระบบ SDLC มาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ซึ่งส่งผลให้ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อการใช้งานอยู่ในระดับมากเช่นกัน อีกทั้งทำให้ระบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบและกระบวนการที่ชัดเจนครอบคลุมความต้องการของผู้ใช้งานได้ อีกส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการอภิปรายผล นั่นคือ ส่วนขององค์ประกอบของระบบมีการนำห้องปฏิบัติการเสมือนจริงมาเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยมีการกำหนดองค์ประกอบและขั้นตอนที่ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pravit Ruengrairatanaroje [11] ที่อ้างอิงถึง Huan-Wen & Chin-Ming ซึ่งกล่าวไว้ว่าโครงสร้างของระบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงควรมีขั้นตอน คือ 1) การลงบันทึกเมื่อเข้าสู่ระบบ 2) การนำทางเพื่อให้ผู้เรียนเลือกการเข้าสู่การทดลองใดๆ ก็ได้ในห้องปฏิบัติการเสมือนจริง 3) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน หรือการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมที่จัดไว้ 4) การประเมินผล ระบบจะทำการประเมินผลการเรียนของผู้เรียนว่าผ่านหรือไม่ และ 5) ลงบันทึกออกจากระบบ

6.2.2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยภาพรวมทั้งหมดมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.75, S.D. = 0.43) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Unchana Klentien & Wannachai Wannasawadee [12] ที่กล่าวถึงการสังเคราะห์รูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสาน โดยผลการสังเคราะห์ พบว่า องค์ประกอบของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสาน ประกอบด้วย 1) ส่วนของผู้เรียน ทำหน้าที่ในการบันทึกและจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ของผู้เรียนลงในฐานข้อมูล 2) ส่วนของผู้สอน ทำหน้าที่ในการบันทึกและจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ของผู้สอนลงในระบบฐานข้อมูล 3) ส่วนของเนื้อหา ทำหน้าที่ในการบันทึกและเก็บสื่อประกอบการสอน เนื้อหาบทเรียน งานที่มอบหมาย รวมถึงแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ 4) ส่วนของการเรียนแบบผสมผสาน เป็นการบูรณาการการศึกษารูปแบบต่างๆ โดยการนำห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงมาใช้ร่วมกับการเรียนแบบผสมผสานกับการเรียนในห้องเรียนแบบปกติ และ 5) ส่วนของการประเมินผล ทำหน้าที่ในการสนับสนุนเครื่องมือสำหรับประเมิน โดยผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้เชี่ยวชาญ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เกี่ยวข้องมีความคิดเห็นตรงกัน 100% ว่าองค์ประกอบและขั้นตอนการเรียนรู้มีความสัมพันธ์กัน และให้การยอมรับว่ารูปแบบการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาบทเรียนเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ได้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับ Parita Tuncharoen, Nopmanee Chauvatcharin, Somsiri Singlop & Chade Siriswat [13] ที่กล่าวถึงผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต iva การจัดการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สามารถช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีการร่วมมือกัน มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อความสำเร็จของตนเองและของกลุ่มทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้นและทำให้ผู้เรียนมีทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคม และยังคงสอดคล้องกับ Mintra Paopoon, Khawn Piasai, Chutiwan Penpean, Sukanya Hajisalah & Anek Janjaroon [14] ที่กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ที่มีการเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริงรวมกับการเรียนแบบร่วมมือ โดยเน้นโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับสถานการณ์จริงในการทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย กิจกรรมที่เปิดโอกาสให้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ รวมทั้งแสดงเหตุผลยืนยันคำตอบของสถานการณ์ที่กำหนดสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลการเรียนที่สูงขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Ministry of Education. 1999. **National Education Act B.E. 2542**. Bangkok: Prigwhan Graphic Co., Ltd.
- [2] Chatwattana, P. 2018. The Concept of Creative Innovation Skills for Enhancement of Thailand 4.0. **Journal of Industrial Education**, 17(3), p. 222-229.
- [3] Christy P. C. & Meulen R. 2009. **Gartner Says Cloud Computing Will Be as Influential As E-business**. Gartner.com. [online]. Retrieved August 22, 2018 from: <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=707508>
- [4] Songkram, N. 2010. **Multimedia for learning: Design & Development**. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- [5] Thinhanwong, S. 2015. Participatory Learning: From Theory to Practice in Children's Literature Course. **Journal of Humanities & Social Sciences Review Phetchaburi Rajabhat University**, 17(1), p. 2-11.
- [6] Slavin, R. 1986. **Using students team learning**. Center for Research on Elementary and Middle School. John Hopkins University.
- [7] Khemmani, T. 2010. **Science of Teaching: Knowledge of Efficient Learning Process Management**. Edition 13. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- [8] Robert, M. R., Alan, D. & Barbara H. W., 2013. **System Analysis and Design (5th ed)**. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- [9] Kanasutra, P. 1995. **Statistics for Research in the Behavioral Sciences**. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- [10] Chatwattana, P. 2017. The Effect of Web-based Learning System using Project-based Learning of Imagineering to Enhance Creative Construction of Multimedia Skills and Cooperative Skills. **Journal of Industrial Education**, 16(1), p. 192-201.
- [11] Ruengrairatanaroje, P. 2007. The Learning Achievement of Virtual Laboratory in Physics Laboratory Subject via Internet System. **STOU Education Journal Sukhothai Thammathirat Open University**, 6(2), p. 84-92.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [12] Klentien, U. & Wannasawadee, W. 2017. The Synthesis of Virtual Science Laboratory and Blended Learning for Developing Analytic Thinking Skill. **Journal of graduate studies Valaya Alongkorn Rajabhat University**, 11, p. 147-162.
- [13] Tuncharoen, P., Chauvatcharin, N., Singlop, S. & Siriswat, C. 2018. The Learning Achievement by using STAD Cooperative Learning Techniques to Promote Learning Achievement and Attitude on Science for Developing Life Skill in the Topic “Ecosystems” of Diploma Level Students. **Journal of Industrial Education**, 17(2), p. 188-196.
- [14] Paopoon, M., Piasai, K., Penpean, C., Hajjilah, S. & Janjaroon, A. 2018. A Study of Reasoning Abilities on Sequence by using Learning Management Connecting with Real World Situations and Cooperative Learning for Mathayomsuksa IV Students. **Journal of Industrial Education**, 17(2), p. 83-92.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้