

ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบคลิกท่างปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบูก  
เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

นายกอบเกียรติ สระอุบล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายกอบเกียรติ สระอุบล  
ชื่อวิทยานิพนธ์ : ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญา  
ด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊คเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์  
สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณิดา วรรณพิรุณ  
ปีการศึกษา : 2558

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊คเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ (2) พัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊คเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และ (3) ศึกษาผลการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊คเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 66 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 3 กลุ่ม ๆ ละ 22 คน ประกอบด้วยกลุ่มควบคุม 1 กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ และกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊ค และกลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊ค เนื้อหาที่ใช้คือ เนื้อหารายวิชาระบบปฏิบัติการ ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาผลของการใช้ระบบ 12 สัปดาห์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติค่าที ( $t$ -test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

ผลการวิจัยพบว่าระบบฯ ประกอบด้วยระบบหลัก 3 ส่วน คือ (1) ระบบอ็อกเมนเต็ด (Augmenting System) สำหรับระบบการแสดงเนื้อหาของอ็อกเมนเต็ดบู๊ค (2) ระบบโต้ตอบกับผู้เรียน (Student Response System) สำหรับการทดสอบแบบปฏิสัมพันธ์โดยใช้อุปกรณ์พกพา และ (3) ระบบเผยแพร่ไฟล์ (Smart Sharing System) สำหรับเผยแพร่และการนำเสนอผลงาน โดยทั้ง 3 ส่วนทำงานปฏิสัมพันธ์กับการเรียนรู้แบบตกลูกทางปัญญา ซึ่งประกอบด้วย (1) ขั้นตอนพัฒนางาน (2) ขั้นตอนการทดสอบ (3) ขั้นตอนการปรับแก้ (4) ขั้นตอนการตกลูก และ (5) ขั้นตอนความสละสลวย

ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าที่ พบว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อก มีค่าเฉลี่ยคะแนนวัดการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมซึ่งเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธี LSD พบว่า นักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อก มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกและกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 258 หน้า)

คำสำคัญ : ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ การเรียนรู้แบบตกผลึกทางปัญญา อ็อกเมนเต็ดบ็อก  
เอ็มเลิร์นนิ่ง การคิดวิเคราะห์

---

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Name : Mr.Kobkiat Saraubon  
Thesis Title : Interactive Learning Management System Using Crystal-based Instruction on Mobile Augmented Book to Enhance Analytical Thinking  
Major Field : Information and Communication Technology for Education  
King Mongkut's University of Technology North Bangkok  
Thesis Advisor : Associate Professor Dr.Prachyanun Nilsook  
Co-Advisor : Assistant Professor Dr.Panita Wannapiroon  
Academic Year : 2015

### **Abstract**

The objectives of the research were to (1) design the architecture of the Interactive Learning Management System (ILMS) using Crystal-based Instruction on Mobile Augmented Book to enhance analytical thinking, (2) develop the mentioned ILMS, and (3) study the implementation results of the ILMS.

The samples were 66 third-year undergraduate students from the department of Computer Science and Information Techonology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok. There were three groups of 22 students, collected by cluster random sampling. The first group was the control group taught by a traditional method. The others were experimental groups including a group who studied with the ILMS on Mobile Augmented Book and the ILMS using Crystal-based Instruction on Mobile Augmented Book respectively. The Operating System contents for Computer Science program were taught during the twelve-week implementation period. Data were analyzed using mean, standard deviation, *t*-test and ANCOVA.

The findings revealed that the the ILMS using Crystal-based Instruction on Mobile Augmented Book to enhance analytical thinking was comprised of three core-systems; (1) Augmenting System for content display system on augmented book, (2) Student Response System for interactive quiz on mobile, and 3) Smart Sharing System for resource sharing and presenting. They interacted with Crystal-based Interaction including (1) Development and Information, (2) Presentation and Evaluation, (3) Correction, (4) Crystalization and Final Correction, and (5) Final Polishing. A *t*-test was conducted to study the pretest and posttest comparision. The findings revealed that the posttest score was statistically significant higher than

the pretest score ( $p < .05$ ). An ANCOVA was conducted to analyze the pairwise differences among the adjusted means for the treatments. The LSD procedure was used to control error across pairwise comparisons. The results showed that the students who studied with the ILMS using Crystal-based Instruction on Mobile Augmented Book had significantly higher analytical thinking scores, controlling for the effect of their pretest, than the students who studied with the ILMS on Mobile Augmented Book and the traditional method ( $p < .05$ ).

(Total 258 pages)

Keywords : Interactive Learning Management System, Crystal-based Instruction,  
Augmented Book, m-Learning, Analytical Thinking

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ได้เนื่องด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณิศา วรรณพิรุณ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ข้อชี้แนะและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาโดยตลอดอันเป็นประโยชน์สูงสุดอย่างยิ่งแก่งานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.ไพฑูรย์ สินลารัตน์ ประธานกรรมการสอบป้องกัน รองศาสตราจารย์ ดร.ใจทิพย์ ณ สงขลา รองศาสตราจารย์ ดร.ณมน จีรังสุวรรณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณิศา คณะกรรมการสอบป้องกันที่ได้ให้คำแนะนำที่มีคุณค่าต่อการปรับปรุงผลการวิจัยให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนบางส่วนจากทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา และทุนสนับสนุนการตีพิมพ์บทความเผยแพร่ผลงานซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยในครั้งนี้ จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนสนับสนุนดังกล่าวมา ณ ที่นี้ด้วย

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิด้านการศึกษาด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้านสถิติการวัดและประเมินผลการศึกษา ดังรายนามในภาคผนวก ก ที่ได้ให้ทั้งข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ และขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และบุคลากรทุกท่าน ที่ได้ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ มารดา ภรรยา และบุตร ซึ่งได้ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา จนสำเร็จการศึกษา

กอบเกียรติ สระอุบล

## สารบัญ

|  | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย  | ข    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ   | ง    |
| กิตติกรรมประกาศ  | ฉ    |
| สารบัญตาราง  | ญ    |
| สารบัญภาพ  | ฎ    |
| บทที่ 1 บทนำ   | 1    |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา   | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย  | 7    |
| 1.3 สมมติฐานการวิจัย   | 7    |
| 1.4 ขอบเขตของการวิจัย  | 7    |
| 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ  | 8    |
| 1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย   | 9    |
| 1.7 ประโยชน์ของการวิจัย  | 12   |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง   | 13   |
| 2.1 เทคโนโลยีอุปกรณ์พกพา   | 13   |
| 2.2 อีบุ๊กเมนเท็ดบุ๊ก (Augmented Books)  | 17   |
| 2.3 การเรียนการสอนแบบตกลูกทางปัญญา   | 24   |
| 2.4 การปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญา   | 26   |
| 2.5 ระบบจัดการเรียนรู้   | 28   |
| 2.6 การเรียนจากมัลติมีเดีย   | 29   |
| 2.7 การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking)  | 35   |
| 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง  | 43   |
| 2.9 สรุปเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง  | 56   |
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย  | 57   |
| 3.1 ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอีบุ๊กเมนเท็ดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ | 58   |
| 3.2 ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอีบุ๊กเมนเท็ดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์             | 75   |

## สารบัญ (ต่อ)

|   | หน้า |
|---|------|
| 3.3 ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาผลการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์<br>แบบตกลีททางปัญญาด้วยอีกรเมนที่คบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์                              | 90   |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย  | 95   |
| 4.1 ผลการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์<br>แบบตกลีททางปัญญาด้วยอีกรเมนที่คบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์                                     | 95   |
| 4.2 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลีททางปัญญา<br>ด้วยอีกรเมนที่คบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์  | 106  |
| 4.3 ผลการศึกษาการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลีททางปัญญา<br>ด้วยอีกรเมนที่คบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์   | 113  |
| บทที่ 5 ระบบการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอีกรเมนที่คบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์  | 119  |
| 5.1 บทนำ  | 119  |
| 5.2 ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลีททางปัญญาด้วยอีกรเมนที่คบุ๊ก<br>เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์   | 122  |
| 5.3 การนำระบบไปใช้  | 133  |
| บทที่ 6 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ  | 135  |
| 6.1 สรุป  | 135  |
| 6.2 อภิปรายผล   | 139  |
| 6.3 ข้อเสนอแนะ  | 144  |
| บรรณานุกรม  | 147  |
| ภาคผนวก ก   | 159  |
| รายนามผู้เชี่ยวชาญ  | 160  |
| ตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ   | 167  |
| ภาคผนวก ข   | 169  |
| เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย  | 169  |
| แบบสัมภาษณ์เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้<br>และระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลีททางปัญญาด้วยอีกรเมนที่คบุ๊ก<br>เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ | 170  |

## สารบัญ (ต่อ)

|   | หน้า |
|---|------|
| แบบสัมภาษณ์และสำรวจผู้เรียนเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้<br>และระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อก<br>เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ | 170  |
| แบบประเมินกรอบแนวคิด กิจกรรมการจัดการรู้ บทบาทกิจกรรมระหว่าง<br>ผู้สอนผู้เรียนและองค์ประกอบสถาปัตยกรรมในระบบ  | 183  |
| แบบประเมินสถาปัตยกรรมระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญา<br>ด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์  | 188  |
| แบบประเมินระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญา<br>ด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์   | 191  |
| แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบ<br>ตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์  | 197  |
| แบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียสำหรับอ็อกเมนเต็ดบ็อก โดยผู้เชี่ยวชาญ  | 200  |
| แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อมัลติมีเดีย สำหรับอ็อกเมนเต็ดบ็อก  | 204  |
| ภาคผนวก ค   | 205  |
| ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบทดสอบการคิดวิเคราะห์   | 206  |
| ตารางแสดงผลการประเมินค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกข้อสอบ  | 209  |
| แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์   | 212  |
| ภาคผนวก ง   | 227  |
| ผลการวิเคราะห์ข้อมูล  | 228  |
| ภาคผนวก จ   | 231  |
| ภาพกิจกรรมการเรียน  | 232  |
| คู่มือการใช้งานระบบ   | 234  |
| ภาคผนวก ฉ   | 255  |
| รายชื่อบทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่   | 256  |
| ประวัติผู้วิจัย   | 257  |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่   | หน้า |
|--|------|
| 2-1 แสดงความจุในการเก็บข้อมูลแต่ละชนิด   | 21   |
| 2-2 แสดงความหมาย ขั้นตอนการคิดและตัวชี้วัดของทักษะการคิดวิเคราะห์  | 41   |
| 3-1 ตาราง course หน้าที่เก็บข้อมูลรายวิชา  | 82   |
| 3-2 ตาราง enroll หน้าที่เก็บข้อมูลการลงทะเบียนเรียน  | 83   |
| 3-3 ตาราง quiz_chapter หน้าที่เก็บข้อมูลรายชื่อบทเรียน   | 83   |
| 3-4 ตาราง quiz_question หน้าที่เก็บคำถามของแบบทดสอบ  | 83   |
| 3-5 ตาราง quiz_choice หน้าที่เก็บรายการตัวเลือกของแต่ละคำถาม   | 83   |
| 3-6 ตาราง quiz_current หน้าที่เก็บสถานะการส่งคำถาม   | 84   |
| 3-7 ตาราง teacher หน้าที่เก็บข้อมูลรายชื่อผู้สอน   | 84   |
| 3-8 ตาราง quiz_reply หน้าที่เก็บคำตอบของผู้เรียน   | 84   |
| 3-9 ตาราง student หน้าที่เก็บข้อมูลรายชื่อผู้เรียน   | 84   |
| 3-10 ตาราง quiz_replyshort หน้าที่เก็บคำตอบแบบสั้น (Short Answer) ของผู้เรียน  | 84   |
| 3-11 ตาราง quiz_score หน้าที่เก็บคะแนนการทำแบบทดสอบ  | 85   |
| 3-12 แบบแผนการวิจัย  | 92   |
| 4-1 ผลประเมินความเหมาะสมของกรอบแนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อก | 96   |
| 4-2 ผลประเมินความเหมาะสมของขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อก                                | 97   |
| 4-3 ผลประเมินความเหมาะสมของสถาปัตยกรรมระบบ   | 103  |
| 4-4 ผลประเมินการปฏิสัมพันธ์ของระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์           | 105  |
| 4-5 ผลประเมินความเหมาะสมด้านการประสานกับผู้ใช้งาน (User Interface) ด้านการติดตั้งและการนำไปใช้ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ              | 107  |
| 4-6 ผลประเมินการทำงานของแต่ละส่วน ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ   | 108  |
| 4-7 ผลประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหา ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ   | 111  |
| 4-8 ผลประเมินความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์   | 113  |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่  | หน้า |
|---|------|
| 4-9 ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊ทเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์   | 116  |
| 4-10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊ท นักศึกษาที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊ทและกลุ่มปกติ | 117  |
| 4-11 ผลการวิเคราะห์รายคู่ด้วยวิธี LSD   | 118  |
| 4-12 ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว   | 118  |
| ข-1 ตารางเทียบเคียงเพื่อสังเคราะห์ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอนการรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาและกิจกรรมการเรียนการสอนที่สังเคราะห์กำหนดโดยผู้วิจัย   | 181  |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่  | หน้า |
|---|------|
| 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย  | 10   |
| 2-1 แสดงสถาปัตยกรรมระบบแอนดรอยด์  | 14   |
| 2-2 แสดงสถาปัตยกรรมระบบไอโอเอส  | 16   |
| 2-3 แสดงหนังสือ MagicBook   | 18   |
| 2-4 องค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม                                       | 19   |
| 2-5 แสดงการทำงานของระบบ   | 20   |
| 2-6 ตัวอย่างรหัสแท่งสองมิติ   | 21   |
| 2-7 โครงสร้างรหัสแท่งสองมิติ  | 21   |
| 2-8 แสดงระดับการแก้ไขข้อผิดพลาด   | 23   |
| 2-9 การปฏิสัมพันธ์แบบตลกตลกทางปัญญา   | 27   |
| 2-10 การเรียนรู้จากมัลติมีเดีย  | 29   |
| 3-1 ขั้นตอนการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบฯ  | 58   |
| 3-2 ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตลกตลกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดรีลิตี    | 61   |
| 3-3 องค์ประกอบระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตลกตลกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดรีลิตี | 70   |
| 3-4 โครงสร้างชั้นเลเยอร์ของระบบฯ  | 72   |
| 3-5 สถาปัตยกรรมและการสื่อสารในระบบฯ   | 73   |
| 3-6 การพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตลกตลกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดรีลิตี   | 76   |
| 3-7 แผนภาพผู้ใช้ระบบ (Use case Diagram)   | 77   |
| 3-8 การออกแบบหน้าจอหลักและเข้าสู่ระบบ   | 77   |
| 3-9 การออกแบบหน้าจอคำถามและหน้าสำหรับสแกนรหัสแท่งสองมิติ (Scan)                   | 78   |
| 3-10 การออกแบบหน้าจอตรวจคำตอบ   | 78   |
| 3-11 การออกแบบหน้าจอเมนูและหน้ารายงานผลคะแนน                                      | 79   |
| 3-12 การออกแบบหน้าจอดาวน์โหลดและหน้าตั้งค่าระบบ                                   | 79   |
| 3-13 การออกแบบหน้าจอแสดงสื่อมัลติมีเดีย แนวตั้งและแนวนอน                          | 80   |
| 3-14 แผนภาพผังการไหลของหน้าจอ (Screen Flow)                                       | 81   |
| 3-15 แผนภาพฐานข้อมูลระบบ  | 82   |
| 3-16 สเตทไดอะแกรมการทำงานของระบบทดสอบย่อย (Interactive Quiz)                      | 85   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ | หน้า  |     |
|--------|---|-----|
| 3-17   | ไดอะแกรมกิจกรรมผู้สอน เครื่องแม่ข่ายและอุปกรณ์พกพาของผู้เรียน                   | 85  |
| 3-18   | แผนภาพผังการไหลของส่วนประสานผู้ใช้  | 86  |
| 3-19   | การศึกษาผลการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญา                   | 91  |
| 3-20   | กิจกรรมการเรียนรู้การสอนและการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง                          | 93  |
| 4-1    | ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาคด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก        | 96  |
| 4-2    | โครงสร้างชั้นเลเยอร์ของระบบฯ  | 100 |
| 4-3    | สถาปัตยกรรมระบบ   | 101 |
| 4-4    | การปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญา  | 104 |
| 5-1    | ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาคด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก               | 122 |
| 5-2    | โครงสร้างพื้นฐานและสภาพแวดล้อมสำหรับระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ฯ              | 124 |
| 5-3    | สถาปัตยกรรมระบบฯ  | 125 |
| จ-1    | เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็นทั้งเครื่องสำหรับผู้สอนและใช้เป็นทั้งเครื่องแม่ข่าย | 232 |
| จ-2    | ขั้นการพัฒนางาน (ศึกษาและเขียนสิ่งที่ได้วิเคราะห์)                              | 232 |
| จ-3    | ขั้นการทดสอบ (นำเสนอ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างสมาชิกในกลุ่ม)                 | 232 |
| จ-4    | ขั้นการปรับแก้ นำเสนอสิ่งที่ได้วิเคราะห์ของกลุ่ม                                | 233 |
| จ-5    | ขั้นการตกลูก และนำเสนอ  | 233 |
| จ-6    | การทดสอบย่อย (Interactive Quiz)   | 233 |
| จ-7    | แสดงองค์ประกอบของระบบจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ฯ                              | 234 |
| จ-8    | แสดงการใช้งานอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก  | 235 |
| จ-9    | การสร้างรหัสแท่งสองมิติสำหรับสื่อดิจิทัลของอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก                      | 236 |
| จ-10   | การติดตั้งแอปพลิเคชันสำหรับ iOS และ Android จากสโตร์                            | 237 |
| จ-11   | การทำงานของระบบทดสอบ (Quiz)   | 238 |
| จ-12   | เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เครือข่าย (Access Point) สำหรับระบบฯ                | 239 |
| จ-13   | ภาพหน้าจอควบคุม (ฝั่งผู้สอน) และผลกราฟสถิติคำตอบที่ผู้เรียนส่งเข้าระบบฯ         | 240 |
| จ-14   | ผังการเพิ่มรายวิชา บทเรียน คำถาม และตัวเลือก                                    | 241 |
| จ-15   | หน้าจอควบคุม (ฝั่งผู้สอน) และการแสดงผลกราฟสถิติคำตอบที่ผู้เรียนส่งเข้าระบบฯ     | 249 |
| จ-16   | การเข้าสู่ระบบทดสอบ (Interactive Quiz)  | 250 |

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่  | หน้า |
|---|------|
| จ-17 หน้าจอแสดงคำถามและปุ่มเลือกตอบ                     | 251  |
| จ-18 หน้าจอตรวจคำตอบ กรณีตอบถูก (ชาย) กรณีตอบผิด (ขวา)  | 252  |
| จ-19 การเปิดดูผลคะแนนและหน้าแสดงรายงานผลคะแนนของแต่ละบท | 253  |

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบการจัดการศึกษาในประเทศไทยได้จัดการศึกษา 3 รูปแบบ คือ การศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และฉบับแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 หมวด 9 เทคโนโลยีทางการศึกษา มาตรา 64 ที่ระบุถึงการส่งเสริมสนับสนุนให้มีการผลิตและพัฒนาแบบเรียน ตำรา หนังสือวิชาการ สื่อสิ่งพิมพ์ วัสดุอุปกรณ์และเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา มาตรา 65 ส่งเสริมให้มีการพัฒนานวัตกรรมและผู้ใช้เทคโนโลยีสำหรับการศึกษาให้มีความรู้ความสามารถและทักษะในการผลิตรวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อเกิดเป็นนวัตกรรมที่สามารถนำมาใช้กับการศึกษาได้เป็นอย่างดี

แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ศธ. พ.ศ. 2557-2559 มีนโยบายยกระดับคุณภาพการศึกษาของประเทศ ส่งเสริมสนับสนุนระบบการเรียนการสอนแบบอิเล็กทรอนิกส์ พัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษา ส่งเสริมการวิจัยพัฒนาองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT) เพื่อการศึกษา การเรียนรู้ทุกที่ทุกเวลาคือเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้อุปกรณ์พกพาส่วนตัว (BYOD: Bring Your Own Device) สอดคล้องกับกรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระยะ พ.ศ. 2554-2563 ของประเทศไทย (ICT2020) (กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2554) ยุทธศาสตร์ที่ 6 แผนพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อลดความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจและสังคม โดยสร้างความเสมอภาคของโอกาสในการเข้าถึงทรัพยากรและบริการสาธารณะสำหรับประชาชนทุกกลุ่ม โดยเฉพาะบริการพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอย่างมีสุขภาวะที่ดี ซึ่งได้แก่ หมวดการศึกษาและบริการสาธารณสุข โดยด้านการศึกษานั้นมีเป้าหมายให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตแบบชาญฉลาด (Smart Learning) โดยมีกลยุทธ์และมาตรการสรุปดังนี้

1. สร้างความเท่าเทียมในการเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐานสารสนเทศและสื่อดิจิทัล เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตและการได้รับบริการทางสังคมที่มีคุณภาพ

2. ประชาชนมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT Literacy) รอบรู้ เข้าถึง พัฒนาและใช้สารสนเทศอย่างมีวิจารณญาณ (Information Literacy) และรู้เท่าทันสื่อ

(Media Literacy) สามารถเลือกใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการเรียนรู้ การทำงาน และการดำรงชีวิตประจำวันของแต่ละบุคคลและเพื่อการสร้างชุมชนที่เข้มแข็ง

3. มุ่งเน้นการนำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาใช้ในการศึกษาให้เกิดประโยชน์ สนับสนุนการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือช่วยการฝึกทักษะในการศึกษาทุกระดับ ส่งเสริมการผลิตบุคลากรที่มีความสามารถ ส่งเสริมการออกแบบพัฒนาการสร้างสื่อดิจิทัล สนับสนุนการเรียนรู้สำหรับอุปกรณ์พกพา

4. ส่งเสริมให้มีสื่อดิจิทัลที่สามารถใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตและกระบวนการเรียนรู้ของประชาชน

5. สนับสนุนให้เกิดชุมชนหรือสังคมออนไลน์ที่สร้างสรรค์ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการเผยแพร่ แลกเปลี่ยนเรียนรู้และต่อยอดวิชาการสมัยใหม่จากแนวความคิดที่มีอยู่ อันจะนำไปสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต

6. ส่งเสริมให้ใช้เครื่องมือด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT Tools) ที่เป็นระบบเปิด (Open Source) เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการพัฒนาและเพื่อให้เกิดการพัฒนาต่อยอด

7. ส่งเสริมการวิจัยพัฒนาและการเผยแพร่เทคโนโลยี เครื่องมือ อุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่มีราคาประหยัด ใช้งานง่าย เพื่ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แก่ประชาชนทุกระดับ

8. กำหนดให้สถาบันการศึกษาต้องนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนให้เพิ่มมากขึ้นเพื่อเสริมสร้างทักษะในการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำหรับการศึกษา การดำรงชีวิตและการทำงานในศตวรรษที่

21

9. ส่งเสริมนวัตกรรมการเรียนการสอนโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการปรับรูปแบบและกระบวนการเรียนการสอนสำหรับการเรียนรู้ทุกระดับ รวมถึงการศึกษาตามอัธยาศัย เพื่อให้ผู้เรียนมีความสนุกกับการเรียนรู้และมีแรงจูงใจรวมถึงสนใจในการเรียนมากขึ้น ได้แก่ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ และสื่อแบบปฏิสัมพันธ์

นอกจากนี้ นโยบายกระทรวงศึกษาธิการ (สำนักงานรัฐมนตรี, 2556) กล่าวว่า ขณะนี้ประเทศไทยกำลังอยู่ในสังคมขนาดใหญ่ ในภูมิภาคและสังคมโลก ในขณะที่ปัจจุบันได้เกิดวิกฤตเศรษฐกิจโลกซึ่งสหรัฐอเมริกา ทวีปยุโรป รวมทั้งประเทศใหญ่ ๆ ของทวีปเอเชีย เช่น จีน ญี่ปุ่น เกิดการชะลอตัวทางเศรษฐกิจ แม้บางประเทศ เช่น จีน จะมีอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจที่เร็วมาก แต่ก็ได้รับผลกระทบดังกล่าวทำให้มีการชะลอตัวทางเศรษฐกิจ ในสภาพเช่นนี้จึงมีความจำเป็นที่ประเทศไทยต้องเตรียมการพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ เพื่อที่จะให้อยู่รอด

ในภาวะการณ์ปัจจุบันหรือในอนาคตต่อไป นอกจากนี้ภูมิภาคมีการรวมตัวเป็นประชาคมอาเซียน พร้อมทั้งความพยายามที่เชื่อมโยงกันของกลุ่มประเทศอาเซียนกับนอกภูมิภาคอาเซียนอีกด้วย การจะสร้างขีดความสามารถในการแข่งขัน จึงจำเป็นต้องพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบการขนส่ง (Logistics) ที่สำคัญของประเทศ เช่น ด้านการคมนาคม การสื่อสาร ซึ่งรัฐบาลมีนโยบายชัดเจนและกำลังเร่งดำเนินการในขณะนี้ เพื่อให้สอดคล้องกับความจำเป็นและการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ แต่การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศที่สำคัญมากและขาดไม่ได้ คือ "การพัฒนาคน" เพราะฉะนั้นจึงเป็น โจทย์ที่สำคัญของการจัดการศึกษาและปฏิรูปการศึกษาของประเทศไทย

นอกจากนี้ สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน (สสค). (สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน, 2559) ระบุว่าจากผลการสำรวจความต้องการแรงงานของนายจ้างและองค์กรเกิดใหม่ในปี 2558 ขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ซึ่งเป็นผู้ริเริ่มโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) พบว่านายจ้างขององค์กรในศตวรรษที่ 21 คาดหวังให้พนักงานในองค์กรมีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) มากที่สุด

นโยบายการศึกษาของไทย โดยกระทรวงศึกษาธิการได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) กับผู้เรียนมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2549) และมีการปรับปรุงนโยบายซึ่งก็ยังคงเน้นการคิดวิเคราะห์ พร้อมทั้งเพิ่มแนวทางสำหรับการพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ (Learning Management) ในปี พ.ศ. 2551 เพื่อให้ผู้สอนได้นำไปใช้ในการเรียนการสอนสำหรับการพัฒนาการคิดให้แก่ผู้เรียน การพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์มีความจำเป็นเนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของสังคมในยุคปัจจุบันและอนาคต (ปณิตา และ ปรัชญนันท์, 2554)

วิธีการคิดวิเคราะห์มีการปฏิบัติอย่างมีหลักการและมีขั้นตอนอย่างเป็นระบบ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งที่นำทักษะการคิดวิเคราะห์ไปเป็นทักษะของการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ นอกจากนี้ทักษะการคิดวิเคราะห์ยังเป็นทักษะพื้นฐานสำหรับการคิดในระดับสูงต่อไป ซึ่งได้แก่การคิดสังเคราะห์ (Synthetic Thinking) การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) และการคิดเชิงระบบ (Systematic Thinking) (Art-In, 2012)

ทีศนา (2554) กล่าวว่า การคิดเป็นกระบวนการทางสมองของมนุษย์ซึ่งมีศักยภาพสูงมาก และเป็นส่วนที่ทำให้มนุษย์แตกต่างไปจากสัตว์โลกอื่น ๆ ผู้มีความสามารถในการคิดสูง สามารถแก้ปัญหาล่วงไปได้และมีการพัฒนาชีวิตของตนให้เจริญงอกงามยิ่ง ๆ ขึ้นไป

ผู้มีความสามารถในการคิด จึงมักได้รับการยกย่องให้เป็นผู้นำในองค์กรหรือกลุ่มต่าง ๆ การคิดมีความสำคัญอย่างยิ่งเนื่องจากการคิดเป็นปัจจัยภายในที่มีอิทธิพลต่อการกระทำและการแสดงออกของบุคคล ดังนั้น การพัฒนาความสามารถในการคิดจึงเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของการจัดการศึกษาตลอดมา แต่จะทำได้มากน้อยหรือดีเพียงใด ก็ขึ้นกับความรู้ความเข้าใจและปัจจัยต่าง ๆ ที่เอื้ออำนวย ทักษะการคิดที่สามารถพัฒนาให้แก่ผู้เรียนนั้นมีจำนวนมากและการคิดทุกประเภท ทุกระดับล้วนมีความสำคัญเป็นพื้นฐานของการคิดในระดับขั้นสูงขึ้นไป ทักษะการคิดขั้นพื้นฐานเป็นทักษะที่จำเป็นและใช้มากในชีวิตประจำวัน รวมทั้งเป็นพื้นฐานในการคิดขั้นสูงขึ้นไป หากทักษะการคิดขั้นพื้นฐานไม่ดีพอ ก็จะเป็นอุปสรรคต่อการคิดขั้นสูงต่อไป ส่วนทักษะการคิดขั้นสูงขึ้นไปนั้นก็มีความจำเป็นต่อการคิดที่ซับซ้อนขึ้น หากผู้เรียนได้รับการพัฒนา ก็จะสามารถคิดตัดสินใจและกระทำการในเรื่องที่ซับซ้อนและลึกซึ้งได้ดี เช่น การคิดวิเคราะห์หาคัดสินใจ การคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น ส่งผลให้เกิดการพัฒนาก้าวหน้ายิ่ง ๆ ขึ้นไป

ทักษะการคิดวิเคราะห์ เป็นคุณสมบัติที่พึงประสงค์ของบัณฑิตซึ่งถูกระบุไว้ในมาตรฐานคุณวุฒิ (มคอ. 1) ที่กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศไว้ในข้อ 5 หมวดมาตรฐานผลการเรียนรู้และกำหนดให้ทุกสถานศึกษาจัดการเรียนการสอนให้ได้ผลการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้อีกด้วย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

ปัญหาการขาดทักษะในการวิเคราะห์ก็นับเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญ ซึ่งสำนักงานรับรองและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) หรือ สมศ. ประกาศผลประเมินปรากฏว่านักเรียนไทยขาดทักษะในการวิเคราะห์ (ไทยโพสต์, 2557) เนื่องจากระบบการเรียนการสอนในประเทศไทย ผู้เรียนมักถูกฝึกมาให้เคยชินกับการเน้นแบบจำเพื่อนำไปสอบซึ่งเป็นระบบที่ใช้กันมายาวนานแล้ว อีกทั้งระบบการสอบยังไม่มีความมาตรฐานที่ดีในการวัด ทั้งนี้การที่ผู้เรียนจะมีทักษะถึงระดับวิเคราะห์ได้นั้น จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเสียก่อน จึงจะทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ในระดับที่สูงขึ้นได้ ดังนั้นการเรียนรู้อันมีความเข้าใจ จึงเป็นเรื่องพื้นฐานเบื้องต้นที่สำคัญมาก กระทรวงศึกษาจึงได้ให้ความสำคัญในการปรับปรุงระบบการเรียนการสอนเพื่อสร้างเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ (คณะทำงานสำนักอำนวยการ สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษา, 2553) มีความสำคัญและมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการทำงาน ช่วยให้รู้ข้อเท็จจริง รู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมาเป็นไปของเหตุการณ์ต่าง ๆ เป็นพื้นฐานความรู้มิติอื่น ๆ เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา ช่วยให้คิดสร้างสรรค์สมเหตุสมผล อยู่บนฐานของตรรกะและความน่าจะเป็นอย่างมีหลักเกณฑ์ ช่วยในการประเมินผลและการตัดสินใจได้อย่างรอบคอบขึ้น ช่วยส่งเสริมความฉลาดทางสติปัญญา ช่วยให้สามารถแยกแยะปัญหาต่าง ๆ นำไปสู่การแก้ปัญหา

อย่างตรงประเด็น ช่วยให้เกิดความเข้าใจกระจ่างในข้อเท็จจริงอะไรเป็นเหตุเป็นผล ช่วยให้เป็นคนคิดใคร่ครวญรอบคอบ ไม่ด่วนสรุปเรื่องไปตามอารมณ์ ช่วยให้การพัฒนางานอย่างเป็นระบบและมีเหตุมีผล ถูกต้องน่าเชื่อถือ

การเรียนการสอนโดยการสร้างผลงานจากการตกผลึกทางปัญญาเป็นรูปแบบสำคัญและเหมาะสมกับผู้เรียนระดับอุดมศึกษา เนื่องจากเป็นผู้เรียนที่เริ่มเป็นผู้ใหญ่มีความรู้พื้นฐานมาบ้างแล้ว เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยแท้จริง ส่งเสริมให้ผู้เรียนวิเคราะห์ สร้างสรรค์สร้างความรู้ความคิดด้วยตนเอง โดยการรวบรวม ทำความเข้าใจ สรุปวิเคราะห์จากการศึกษาด้วยตนเองแล้วสื่อสารถ่ายทอดหรือนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับรู้ในเรื่องราวข้อสรุปอย่างชัดเจน ซึ่งการสร้างผลงานที่จะสะท้อนการตกผลึกทางปัญญาได้ดีที่สุดคือการเขียน เพราะการเขียนเป็นเครื่องมือสื่อความคิด สื่อประสบการณ์และอารมณ์ความรู้สึกของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ผู้สอนมีบทบาทในการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและมองในทางที่กว้างขึ้น การเรียนการสอนดังกล่าวจะได้ผลสมบูรณ์หากผู้สอนและผู้เรียนได้ทำการวิเคราะห์ผลงานร่วมกัน (ไพฑูริย์, 2555)

องค์ประกอบการเรียนการสอนในปัจจุบัน จากการสำรวจเบื้องต้น ทั้งในมหาวิทยาลัย โรงเรียนเอกชนและโรงเรียนรัฐบาล ส่วนใหญ่ยังคงใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนเป็นหลัก เนื่องจากมีข้อดีหลายประการเช่น ผู้สอนกับผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน ผู้เรียนกับผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ช่วยสร้างเสริมการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี โดยส่วนใหญ่ก็ยังคงอาศัยหนังสือจริง (Physical Books) หรือเอกสารประกอบคำสอน เป็นองค์ประกอบสำคัญในการเรียนการสอน อย่างไรก็ตามเนื่องจากหนังสือหรือเอกสารดังกล่าว มีข้อจำกัดหลายด้าน (Saraubon and Wanapiroon, 2014) ได้แก่

1. ภาพประกอบส่วนใหญ่เป็นภาพขาวดำ ทั้งนี้เนื่องจากการพิมพ์หนังสือภาพสีมีค่าใช้จ่ายสูง อีกทั้งการพิมพ์ภาพสีเฉพาะบางส่วนที่ต้องการ จะทำได้ยาก ทำให้ภาพประกอบในบทเรียน ดูแล้วขาดรายละเอียดขาดความชัดเจนไป เช่น ภาพหรือองค์ประกอบสื่อการสอนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีชีววิทยา เคมี วิศวกรรมศาสตร์หรือสื่อแขนงอื่น ๆ ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นสื่อสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจรายละเอียดเพื่อเป็นพื้นฐานความรู้ขั้นสูงขึ้นไป

2. ขาดการดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เนื่องจากสื่อจากหน้าหนังสือหรือเอกสารประกอบเพียงอย่างเดียวไม่น่าสนใจ อีกทั้งภาพนิ่งไม่สามารถอธิบายหรือแสดงหลักการทำงานได้ดีเท่ากับภาพเคลื่อนไหว

3. สื่อสำหรับเนื้อหาที่ซับซ้อน ผู้เรียนจะเกิดภาระทางปัญญาสูงซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนใช้เวลามากในการเรียนรู้หรือทำความเข้าใจในเนื้อหาที่ซับซ้อนเกินกว่าภาพหรือข้อความจะอธิบายได้อย่างชัดเจน (Mayer and Moreno, 2003)

อีออกเมนเต็ดบุ๊ก เป็นหนังสือที่มีสื่อเสริมผนวกเข้ากับหนังสือเล่มจริง (Physical Book) โดยใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ได้แก่ AR (Augmented Reality) มัลติมีเดีย ฯลฯ ซึ่งสื่อเสริมดังกล่าวจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาที่ยาก ๆ ได้ดีกว่าหนังสือปกติ โดยผู้เรียนก็ยังคงสามารถเปิดหนังสือจริงได้ตามปกติ แต่จะมีภาพนิ่งและ/หรือมัลติมีเดียปรากฏขึ้นบนจอคอมพิวเตอร์หรือตัวช่วยอื่น ๆ ให้เห็นภาพหรือได้ยินเสียงในส่วนเนื้อหาที่เพิ่มเสริมเข้าไป การประยุกต์ใช้อีออกเมนเต็ดบุ๊กกับอุปกรณ์พกพายังมีข้อดีคือผู้เรียนใช้อุปกรณ์พกพาส่วนบุคคลในการเรียนรู้เนื้อหา สามารถควบคุมความเร็วในการรับเนื้อหาได้ด้วยตนเอง เช่น สามารถหยุดเพื่อเน้นจุดที่สำคัญหรือสามารถย้อนกลับไปศึกษาในสิ่งที่ยังไม่เข้าใจได้อีกไม่จำกัดจำนวนครั้งโดยปราศจากการรบกวนสมาชิกในห้องเรียน ซึ่งโดยปกติมักจะไม่ค่อยเกิดในการเรียนแบบปกติ เนื่องจากผู้เรียนบางคนอาจไม่กล้าถามหรือร้องขอให้หยุดหรือวนซ้ำ (Hornecker and Dunser, 2009)

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันถึงแม้มีอุปกรณ์สนับสนุนในการเรียนการสอนเช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องฉายภาพโปรเจกเตอร์ (Projector) แต่เนื่องจากจำนวนโรงเรียนในประเทศไทยมีจำนวนมาก ข้อมูลจำนวนโรงเรียนระดับประถมและมัธยมในประเทศไทยในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) มีจำนวน 35,118 แห่ง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2558) ซึ่งงบประมาณไม่เพียงพอ โรงเรียนและสถานศึกษาหลายแห่ง มีจำนวนอุปกรณ์ที่สนับสนุนมีค่อนข้างจำกัด แต่ละโรงเรียนมีเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องฉายไม่เพียงพอ ทำให้ไม่สามารถนำเสนอสื่อการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งเมื่อผู้เรียนต้องการทบทวนบทเรียนภายหลัง เช่น ทบทวนเนื้อหาหรือเตรียมสอบ ก็ยังต้องใช้หนังสือเป็นหลักอยู่ ดังนั้นการใช้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอุปกรณ์พกพาร่วมกับหนังสือจริงจะสอดคล้องกับนโยบายของภาครัฐที่ต้องการช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกับอุปกรณ์พกพาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบดกผลึกทางปัญญาด้วยอีออกเมนเต็ดบุ๊ก โดยการประยุกต์ใช้ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีอุปกรณ์พกพา ระบบสื่อสารไร้สาย สื่อมัลติมีเดีย ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนสำหรับการเรียนการสอนและการทำกิจกรรมระหว่างเรียนที่นอกเหนือไปจากการเรียนนั่งฟังแบบเดิม ๆ ด้วยกระดาน หนังสือและเอกสารประกอบการสอนที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ระบบดังกล่าวจะช่วยเสริมสร้างบรรยากาศการมีส่วนร่วมในการเรียน (Collaboration) การสะท้อนความคิดและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นการวิเคราะห์ของผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพและยังช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นสนใจเรียนมากขึ้น ส่งผลให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบสถาปัตยกรรมระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วย อ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

1.2.2 เพื่อพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

1.2.3 เพื่อศึกษาผลการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วย อ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 นักศึกษาที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วย อ็อกเมนเต็ดบ็อก มีผลการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.3.2 นักศึกษาที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วย อ็อกเมนเต็ดบ็อก นักศึกษาที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกและ นักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีปกติ มีผลการคิดวิเคราะห์หลังเรียนแตกต่างกัน

## 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

รายละเอียดขอบเขตของการวิจัยมีดังนี้

### 1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### 1.4.1.1 ประชากร

นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ

#### 1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ชั้นปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2 ปี การศึกษา 2558 จำนวน 66 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) กลุ่มละ 22 คน จำนวน 3 กลุ่ม ประกอบด้วยกลุ่มควบคุม 1 กลุ่มและกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกและกลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อก

### 1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

#### 1.4.2.1 ตัวแปรอิสระ

ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ที่มีการบูรณาการการสอน 2 วิธี คือ การเรียนการสอนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกและการเรียนการสอนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อก

1.4.2.2 ตัวแปรตาม คือ การคิดวิเคราะห์

1.4.3 เนื้อหาและระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาในการวิจัย ใช้เนื้อหารายวิชาระบบปฏิบัติการ หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาในการทดลอง 12 สัปดาห์

## 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 อ็อกเมนเต็ดบ็อก หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบบริหารจัดการการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยผู้วิจัย ซึ่งอยู่ในรูปแบบของแอปพลิเคชันสำหรับทำงานกับอุปกรณ์พกพา เช่น สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต โดยการเสิร์ชของอุปกรณ์พกพาไปยังรหัสแท่งสองมิติ (QR Code) บนหน้าหนังสือ จากนั้นสื่อมัลติมีเดียเนื้อหาดังกล่าวก็จะปรากฏขึ้นที่จออุปกรณ์พกพา

1.5.2 ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อก หมายถึง ระบบจัดการเรียนรู้ซึ่งอยู่ในรูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับบริหารจัดการการเรียนรู้โดยใช้งานร่วมกับอ็อกเมนเต็ดบ็อก ระบบจะทำการประมวลผลแล้วโต้ตอบกับอ็อกเมนเต็ดบ็อกของนักศึกษา ประกอบด้วย (1) การศึกษาเนื้อหาจากอ็อกเมนเต็ดบ็อก และ (2) การทำแบบทดสอบย่อยด้วยอุปกรณ์พกพา

1.5.3 ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อก หมายถึง ระบบจัดการเรียนรู้ซึ่งอยู่ในรูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับบริหารจัดการเรียนรู้โดยใช้งานร่วมกับอ็อกเมนเต็ดบ็อก ระบบจะทำการประมวลผลแล้วทำการปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาในขั้นตอนการเรียนรู้แบบตกลูกทางปัญญา ประกอบด้วย (1) ขั้นตอนการพัฒนางาน (2) ขั้นตอนการทดสอบ (3) ขั้นตอนการปรับแก้ (4) ขั้นตอนการตกลูก และ (5) ขั้นตอนสละสลวย

1.5.4 การเรียนการสอนแบบปกติ หมายถึง วิธีการเรียนการสอนแบบทั่วไปที่ผู้สอนเป็นผู้บรรยายและผู้เรียนนั่งฟังหรือเรียนรู้ผ่านสื่อที่ผู้สอนนำเสนอในชั้นเรียน

1.5.5 การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดแยกแยะเรื่องราวองค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อค้นหาองค์ประกอบ ความสำคัญ ความสัมพันธ์เชิงเหตุผลขององค์ประกอบและหลักการของเรื่องราวหรือสิ่งนั้น

1.5.6 สถาปัตยกรรมระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ หมายถึง ผังโครงสร้างแสดงองค์ประกอบของระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ การทำงานและการสื่อสารระหว่างกันของส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบเป็นระบบ

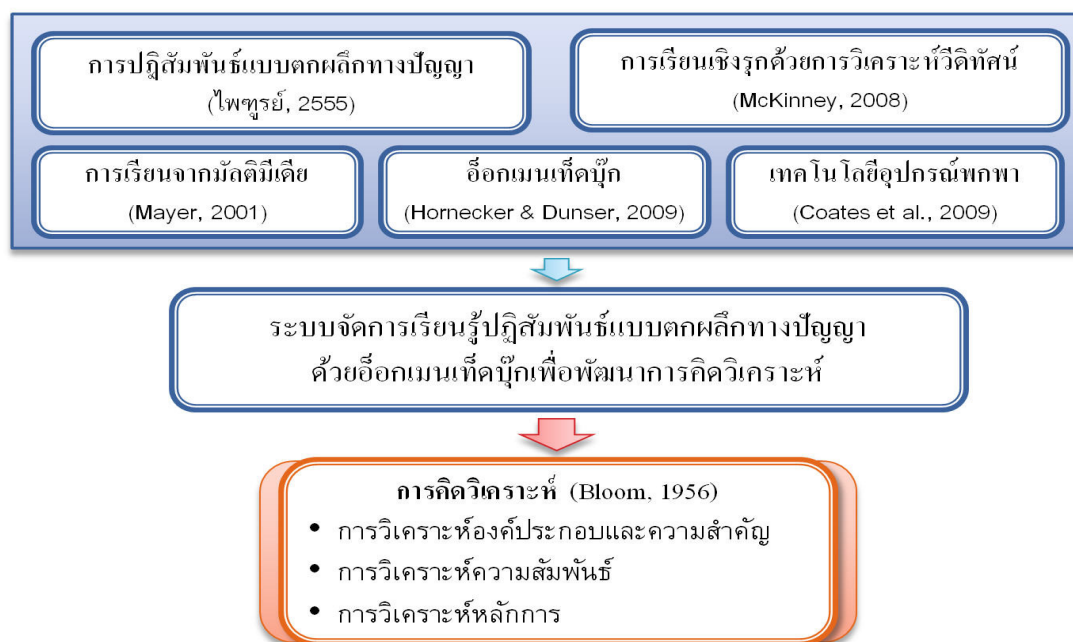
1.5.7 ผลการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ หมายถึง ผลที่ได้จากการศึกษาการทดลองใช้งานระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยการศึกษาผลคะแนนการคิดวิเคราะห์และความคิดเห็น

1.5.8 นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่เรียนวิชา ระบบปฏิบัติการ

## 1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดที่นำมาใช้ในการวิจัยมีดังนี้

1.6.1 การปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญา (ไพฑูริย์, 2555) คือการสื่อสารโต้ตอบระหว่างผู้สอน ผู้เรียนและระบบ สำหรับการเรียนการสอนแบบตกผลึกทางปัญญา ขั้นตอนการปฏิสัมพันธ์ประกอบด้วยขั้นต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนแบบตกผลึกทางปัญญาซึ่งเป็นวิธีการเรียนการสอนที่ผู้เรียนต้องมีบทบาทเชิงรุกในด้านการค้นหาความรู้ด้วยตนเองตามประเด็นที่ผู้สอนได้ให้แนวทางไว้กว้าง ๆ ภายใต้กระบวนการถ่ายทอดความรู้ในลักษณะการเขียน การพิจารณา การไตร่ตรอง การอภิปราย และการวิเคราะห์วิพากษ์ ผลงานร่วมกับสมาชิก โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ให้ดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ การค้นหาข้อมูล การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การวิเคราะห์ การสรุป และการอภิปราย มุ่งเน้นส่งเสริมพัฒนาให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ความรู้ความคิดด้วยตนเอง ด้วยการรวบรวม ทำความเข้าใจ สรุป วิเคราะห์ และสังเคราะห์จากการศึกษาด้วยตนเองแล้วสร้างผลงานขึ้นมาเป็นงานเขียนสะท้อนความคิดของตัวผู้เรียนออกมา



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การดำเนินการเรียนการสอนมีขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน คือ

#### 1.6.1.1 ขั้นการพัฒนางาน

ขั้นเริ่มต้นที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้ ทำการวิเคราะห์และเขียนข้อค้นพบและข้อสรุปออกมาเป็นผลงานของตนเองเพื่อนำไปสู่ขั้นตอนต่อไป โดยผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้และกำหนดประเด็นปัญหาตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ซึ่งแจ้งเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนและกิจกรรมรายละเอียดเกี่ยวกับการทดสอบย่อยและการประเมินผล จากนั้นผู้เรียนศึกษาข้อมูลเนื้อหา ทำการวิเคราะห์ในแง่มุมต่าง ๆ เช่น องค์ประกอบ ความสำคัญ ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและหลักการทำงาน แล้วเขียนสิ่งที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ เป็นรายบุคคล ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะต้องเขียนข้อค้นพบ ข้อสรุป โดยแยกเป็นประเด็นต่าง ๆ ผลงานที่ได้ในขั้นตอนนี้ ก็จะเป็นผลงานที่ตกผลึกขั้นแรกของผู้เรียนเอง

#### 1.6.1.2 ขั้นการทดสอบ

ขั้นที่ให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มย่อย โดยสมาชิกในกลุ่มนำเสนอผลงานข้อค้นพบ ข้อสรุปของตนเองแล้วให้สมาชิกวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจนได้ผลงานวิเคราะห์ของกลุ่ม โดยผู้เรียนจัดกลุ่มย่อย 3-5 คน เพื่อจับกลุ่มวิเคราะห์ วิเคราะห์แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ผู้เรียนแต่ละคนนำเสนอในกลุ่มให้สมาชิกในกลุ่มวิเคราะห์ วิเคราะห์ เสนอแนะแลกเปลี่ยนสะท้อนความคิดเห็น ถกปัญหาประเมินคุณค่าและหาข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่ม จากนั้นเขียนสิ่งที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ หาข้อสรุปกับสมาชิกภายในกลุ่มหลังจากที่แลกเปลี่ยนสะท้อนความคิดเห็นจนได้ข้อสรุปแล้ว

ในขั้นตอนนี้สมาชิกกลุ่มจะต้องร่วมกันเขียนข้อค้นพบและข้อสรุป ผลงานที่ได้ในขั้นตอนนี้เป็นผลงานการวิเคราะห์ที่ตกผลึกของกลุ่ม เสร็จแล้วนำเสนอผลการศึกษาและการวิเคราะห์หาข้อสรุปของกลุ่มให้กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนและผู้สอน เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้นได้วิเคราะห์และวิจารณ์สะท้อนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

#### 1.6.1.3 ขั้นการปรับแก้

ขั้นที่ให้ผู้เรียนทำการปรับแก้<sup>1</sup>งานให้มีความถูกต้องมากขึ้น หลังจากที่ได้นำเสนอและรับฟังการวิเคราะห์วิจารณ์จากสมาชิกร่วมชั้นเรียนและผู้สอน ซึ่งผู้เรียนจะทำการร่วมกันสรุปประเด็นต่าง ๆ โดยผู้สอนทำการชี้แนะหรือตั้งคำถามหรือแฉกคิด ในประเด็นต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันทำการสรุป โดยในขั้นตอนนี้ผู้สอนก็จะร่วมวิเคราะห์วิจารณ์แสดงความคิดเห็น ชี้แนะ และชี้ให้เห็นประเด็นหรือข้อบกพร่อง เพื่อให้สมาชิกกลุ่มนำกลับไปปรับปรุงแก้ไข จากนั้นสมาชิกในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขงานของกลุ่มอีกครั้งตามที่ผู้สอนได้ชี้แนะหรือชี้ประเด็นให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์และแก้ไขปรับปรุง

#### 1.6.1.4 ขั้นการตกผลึก

ขั้นที่ผู้เรียนได้ข้อค้นพบและเข้าใจเนื้อหาเป็นอย่างดีแล้ว สามารถเขียนผลงานสะท้อนความคิดที่ตกผลึกเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนทำการวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขงานของกลุ่ม นำเสนองานที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ผู้สอนซักถามถึงความเข้าใจเนื้อหาที่เขียนและอภิปราย

#### 1.6.1.5 ขั้นความสละสลวย

ผู้เรียนร่วมกันปรับปรุงแก้ไขผลงานอีกครั้ง หลังจากที่ได้นำเสนออภิปรายและได้รับคำแนะนำจากผู้สอนเพื่อให้ได้ความถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด โดยกิจกรรมขั้นตอนนี้จะป็นขั้นตอนที่ต้องใช้เวลาปรับปรุงแก้ไขผลงานให้สละสลวย ดังนั้นจึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถปรึกษาหารือและทำงานนอกเวลาเรียนได้

1.6.2 การเรียนรู้เชิงรุกด้วยการวิเคราะห์วิดีโอทัศน์ (Active Learning Using Analysis or Reactions to Videos) (McKinney, 2008) คือ การเรียนรู้แบบเชิงรุกที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ดูเนื้อหาจากสื่อชนิดวิดีโอที่มีความยาวประมาณ 5-20 นาที แล้วให้ผู้เรียนวิเคราะห์เนื้อหาจากสื่อแล้วแสดงความคิดเห็นหรือสะท้อนความคิดเห็นข้อสรุปการวิเคราะห์ที่ได้ ซึ่งอาจใช้วิธีพูดโต้ตอบ การเขียน หรือร่วมกันสรุปอภิปรายเป็นรายกลุ่ม

1.6.3 การเรียนจากมัลติมีเดีย (Multimedia Learning) (Mayer, 2001) เป็นการเรียนรู้จากสื่อมัลติมีเดียที่ผู้เรียนจะได้รับรู้จากภาพและเสียงไปพร้อม ๆ กัน

1.6.4 อ็อกเมนเต็ดบุ๊ก (Augmented Book) (Hornecker and Dunser, 2009) คือสื่อชนิดหนึ่งที่ใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ สร้างขึ้น เพื่อเพิ่มเติมหรือเสริมกับหนังสือปกติ เทคโนโลยีต่าง ๆ นั้นได้แก่

Interactive Visualizations Animations 3D graphics และ Augmented Reality เป็นต้น โดยผู้เรียนก็ยังคงสามารถเปิดหนังสือจริง ๆ ได้ตามปกติ แต่จะมีภาพนิ่งหรือมัลติมีเดียปรากฏขึ้นบนจอคอมพิวเตอร์หรือตัวช่วยอื่น ๆ ให้เห็นภาพหรือได้ยินเสียงในส่วนเนื้อหาที่เพิ่มเสริมเข้าไป

1.6.5 เทคโนโลยีอุปกรณ์พกพา (Mobile Technologies) (Coates et al., 2009) เป็นการนำเทคโนโลยีอุปกรณ์แบบพกพาโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต และเครือข่ายไร้สาย มาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน

1.6.6 ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตลกตลกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดรีลิตีเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ เป็นระบบจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับบริหารจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบคือระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ที่อยู่ในรูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้กับอุปกรณ์พกพาร่วมกับอ็อกเมนเต็ดรีลิตีและรูปแบบการเรียนการสอนแบบตลกตลกทางปัญญา

1.6.7 การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) (Bloom, 1956) ที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นความสามารถในการคิดแยกแยะองค์ประกอบของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อค้นหา (1) องค์ประกอบ ความสำคัญ (Analysis of Elements) คือการแยกแยะเรื่องราวสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ว่าเรื่องราวหรือสิ่งนั้นประกอบด้วยอะไรบ้าง มีความสำคัญหรือหัวใจสำคัญอย่างไร มีจุดมุ่งหมายสำคัญอะไร (2) ความสัมพันธ์เชิงเหตุผลขององค์ประกอบ (Analysis of Relationships) คือการค้นหาคำสัมพันธ์กันระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ว่ามีความเกี่ยวข้องกันลักษณะใด อยู่ในกลุ่มเดียวกัน สอดคล้องสนับสนุนกัน หรือตรงข้ามขัดแย้งกัน และ (3) หลักการ (Analysis of Organizational Principles) คือการค้นหาลักษณะหรือโครงสร้างหรือระบบของสิ่งนั้นหรือเรื่องราวนั้น ๆ มีหลักการอย่างไร การคิดวิเคราะห์สามารถวัดได้จากแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย การคิดวิเคราะห์ 3 ด้านได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบและความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

## 1.7 ประโยชน์ของการวิจัย

ประโยชน์ของการวิจัย มีดังนี้

1.7.1 ได้เครื่องมือประกอบการเรียนการสอนบนอุปกรณ์พกพา

1.7.2 ได้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตลกตลกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดรีลิตีเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ นำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาระบบปฏิบัติการ ตามหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 3

1.7.3 ได้แนวทางในการนำระบบจัดการเรียนรู้ ไปจัดทำเป็นรูปแบบการเรียนตามหลักสูตรในสถานศึกษาที่มีบริบทต่างกันของสถานศึกษาแต่ละแห่งต่อไป

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตลกตลกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดรีลิตี เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

- 2.1 เทคโนโลยีอุปกรณ์พกพา
- 2.2 อ็อกเมนเต็ดรีลิตี
- 2.3 การเรียนการสอนแบบตลกตลกทางปัญญา
- 2.4 การปฏิสัมพันธ์แบบตลกตลกทางปัญญา
- 2.5 ระบบจัดการเรียนรู้
- 2.6 การเรียนจากมัลติมีเดีย
- 2.7 การคิดวิเคราะห์
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2.9 สรุปเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 เทคโนโลยีอุปกรณ์พกพา

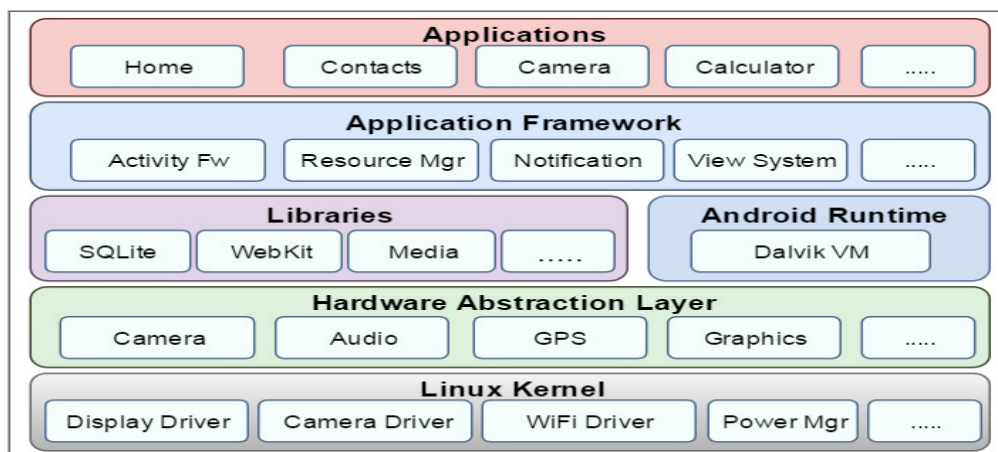
เทคโนโลยีอุปกรณ์พกพา คือ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพาส่วนบุคคล ชนิดไร้สาย (Mobile Device) (Coates, et al., 2009) เรียกอีกอย่างว่า Handheld Device (Android, 2014) ซึ่งเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กน้ำหนักเบาสามารถพกพาได้สะดวก เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต เป็นต้น อุปกรณ์ดังกล่าวมีหน้าจอแสดงผลและอุปกรณ์แป้นพิมพ์เสมือน (Virtual Keyboard) อยู่ในตัวเองสำหรับรับการอินพุตข้อมูลเข้าสู่อุปกรณ์หรือการโต้ตอบขณะใช้งาน อุปกรณ์พกพาส่วนใหญ่จะมาพร้อมกับระบบสื่อสารแบบไร้สาย ได้แก่ ระบบ Wi-Fi และ อุปกรณ์บลูทูธ (Bluetooth) เพื่อเชื่อมต่อระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและการรับส่งไฟล์ข้อมูลระหว่างอุปกรณ์

แนวโน้มผู้ใช้งานอุปกรณ์พกพาในประเทศไทย สืบค้นโดยสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดกรมการสื่อสารโทรคมนาคม พบว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 มีจำนวนผู้ใช้อุปกรณ์พกพาสูงขึ้นมากกว่าเดิมหลายเท่าตัว ซึ่งสอดคล้องกับบริษัท Yozzo (2016) ที่ได้สำรวจเก็บข้อมูล พบว่าจำนวนและ

อัตราการเติบโตของผู้ใช้อุปกรณ์พกพาสูงกว่าผู้ใช้คอมพิวเตอร์และทั้งสองหน่วยงานได้พยากรณ์ว่าแนวโน้มการใช้งานอุปกรณ์พกพา จะสูงขึ้นเรื่อย ๆ ปัจจุบันอุปกรณ์พกพามีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และราคาถูกลง จึงมีการนำอุปกรณ์พกพามาใช้กับด้านการศึกษาอย่างกว้างขวาง นักวิจัย นักพัฒนา และนักการศึกษาได้ทำการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ เพื่อยกระดับการศึกษา ได้แก่ สื่อประกอบการสอน รูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้อุปกรณ์พกพา ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น (Samsiah & Azidah, 2013)

แอนดรอยด์ (Android) (Google, 2013) เป็นระบบปฏิบัติการ (Operating System) พัฒนาโดย Google ระบบปฏิบัติการดังกล่าวออกแบบและพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็น โปรแกรมควบคุมการทำงาน พื้นฐานของอุปกรณ์พกพา เช่น สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต โดยปัจจุบันนี้นอกจากการใช้ระบบแอนดรอยด์กับอุปกรณ์พกพากลุ่ม โทรศัพท์หรือแท็บเล็ตแล้ว ยังนำไปประยุกต์ใช้เป็นระบบปฏิบัติการควบคุมอุปกรณ์อื่นอีกด้วย เช่น ระบบควบคุมการทำงานรถยนต์ กล้องถ่ายภาพนาฬิกา เครื่องเล่นมัลติมีเดียสำหรับความบันเทิงในครอบครัว (Media player for home use) ฯลฯ

สถาปัตยกรรมระบบแอนดรอยด์ประกอบด้วย 6 ลำดับชั้น (Layers) คือ (1) Applications (2) Application Framework (3) Libraries (4) Hardware Abstraction Layer (5) Linux Kernel และ (6) Core Libraries แอปพลิเคชันต่าง ๆ ที่ติดตั้งใช้งานในระบบแอนดรอยด์ จะถูกติดตั้งและทำงานอยู่ในชั้น Applications ซึ่งขณะทำงานจะมีการเรียกใช้งานในชั้นลำดับถัดลงไป ได้แก่ Application Framework Libraries Kernel Hardware Linux Kernel และ Core Libraries Android Runtime ตามลำดับ ขึ้นอยู่กับว่าแอปพลิเคชันหลักนั้นจำเป็นต้องใช้งานอะไรบ้าง เช่น แอปพลิเคชันระบบแผนที่จะมีการเรียกใช้งาน Location Manager OpenGL ES GPS Display Driver และ Shared Memory Driver เป็นต้น



ภาพที่ 2-1 แสดงสถาปัตยกรรมระบบแอนดรอยด์ (Android, 2014)

### 1. Linux Kernel

คือชั้นที่เป็นแกนหรือระบบหลัก (Kernel) ซึ่งระบบแอนดรอยด์มีรากฐานมาจาก Linux Kernel แต่มีการออกแบบปรับปรุงให้เหมาะสมกับอุปกรณ์พกพาโดยเฉพาะ ในชั้นนี้จะเป็นตัวที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ ของอุปกรณ์ โดยจะมีไดรเวอร์ของอุปกรณ์ทำหน้าที่เชื่อมต่อและควบคุมฮาร์ดแวร์แต่ละส่วน เช่น กล้อง บลูทูธ จอแสดงผล ระบบสัมผัส ระบบเครือข่าย Wi-Fi ฯลฯ

### 2. Libraries

เป็นชั้นที่ประกอบไปด้วยไลบรารีต่าง ๆ ที่ให้แอปพลิเคชันสามารถทำงานร่วมกับฮาร์ดแวร์ได้อย่างเหมาะสม เช่น Media Framework ก็จะประกอบไปด้วยระบบถอดรหัสต่าง ๆ (Media Codec) เพื่อให้อุปกรณ์สามารถเล่นหรือบันทึกไฟล์ภาพ วิดีโอและไฟล์เสียงได้หลากหลายรูปแบบ

### 3. Android Runtime

สำหรับการรัน ซึ่งลักษณะการทำงานคล้าย ๆ กับ JVM แต่จะแตกต่างกัน โดยที่ของระบบแอนดรอยด์พัฒนาขึ้นมาสำหรับกับอุปกรณ์พกพาโดยเฉพาะ เรียกว่า Dalvik Virtual Machine ซึ่งรันไฟล์ .dex เพื่อให้ใช้ทรัพยากรน้อยที่สุดเหมาะสมกับอุปกรณ์พกพา

### 4. Application Framework

คือชั้นที่เป็นเฟรมเวิร์คมีฟังก์ชันพื้นฐานหลักรองรับการเรียกใช้งานของแอปพลิเคชันต่าง ๆ เช่น ระบบจัดการเกี่ยวกับตำแหน่ง (Location Manager) รองรับฟังก์ชันการใช้งานระบบพิกัดตำแหน่ง (GPS Resource Manager) และจัดการกับทรัพยากรต่าง ๆ ที่ใช้ในแอปพลิเคชันเป็นต้น

### 5. Applications

คือแอปพลิเคชันอยู่ชั้นบนสุดของระบบที่ให้ผู้ใช้งานเรียกใช้งาน ประกอบด้วย (1) แอปพลิเคชันพื้นฐานที่มาพร้อมกับอุปกรณ์ (Pre-Installed Applications) เช่น กล้องถ่ายรูป ตัวจัดการไฟล์ สมุดติดต่อ ระบบโทรเข้าโทรออก เว็บเบราว์เซอร์ ปฏิทิน ฯลฯ และ (2) แอปพลิเคชันที่ผู้ใช้ติดตั้งเพิ่มเติมภายหลัง (User-Installed Applications) เช่น Line Camera360 IG เกมส์ เป็นต้น

Google Apps Cloud Service (Google.com) เป็นบริการ Software as a Service (SaaS) ประเภทสาธารณะ (Public Cloud Service) ที่ให้บริการด้านระบบอีเมลและระบบการแชร์ข้อมูลร่วมกัน (Email Messaging and Collaboration) มีทั้งแบบที่ให้บริการฟรีและสำหรับลูกค้ากลุ่มธุรกิจ โดยสำหรับกลุ่มธุรกิจนั้นก็จะมีรูปแบบของการใช้งาน จะมีความคล้ายคลึงกับ Gmail.com ที่ให้บริการฟรี แต่มีจุดที่แตกต่างคือ Google Apps ออกแบบมาสำหรับองค์กรธุรกิจไว้ใช้งานภายใน สามารถมีที่อยู่อีเมล (Email address) เป็น ชื่อของโดเมนองค์กรได้ เช่น @companyname.com และยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานภายในองค์กรให้ดียิ่งขึ้น เช่น ระบบปฏิทิน (Calendar) ส่งเมลล์รายการลิส (Mailing List) ระบบแลกเปลี่ยนไฟล์ (File Sharing) การ

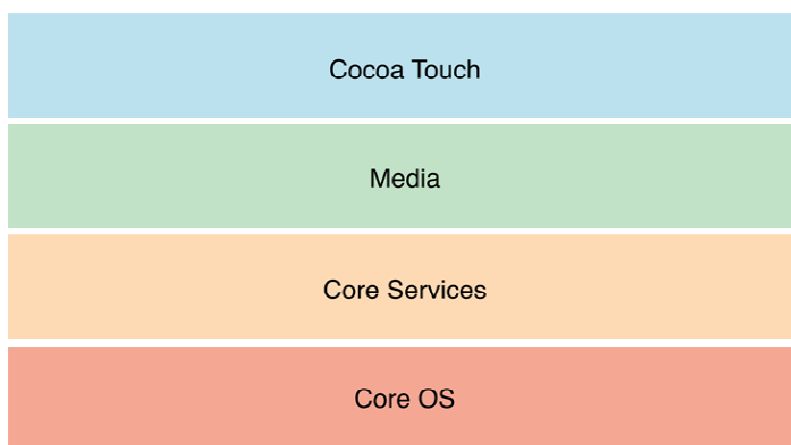
พูดคุย (Chat Voice/Video over IP) เพื่อโทรหากัน โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การป้องกันสแปมเมลล์และระบบความปลอดภัยต่าง ๆ สำหรับลูกค้าธุรกิจโดยเฉพาะ

นอกจากนี้ ยังมีบริการ Google Apps for Education ซึ่งให้บริการสำหรับการศึกษา ผู้ใช้สามารถเข้าถึง Google Apps ผ่านทาง อุปกรณ์มือถือเช่น iPhone, BlackBerry, Windows Mobile ได้ โดยรองรับการส่งข้อมูลแจ้งเตือนที่ (Push Notification) (Google, Google Apps)

ไอโอเอส (iOS) เป็นระบบปฏิบัติการ (Operating System) เพื่อใช้เป็นโปรแกรมควบคุมการทำงานพื้นฐานของอุปกรณ์พกพาในกลุ่มของ Apple ได้แก่ โทรศัพท์ iPhone แท็บเล็ต iPad และเครื่องเล่นมัลติมีเดีย iPod โดยในระบบหลักของไอโอเอสจะมาพร้อมกับแอปพลิเคชันพื้นฐานสำหรับใช้งานทั่วไปได้แก่ แอปพลิเคชันรับส่งเมลล์ เว็บบราวเซอร์ กล้องถ่ายรูป บันทึกวิดีโอ เล่นเพลง เล่นมัลติมีเดีย แผนที่ เป็นต้น

ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface) ของระบบไอโอเอสมีรากฐานมาจากใช้ระบบการสัมผัสหลายจุด (Multi-touch) เพื่อควบคุมการทำงานโดยตรง ได้แก่ การใช้นิ้วเลื่อน และ การใช้สองนิ้วควบคุมบีบเข้าหากัน (Pinch) การแต่นิ้วสองนิ้วกางออกจากกัน

สถาปัตยกรรมไอโอเอสมีต้นกำเนิดมาจากแมคโอเอสเท็น (Mac OS 10) ประกอบด้วย (1) Cocoa Touch (2) Media (3) Core Services และ (4) Core OS ดังภาพที่ 2-2 โดยโครงสร้างสถาปัตยกรรมจะรองรับการทำงานมัลติทาสกิ้ง (Multitasking) คือ ระบบการทำงานพร้อมกันหลาย ๆ แอปพลิเคชันโดยเมื่อผู้ใช้เปิดหลาย ๆ แอปพลิเคชันใช้งานพร้อม ๆ กัน ก็สามารถที่จะสลับไปใช้งานแอปพลิเคชันใดก็ได้ โดยระบบจะจัดการเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรเครื่องที่มีอยู่ให้เหมาะสมที่สุดเพื่อการทำงานที่ราบรื่นและลดการสูญเสียพลังงานให้น้อยที่สุด



ภาพที่ 2-2 แสดงสถาปัตยกรรมระบบไอโอเอส (Apple, 2013)

ลักษณะโครงสร้างสถาปัตยกรรมของระบบไอโอเอสแตกต่างจากระบบแอนดรอยด์ แต่การทำงานของระบบสถาปัตยกรรมมีลักษณะคล้ายคลึงกันคือแบ่งออกเป็นชั้น ๆ ซึ่งชั้นล่างสุดจะมีระบบสำหรับรองรับการทำงานของชั้นที่อยู่เหนือขึ้นไป กล่าวคือแอปพลิเคชันที่ผู้ใช้งานใช้จะทำงานอยู่ด้านบนสุดแล้วมีการสื่อสารเรียกใช้บริการชั้นลำดับล่างลงมาเป็นลำดับ จะไม่ได้ข้ามลำดับชั้นแต่อย่างใด

1. Cocoa Touch เป็นชั้นบนสุดที่เตรียมเฟรมเวิร์คสำหรับการนำแอปพลิเคชันต่าง ๆ เข้ามาติดตั้งใช้งานกับอุปกรณ์ โดยจะเตรียมโครงสร้างพื้นฐานไว้ให้ได้แก่ ระบบมัลติทัช ระบบป้อนข้อมูลอินพุตเข้าสู่อุปกรณ์ ระบบแจ้งเตือน (Push Notification) และการบริการระดับสูงอื่น ๆ เพื่อรองรับการทำงานจากแอปพลิเคชันผู้ใช้งาน เช่น การใช้งานระบบแชร์ข้อมูล (Share และ Action) การเลือกเอกสาร (Document Picker) ระบบแป้นพิมพ์และ วิจิต (Wiget) เป็นต้น

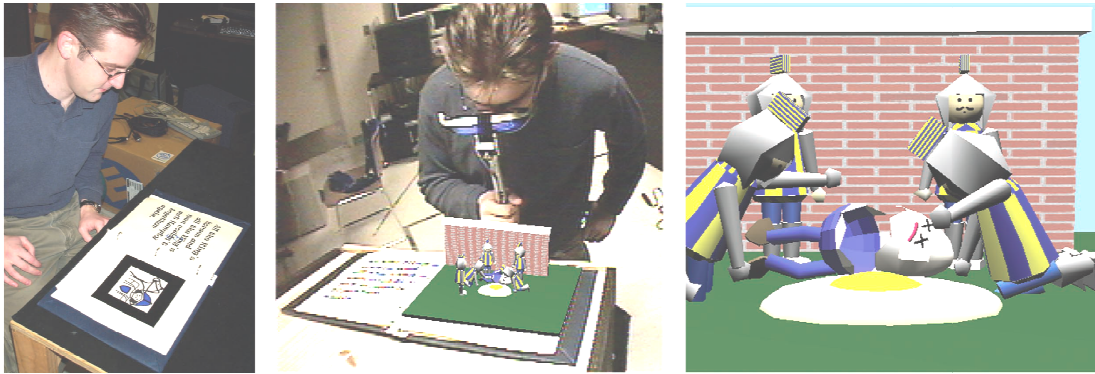
2. Media เป็นชั้นที่เกี่ยวข้องกับระบบภาพกราฟิก เสียง และมัลติมีเดีย ประกอบด้วยเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้แก่ Core Graphics framework เป็นแกนหลักในการทำงาน Core Animation สำหรับแสดงภาพเคลื่อนไหว OpenGL ES GLKit ทำหน้าที่แสดงภาพ (Render) ได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้คุณสมบัติความเร็วเร่งพิเศษของฮาร์ดแวร์ในอุปกรณ์

3 Core Services เป็นชั้นที่ทำหน้าที่ให้บริการหลายส่วน ได้แก่ ระบบเครือข่ายระดับซ็อกเก็ต (Network, Socket Connection) ระบบเก็บข้อมูล (Core Data) ฐานข้อมูล (SQLite) ไอคloud (iCloud) และ โครงสร้างข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ (Collection data, date, time, string และ bundles)

4. Core OS เป็นชั้นที่ทำงานระดับล่างสุด ใกล้ชิดกับฮาร์ดแวร์ที่สุด ประกอบด้วยระบบคำนวณทางดิจิทัล (Digital Signal Processing, DSP) การคำนวณทางกราฟิก (Image-processing calculation) ระบบสื่อสารแบบบลูทูธ ระบบเครือข่ายส่วนขยาย (Network Extension Framework) ระบบความมั่นคง (Security System) ระบบการเข้าถึงและควบคุมไฟล์ (File-system access)

## 2.2 อ็อกเมนเท็ดบุ๊ก (Augmented Books)

อ็อกเมนเท็ดบุ๊ก (Augmented Books) เริ่มต้นมาจาก MagicBook (Billinghurst, 2001) ที่ได้พัฒนาหนังสือความเป็นจริงเสริม โดยใช้อุปกรณ์คือ แว่นตาแบบ HHD (Handheld augmented reality display) คอมพิวเตอร์ และหนังสือที่เป็นเล่มจริง (Physical book) การใช้งานผู้อ่านจะต้องมองผ่านอุปกรณ์และจะเห็นจากต่าง ๆ ที่คอมพิวเตอร์สร้างขึ้นเสมือนอยู่บนหน้าหนังสือผ่านแว่นตา HHD



ภาพที่ 2-3 แสดงหนังสือ MagicBook Billingham (2001)

หลังจากนั้นนักวิจัยและนักการศึกษาได้มีแนวคิดพัฒนาอ็อกเมนเท็ดบুকขึ้น โดยการใช้เทคโนโลยีต่างๆใส่เพิ่มเข้าไป (Hornecker and Dunser, 2009) ได้แก่ Interactive Visualizations, Animations, 3D graphics หรือ AR (Augmented Reality) เป็นต้น โดยนักการศึกษาคาดว่าอ็อกเมนเท็ดบुकจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาที่ยาก ๆ ได้ดีกว่าหนังสือปกติ โดยผู้เรียนก็ยังคงสามารถเปิดหนังสือจริงได้ตามปกติ แต่จะมีภาพนิ่งและ/หรือมัลติมีเดียปรากฏขึ้นบนจอคอมพิวเตอร์หรือตัวช่วยอื่น ๆ ให้เห็นภาพหรือได้ยินเสียงในส่วนเนื้อหาที่เพิ่มเสริมเข้าไป

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (eBook) คือ หนังสือที่เก็บอยู่ในรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ เปิดอ่านโดยใช้อุปกรณ์ที่มีหน่วยประมวลผลและมีหน้าจอแสดงผล เช่น เครื่องอ่านอีบุ๊ก (eBook readers) คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์พกพาเช่น สมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต เป็นต้น (Birmingham, 2005)

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก (Gammon, 2012) ดังนี้

Flat eBooks เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบธรรมดาประกอบด้วยข้อความและภาพเช่นเดียวกับหนังสือปกติ ไม่มีภาพเคลื่อนไหวหรือเสียงประกอบ เช่น ไฟล์เอกสารชนิด PDF EPUB หรือหนังสือที่อ่านด้วยอุปกรณ์เครื่องอ่านโดยเฉพาะ ที่เรียกว่า PDF Readers (Amazon, Kindle)

Embedded media eBooks เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่เพิ่มมัลติมีเดียเข้าไปในเนื้อหา ได้แก่ ภาพเคลื่อนไหวหรือเสียงประกอบ โดยผู้ชมสามารถกดเปิดดูภาพเคลื่อนไหว หรือกดฟังเสียงได้ตามต้องการ ตัวอย่างเช่น วารสารที่เปิดบนแท็บเล็ต ไอแพด ฯลฯ

Interactive eBooks หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีระบบใช้งานแบบโต้ตอบปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน เช่น ผู้เรียนแตะที่ปุ่มหรือภาพการ์ตูนบนจอ ก็จะมีการโต้ตอบ หรือแตะที่ภาพแปลงผักเพื่อให้ระบบทำการปลูกผัก ฯลฯ

เทคโนโลยีเออาร์ (Augmented Reality) หรือ AR หมายถึงสภาพแวดล้อมที่ผสมผสานกันระหว่างโลกเสมือนและโลกแห่งความเป็นจริง (Hamilton, 2011) การทำงานคือกล้องจะจับภาพในโลก

แห่งความจริง แล้วนำไปประมวลผล จากนั้นก็จะสร้างภาพเสมือนทับกับภาพจริงที่จับได้ แล้วแสดงภาพผสม (Computer-generated Images) ออกทางหน้าจอแสดงผล

หนังสือเออาร์ (AR Book) สำหรับ Collaborative Learning (Rambli, 2012) มีแนวคิดการใช้โลกเสมือน (Virtual) และวัตถุจริง (Physical Object) เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมสำหรับการเรียนรู้ โดยหลักการการออกแบบประกอบด้วย

1. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสังคม (Social Interaction) โดยสมมุติปัญหาให้สมาชิกในกลุ่มร่วมมือกันทำการแก้ไข

2. การสื่อสาร (Communication) ให้สมาชิกสามารถสื่อสารกันเพื่อแก้ปัญหาให้ลุล่วง

3. การมีส่วนร่วม (Engagement) สมาชิกในกลุ่มทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลและความรู้ต่าง ๆ

ซึ่งสามส่วนนี้เป็นจุดหลักในการออกแบบสร้างการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaboration

Learning) ผ่านระบบ AR Book

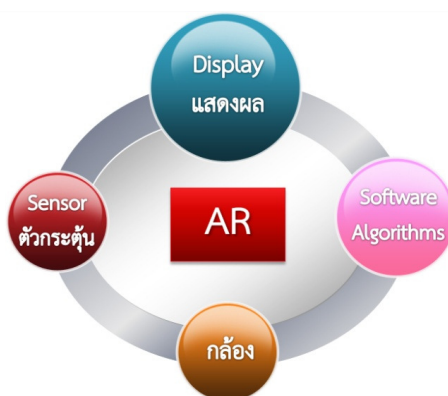
องค์ประกอบหลักเออาร์มีดังนี้

1. จอแสดงผล (Display) ทำหน้าที่แสดงภาพของโลกแห่งความจริงและโลกเสมือน

2. ซอฟต์แวร์และอัลกอริทึม (Software and Algorithms) ทำหน้าที่ประมวลผลเพื่อให้เกิดภาพจริงและภาพเสมือนบนจอแสดงผล

3. กล้อง (Camera) ทำหน้าที่จับภาพเพื่อป้อนเข้าสู่ซอฟต์แวร์เพื่อนำไปประมวลผลสร้างภาพกราฟิกให้ปรากฏขึ้น

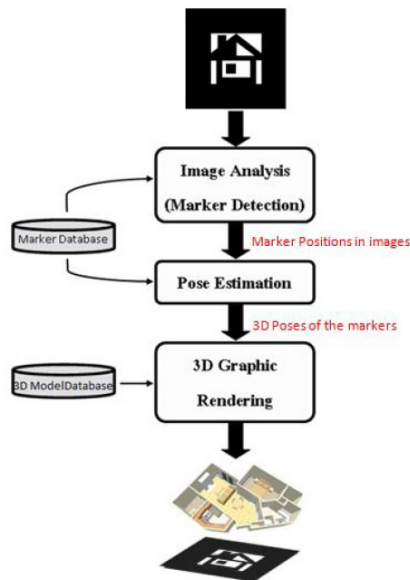
4. ตัวกระตุ้น (Sensor) ทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์หรือตัวกำหนดให้ซอฟต์แวร์ทำการสร้างภาพเสมือนทับบนภาพโลกแห่งความจริง โดยเซนเซอร์นี้จะเป็นภาพมาร์กเกอร์บาร์โค้ด รหัสแท่งสองมิติ (QR Code) หรือภาพถ่ายที่กำหนดเอาไว้โดยเฉพาะ หรือใช้ระบบเซนเซอร์ตำแหน่ง (Location-base Service) เช่น พิกัด GPS ก็ได้



ภาพที่ 2-4 องค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (กอบเกียรติ และ พัลลภ, 2557)

หลักการทํางานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมคือ กล้องจะจับภาพแล้วแสดงผลที่บนจอแสดงผล (Display) จากนั้นระบบซอฟต์แวร์จะทำการตรวจจับตัวกระตุ้น (Sensor) หากพบว่ามีตัวกระตุ้น ก็จะนำภาพเสมือนที่สร้างด้วยระบบคอมพิวเตอร์กราฟิก ออกสู่จอแสดงผล ทำให้ได้ภาพรวมของโลกแห่งความจริงและโลกเสมือน (Computer-generated Image หรือภาพกราฟิกที่คอมพิวเตอร์สร้างขึ้น)

นอกจากนี้ ยังมีการใช้ระบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สร้างสภาพแวดล้อมสำหรับการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เรียกว่า Collaborative Learning (Rampli, 2012) โดยมีแนวคิดการใช้โลกเสมือน (Virtual) และวัตถุจริง (Physical Object) เพื่อจำลองสถานการณ์และสร้างสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนทํางานร่วมกัน โดยหลักการออกแบบประกอบด้วย



ภาพที่ 2-5 แสดงการทํางานของระบบ (Hamilton, 2011)

QR Code (Quick Response) (Law, 2010) คือรหัสแท่งสองมิติ หรือบาร์โค้ดสองมิติ (Two-dimensional Bar Code หรือ 2D Bar Code) คิดค้นขึ้นโดยบริษัทสัญชาติญี่ปุ่น Denso-Wave ปัจจุบันรหัสแท่งสองมิตินิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก ลักษณะของรหัสแท่งดังกล่าวจะประกอบด้วยจุดสี่เหลี่ยมดำ (Black Modules) จัดเรียงในลักษณะตารางกริด (Grid) บนพื้นหลังสีขาว ประกอบด้วยข้อมูลและ Error-correction ซึ่งจุดเหล่านี้จะถูกอ่านด้วยเครื่องอ่าน (Reader) แล้วแปลกลับมาเป็นข้อมูลเพื่อใช้งานต่อไป

ข้อมูลที่เก็บในรหัสแท่งสองมิติอยู่ในรูปแบบอักษรจึงสามารถเก็บข้อมูลได้หลายชนิด ได้แก่ ตัวเลข (Numeric) ข้อความ (Alphanumeric) ข้อมูลไบนารี (Binary) และอักษรคันจิ (Kanji) ซึ่งทำ

ให้สามารถเก็บข้อมูลชนิดข้อความ (Text) ลิงค์หรือที่อยู่อาร์แอนด์แอลของเว็บไซต์ (URL link) ข้อมูลติดต่อสำหรับนามบัตรธุรกิจ (Business Card) ได้ ซึ่งโค้ดดังกล่าวนี้สามารถถอดรหัสอ่านได้อย่างรวดเร็วโดยใช้เครื่องอ่านรหัสแท่งสองมิติหรือใช้กล้องและแอปพลิเคชันในโทรศัพท์สมาร์ทโฟนและอุปกรณ์พกพาทั่วไป



ภาพที่ 2-6 ตัวอย่างรหัสแท่งสองมิติ (Denso, 1994)

ตารางที่ 2-1 แสดงความจุในการเก็บข้อมูลแต่ละชนิด

| Maximum character storage capacity (40-L)                               |                 |           |  |
|---|-----------------|-----------|--|
| <i>character refers to individual values of the input mode/datatype</i> |                 |           |  |
| Input mode  | max. characters | bits/char | possible characters, default encoding                      |
| <b>Numeric only</b>   | 7,089           | 3½        | 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9                               |
| <b>Alphanumeric</b>   | 4,296           | 5½        | 0–9, A–Z (upper-case only), space, \$, %, *, +, -, ., /, : |
| <b>Binary/byte</b>  | 2,953           | 8         | ISO 8859-1   |
| <b>Kanji/kana</b>   | 1,817           | 13        | Shift JIS X 0208   |

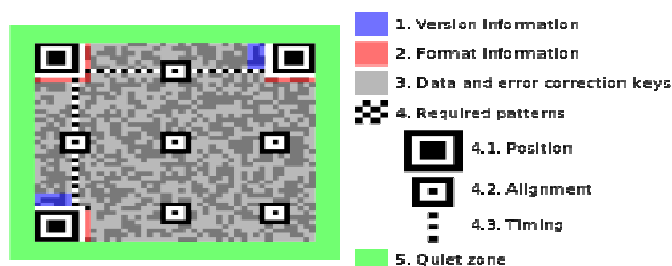
ที่มา: Denso (1994)

Input mode คือชนิดข้อมูลที่เก็บในรหัสแท่งสองมิติ

max. characters คือขนาดสูงสุดของข้อมูลที่เก็บได้ หน่วยเป็นจำนวนอักขระ

bit/char คือ ความเร็วสูงสุดในการอ่านข้อมูลจากรหัสแท่งสองมิติ

possible characters, default encoding คือชนิดของข้อมูลที่จัดเก็บและการเข้ารหัส (ตามลำดับ)



ภาพที่ 2-7 โครงสร้างรหัสแท่งสองมิติ (Denso, 1994)

จุดตำแหน่ง 4.1 Position ใช้สำหรับตรวจสอบว่ารหัสแท่งสองมิติมีขนาดสัดส่วนถูกต้องเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือไม่ และใช้สำหรับวัดมุมในการอ่านข้อมูล ซึ่งเส้นประ Timing เป็นจุดที่ทำการเชื่อมต่อ Position ทั้ง 3 จุดเข้าด้วยกัน เพื่อวัดระยะห่างของจุด Position แต่ละตำแหน่ง สำหรับ 4.2 Alignment ใช้สำหรับตรวจสอบแนวการวางตัวของข้อมูลโดยตรวจสอบว่าแนวการวางจุดข้อมูลมีการเอียงบิดเบี้ยวผิดไปหรือไม่ หากมีการบิดเบี้ยวหรือเอียงผิดปกติ ก็จะทำการแก้ไขโดยใช้ระบบแก้ไขข้อผิดพลาด และสำหรับ Quiet zone เป็นพื้นที่ว่างโดยรอบ ซึ่งสามารถใช้สีขาวหรือสีทึบก็ได้ เพื่อให้เครื่องอ่านตรวจหาจุด Position ได้ถูกต้อง (Drobnik, 2011)

ระดับการแก้ไขข้อผิดพลาดในรหัสแท่งสองมิติ (Error Correction)

การใช้งานรหัสแท่งสองมิติจะต้องมีการพิมพ์และใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ถอดรหัส เช่น เครื่องยิงบาร์โค้ด หรือกล้องของอุปกรณ์พกพาถ่ายรูปแล้วใช้โปรแกรมถอดรหัส ดังนั้น ในทางปฏิบัติรหัสแท่งสองมิติที่ถูกสร้างและพิมพ์ขึ้นมาอาจมีรอยเปื้อนหรือจางลง หรือมีความผิดพลาดจากขั้นตอนกระบวนการพิมพ์และขั้นตอนกระบวนการถ่ายภาพถอดรหัสอ่านข้อมูลกลับก็อาจมีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ ซึ่งส่งผลทำให้การอ่านรหัสแท่งสองมิติเกิดความผิดพลาด ทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้น ระบบรหัสแท่งสองมิติ จึงมีการแก้ไขความผิดพลาดเพื่อป้องกันปัญหาข้อผิดพลาดดังกล่าว (Drobnik, 2011)

ข้อมูลที่ถูกเก็บในรหัสแท่งสองมิตินั้นจะเป็นการเก็บเป็นบล็อก (Block) โดยในแต่ละบล็อกก็จะมี การเชื่อมโยงต่อกันของข้อมูล ซึ่งถ้าหากรหัสแท่งสองมิติได้รับความเสียหายไปบางส่วน กระบวนการ Error Correction ก็ยังสามารถกู้คืนข้อมูลกลับคืนมาได้อย่างถูกต้องในระดับหนึ่ง

ระดับความสามารถในการแก้ไขความผิดพลาด มีผลต่อปริมาณความจุข้อมูลที่เก็บในรหัสแท่งสองมิติ หมายถึงหากให้รหัสแท่งสองมิติ มีความสามารถแก้ไขความผิดพลาดได้สูง ปริมาณการเก็บข้อมูลก็จะสามารถเก็บข้อมูลได้น้อยลง ซึ่งมีข้อดีคือรหัสแท่งสองมิติก็จะมี ความแม่นยำและทนทานสูง ถึงแม้รหัสแท่งสองมิติ มีรอย หรือได้รับความเสียหายบ้าง ระบบก็ยังสามารถอ่านข้อมูลได้ถูกต้อง

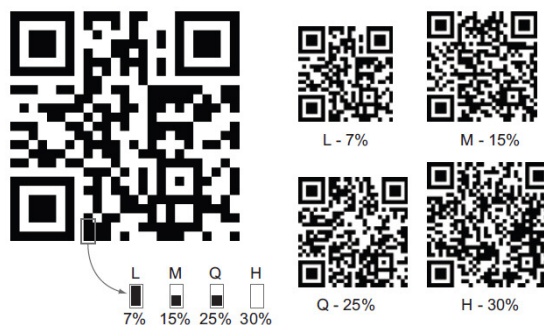
ระดับการแก้ไขข้อผิดพลาดแบ่งออกเป็น 4 ระดับดังนี้

ระดับ L สามารถกู้คืนข้อมูลให้กลับมาสมบูรณ์ได้ 7%

ระดับ M สามารถกู้คืนข้อมูลให้กลับมาสมบูรณ์ได้ 15%

ระดับ Q สามารถกู้คืนข้อมูลให้กลับมาสมบูรณ์ได้ 25%

ระดับ H สามารถกู้คืนข้อมูลให้กลับมาสมบูรณ์ได้ 30%



ภาพที่ 2-8 แสดงระดับการแก้ไขข้อผิดพลาด (Drobnik, 2011)

ระดับ L มีความสามารถในการแก้ไขความผิดพลาดต่ำสุด แต่จะสามารถเก็บข้อมูลได้มาก ส่วนระดับ H มีความสามารถในการแก้ไขความผิดพลาดสูง ดังนั้นจะเสียพื้นที่ส่วนหนึ่งไปใช้กับการแก้ไขความผิดพลาดดังกล่าว ทำให้การเก็บข้อมูลจริง ๆ เหลือน้อยกว่ารหัสแบ่งสองมิติระดับ L

วงจรการพัฒนาระบบ หรือที่เรียกย่อ ๆ ว่า SDLC (Sommerville, 2007) เป็นวิธีการที่นักวิเคราะห์ระบบใช้ในการพัฒนาระบบงาน เพื่อที่จะใช้เรียงลำดับเหตุการณ์หรือกิจกรรม ที่จะต้องกระทำก่อนหรือกระทำในภายหลัง เพื่อที่จะช่วยให้การพัฒนาระบบงานทำได้ง่ายขึ้นซึ่งนักวิเคราะห์ระบบจะต้องทำความเข้าใจให้ชัดเจนถูกต้อง ว่าในแต่ละขั้นตอนนั้นจะต้องทำอะไร ทำอย่างไร เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ โดยทั่วไปวงจรการพัฒนาระบบจะมีการทำงานเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนจะประกอบด้วยรายละเอียดของการทำงานหลายอย่างรวมทั้งกำหนดเป้าหมายของการทำงานของแต่ละขั้นตอนและจะต้องแสดงความก้าวหน้าของโครงการที่ได้กระทำในแต่ละขั้นตอนด้วย โดยจะต้องมีการทำรายงานเพื่อแสดงผลการทำงานในแต่ละขั้นตอนเพื่อเสนอให้ผู้บริหารพิจารณาตัดสินใจว่า จะดำเนินการในขั้นตอนต่อไปของการพัฒนาระบบ หรือเปลี่ยนทิศทางของการทำโครงการนั้นหรือไม่ หรือหากขั้นตอนการพัฒนาระบบในขั้นตอนใดยังไม่ชัดเจนเพียงพอที่จะทำให้ผู้บริหารตัดสินใจได้ ก็อาจจะต้องให้นักวิเคราะห์ระบบกลับไปศึกษารายละเอียดของการทำงานในขั้นตอนก่อนหน้านั้นอีก จนกว่าผู้บริหารจะสามารถตัดสินใจได้ วงจรการพัฒนาระบบจะแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การกำหนดปัญหาและการศึกษาความเป็นไปได้
2. การวิเคราะห์ระบบ
3. การออกแบบระบบ
4. การสร้างระบบ
5. การติดตั้งระบบ
6. การประเมินและการบำรุงรักษาระบบ

### 2.3 การเรียนการสอนแบบตกผลึกทางปัญญา

การเรียนการสอนแบบตกผลึกทางปัญญา (Crystal-based Instruction) (ไพฑูริย์, 2555) เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มุ่งเน้นส่งเสริมพัฒนาให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ความรู้ความคิดด้วยตนเอง ด้วยการรวบรวม ทำความเข้าใจ สรุปล วิเคราะห์ และสังเคราะห์จาก การศึกษาด้วยตนเองแล้วสร้างผลงานขึ้นมาเป็นงานเขียน การสร้างผลงานที่จะสะท้อนการตกผลึกทางปัญญาได้ดีที่สุดคือการเขียนสะท้อนความคิดของตัวผู้เรียนออกมา เพราะการเขียนหรือผลงาน ซึ่งแก้ไขได้จะเป็นเครื่องมือสื่อความคิด สื่อประสบการณ์ และอารมณ์ความรู้สึกของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ผู้สอนมีบทบาทในการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและมองในทางที่กว้างขึ้น การเรียนการสอน โดยการสร้างผลงานจะได้ผลสมบูรณ์ หากผู้สอนและผู้เรียนได้วิเคราะห์ผลงานร่วมกัน

การดำเนินการสอนในรูปแบบนี้ควรเริ่มจากการทำความเข้าใจกับผู้เรียนให้เข้าใจ วัตถุประสงค์ของการสอนในแนวนี้อีกก่อนว่ามีจุดมุ่งหมายอย่างไร ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกอย่างไรและจะมีประโยชน์ต่อผู้เรียนในลักษณะใดบ้าง เสร็จแล้วจึงให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาตามขั้นตอน

การดำเนินการเรียนการสอนมีขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน คือ

#### 1. ขั้นการพัฒนางาน

เป็นขั้นเริ่มต้นที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้ ทำการวิเคราะห์และเขียนข้อค้นพบ ข้อสรุปออกมาเป็นผลงานของตนเองเพื่อนำไปสู่ขั้นตอนต่อไป โดยผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้และกำหนดประเด็นปัญหาตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ซึ่งแจ้งเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนและกิจกรรม รายละเอียดเกี่ยวกับการทดสอบย่อยและการประเมินผล จากนั้นผู้เรียนศึกษาข้อมูลเนื้อหา ทำการวิเคราะห์ในแง่มุมต่าง ๆ เช่น องค์ประกอบ ความสำคัญ ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและหลักการทำงาน แล้วเขียนสิ่งที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ เป็นรายบุคคล ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะต้องเขียนข้อค้นพบ ข้อสรุป โดยแยกเป็นประเด็นต่าง ๆ ผลงานที่ได้ในขั้นตอนนี้ ก็จะเป็นผลงานที่ตกผลึกขั้นแรกของผู้เรียนเอง

#### 2. ขั้นการทดสอบ

เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มย่อย โดยสมาชิกในกลุ่มนำเสนอผลงานข้อค้นพบ ข้อสรุปของตนเองแล้วให้สมาชิกวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจนได้ผลงานวิเคราะห์ของกลุ่ม โดยผู้เรียนจัดกลุ่มย่อย 3-5 คน เพื่อจับกลุ่มวิเคราะห์ วิจัยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ผู้เรียนแต่ละคนนำเสนอในกลุ่มให้สมาชิกในกลุ่มวิเคราะห์ วิจัย เสนอแนะแลกเปลี่ยนสะท้อนความคิดเห็นถกปัญหาประเมินคุณค่าและหาข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่ม ซึ่งในขั้นตอนนี้อาจมีการถกปัญหาหรือมีข้อโต้แย้งภายในกลุ่มเกิดขึ้น เนื่องจากรายละเอียดที่ได้การวิเคราะห์รายบุคคลใน

ขั้นตอนที่ผ่านมานี้อาจแตกต่างกัน ซึ่งก็จะเกิดผลดี ทำให้เกิดการคิดวิเคราะห์และถกเถียงละเอียดกันมากขึ้น โดยสมาชิกในกลุ่มอาจจะต้องทบทวนเนื้อหาซ้ำเพื่อยืนยันความถูกต้อง จากนั้นเขียนสิ่งที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์หาข้อสรุปกับสมาชิกภายในกลุ่มหลังจากที่แลกเปลี่ยนสะท้อนความคิดเห็นกันได้ข้อสรุปแล้ว ในขั้นตอนนี้สมาชิกกลุ่มจะต้องร่วมกันเขียนข้อค้นพบ ข้อสรุป โดยแยกเป็นประเด็นต่าง ๆ ซึ่งการเขียนนี้ก็ถือเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการสื่อสารรวมทั้งการสะท้อนความคิดเช่นเดียวกับขั้นตอนแรก งานเขียนนี้อาจประกอบด้วยความเรียง ใตอะแกรม ผังการทำงานหรืองานเขียนอื่น ๆ เพื่อความชัดเจนสำหรับการนำเสนอหรือสะท้อนความคิดของกลุ่มให้กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนได้รับฟังและวิเคราะห์วิจารณ์ในขั้นตอนต่อไป ผลงานที่ได้ในขั้นตอนนี้ ก็จะเป็นผลงานการวิเคราะห์ที่ตกผลึกของกลุ่ม เสร็จแล้วนำเสนอผลการศึกษาและการวิเคราะห์หาข้อสรุปของกลุ่มให้กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนและผู้สอน เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้น ได้วิเคราะห์และวิจารณ์สะท้อนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

### 3. ขั้นการปรับแก้

เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนทำการปรับแก้ใงานให้มีความถูกต้องมากขึ้น หลังจากที่ได้นำเสนอและรับฟังการวิเคราะห์วิจารณ์จากสมาชิกร่วมชั้นเรียนและผู้สอน ซึ่งผู้เรียนจะทำการร่วมกันสรุปในประเด็นต่าง ๆ โดยผู้สอนทำการชี้แนะหรือตั้งคำถามหรือแ่งคิด ในประเด็นต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันทำการสรุป โดยในขั้นตอนนี้ผู้สอนก็จะร่วมวิเคราะห์วิจารณ์แสดงความคิดเห็น ชี้แนะ และชี้ให้เห็นประเด็นหรือข้อบกพร่อง เพื่อให้สมาชิกกลุ่มนำกลับไปปรับปรุงแก้ไข จากนั้นสมาชิกในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขงานของกลุ่มอีกครั้งตามที่ผู้สอนได้ชี้แนะหรือชี้ประเด็นให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์และแก้ไขปรับปรุง

### 4. ขั้นการตกผลึก

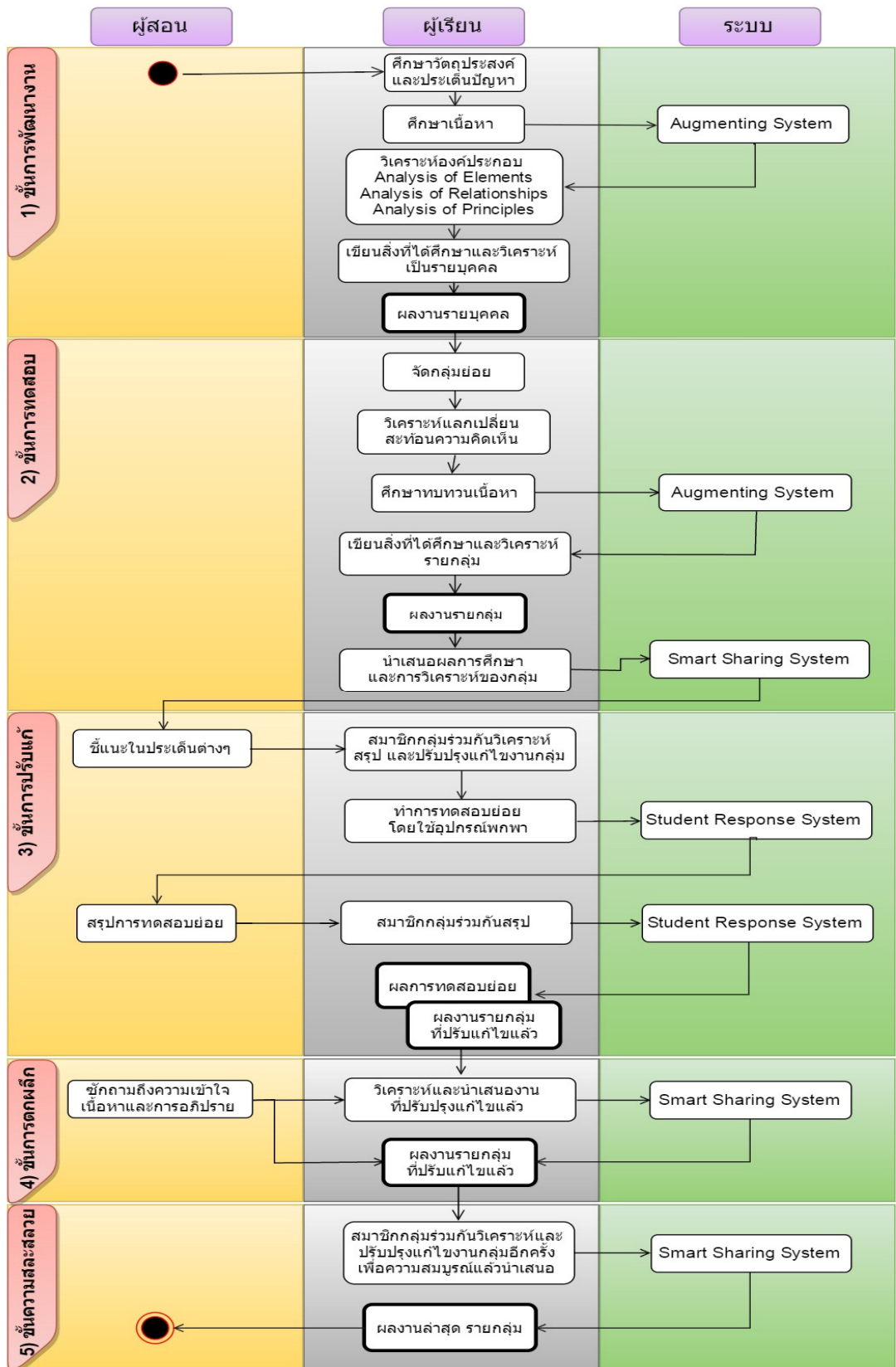
เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ข้อค้นพบและเข้าใจเนื้อหาเป็นอย่างดี สามารถเขียนผลงานสะท้อนความคิดที่ตกผลึกเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนทำการวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขงานของกลุ่ม นำเสนองานที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ผู้สอนซักถามถึงความเข้าใจเนื้อหาที่เขียนและอภิปรายที่สะท้อนการตกผลึกของผู้เรียน

### 5. ขั้นความสะอาดสวย

ผู้เรียนร่วมกันปรับปรุงแก้ไขผลงานอีกครั้ง หลังจากที่ได้นำเสนออภิปรายและได้รับคำแนะนำจากผู้สอนเพื่อให้ได้ความถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด โดยกิจกรรมขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้เวลาปรับปรุงแก้ไขผลงานให้สะอาดสวย ดังนั้นจึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถปรึกษาหารือและทำงานนอกเวลาเรียนได้

## 2.4 การปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญา

การปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญา (ไพทอร์ย์, 2555) คือการสื่อสารโต้ตอบระหว่างผู้สอน ผู้เรียนและกับระบบสำหรับการเรียนการสอนแบบตกลูกทางปัญญาซึ่งเป็นรูปแบบที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สามารถนำมาใช้กับการเรียนการสอนในระดับปริญญาหรือขั้นพื้นฐานได้โดยปรับให้เหมาะกับสภาพแวดล้อมและวัยของผู้เรียนเป็นสำคัญ ขั้นตอนการปฏิสัมพันธ์ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนแบบตกลูกทางปัญญา ประกอบด้วย 1) ขั้นตอนพัฒนางานสำหรับการเรียนรู้และการเขียนสรุปเป็นรายบุคคล 2) ขั้นตอนทดสอบสำหรับการวิเคราะห์แลกเปลี่ยนสะท้อนความคิดเห็นรายกลุ่มและนำเสนอ 3) ขั้นตอนปรับแก้สำหรับการสรุปและปรับปรุงแก้ไขงานกลุ่ม 4) ขั้นตอนตกลูกสำหรับการวิเคราะห์และนำเสนองานที่ตกลูกปรับปรุงแก้ไขแล้ว และ 5) ขั้นตอนความสะดวกสบายสำหรับการปรับปรุงและนำเสนอผลงานที่ปรับปรุงสมบูรณ์ของกลุ่ม ดังภาพที่ 2-9



ภาพที่ 2-9 การปฏิสัมพันธ์แบบตักตักทางปัญญา

## 2.5 ระบบจัดการเรียนรู้

ระบบจัดการเรียนรู้ (Learning Management System) (ปรัชญนันท์, 2554) คือระบบสารสนเทศสำหรับจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยเครื่องมืออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้สอน ผู้เรียน และผู้ดูแลระบบ โดยที่ผู้สอนนำเนื้อหาและสื่อการสอนเข้าสู่ระบบตามรายวิชา ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหา กิจกรรมต่าง ๆ ได้โดยใช้คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์พกพา มีการเก็บบันทึกข้อมูล กิจกรรมการเรียนรู้ ของผู้เรียนไว้บนระบบเพื่อผู้สอนสามารถนำไปวิเคราะห์ ติดตามและประเมินผลการเรียนการสอน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้อดีของการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ในการศึกษาคือ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ และทบทวนเนื้อหาได้อย่างเต็มที่ ผู้สอนสามารถนำไฟล์ข้อมูลเนื้อหาต่าง ๆ เข้าไปเก็บไว้ในระบบ ได้ง่ายและสามารถปรับปรุงเพิ่มเติมเนื้อหาตามความเหมาะสมภายหลังได้ การควบคุมการนำเสนอ บทเรียน แบบฝึกหัดและแบบทดสอบก็สามารถทำได้สะดวก

ผู้ใช้งานระบบจัดการเรียนรู้ (Stakeholders) แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้ (Seyitoullari and Katrancioglu, 2013)

1. ผู้ดูแลระบบ (Administrator) ทำหน้าที่ติดตั้งระบบจัดการเรียนรู้ การตั้งค่าและกำหนดค่า เริ่มต้นของระบบให้เหมาะสมกับองค์กรหรือหน่วยงาน การตั้งค่ากำหนดสิทธิ์ให้กับผู้สอน การสำรองฐานข้อมูลระบบ การดูแลความมั่นคงของระบบและการปรับปรุงระบบให้อัปเดต ทันสมัยกับระบบปฏิบัติการที่เปลี่ยนไป

2. ผู้สอน (Instructor/Teacher) ทำหน้าที่เพิ่มเนื้อหาบทเรียนต่าง ๆ เข้าระบบ เช่น ข้อมูล รายวิชา วัตถุประสงค์ ใบเนื้อหา ใบงาน เอกสารประกอบการสอน แบบฝึกหัด ข้อสอบประเมินผล การตรวจประเมินให้คะแนน ตรวจสอบกิจกรรมผู้เรียน ตอบคำถามผู้เรียน

3. ผู้เรียน (Student/Guest) คือนักเรียน นักศึกษา ที่สมัครลงทะเบียนเข้าเรียนร่วมกิจกรรม ศึกษาเนื้อหาและทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ และทำงานตามที่ได้รับมอบหมายจากผู้สอน

องค์ประกอบพื้นฐานของระบบจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ส่วนดังนี้ (Hemabala and Suresh, 2014)

1. การจัดการหลักสูตรรายวิชา สำหรับผู้สอนทำการเพิ่มรายวิชาที่รับผิดชอบ
2. การจัดการเนื้อหา สำหรับใส่เนื้อหาตามบทเรียนนั้น ๆ
3. การทดสอบและประเมินผล
4. การรายงานผล
5. การสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เช่น สนทนาถามตอบ

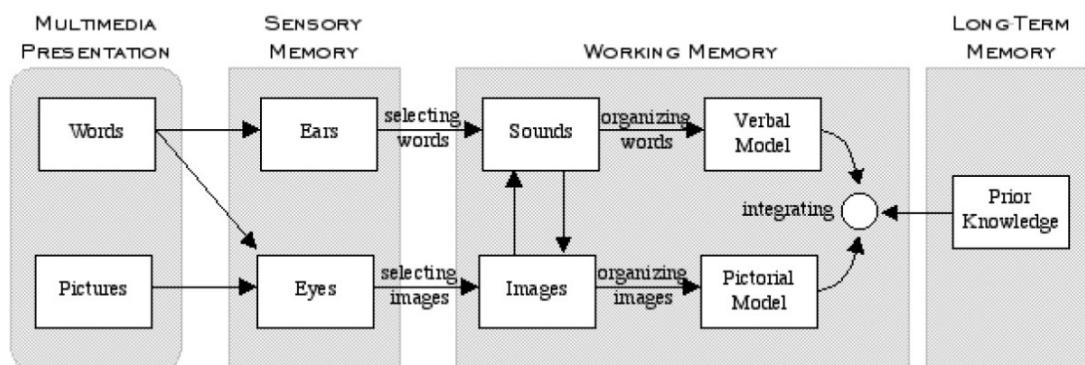
## 2.6 การเรียนจากมัลติมีเดีย

Mayer (2001) ได้นำเสนอทฤษฎีการเรียนรู้จากมัลติมีเดีย (Multimedia Learning) โดยอิงจากสมมุติฐานที่ผู้เรียนสามารถแยกกระบวนการรับรู้จากภาพและเสียง (Dual-channel Assumption) โดยแต่ละส่วน (Channel) จะมีขีดจำกัดในการรับรู้ปริมาณของสื่อในช่วงเวลาขณะหนึ่ง (Limited-capacity Assumption) และการเรียนรู้เข้าใจความหมายจะเกี่ยวกับการประมวลผลความรู้ระหว่างภาพและเสียงที่ได้รับเข้ามา (Active-processing Assumption)

จากทฤษฎีดังกล่าว Mayer และคณะ (2001) ได้ทดสอบเกี่ยวกับภาระการรับรู้ Cognitive Overload ที่เกินความสามารถในตัวผู้เรียน แล้วได้ข้อสรุปเสนอ เกี่ยวกับการออกแบบสื่อ (Multimedia Instruction) เพื่อลดภาระ Cognitive Overload ที่ Sweller และคณะ (1998) ได้กล่าวไว้ ได้แก่ Split-attention Effect, High-intrinsic Load, Extraneous Load, และ Redundancy Effect

การเรียนรู้จากมัลติมีเดียประกอบด้วย

Word หมายถึงข้อความ คำอธิบายหรือคำพูด ส่วน Pictures หมายถึงภาพ ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว โดยจากภาพที่ 2-10 แสดงให้เห็นว่าเมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้จากสื่อมัลติมีเดีย ส่วนที่เป็นข้อความและคำพูดก็จะเข้าสู่ประสาทตาและประสาทหู ส่วนภาพก็จะเข้าสู่ประสาทตาอย่างเดียว จากนั้นก็จะเข้าสู่หน่วยความจำทำงาน (Working Memory) ซึ่งในส่วนนี้เอง จะมีการเชื่อมโยงกับหน่วยความจำระยะยาว (Long-term memory) เพื่อความรู้เดิมออกมา ทำให้เกิดการรับรู้สิ่งใหม่โดยโยงกับประสบการณ์หรือความรู้เดิม (Prior Knowledge)



ภาพที่ 2-10 การเรียนรู้จากมัลติมีเดีย (Mayer, 2001)

เพื่อลดภาระการรับรู้ Cognitive Overload ที่เกินความสามารถในตัวผู้เรียน Sweller และคณะ (1998) กล่าวว่า การออกแบบสื่อ (Multimedia Instruction) เพื่อลดภาระ Cognitive Overload ที่ได้

กล่าวไว้ควรคำนึงถึง Split-attention Effect, High-intrinsic load Extraneous Load และ Redundancy Effect โดย Mayer และคณะ (2001)

กระบวนการรับรู้เกิดจากหน่วยความจำของประสาทรับรู้ (Sensory Memory) ด้านการมองเห็นและเสียง ได้รับสิ่งเร้าเข้ามา โดยสิ่งเร้าด้านเสียงจะเข้าไปในประสาทส่วน Auditory Section ส่วนด้านการมองเห็นจะเข้าไปในประสาทส่วนที่เป็น Visual Section จากนั้นข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งไปที่หน่วยความจำทำงาน (Working Memory) ซึ่งหน่วยความจำส่วนนี้เป็นส่วนที่ทำให้มนุษย์สามารถคิดแยกแยะ สร้างสรรและคิดเป็นเหตุเป็นผล โดยจะประสานทำงานร่วมกับหน่วยความจำระยะยาว (Long-term Memory) เพื่อดึงเอาความรู้เดิมออกมาสร้างให้เกิดเป็นความรู้ใหม่ การเรียนรู้อีกนัยหนึ่งก็คือการเข้ารหัส (Encode) ข้อมูลแล้วเก็บไว้ในหน่วยความจำระยะยาวอย่างเป็นระบบระเบียบ สามารถเรียกกลับมาใช้ได้ (Recall) Sweller และคณะ (1998)

ทักษะสำหรับการเรียนการสอนผู้เรียนกลุ่มวิทยาการคอมพิวเตอร์ (CS หรือ Computer programming) แยกออกเป็น 2 ลักษณะคือ Recurrent Skills และ Non-recurrent Skills (Shaffer Doube and Tuovinen, 2003)

1. Recurrent จะเป็นการเรียนรู้และแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างอยู่ในกรอบที่ไม่กว้างมาก เช่น การเรียนคำสั่งภาษาคอมพิวเตอร์
2. Non-recurrent จะเป็นลักษณะที่กว้างกว่าแบบแรก การแก้ปัญหาแต่ละกรณีจะแตกต่างกันออกไป กลยุทธ์ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนสาขานี้ ควรใช้วิธีนำเสนอแบบแบ่งส่วน ยกตัวอย่างประกอบให้มากและให้ทำแบบฝึกหัดแก้ปัญหาบ่อย ๆ

การนำมัลติมีเดียเข้ามาช่วยเป็นสื่อการเรียนการสอน ได้แก่ วิดีโอ ภาพเคลื่อนไหว (Animations) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดีและสูงกว่าการนำเสนอด้วยภาพนิ่ง (Static pictures) (Arguel and Jamet, 2009)

Animation (Arguel and Jamet, 2009) หมายถึงการนำเสนอหรือฉายชุดกลุ่มเฟรมภาพที่มีพัฒนาการเปลี่ยนแปลง อย่างต่อเนื่อง (series of frames) เช่น ภาพการ์ตูน หรือวิดีโอคลิปที่ได้จากกล้อง ฯลฯ ซึ่งผู้เรียนสามารถทำการเชื่อมโยงสิ่งที่ต่อเนื่องกันได้เป็นอย่างดี (Relevant Internal Representation) และภาพเคลื่อนไหวสามารถให้ข้อมูลเนื้อหาต่อเนื่องได้ดีกว่ากลุ่มภาพนิ่งหลาย ๆ ภาพ (Static Pictures) อย่างไรก็ตามสิ่งหนึ่งที่ทำให้ประสิทธิภาพของการใช้มัลติมีเดียในการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพต่ำลงคือปรากฏการณ์ที่เรียกว่า Transient Nature ซึ่งหมายถึงความสามารถในการที่ผู้เรียนสามารถเก็บข้อมูลเฟรมหรือความรู้ก่อนหน้าหรือที่ผ่าน ๆ มา เอาไว้ในความจำทำงาน (Working Memory) ก่อนที่จะหายไป ทั้งนี้เพื่อเก็บข้อมูลดังกล่าวไว้เป็นฐานความรู้ในเฟรมถัด ๆ ไป ซึ่งผู้เรียนส่วนใหญ่จะสามารถเก็บข้อมูลดังกล่าวไว้ได้เพียงช่วงสั้น ๆ เท่านั้น และ

เนื่องจากมัลติมีเดีย วิดีโอ Animations จะนำเสนอเฟรมอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้ผู้เรียนอาจไม่สามารถจำข้อมูลสำคัญ ๆ ก่อนหน้าเอาไว้ได้

วิธีการที่จะช่วยแก้ปัญหาเรื่อง Transient Nature of Animation (Arguel and Jamet, 2009) มี 2 วิธีคือ

1. ออกแบบมัลติมีเดียหรือภาพเคลื่อนไหวให้แสดงภาพที่เป็นคีย์สำคัญเอาไว้ในช่วงเฟรมถัด ๆ ไป ซึ่งวิธีนี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเก็บข้อมูลได้โดยการดูเพื่อเกิดการทบทวนได้เมื่อต้องการ

2. ออกแบบให้ผู้เรียนสามารถควบคุมเล่น-หยุด-เดินหน้า-ถอยหลังมัลติมีเดียได้ เรียกว่าเป็นหลักการใช้ Interactivity Principle พื้นฐาน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับตัวเองได้เป็นอย่างดี (Pace of Learning) โดยสามารถทำการทบทวนข้อมูลเนื้อหาก่อนหน้าได้เมื่อหลีกเลี่ยงการสูญหายของข้อมูล (Missing Information)

การเรียนรู้จากมัลติมีเดีย (Multimedia Learning) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยปัจจุบันนี้ถือได้ว่าผู้เรียนอยู่ในยุคดิจิทัลและถือเป็นสัญชาติ Digital Natives สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ง่ายกว่าเมื่อก่อน

กระบวนการรับรู้ของมนุษย์นั้นจัดได้ว่าเป็นแบบหลายขั้น (Multi-step Process) ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การรับรู้ (Perception) การระวางตั้งใจ (Attention) การเลือก (Selection) การจัดการและการรวมข้อมูล (Organization and Integration of Information) (Sweller, 2008) โดยจุดศูนย์กลางของกระบวนการดังกล่าวคือ Long Term Memory (LTM) หรือหน่วยความจำระยะยาว โดยในหน่วยนี้มนุษย์เรามีการจัดหมวดหมู่กลุ่มเรียกว่า Chunks ของข้อมูลเอาไว้เพื่อให้สามารถดึงข้อมูลออกมาได้ เรียกว่า Schema โดยก่อนที่ข้อมูลจะเข้าสู่ LTM นั้น จะถูกประมวลผลอยู่ที่หน่วยความจำ Working Memory เสียก่อน ซึ่งหน่วยความจำนี้จะมีความจำจำกัด จะรับข้อมูลได้ไม่มากนัก โดยทั่วไปจะอยู่ได้เพียง 20 วินาทีโดยเฉลี่ยและการนำเสนอข้อมูลให้ผู้เรียนในลักษณะ Multimedia Learning คือมีทั้ง Visual และ Auditory Channels คือภาพและเสียง ก็จะทำให้ Working Memory สามารถทำงานได้มากขึ้น เรียกว่า Multiple Channels

หลักการของ Multimedia Learning คือ Information Processing Model โดยให้มีการนำเสนอทั้งภาพและเสียงพร้อม ๆ กัน ซึ่ง เสียง ภาพ จะถูกแยกเข้าสู่ Verbal Model และ Pictorial Model ใน Working Memory ตามลำดับ โดยหลักการต่าง ๆ ที่สำหรับสื่อที่มัลติมีเดีย (SEG, 2008)

1. ข้อความและภาพประกอบกัน จะทำให้ผู้เรียนรับรู้และเข้าใจได้ดีกว่าภาพหรือข้อความเพียงอย่างเดียว เนื่องจากสมองมีการประมวลผลแบบ 2 ช่องทางใน Working Memory

2. ภาพเคลื่อนไหว (Video) ที่มีเสียงบรรยาย (Narration) จะมีประสิทธิภาพดีกว่าภาพเคลื่อนไหวที่มีเพียงข้อความเท่านั้น (Video and Text) เนื่องจาก Narration จะใช้ช่องทางการ

รับรู้ (Channel) ช่องเดียวกันกับ Text (Baddeley, 1992) ดังนั้นภาพเคลื่อนไหวที่มีข้อความมาก ๆ จะทำให้ประสิทธิภาพน้อยกว่าแบบเสียงบรรยาย อย่างไรก็ตาม มีข้อพึงระวังคือ การออกแบบเนื้อหา ภาพเคลื่อนไหวและเสียงบรรยายจะต้องให้สมดุลกันจึงจะได้ประสิทธิภาพที่สมบูรณ์

3. สื่อที่หลีกเลี่ยงการแยกความสนใจ (Split Attention) จะมีประสิทธิภาพมากกว่า เนื่องจากการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกัน แต่นำเสนอในแต่ละหน้าจะทำให้สมองทำงานมากกว่าปกติ ในการที่จะคงรักษาข้อมูลเพื่อใช้ในเนื้อหาข้อมูลส่วนถัดไป

4. การออกแบบให้มีส่วนที่ไม่เกี่ยวข้อง (Extraneous and Redundant Information) น้อยที่สุด เนื่องจากสมองจะมีการประมวลผลที่จำกัด (Processing Resources)

ผู้เรียนที่สามารถควบคุมมัลติมีเดียได้ (Control Pace of the Presentation) จะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่า

หลักการออกแบบสื่อสำหรับผู้เรียนวัยที่เป็นผู้ใหญ่ (Adults) โดยหลักการประกอบด้วย การจัดการและการสร้างความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง (Build Knowledge Structures) เรียกว่า Active Learning ซึ่งโครงสร้างหลักของการสร้างความรู้ประกอบด้วย (Karalis and Vorvilas, 2011)

1. กระบวนการ (Processes) ซึ่งเป็นการอธิบายเหตุการณ์ ขั้นตอน เหตุและผล เช่น การทำงานของหัวใจมนุษย์ โดยลักษณะนี้ สามารถใช้สื่อรูปแบบผังโพลซาร์ท (Flow Charts) ภาพแสดงลำดับ ฯลฯ

2. การเปรียบเทียบ (Comparisons) คือการเปรียบเทียบรายละเอียด องค์ประกอบต่าง ๆ สามารถใช้สื่อรูปแบบ ตารางหรือเมทริกซ์ (Matrices) ได้

3. หลักการทั่วไป (Generalizations) คือหลักการหรือความรู้โดยทั่วไป นำเสนอเนื้อหาความรู้หลักและเนื้อหาย่อย (Main Idea and Subordinate Details) สามารถใช้สื่อรูปแบบ แผนผังต้นไม้ (Tree) และแผนผังแนวความคิด (Concept Maps)

4. รายการต่าง ๆ ขององค์ประกอบ (Enumerations) หรือหัวข้อต่าง ๆ สามารถแสดงในรูปแบบรายการหรือซาร์ท (Lists and Charts)

5. การจำแนก (Classifications) คือรายการจำแนกแสดงโครงสร้างองค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อย สามารถแสดงในรูปแบบแผนผังรายการ (Hierachies of Subtopics) และหมวดหมู่ เช่น ภาพแสดงผังสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์ทะเล ฯลฯ

นอกจากนี้ ยังมีการจัดแบ่งในลักษณะอื่นอีกเช่น

การนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับผลการทดลอง การวัด ความสัมพันธ์ของสิ่งของและเหตุการณ์บนพื้นฐานของความจริง (Facts) เช่น ชีววิทยา รายการฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ ฯลฯ ลักษณะนี้สามารถใช้สื่อรูปแบบ ลิสรายการ (Lists) ตาราง (Tables) ภาพถ่าย ภาพจากหน้าจอ ฯลฯ

หลักการ (Principles) คือนำเสนอหลักการ เช่น ทำอย่างไรเพื่อเพิ่มผลผลิตให้กับองค์กร ทำอย่างไรเมื่อเผชิญหน้ากับลูกค้าที่ไม่สุภาพ ฯลฯ สามารถใช้สื่อรูปแบบ แผนผังไดอะแกรม ภาพแสดงความสัมพันธ์ ฯลฯ

การประเมิน (Evaluations) สื่อที่ควรใช้คือ แผนผังแบบมีสเกลคะแนน (Rating Charts) และ ไดอะแกรมประเมิน (Evaluation Diagrams)

ตัวเลือก (Choices) ทางเลือกหรือตัวเลือก เพื่อเป็นทางเลือกให้ตัดสินใจทำอย่างไรอย่างหนึ่ง ตามสถานการณ์ หรือคำแนะนำ ควรใช้สื่อแบบผังการไหล (Flow Charts)

หลักการสร้างสื่อ

การลดกระบวนการแทรกซ้อนจากภายนอก (Extraneous Processing)

1. สร้างสื่อให้มีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กัน (Coherence Principle)
2. เน้นส่วนที่สำคัญ ๆ (Signalling Principle)
3. จัดวางคำอธิบายไว้ใกล้กับสื่อกราฟิก (Contiguity Principle)
4. แบ่งแยกย่อยเนื้อหาให้เหมาะสม (Segmenting Principle)

Sweller (2008) กล่าวว่า ภาระทางปัญญา (Cognitive Load) เกิดขึ้นเมื่อมีการรับรู้ข้อมูล ข่าวสารหรือขณะเรียนรู้ โดยสมองจะทำการเก็บข้อมูลไว้ในส่วนของหน่วยความจำทำงาน (Working Memory) ซึ่งหน่วยความจำนี้จะมีขนาดจำกัดและเก็บได้ในระยะสั้นเท่านั้น ประมาณไม่เกิน 20-30 วินาที จากนั้นข้อมูลดังกล่าวก็จะหายไปได้ 2 ลักษณะคือสูญหายไปซึ่งก็คือการลืม หรืออีกกรณีคือ ถ้าหากมีการจัดการอย่างเหมาะสม ข้อมูลนั้นก็จะถูกส่งข้อมูลผ่านเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำระยะยาว (Long-term Memory) โดยหน่วยความจำส่วนนี้มีขนาดไม่จำกัด สามารถเก็บข้อมูลได้มากกว่าและเก็บได้เป็นระยะเวลาอันยาวนานกว่าหน่วยความจำทำงานมาก การที่ยังคงจำได้ ระลึก เรียกมาได้ ซึ่งก็คือได้มีการส่งข้อมูลผ่านเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำระยะยาว (Long-term Memory) นั่นเอง

ภาระทางปัญญาจำแนกได้เป็น 3 ลักษณะคือ

Intrinsic Cognitive Load เป็นภาระภายในที่เกิดจากความซับซ้อนและจำนวนข้อมูล (Elements) ของตัวข้อมูลเนื้อหาเอง ถ้าเนื้อหามีความยาก ซับซ้อน หรือมีจำนวนข้อมูลมาก ก็จะเกิดภาระมากตามไปด้วย เช่น โจทย์คณิตศาสตร์  $5 \times 6 + 3/8$  จะมีภาระ Intrinsic Cognitive Load ยากกว่าโจทย์  $2+5$  ฯลฯ

Extraneous Cognitive Load เป็นภาระภายนอกที่เกิดจากการออกแบบสื่อและการนำเสนอ โดยถ้าสื่อออกแบบมาไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดภาระทางปัญญาสูง เช่น สื่อภาพเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว หรือสื่อที่เป็นข้อความเพียงอย่างเดียว จะทำให้เกิดภาระทางปัญญาสูงกว่าสื่อ

ภาพเคลื่อนไหวที่มีเสียงอธิบายประกอบที่สอดคล้องกัน (Mayer and Moreno, 2003) ผู้เรียนจะรับรู้และเข้าใจเนื้อหาสื่อมัลติมีเดียที่มีภาพและเสียงพร้อม ๆ กันได้ดีกว่าสื่อที่มีเพียงข้อความหรือภาพเพียงอย่างเดียว

Germane Cognitive Load เป็นภาวะที่เกิดจากกระบวนการอัตโนมัติ ที่สมองจะพยายามทำความเข้าใจกับสื่อข้อมูลข่าวสารนั้น (Sweller et al., 1998)

นักวิจัยเชื่อว่าภาวะภายใน (Intrinsic Cognitive Load) ไม่สามารถลดได้ แต่การออกแบบสื่อรวมไปถึงวิธีการนำเสนอ สามารถลด Extraneous load และ Germane Load ได้ ซึ่งทำให้ภาระทางปัญญาลดลง สามารถนำหน่วยความจำทำงานส่วนที่เหลือ ไปช่วยในการเรียนรู้ส่วนอื่น ๆ ต่อไป จะทำให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้ดีขึ้น (Mayer and Moreno, 2003)

Modality effect เป็นการใช้สื่อภาพเคลื่อนไหว Animation ที่มีการบรรยายลงไปและแบบที่มีข้อความบรรยาย (On-screen Text) โดยเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ผู้เรียนที่ควบคุมการเรียนรู้ด้วยตัวเอง หรือที่เรียกว่า Learner-paced (Azar et al., 2011) ซึ่งการนำเสนอในลักษณะ Modality Effect เป็นการลดปัญหาเกี่ยวกับ Split Visual Attention Effect ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลได้รับข้อมูลหลายช่องทาง (Channels) พร้อมกัน นอกจากนี้ ปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งคือการเรียนรู้แบบเปิด (Learner Pacing) ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ควบคุมการนำเสนอด้วยตนเอง เช่น หยุด เล่น ตามจังหวะที่ตนเองต้องการ ก็จะช่วยให้การรับข้อมูลนั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยจะช่วยลดภาระทางปัญญา (Cognitive Load) และลดภาระ ที่เกิดขึ้นกับหน่วยความจำทำงาน (Working Memory) ลงไปได้มาก

ผลของการใช้มัลติมีเดียแบบข้อความบรรยาย (On-screen Text) และแบบเสียงบรรยาย (Narration) ได้ข้อสรุปว่า ทั้งสองแบบนี้ให้ผลการเรียนรู้ที่ดีกว่าภาพนิ่งธรรมดา ซึ่งแบ่งออกเป็น

1. ปฏิสัมพันธ์ต่ำ (Low Interactivity) คือมีเพียงปุ่มเล่นและหยุดเท่านั้น
2. ปฏิสัมพันธ์สูง (High Interactivity) คือมีปุ่มเล่น หยุด เดินหน้า ถอยหลัง

ทั้งสองแบบใช้เนื้อหามัลติมีเดียที่เหมือนกัน โดยผู้ที่เรียนกับมัลติมีเดียแบบบนจอ (On-screen Text) จะใช้เวลาเรียนมากกว่าแบบเสียงบรรยาย ส่วนระดับของการปฏิสัมพันธ์ (Interactivity) นั้นไม่มีผลเท่าใดนัก สำหรับผลการทดสอบแบบความจำระยะรีกได้และแบบส่งถ่าย (Retention และ Transfer) พบว่า ผู้ที่เรียนกับมัลติมีเดียแบบเสียงบรรยายจะมีระดับคะแนนที่สูงกว่าแบบข้อความบรรยาย ผู้เรียนที่ใช้แบบปฏิสัมพันธ์สูง จะได้ระดับคะแนนที่สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนแบบปฏิสัมพันธ์ต่ำ ดังนั้นสื่อมัลติมีเดีย ควรนำเสนอแบบให้ผู้เรียนได้ควบคุมการเล่น หยุด เดินหน้า ถอยหลังได้เอง เพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวนตามความต้องการตลอดบทเรียน

## 2.7 การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking)

การคิดวิเคราะห์ (Bloom, 1956) เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวหรือองค์ประกอบต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ว่าเรื่องราวหรือสิ่งนั้นประกอบด้วยอะไรบ้าง มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุอะไรเป็นผลและที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร ประกอบด้วย

การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Analysis of Elements) คือ การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบและความสำคัญ ค้นหาองค์ประกอบ ค้นหาจุดสำคัญหรือหัวใจของเรื่อง ค้นหาสาเหตุ ผลลัพธ์และจุดมุ่งหมายสำคัญของเรื่องต่าง ๆ เช่น สามารถแยกแยะว่าสิ่งนั้นประกอบด้วยส่วนสำคัญอะไรบ้าง หัวใจสำคัญคืออะไร

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) คือการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ ค้นหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน หรือเชื่อมโยงกันระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ว่ามีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร มีความเชื่อมโยงในทิศทางเดียวกันหรือขัดแย้งกัน

วิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) คือการวิเคราะห์หาหลักการ ค้นหาว่าเหตุการณ์นั้นหรือสิ่งนั้นทำงานร่วมกันหรือเชื่อมโยงสัมพันธ์กันได้ด้วยหลักการอะไรเป็นสำคัญ เช่น การติดตายของระบบคอมพิวเตอร์เกิดจากหลักการอะไร เป็นต้น

การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) (Amer, 2005) หมายถึง ความสามารถในการพินิจวิเคราะห์พิจารณา (Scrutinize) แดกประเด็นมองเห็นถึงข้อดีข้อเสียของสิ่งต่าง ๆ แยกแยะองค์ประกอบความสัมพันธ์ สาธารณะสำคัญ โครงสร้าง และสามารถพัฒนานำไปสู่คิด การใช้งาน การแก้ปัญหา ซึ่งคำสำคัญที่เกี่ยวข้องได้แก่ การแบ่งย่อยออกเป็นส่วน ๆ (Breaks Down) การเปรียบเทียบ (Compares) การจำแนกสิ่งตรงกันข้าม (Contrast) การเขียนไดอะแกรม (Diagrams) การแปลความ โดยแตกโครงสร้างออกเป็นส่วนย่อย (Deconstructs), การจำแนกความแตกต่าง (Differentiates) การอนุมาน (Infers) ความสัมพันธ์ (Relates) การแยกแยะ (Separates)

Overbaugh และคณะ (2001) กล่าวว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์เป็นสิ่งที่สามารถเรียนรู้ได้และสามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝน เช่นเดียวกับทักษะอื่น ๆ เช่น การขับขี่จักรยาน เป็นต้น โดยทักษะการคิดวิเคราะห์นี้ไม่สามารถเรียนรู้ได้เพียงแค่นั่งเรียนนั่งฟังในห้องเรียนเพียงแค่นี้ได้รับการบอกเล่าให้ฟังเท่านั้น แต่จะต้องได้รับการฝึกฝนและลงมือลองทำจริง สำหรับการวัดประเมินผลจะใช้การทดสอบหรือการปฏิบัติซึ่งมีคำถามลักษณะที่ทำให้มีการวิเคราะห์ได้แก่

1. แยกแยะสิ่งต่าง ๆ (Separate)
2. จัดเรียงลำดับ (Order) ลำดับเหตุการณ์จากสื่อหรือเนื้อหาที่มีความซับซ้อน
3. อธิบายเหตุการณ์ความสัมพันธ์ สาธารณะสำคัญ (Explain)
4. การเชื่อมโยง (Connect)

5. จำแนก (Classify)
6. จัดการจัดเรียงจัดกลุ่ม (Arrange)
7. แบ่งแยก (Divide)
8. เปรียบเทียบ (Compare)
9. เลือก (Select)
10. การอนุมาน (Infer)
11. สามารถจับประเด็นสำคัญ
12. สามารถวิเคราะห์เหตุการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น
13. สามารถวิพากษ์ ให้ข้อเสนอแนะในแง่มุมต่าง ๆ
14. สามารถเขียนแสดงความคิดเห็นโต้แย้ง โดยมีข้อมูลอธิบายสนับสนุนอย่างเพียงพอและ

#### สมเหตุสมผล

นอกจากนี้การประเมิน ยังมีการประเมินจากรายบุคคล

1. มอบหมายให้ผู้เรียนไปศึกษาค้นคว้า แล้วเขียนเป็นรายงาน
2. ผลงานเชิงประจักษ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับการอ่าน การคิด การวิเคราะห์ และเขียน ที่รวบรวม
3. นำเสนอในรูปแบบของแฟ้มสะสมงาน
4. การทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบแบบเขียนตอบ หรือเขียนอธิบาย
5. การเขียนรายงานจากการปฏิบัติโครงการหรือค้นคว้า

แนวทางและขั้นตอนในการบูรณาการทักษะการคิดต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้ (ทิสนา, 2554)  
มีดังนี้

ขั้นที่ 1 : การศึกษาทำความเข้าใจความหมายและกระบวนการของทักษะการคิดต่าง ๆ การที่จะสอน ฟีก หรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องใด ๆ ก็ตาม สิ่งสำคัญที่สุดคือผู้สอน ผู้ฝึก หรือผู้จัดกิจกรรมดังกล่าว จะต้องมีความเข้าใจในสาระหรือสิ่งที่จะสอน หากสาระที่จะสอนหรือฝึกคือทักษะหรือกระบวนการคิด ผู้สอนก็ต้องมีความเข้าใจว่า ทักษะหรือกระบวนการคิดที่จะสอนหรือฝึกล้วนคืออะไร ซึ่งความยากของเรื่องนี้จะอยู่ที่สาระเกี่ยวกับทักษะการคิดนี้ มีลักษณะเป็นสาระที่ไม่ใช่ “เนื้อหา” แต่เป็นสาระที่มีลักษณะเป็น “กระบวนการ” ดังนั้นผู้สอนจึงต้องเข้าใจความหมายและกระบวนการหรือขั้นตอนของการคิดลักษณะต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่หลากหลายเสียก่อน จึงจะสามารถพิจารณาตัดสินใจได้ว่าจะบูรณาการอะไรลงไปตรงไหน อย่างไร จึงจะเหมาะสมและบรรลุผลตามต้องการ

ขั้นที่ 2 : การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังขั้นนี้เป็นขั้นตอนปกติในการวางแผนการสอน ซึ่งผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาหลักสูตรและกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ให้ตอบสนองต่อมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร ซึ่งหากมีความประสงค์จะบูรณาการทักษะการคิดให้เห็นเด่นชัด หรือเพิ่มมากขึ้นแล้ว ก็ควรระบุทักษะการคิดที่ต้องการบูรณาการเข้าไปในจุดประสงค์การเรียนรู้ด้วย

ขั้นที่ 3 : การกำหนดเนื้อหาสาระการเรียนรู้การกำหนดเนื้อหาสาระที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดเป็นขั้นตอนปกติของการวางแผนการสอน โดยทั่วไป ซึ่งผู้สอนจำเป็นต้องทำอยู่แล้ว แต่ในขั้นนี้ย้ำความสำคัญให้มีวิเคราะห์เนื้อหาสาระการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้ผู้สอนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่จะสอนและสามารถเลือกหรือคัดสรรเนื้อหาสาระที่เหมาะสมกับผู้เรียนของตน มิใช่เป็นเพียงไปยกเนื้อหาจากแหล่งต่าง ๆ มาใช้โดยยังไม่ได้วิเคราะห์ให้เกิดความเข้าใจและขาดการพิจารณาถึงความเหมาะสมกับผู้เรียนและบริบทของตน

ขั้นที่ 4 : การกำหนดทักษะการคิดที่ควรบูรณาการ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่เพิ่มเติมขึ้นมาจากการดำเนินการวางแผนการสอนตามปกติ การพิจารณาวิเคราะห์หาทักษะการคิดที่เหมาะสมจะบูรณาการในการสอนเนื้อหาสาระที่กำหนดและสามารถนำผู้เรียนไปสู่จุดหมายที่ต้องการการพิจารณาในขั้นนี้ก็คือ การตอบคำถามสำคัญดังนี้

- ทักษะการคิดอะไร ที่จะช่วยให้เรียนสามารถเรียนรู้สาระต่าง ๆ ได้ดีและเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

- ในการเรียนรู้สาระต่าง ๆ ที่กำหนด เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนด ผู้เรียนควรใช้ทักษะการคิดอะไรบ้าง

ขั้นที่ 5 : การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการกระบวนการคิด เมื่อวิเคราะห์ได้แล้วว่าการเรียนจำเป็นต้องใช้ทักษะการคิดอะไรในการเรียนรู้สาระต่าง ๆ ที่กำหนด ผู้สอนก็ต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้ทักษะการคิดนั้น ๆ ในการเรียนรู้ การให้ผู้เรียนใช้ทักษะการคิดหมายถึงการให้ผู้เรียนดำเนินการคิด ตามกระบวนการหรือขั้นตอนของการคิดแบบนั้น ๆ ดังนั้นผู้สอนจึงจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจว่าการคิดลักษณะต่าง ๆ มีกระบวนการหรือขั้นตอนการคิดอย่างไรกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการทักษะการคิดต่าง ๆ นั้น โดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ

1. กิจกรรมบูรณาการทักษะการคิดแบบนิรนัย (Deductive) กิจกรรมแบบนี้มีลักษณะเป็นการสอนวิธีคิด หรือกระบวนการคิด ให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจก่อน แล้วให้ผู้เรียนฝึกใช้ทักษะการคิดนั้นในการเรียนรู้สาระที่กำหนด หรือเป็นการฝึกให้ผู้เรียนใช้ทักษะการคิดนั้น ๆ โดยการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนดำเนินการคิดตามขั้นตอนการคิดที่เหมาะสมของทักษะการคิดที่ต้องการฝึกฝน ผู้เรียนก็จะเกิดการเรียนรู้วิธีการคิดแบบนั้น ๆ ควบคู่ไปกับการเรียนรู้สาระต่าง ๆ

2. กิจกรรมบูรณาการทักษะการคิดแบบอุปนัย (Inductive) กิจกรรมแบบนี้มีลักษณะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงหรือประสบการณ์จริง ผู้สอนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนดำเนินการคิดไปตามความคิด ความสามารถของตนแล้วใช้ประสบการณ์ที่เกิดขึ้น เป็นบทเรียนนำไปสู่ความเข้าใจว่าการดำเนินการคิดที่เหมาะสมควรเป็นเช่นไร โดยผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นการคิดและช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะการคิดนั้น ๆ

ขั้นที่ 6 : การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ด้านการคิด เมื่อมีการบูรณาการทักษะการคิดในการเรียนรู้ ทักษะการคิดที่บูรณาการนั้นย่อมถือเป็นส่วนหนึ่งของจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งก็ควรต้องมีการวัดและประเมินผลว่า ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์นั้นเพียงใด การเรียนรู้ด้านการคิดนั้นแสดงผลให้เห็นได้หลายทาง ดังนี้

1. แสดงออกทางผลของการคิดผลของการคิดอาจเป็นสาระความคิดเห็นคะแนนผลสัมฤทธิ์ ผลงานชิ้นงานการกระทำหรือการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่เป็นผลิตผลของการคิดของผู้คิด ผลงานที่ผ่านการคิดมาแล้วย่อมสะท้อนความสามารถทางการคิดของผู้คิด ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือต่าง ๆ เช่น แบบสอบถาม แบบสำรวจ แบบสังเกตพฤติกรรม แบบทดสอบ

2. แสดงออกทางกระบวนการคิดกระบวนการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการคิด เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงทักษะการคิด หรือความชำนาญในการดำเนินการคิดของผู้คิด เครื่องมือที่ใช้ในการวัดทักษะการคิด จึงมุ่งไปที่การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับวิธีคิดหรือกระบวนการดำเนินการคิดของผู้คิด มิใช่ดูที่สาระหรือผลผลิตของการคิด เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล อาจมีลักษณะเป็นแบบทดสอบซึ่งผู้สอนสามารถพัฒนาขึ้นใช้เพื่อวัดกระบวนการคิดที่ฝึกใช้แก่ผู้เรียนเนื่องจากการวัดกระบวนการคิดเป็นเรื่องค่อนข้างยาก จึงได้มีนักวิชาการ นักวิจัยและ นักจิตวิทยา จำนวนหนึ่งให้ความสนใจช่วยสร้างแบบสอบหรือ แบบวัดทักษะการคิด บางด้านขึ้นมา แล้วดำเนินการทดลองและพัฒนาจนกระทั่งได้เป็นแบบวัดหรือแบบสอบมาตรฐาน สามารถใช้วัดทักษะการคิดและได้ผลน่าเชื่อถือ ครูผู้สอนสามารถสืบค้นแสวงหาเครื่องมือเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนหรือการวิจัยของตนได้นอกจากวิธีใช้เครื่องมือที่มีลักษณะเป็นแบบสอบดังกล่าวแล้ว การวัดผลจากการปฏิบัติจริง (Authentic Assessment) ก็สามารทำได้ เช่น การสังเกตกระบวนการทำงาน การแก้ปัญหาการกระทำและการปฏิบัติต่าง ๆ ข้อมูลที่ได้สามารถบ่งชี้ทักษะการคิด หรือกระบวนการคิดของผู้คิดได้เช่นกัน

3. แสดงออกทางคุณลักษณะส่วนบุคคล เป้าหมายสำคัญของการพัฒนาการคิดของผู้เรียนก็คือการพัฒนาผู้เรียนให้มีลักษณะนิสัยของความเป็นนักคิด เช่นเป็นบุคคลที่ใฝ่รู้ ชอบแสวงหาความรู้ ช่างสงสัย ชอบคิด ชอบถาม ชอบอ่านชอบแสดงความคิดเห็น คุณสมบัติเหล่านี้ย่อมติดตัวผู้เรียนตลอดไปและจะเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองตลอดชีวิต การวัดผล

ทางด้านนี้จึงต้องอาศัยเครื่องมือที่ช่วยเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะเจตคติและพฤติกรรมของผู้คิด เช่นแบบสำรวจ แบบวัดเจตคติด้านต่าง ๆ แบบสังเกตพฤติกรรมและแบบประเมินตนเอง การวัดผลต้องอาศัยเครื่องมือต่าง ๆ ที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการ

เทคนิคการตั้งคำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ เป็นเรื่องที่มีความสำคัญพอ ๆ กับความสามารถในการให้เหตุผลอย่างถูกต้อง การตั้งคำถามที่ดีจะช่วยส่งเสริมให้การใช้เหตุผลเป็นไปด้วยความสะดวก มีระบบและช่วยแก้ปัญหาได้ นักคิดวิเคราะห์ต้องมีความสามารถในการตั้งคำถามหลาย ๆ แบบ คำถามที่ต้องการคำตอบกว้าง ๆ ต้องการหลาย ๆ คำตอบ คำถามต้องการคำตอบเดียวแต่มีความลึกซึ้ง ลักษณะคำถามที่จะช่วยให้คิดหาเหตุผลในระดับลึก หรือมีเหตุผลจากการใช้ปัญญาของการคิดวิเคราะห์นั้น จะต้องมียุทธศาสตร์ 8 ประการ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2549) ดังต่อไปนี้

1. ความชัดเจน (Clarity) ความชัดเจนของปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญของการคิด เช่น ตัวอย่างของปัญหาที่ตั้งขึ้นมาเพื่อตรวจสอบความชัดเจน เช่นยังมีเรื่องอะไรอีกในส่วนนี้ที่เรายังไม่รู้ สามารถยกตัวอย่างมาอ้างอิงได้หรือไม่ สามารถอธิบายขยายความส่วนนั้นให้มากขึ้นได้หรือไม่

2. ความเที่ยงตรง (Accuracy) เป็นคำถามที่บอกว่าทุกคนสามารถตรวจสอบได้ถูกต้องตรงกันหรือไม่ เช่น จริงหรือ เป็นไปได้หรือไม่ ทำไมถึงเป็นไปได้ สามารถตรวจสอบได้หรือไม่ ตรวจสอบอย่างไร เราจะหาข้อมูลหลักฐานได้อย่างไร ถ้าตรงนั้นเป็นเรื่องจริงเราจะทดสอบมันได้อย่างไร

3. ความกระชับ ความพอดี (Precision) เป็นความกะทัดรัด ความเหมาะสม ความสมบูรณ์ของข้อมูล เช่น จำเป็นต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องนี้อีกหรือไม่ ทำให้ดูดีกว่านี้ได้อีกหรือไม่ ทำให้กระชับกว่านี้ได้อีกหรือไม่

4. ความสัมพันธ์เกี่ยวข้อง (Relevance) เป็นการตั้งคำถามเพื่อคิดเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์ เช่น สิ่งนั้นเกี่ยวข้องกับปัญหาอย่างไร มันเกิดสิ่งต่าง ๆ ขึ้นตรงนั้นได้อย่างไร ผลที่เกิดขึ้นตรงนั้น มันมีที่มาจากอะไร ตรงส่วนนั้นช่วยให้เราเข้าใจอะไรได้บ้าง

5. ความลึก (Depth ) หมายถึงความหมายในระดับที่ลึกความคิดลึกซึ้ง การตั้งคำถามที่สามารถเชื่อมโยงไปยังการคิดหาคำตอบที่ลึกซึ้ง ถือว่าคำถามนั้นมีคุณค่ายิ่ง เช่น ตัวประกอบอะไรบ้างที่ทำให้ตรงนี้เป็นปัญหาสำคัญ อะไรที่ทำให้ปัญหาเรื่องนี้มันซับซ้อน สิ่งใดบ้างที่เป็นความลำบากหรือความยุ่งยากที่เราจะต้องพบ

6. ความกว้างของการมอง (Breadth ) เป็นการทดลองเปลี่ยนมุมมอง โดยให้ผู้อื่นช่วยเช่น จำเป็นจะต้องมองสิ่งนี้จากด้านอื่น คนอื่น ด้วยหรือไม่ มองปัญหานี้โดยใช้วิถีทางอื่น ๆ บ้างหรือไม่

ควรจะให้ความสำคัญของความคิดเห็นจากบุคคลอื่นหรือไม่ ยังมีข้อมูลอะไรในเรื่องนี้อีกหรือไม่ที่ไม่น่ามากล่าวถึง

7. หลักตรรกวิทยา (Logic) มองในด้านของความคิดเห็นและการใช้เหตุผล เช่นทุกเรื่องที่เรา รู้เราเข้าใจตรงกันหมดหรือไม่ สิ่งที่เราคิดมีหลักฐานอ้างอิงหรือไม่ สิ่งที่เราสรุปนั้นเป็นเหตุผลที่สมบูรณ์หรือไม่ สิ่งที่เรากล่าวอ้างมีขอบข่ายครอบคลุมรายละเอียดทั้งหมดหรือไม่

8. ความสำคัญ (Significance) ซึ่งหมายถึง การตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบว่าสิ่งเหล่านั้นมีความสำคัญอย่างแท้จริงหรือไม่ ทั้งนี้เนื่องจากในบางครั้งพบว่า ความสำคัญเป็นสิ่งที่เราต้องการจะให้เป็นมากกว่าเป็นความสำคัญจริง ๆ เช่น ส่วนไหนของความจริงที่สำคัญที่สุด ยังมีเรื่องอื่น ๆ ที่มีความสำคัญอยู่อีกหรือไม่ นี่คือปัญหาที่สำคัญที่สุดในเรื่องนี้ใช่หรือไม่ ตรงนี้เป็นจุดสำคัญที่ควรให้ความสนใจหรือเปล่า

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการคิดวิเคราะห์จะเกิดความสมบูรณ์ได้นั้น นอกจากจะต้องอาศัยความสามารถในการให้เหตุผลอย่างถูกต้องแล้ว เรื่องของเทคนิคการตั้งคำถามเพื่อการวิเคราะห์ก็มีความสำคัญที่ไม่ยิ่งหย่อนกว่ากัน โดยที่องค์ประกอบทั้งสองส่วนนี้จะทำงานประสานสัมพันธ์กันอย่างกลมกลืนในทุก ๆ ขั้นตอนของกระบวนการคิดวิเคราะห์ ส่วนประกอบทั้งสองส่วนจะต้องไปด้วยกัน คุณค่า ความสวยงาม ความลงตัว รวมทั้งประโยชน์อย่างสมบูรณ์จึงจะเกิดขึ้นได้

การพัฒนาการคิดวิเคราะห์ให้กับผู้เรียนนั้น ถึงแม้มีนโยบายมาอย่างยาวนานแล้ว แต่ผลประเมินจากองค์กรวัดคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (The Office for National Education Standards and Quality Assessment หรือ ONESQA) พบว่าผลประเมินโดยภาพรวมยังไม่น่าพอใจ ควรต้องปรับปรุงอย่างเร่งด่วน ทั้งนี้ข้อมูลจากรายงานระบุว่า ปัญหาเกิดจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนเอง (Art-In, 2012) ส่วนใหญ่จะเน้นที่การเตรียมความรู้ การสอน ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนจำมากกว่าการพัฒนาการคิด หรือการสร้างความรู้ของผู้เรียนเอง ควรพัฒนาให้มีการคิดวิเคราะห์ดังนี้

1. Analyzing the Important คือ คิดวิเคราะห์ความสำคัญ
2. Analyzing for Finding the Relation คือคิดวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์
3. Analyzing for the Principle คือคิดวิเคราะห์หาหลักการของสิ่งนั้น

การพัฒนาทักษะการคิดและความสามารถทางการคิด ของผู้เรียน (ทิสนา, 2554) โดยบูรณาการเข้าไปในการจัด การเรียนรู้สาระต่าง ๆ นับเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับบริบทของการจัดการศึกษาในระบบ ที่ผู้สอนมีหน้าที่หลักในการจัดการเรียนรู้สาระต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียนอย่างเป็นทางการอยู่แล้ว หากครูผู้สอนบูรณาการสอดแทรกการพัฒนาหรือฝึกทักษะการคิดควบคู่ไปกับการสอนเนื้อหาสาระต่าง ๆ ก็จะได้ประโยชน์สองต่อ คือ นอกจากผู้เรียนจะมีโอกาสฝึกฝนพัฒนาทักษะการคิดมากขึ้นแล้ว ทักษะเหล่านั้นยังสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในสาระที่เรียนเพิ่มขึ้น

ซึ่งส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นด้วย ดังนั้น ผู้สอนจึงควรศึกษาเรียนรู้วิธีการในการบูรณาการ การสอนและฝึกทักษะการคิดต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียนอย่างเหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ความหมายการคิดวิเคราะห์ ขั้นตอน และตัวชี้วัด สรุปดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2-2 ความหมาย ขั้นตอนการคิดและตัวชี้วัดของทักษะการคิดวิเคราะห์

| ทักษะ           | ความหมาย   | ขั้นตอนการคิด   | ตัวชี้วัด   |
|-----------------|--|---|---|
| การคิดวิเคราะห์ | <p>การจำแนกแยกแยะสิ่ง/เรื่อง/ ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อหาส่วนประกอบ/องค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ช่วยให้เกิดความเข้าใจในเรื่องนั้น</li> <li>2. หาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลมาอธิบายเรื่องนั้น</li> <li>3. ประเมินและตัดสินใจเลือกคำตอบที่เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์/ จำแนกแยกแยะข้อมูล</li> <li>2. รวบรวม ศึกษาและจัดระบบข้อมูล/ เรื่อง/ สิ่งทีวิเคราะห์</li> <li>3. กำหนดเกณฑ์ในการวิเคราะห์/จำแนกแยกแยะข้อมูล</li> <li>4. จำแนกแยกแยะข้อมูลตามเกณฑ์เพื่อให้เห็นองค์ประกอบของสิ่ง /เรื่องนั้นอย่างครบถ้วน</li> <li>5. หาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ และความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบเพื่อให้เห็นว่าส่วนย่อยต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันและประกอบกันเป็นโครงสร้าง/ภาพรวมได้อย่างไร</li> <li>6. นำเสนอผลการวิเคราะห์</li> <li>7. นำผลการวิเคราะห์มาตอบคำถามตามวัตถุประสงค์</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. สามารถระบุวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์</li> <li>2. สามารถจัดระบบข้อมูล / เรื่อง / สิ่งทีวิเคราะห์</li> <li>3. สามารถกำหนดเกณฑ์ในการวิเคราะห์</li> <li>4. สามารถแยกแยะข้อมูลได้ตามเกณฑ์และระบุนองค์ประกอบของสิ่งที่วิเคราะห์</li> <li>5. สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งที่วิเคราะห์</li> <li>6. สามารถนำเสนอผลการวิเคราะห์</li> <li>7. สามารถนำผลการวิเคราะห์มาใช้ในการตอบคำถามตามวัตถุประสงค์</li> </ol> |

ที่มา : ทิศนา (2554)

นอกจากการนี้ การจัดการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) ก็เป็นยุทธวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดการพัฒนาคณิตศาสตร์ (Art-In, 2012) โดยการจัดการที่จัดแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อยให้ดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ การค้นหาข้อมูล การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การวิเคราะห์ การสรุปและการอภิปราย เป็นวิธีการเรียนที่ทำให้ผู้เรียนให้ความร่วมมือร่วมใจในการทำงานเป็นกลุ่มเพื่อศึกษาในสิ่งที่สนใจเหมือนกัน โดยการสร้างชิ้นงานหรือทำโครงการแล้วนำเสนอข้อมูลความรู้ที่ได้จากการศึกษาร่วมมือ ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มศึกษาและสร้างความรู้ร่วมกันโดยใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ การนำเสนอข้อมูลความรู้การเรียนแบบนี้จะสร้างความสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (Internal Relationship) ซึ่งเกิดขึ้นจากการสร้างงานที่ต้องอาศัยความช่วยเหลือจากบุคคลต่าง ๆ รอบข้างเพื่อให้งานสำเร็จ นอกจากนี้ในกระบวนการจัดการกับข้อมูลความรู้ การสร้างชิ้นงานหรือทำโครงการร่วมกันของผู้เรียนจะต้องมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งเป็นจุดเด่นในการทำงานร่วมกันโดยต้องอาศัยการร่วมกระทำและความเข้าใจของกันและกัน (สิทธิพล, 2554) นอกจากนี้การเรียนแบบร่วมมือยังมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยการเชื่อมโยงความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่ในอดีตและสังเคราะห์ความรู้เหล่านั้นเพื่อที่จะสร้างเป็นความรู้ใหม่ (Smith and MacGregor, 1992)

ขั้นตอนการเรียนรู้ร่วมกันของผู้เชี่ยวชาญต่าง ๆ สามารถสรุปขั้นตอนการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อพัฒนาคณิตศาสตร์ แบ่งได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ (Smith and MacGregor, 1992)

1. กำหนดงาน/ประเด็นปัญหา กำหนดหัวข้อเรื่องต่าง ๆ ที่ต้องการให้บุคคลากรศึกษา โดยจัดกลุ่มละความรู้ ประสบการณ์ เพศ อายุ และกำหนดข้อตกลงร่วมกัน กำหนดเวลาในการศึกษาค้นคว้าเพื่อสร้างโครงการหรือชิ้นงานร่วมกัน
  2. การวางแผนการสร้างโครงการหรือชิ้นงาน การระดมสมองเพื่อการวางแผนการสร้างโครงการโดยมีการกำหนดขอบข่ายเนื้อหา การวางแผนการนำเสนอเรื่องที่ศึกษา การมอบหมายงานให้สมาชิกในกลุ่ม การนำเสนอข้อมูลความรู้ที่ได้ไปศึกษามาภายในกลุ่ม
  3. การดำเนินการสร้างโครงการ/ชิ้นงาน งานที่สร้างมีการดำเนินงานร่วมกันเพื่อให้สมาชิกในกลุ่มได้มีปฏิสัมพันธ์กันให้มากที่สุด
  4. การนำเสนอผลงาน นำเสนอให้กลุ่มอื่น ๆ ได้ทราบและช่วยกันวิพากษ์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็นโครงการ
  5. การประเมินผล ประเมินผลชิ้นงานกลุ่มโดยตนเอง กลุ่มเพื่อน และผู้ทรงคุณวุฒิ
- วิธีการคิดสามารถฝึกสมองให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ให้พัฒนาขึ้น สามารถฝึกตามขั้นตอนได้ดังนี้ (สิทธิพล, 2554)

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ เป็นการกำหนดวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมา เพื่อเป็นต้นเรื่องที่จะใช้วิเคราะห์
2. กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดประเด็นสงสัยจากปัญหาหรือสิ่งที่วิเคราะห์ อาจจะกำหนดเป็นคำถามหรือกำหนดวัตถุประสงค์การวิเคราะห์ เพื่อค้นหาความจริงสาเหตุหรือความสำคัญ
3. กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ เพื่อใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่นเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน
4. กำหนดการพิจารณาแยกแยะ เป็นการกำหนดการพินิจวิเคราะห์ แยกแยะ และกระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยอาจใช้เทคนิคคำถาม 5 W 1 H ประกอบด้วย What(อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไร) Why (ทำไม) Who (ใคร) และ How (อย่างไร)
5. สรุปคำตอบ เป็นการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือตอบปัญหาของสิ่งที่กำหนดให้

การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ทำได้โดยการดำเนินการจัดการเรียนรู้ เทคนิคการสอนตามขั้นตอนอย่างมีระบบจะช่วยให้เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ประสบผลสำเร็จตามความมุ่งหมายซึ่งในขณะเดียวกันกระบวนการทางสมองมีการปฏิบัติตามลำดับขั้นตอน เริ่มจากความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ มีการเชื่อมโยงสิ่งเร้ากับการตอบสนองของการคิดโดยฝึกคิด ฝึกตั้งคำถาม กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ การคิดตีความ การคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์การคิดแบบย้อนทวน การคิดจำแบบแยกแยะ การคิดเชื่อมโยงสัมพันธ์และการคิดจัดอันดับเป็นการปฏิบัติตามหลักการเป็นขั้นตอน คือ การกำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ กำหนดหลักการพิจารณาแยกแยะและสรุปหาคำตอบ

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Khlaisang (2012) ได้พัฒนากระบวนการเรียนการสอน โดยใช้ Blended e-Learning และเครื่องมือทางปัญญา (Cognitive tools) บนฐานการสร้างความรู้กับผู้เรียนระดับอุดมศึกษา ประกอบด้วย (1) Database Tool (2) Concept Map Tool (3) Spreadsheet Tool (4) Simulation Tool (5) Presentation Ttool และ (6) Conference Ttool ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งระดับความรู้ออกเป็น 2 ระดับคือ

1. ระดับต่ำ (Lower Level) ได้แก่ การรู้จำ (Remembering) การเข้าใจ (Understanding) และการนำไปใช้ (Applying)
2. ระดับสูง (Higher Level) ได้แก่ การวิเคราะห์ (Analyzing) การประเมิน (Evaluating) และการสร้างสรรค์ (Creation)

สำหรับกระบวนการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ใช้ 3 โมเดลคือ Collaborative Discussion-Based Learning (CDBL ประกอบด้วย Content, Discussion, Comments, Reflection) ระยะเวลา 3 สัปดาห์ Collaborative Project-Based Learning (CPjBL ประกอบด้วย Objectives, Group Project, Brainstroming, Project Presentation) ระยะเวลา 7 สัปดาห์ และ Collaborative Problem-Based Learning (CPBL ประกอบด้วย Information, Activity Objectives, Problem Evaluation and Solution, Group Plan, Evaluation และ Content Reflection) ระยะเวลา 5 สัปดาห์ โดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งมีนักศึกษาระดับอุดมศึกษาจำนวน 21 คน ปีการศึกษา 2011

1. กลุ่มแรก แบบประสานเวลา (Synchronous Interaction-based Cognitive Tool) นักศึกษา จำนวน 11 คน

2. กลุ่มที่สอง ไม่ประสานเวลา (Asynchronous Interaction-based Cognitive Tool) นักศึกษา จำนวน 10 คน

ผลการเปรียบเทียบการทดสอบหลังเรียน วัดการสร้างองค์ความรู้และการคิดวิเคราะห์พบว่า กลุ่มแรก มีคะแนนที่สูงกว่ากลุ่มที่สอง อย่างไรก็ตาม ผลวิจัยพบว่า ด้านผลสัมฤทธิ์ ทั้งสองกลุ่ม แบบประสานเวลาและไม่ประสานเวลา ได้ผลลัพธ์อยู่ในระดับที่สูงน่าพอใจ

ผู้วิจัยสรุปว่าทั้ง 3 โมเดล (CDBL, CPjBL และ CPBL) มีประสิทธิภาพในการเรียนการสอน สามารถนำไปสลับปรับใช้ได้ ในระหว่าง 3 โมเดลเอง นอกจากนี้ ยังสามารถนำไปใช้ได้ทั้งแบบ ประสานเวลาและไม่ประสานเวลาอีกด้วย ผลการวิจัยนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของท่านอื่น

Art-In (2012) ได้วิจัยพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่เน้นการคิดวิเคราะห์ 3 ด้าน ได้แก่ (1) Analyzing the Important คือ คิดวิเคราะห์ความสำคัญ (2) Analyzing for Finding the Relation คือคิดวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ และ (3) Analyzing for the Principle คือคิดวิเคราะห์หาหลักการของสิ่งนั้น ผู้วิจัยกล่าวว่าการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ให้กับผู้เรียนนั้น ถึงแม้มีนโยบายมาอย่างยาวนานแล้ว แต่ผลประเมินจากองค์กรวัดคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (The Office for National Education Standards and Quality Assessment หรือ ONESQA) พบว่าผลประเมินโดยภาพรวมยังไม่น่าพอใจ ควรต้องปรับปรุงอย่างเร่งด่วน ทั้งนี้ข้อมูลจากรายงานระบุว่า ปัญหาเกิดจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนเอง ส่วนใหญ่จะเน้นที่การเตรียมความรู้ การสอน ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนจำ มากกว่าการพัฒนาการคิดหรือการสร้างความรู้ของผู้เรียนเอง

ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 2 กระบวนการคือ

1. พัฒนาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนที่มุ่งเน้นการคิดวิเคราะห์ให้กับผู้เรียน โดยการฝึกอบรมให้กับผู้สอนด้านวิทยาศาสตร์ ในเรื่องของเทคนิคการจัดการเรียนการสอนให้มีการเน้นด้านการคิดวิเคราะห์ จำนวนผู้สอน 20 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง ระยะเวลาการ

ฝึกอบรม 3 วัน กิจกรรมการฝึกได้แก่ (1) พื้นฐานเกี่ยวกับความรู้ด้านการคิดวิเคราะห์ (2) การฝึกอบรมการคิดวิเคราะห์ให้กับผู้สอน และ (3) การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการคิดวิเคราะห์ จากนั้นก็มีการประเมิน การคิดวิเคราะห์และแผนการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนแต่ละคน

2. พัฒนาการคิดวิเคราะห์ให้กับผู้เรียน โดยให้ผู้สอนในข้อ 1 (ที่ผ่านการอบรมแล้ว) ทำการสอนผู้เรียนจำนวนทั้งหมด 560 คน จาก 20 โรงเรียน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive) ซึ่งใช้ระยะเวลา 12 ครั้ง ๆ ละ 1 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมงสำหรับแต่ละชั้นเรียน

หลังจากนั้นทำการทดสอบประเมินผล ปรากฏว่าผู้เรียนพึงพอใจการเรียนการสอนและผลประเมินด้านการวิเคราะห์ (Analytical Thinking) อยู่ในระดับ 70% ซึ่งผู้วิจัยถือว่าอยู่ในระดับสูงเป็นที่พอใจ

เมตตา และ ปณิศา (2555) ได้วิจัยพัฒนารูปแบบการเรียนแบบร่วมมือผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ด้วยกระบวนการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติที่มุ่งเน้นให้ความสำคัญกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหาได้ โดยขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีรายละเอียดดังนี้

1. องค์ประกอบการเรียนรู้ ได้แก่ เนื้อหา เป็นการนำเสนอกรณีศึกษาบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้เนื้อหาและสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ นำมาสร้างเป็นกรณีศึกษาให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์และอภิปราย เพื่อสร้างความเข้าใจและฝึกฝนแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ให้ผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาโดยอาศัยกระบวนการกลุ่ม แหล่งการเรียนรู้ที่จัดไว้ให้ผู้เรียน ประกอบด้วย ฐานการช่วยเหลือ ซึ่งเป็นคำแนะนำทางและสนับสนุนผู้เรียนในการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้ใช้ (1) บทเรียนออนไลน์ (e-Learning) และ (2) สื่อสังคมออนไลน์ (Social Media)

2. การประเมินผล จะมีการประเมินผลในแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้ โดยวัดผลจากการเรียนรู้จากผลงานการปฏิบัติกิจกรรมบนเว็บเป็นรายบุคคล ความถี่ในการเข้าร่วมกิจกรรม การแสดงความคิดเห็น การอภิปราย ระดมสมองและการสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับการเรียนการสอนบนเว็บ ภายหลังจากการเรียนรู้

ขั้นตอนการเรียนแบบร่วมมือผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย (1) การจัดกลุ่มย่อย (2) การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน (3) การประเมินผลก่อนเรียน (4) การนำเสนอเนื้อหาบน e-Learning (5) ทำกิจกรรมบน e-Learning ประกอบด้วย สร้างความสนใจ สำรวจและค้นหา อธิบาย และสรุป ขยายความรู้ ประเมินผล และ (6) การประเมินผลหลังเรียน

Koseeyaporn (2013) ทำการวิจัยเชิงทดลองเพื่อหาคุณภาพและผลลัพธ์ของการใช้อุปกรณ์พกพากับผู้เรียนจำนวนจำนวน 25 คน ระยะเวลา 3 เดือน โดยรายวิชาที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนได้แก่ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และสังคมศึกษา โดยกลุ่มผู้เรียนนั้นถูกจัดให้อยู่ในสถานะแวดล้อมห้องเรียนสำหรับการเรียนการสอนด้วยอุปกรณ์พกพาเฉพาะ ข้อมูลป้อนกลับระหว่างการทดลองและหลังการทดลอง โครงการ มีการเก็บจาก ครูผู้สอน ผู้ปกครองและนักเรียน

การเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนการสอน มีการจัดเตรียม โครงสร้างพื้นฐาน ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ เช่น ระบบเครือข่ายไร้สายเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต อุปกรณ์พกพาแบบแท็บเล็ต นอกจากนี้ในส่วนของผู้สอน 5 วิชาข้างต้น ก่อนการเริ่มโครงการ จะได้รับการอบรมการใช้งานและด้านเทคนิคที่จำเป็นเพื่อช่วยเหลือนักเรียนในช่วงเวลาการเรียนการสอน ส่วนเนื้อหาแต่ละวิชานั้นผู้สอนไม่ได้สร้างขึ้นเอง แต่ใช้วิธีค้นหาจากสื่อทั่วไปที่มีอยู่แล้วและนำมาประกอบการสอน

ผลการวิจัยได้ข้อมูลต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ จากผู้สอน ผู้ปกครองและนักเรียน

ข้อมูลสรุปจากผู้สอนพบว่า การใช้อุปกรณ์พกพาประกอบการเรียนการสอน ช่วยให้การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเองและระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน อยู่ในระดับที่สูงน่าพอใจ ช่วยส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองและยังช่วยให้ผู้เรียนได้ทำการค้นคว้าหาข้อมูลได้มากขึ้นและช่วยให้ผู้เรียนได้ทำงานที่ได้รับมอบหมาย (Assignment) จากผู้สอนได้เป็นอย่างดี

สำหรับข้อมูลความเห็นจากผู้ปกครอง พบว่า ผู้ปกครองส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการใช้อุปกรณ์พกพาประกอบการเรียนการสอน เนื่องจากมีความเห็นว่าช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้งานและเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย

ข้อมูลป้อนกลับจากจากผู้เรียน พบว่าผู้เรียนพึงพอใจกับการเรียนการสอนด้วยอุปกรณ์พกพาเนื่องจากสามารถทำการค้นหาได้อย่างรวดเร็ว การใช้งานค้นหาข้อมูลเนื้อหาจะสะดวกกว่าการใช้หนังสือแบบธรรมดา

สำหรับปัญหาที่พบ เกิดจากหลายสาเหตุ ได้แก่ สื่อการเรียนการสอนแต่ละวิชา ไม่ได้พัฒนาขึ้นมาเฉพาะสำหรับรายวิชานั้น ๆ แต่ได้มาจากการที่ผู้สอนค้นหาในอินเทอร์เน็ตแล้วนำมาประกอบการสอน ซึ่งทำให้ผู้สอนค่อนข้างเสียเวลากับการเตรียมเนื้อหาและพบว่าหลายสื่อที่มีไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ นอกจากนี้ยังมีปัญหาเกี่ยวกับทางด้านเทคนิค เช่น ปัญหาการใช้งานปัญหาอินเทอร์เน็ตแบนด์วิดท์มีความเร็วไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ซึ่งสื่อส่วนใหญ่ที่ใช้ในนั้น จะอิงกับระบบออนไลน์ ทำให้เกิดปัญหาการเรียนการสอนแต่ละวิชา ดังนั้น ทางผู้สอนสรุปว่ามีความต้องการ โครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและต้องการเนื้อหาที่ออกแบบมาเฉพาะสำหรับหน่วยการเรียนรู้เฉพาะของแต่ละวิชา

ปณิธา และ ปรัชญนันท์ (2554) ได้ทำการวิจัยศึกษาศึกษาผลของการเรียนแบบผสมผสาน โดยใช้เครื่องมือทางปัญญาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาศาखाเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ปีการศึกษา 2553 จำนวน 21 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ ระบบบริหารจัดการการเรียนรู้แบบผสมผสาน โดยใช้เครื่องมือทางปัญญา แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษา

ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานใช้เครื่องมือทางปัญญา มีคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 และ นักศึกษามีความคิดเห็นทางบวกต่อการจัดการเรียนรู้แบบดังกล่าวนี้ในระดับมาก สอดคล้องกับ แนวคิดนักวิจัยท่านอื่นที่กล่าวว่า กิจกรรมแบบผสมผสานทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างอิสระ และยังสนับสนุนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและผู้สอนกับผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในชุมชนแห่งการเรียนรู้มากขึ้น ช่วยทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติในทางบวกต่อการเรียน

กิจกรรมการเรียนการสอนประกอบด้วย

1. ขั้นเตรียมการก่อนการเรียนการสอน ประกอบด้วย (1.1) แจกวัสดุประสงค์ของการเรียน และ (1.2) กระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เดิมและตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน
2. ขั้นศึกษาเนื้อหา ประกอบด้วย (2.1) ศึกษาเนื้อหาภาคทฤษฎี (Online) ประกอบด้วย (2.1.1) ศึกษาเนื้อหาภาคทฤษฎีจากระบบจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้เครื่องมือทางปัญญา (2.1.2) การนำเสนอเนื้อหาสาระ (สิ่งเร้า) ใหม่ (2.1.3) การนำเสนอสถานการณ์หรือประเด็นที่น่าสนใจ (2.2) ศึกษาเนื้อหาภาคปฏิบัติ (Face-to-Face) ประกอบด้วย (2.2.1) การนำเสนอเนื้อหา สาระ (สิ่งเร้า) ใหม่ (2.2.2) กระตุ้นให้ผู้เรียนตอบสนองแสดงความสามารถ (2.2.3) ให้แนวกร เรียนรู้หรือจัดระบบข้อมูลให้มีความหมาย (2.2.4) ให้ข้อมูลป้อนกลับและเสริมแรงให้ข้อมูลที่เป็น ประโยชน์
3. ขั้นการสร้างแผนผังทางปัญญาโดยใช้เครื่องมือทางปัญญา ประกอบด้วย (3.1) ขั้นของการ ระดมสมอง (3.2) ขั้นจัดโครงสร้างและรูปแบบ (3.3) ขั้นการแสดงความคิดเห็น (3.4) ขั้นสรุป ทบทวน (3.5) ขั้นการนำไปใช้ประโยชน์
4. ขั้นการวัดและประเมินผล ประกอบด้วย (4.1) การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (4.2) การวัดและประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ (4.3) การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้โดยนำเสนอ ผลงาน

วรรณะ (2554) ได้ทำการวิจัยเพื่อเพื่อศึกษาการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการจัดการ เรียนการสอนแบบดกผลึกทางปัญญาในระดับปริญญาตรีและศึกษาผลที่ได้จากการจัดการเรียน การสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบดกผลึกทางปัญญาในระดับปริญญาตรี โดยมีกลุ่ม

ตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาประเทศไทยในสังคมโลก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 13 คน มีวิธีการดำเนินการวิจัย โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม (Focus Group) และวิธีการสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วม ผลที่ได้จากการวิจัยคือ คะแนนผลที่ได้จากการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบตกผลึกทางปัญญาในระดับปริญญาตรี มีลำดับการพัฒนาเพิ่มขึ้นตามลำดับ และข้้นขยายผลสู่การปฏิบัติ นักศึกษาสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบตกผลึกทางปัญญาในระดับปริญญาตรี มีตามลำดับขั้นดังนี้

1. ขั้นสำรวจปัญหา นักศึกษาเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอนและเตรียมความพร้อมในการค้นคว้าหาปัญหาที่จะนำมาเป็นหัวข้อสำคัญในการจัดทำรายงานและทำการสรุปประเด็นเพื่อกำหนดหัวข้อการศึกษา

2. ขั้นกำหนดหัวข้อในการศึกษา นักศึกษาเลือกหัวข้อในการศึกษาและกำหนดหน่วยบูรณาการและหน่วยย่อย เพื่อเตรียมในการจัดทำแผนการปฏิบัติ

3. ขั้นวางแผนและปฏิบัติ กระบวนการศึกษางานวิจัยของผู้เรียนและปัญหาอุปสรรคการศึกษางานวิจัย

4. ขั้นเขียนข้อค้นพบ ผลการศึกษา เอกสารงานวิจัยและการจัดทำฉบับร่างของรายงานขั้นสะท้อนความคิด ความสามารถในการเขียนนำเสนอรายงานเชิงวิชาการ สามารถวิเคราะห์สังเคราะห์และวิพากษ์วิจารณ์ผลงานต่าง ๆ โดยกลุ่ม

5. ข้้นขยายผลสู่การปฏิบัติ นำข้อค้นพบและสรุปเป็นบทความในการนำเสนองานในที่ประชุมและจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

อังสุรีย์ และคณะ (2557) ได้ทำการการวิจัยพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน CLICK เพื่อส่งเสริมความสามารถในการตกผลึกทางปัญญา สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาการศึกษาปฐมวัย โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง One-Group Pretest-Posttest Design ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบด้วย (1) ขั้นวิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา (C : Content Analysis) (2) ข้้นนำมาสู่ปฏิบัติการเรียนรู้ (L : Leading to Active Learning) (3) ข้้นร่วมมือบูรณาการ (I : Integrated Cooperation) (4) ข้้นสร้างสรรค์ชิ้นงาน (C : Construction) และ (5) ข้้นทำการแลกเปลี่ยนความรู้ (K : Knowledge Exchange)

ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการใช้รูปแบบการเรียนการสอนนี้ ผลประเมินผู้เรียนด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และการคิดประเมินค่า หลังการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกองค์ประกอบ

อมรรัตน์ (2553) ได้ทำการวิจัยศึกษารูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบตกผลึก ซึ่งมีหลักสำคัญคือ (1) ขั้นตอนการวางแผน (Planning and Learning) ประกอบด้วย การวางแผนการเรียนรู้ การเลือก การค้นหา และการเขียน (2) ขั้นตอนการนำเสนอ (Presentation and Discussion) ประกอบด้วย การนำเสนอและอภิปรายถกปัญหาและแลกเปลี่ยน (3) ขั้นตอนการประมวลปรับแก้ (Gathering and Revisioning) ประกอบด้วย การรวบรวมและค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมและการปรับแก้ใจงานเพื่อให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และ (4) ขั้นตอนการตกผลึก ประกอบด้วย การนำเสนอด้วยผู้เรียน การประเมิน และสรุปองค์ความรู้หรือข้อสรุปที่ได้

การศึกษานี้ผู้วิจัยได้นำเสนอ 6 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ (1) การสำรวจปัญหา (2) การกำหนดหัวข้อในการศึกษา (3) การวางแผนและปฏิบัติ (4) การเขียนข้อค้นพบ (5) การสะท้อนความคิด และ (6) การขยายผลสู่การปฏิบัติ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเป็น 6 ขั้นตอนต่อเนื่องกันในการดำเนินการจัดการเรียนการสอน สำหรับกิจกรรมการเรียนการสอนได้แบ่งเป็น 13 ขั้นตอน ดังนี้ (1) ศึกษาคำอธิบายรายวิชา (2) จัดสนทนากลุ่มย่อย (3) สรุปประเด็นสำคัญ (4) เลือกหัวข้อที่สนใจจะศึกษา (5) จัดทำแผนปฏิบัติการศึกษาค้นคว้า (6) จัดทำเอกสารรายงานฉบับร่าง (7) นำเสนอผลงานต่อกลุ่ม (8) วิพากษ์ผลงานโดยกลุ่ม (9) รวบรวมข้อมูลจากคำวิพากษ์ (10) พัฒนาเอกสารรายงานให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น (11) นำเสนอรายงานฉบับสมบูรณ์ (12) ประเมินผลงาน และ (13) สรุปผลงานวิจัยขั้นสุดท้าย

วรนุช และ อินทิตรา (2555) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการสอนการออกแบบผ้าพิมพ์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึกที่มีต่อผลการเรียนรู้ของนักศึกษาในหลักสูตรศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักศึกษาในหลักสูตรศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาออกแบบสิ่งทอ จำนวน 13 คน โดยผสมผสานแนวคิดรูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึก (Crystal-based Instruction Model) ร่วมกับแนวทางการพัฒนาผู้เรียนจากการบูรณาการแนวคิดที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ คือ (1) การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (Self-regulated Learning) (2) การเรียนรู้แบบนำตนเอง (Self-direct Learning) (3) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) และ (4) การเรียนรู้แบบร่วมกัน (Collaborative Learning)

จากแนวคิดการจัดการกระบวนการเรียนการสอนแบบตกผลึกที่จะต้องอาศัยบริบทการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นฐาน มุ่งเน้นการมีส่วนร่วมในการสร้างผลงานที่เกิดจากการตกผลึกทางความคิด สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ความรู้ด้วยความคิด ตั้งแต่การรวบรวม การทำความเข้าใจ การสรุป วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อความรู้จากการศึกษาของตนเอง โดยมีครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้วิเคราะห์ผลงานร่วมกับผู้เรียนและคอยสอดแทรกทักษะการคิด ค่านิยมและจริยธรรมให้เกิดมีในตัวผู้เรียน ซึ่งขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอนแบบตกผลึกมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. วางแผนและเรียนรู้ เป็นการเรียนแบบกำกับตนเองและการเรียนแบบนำตนเอง โดยการวางแผน (Plan) ผู้เรียนวางแผนการเรียนรู้โดยกำหนดประเด็นหลักของการเรียนในแต่ละหน่วยตามความสนใจภายใต้คำแนะนำของผู้สอน การเลือก (Choose) ผู้เรียนเลือกหัวข้อย่อยที่ตนสนใจเป็นพิเศษและวางโครงสร้างของหัวข้อย่อยให้ชัดเจน พร้อมทั้งกำหนดระยะเวลาเพื่อศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การค้นคว้า (Search) ผู้เรียนค้นคว้าข้อมูลในหัวข้อย่อยที่เลือก โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกด้านแหล่งการเรียนรู้และสืบค้นข้อมูล การเขียน (Write) ผู้เรียนเขียนงานจากการศึกษาค้นคว้าเชิงวิเคราะห์ในรูปแบบงานเขียนเชิงวิชาการ (ครั้งที่ 1)

2. นำเสนอและอภิปราย เป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือและการเรียนรู้ร่วมกันนำเสนอ (Present) ผู้เรียนนำเสนอผลงานที่ตนไปศึกษาค้นคว้าในรูปแบบการเขียนเชิงวิชาการและการบรรยาย อภิปราย (Discuss) ผู้เรียนร่วมอภิปรายถึงสิ่งที่นำเสนอกับเพื่อนร่วมชั้น โดยผู้เรียนรับฟัง ข้อคำถามข้อวิพากษ์วิจารณ์ต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขงานเขียนเชิงวิชาการครั้งต่อไป

3. ประมวลและปรับแก้ เป็นการเรียนแบบกำกับตนเองและการเรียนแบบนำตนเองประมวล (Gather) ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลจากการอภิปรายในชั้นเรียนพร้อมทั้งหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อสร้างความสมบูรณ์ของงานเขียนเชิงวิชาการปรับแก้ (Revise) ผู้เรียนพัฒนางานเขียนเชิงวิชาการตามข้อมูลที่ได้รวบรวม ประมวลและค้นคว้าเพื่อสร้างสรรค์รูปแบบงานเขียนที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น (ครั้งที่ 2)

4. ตกผลึก เป็นการเรียนแบบกำกับตนเองและการเรียนแบบนำตนเองนำเสนอ (Present) ผู้เรียนนำเสนองานเขียนเชิงวิชาการที่ผ่านการปรับแก้แล้วต่อชั้นเรียนเพื่ออภิปรายร่วมกัน ประเมิน (Assess) ผู้เรียนประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองตามโครงสร้างที่กำหนดไว้ สรุป (Conclude) ผู้เรียนสรุปผลการทำงานเป็นงานเขียนเชิงวิชาการฉบับสมบูรณ์

รูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึกนี้มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อให้สอดคล้องกับการปฏิรูปการศึกษา เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่ช่วยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสวงหาข้อความรู้โดยให้ผู้เรียนตกผลึกทางความรู้และความคิดในการจัดการข้อความรู้ผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์สังเคราะห์ สร้างสรรค์ ถึง 2 ครั้ง จนเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ สามารถสื่อสารสิ่งที่เข้าใจมาสร้างสรรค์ผลงานของตนเองได้อย่างสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งการประเมินค่าด้วยตนเอง ทำให้เห็นจุดอ่อนจุดแข็งและปรับปรุงแก้ไขผลงานของตนเองในครั้งต่อไปได้

Seyitoullari และ Katrancioğlu (2013) ได้ทำการวิจัยพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ที่ใช้สำหรับอุปกรณ์พกพา ผลการวิจัยพบว่าโครงสร้างระบบ (System Structure) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ฟังก์ชันแม่ข่ายและฟังก์ชันลูกข่ายหรืออุปกรณ์พกพา ด้านฟังก์ชันแม่ข่ายประกอบด้วยบนเว็บเซอร์วิส (Web Service) และระบบฐานข้อมูลเพื่อรับการร้องขอจากเครื่องลูกข่าย ระบบฐานข้อมูลบนเครื่องแม่ข่ายทำหน้าที่เก็บข้อมูลของระบบทั้งหมดรวมทั้งเนื้อหาและข้อมูลงานของผู้เรียน ด้าน

ฝั่งเครื่องลูกข่ายประกอบด้วยระบบเชื่อมโยงกับเครื่องแม่ข่ายและมีฐานข้อมูล SQLite ทำหน้าที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้และข้อมูลที่เคยเปิดอ่านหรือส่งมาจากเครื่องแม่ข่ายแล้ว เมื่อผู้สอนใส่ข้อมูลใหม่เข้าระบบ เครื่องลูกข่ายจะทำการเชื่อมโยงและดึงข้อมูลนั้นมาเก็บ ทำให้ผู้เรียนสามารถเปิดดูในลักษณะการใช้งานแบบไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ (Offline)

การประสานเชื่อมต่อระหว่างเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่ายประกอบด้วยหน้าเข้าสู่ระบบ (Login Page) หน้าสำหรับเลือกเนื้อหา หน้าเปิดงานที่ได้มอบหมาย หน้าสำหรับการส่งข้อความติดต่อสอบถามผู้สอน

Jamali และคณะ (2015) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาระบบอีออกเมนที่ค้ำกับแบบความเป็นจริงเสริมสำหรับอุปกรณ์พกพา สำหรับการเรียนการสอนวิชากายวิภาคศาสตร์ของคน (Human Anatomy in Mobile Augmented Reality) มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงเนื้อหาได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนจากสื่อปกติ ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบตามขั้นตอนของวงจรกระบวนการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle) แบบโมเดลน้ำตก (Waterfall Model) วงจรการพัฒนาประกอบด้วย (1) การรวบรวมความต้องการ (2) การวิเคราะห์ความต้องการและการออกแบบทางด้านเทคนิค (3) การพัฒนาระบบต้นแบบ (4) การทดสอบตัวต้นแบบ และ (5) การพัฒนาขั้นสุดท้าย

ด้านความต้องการทั่วไป ระบบจะต้องอนุญาตให้ผู้ใช้มีอินพุทแบบปฏิสัมพันธ์สามารถดูสรีระเกี่ยวกับกระดูกได้ 360 องศา ผู้ใช้สามารถคลิกปุ่มเพื่อดูส่วนใด ๆ ของกระดูกได้และระบบจะมีปุ่มช่วยเหลือให้ผู้ใช้ สำหรับอธิบายการใช้งานในลักษณะต่าง ๆ ส่วนความต้องการด้านเทคนิคจะต้องออกแบบพัฒนาระบบให้รองรับกับอุปกรณ์พกพา ระบบแอนดรอยด์โดยสามารถใช้งานได้กับอุปกรณ์ที่มีประมวลผลความเร็ว (CPU) ขั้นต่ำ 1.6 GHz ขนาดความละเอียดจอขั้นต่ำ 1024x600 ได้อย่างราบรื่น พร้อมกับกล้องด้านหลังเพื่อจับภาพมาร์กเกอร์

สถาปัตยกรรมระบบ ประกอบด้วย (1) ระบบฐานข้อมูล ที่ใช้ Vuforia AR Toolkit Online Database ซึ่งเก็บข้อมูลเนื้อหาภาพสรีระกระดูกไว้ที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ (2) ข้อมูลเนื้อหาเกี่ยวกับสรีระกระดูกที่สร้างด้วย 3D Studio Max 2013 (3) ระบบถอดรหัสมาร์กเกอร์ที่ใช้เทคโนโลยี Unity 3D ร่วมกับกล้องถ่ายภาพของอุปกรณ์พกพา จับภาพแล้วส่งผ่านระบบอินเทอร์เน็ต และ (4) ระบบแสดงผลซึ่งรับข้อมูลเนื้อหาที่ส่งมาจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ทำหน้าที่แสดงผลเนื้อหาบนจออุปกรณ์พกพาของผู้เรียน

Adinugroho Reina และ Gautama (2015) ได้นำเสนองานวิจัยเปรียบเทียบการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์พกพา 2 ชนิดคือ แอปพลิเคชันแบบใช้ภาษาแท้ (Native Application) คือพัฒนาด้วยภาษาแท้ของระบบนั้น ๆ (ไอโอเอส ใช้ภาษา Swift ส่วน แอนดรอยด์ใช้ภาษาจาวา)

และแอปพลิเคชันแบบข้ามระบบ (Cross-platform Application) หรือเรียกว่าแบบผสม (Hybrid Application)

แอปพลิเคชันแบบใช้ภาษาแท้มี่ข้อดีที่เหนือกว่าคือสามารถใช้งานได้ครบทุกหน้าที่ ทุกส่วน เช่น ระบบแจ้งเตือนแบบพุชเทคโนโลยี (Push Notification) นอกจากนี้ยังมีข้อดีที่เหนือกว่าในด้านประสิทธิภาพระบบ (Performance) สามารถแสดงผลได้ที่ความเร็ว 59 fps (แอนดรอยด์ 4 และ 5) ส่วนแอปพลิเคชันแบบข้ามระบบ มีข้อดีเหนือกว่าคือ ลดเวลาในการพัฒนาแอปพลิเคชันซึ่งผู้พัฒนาทำการเขียนโปรแกรมเพียงครั้งเดียว ก็จะสามารถนำไปใช้ได้หลายระบบ เช่น ไอโอเอส แอนดรอยด์ วินโดวส์โฟน ส่วนด้านการแสดงผลจะทำงานโดยผ่านระบบ WebView สามารถแสดงผลได้ที่ความเร็ว 57 fps ซึ่งต่ำกว่าระบบแอปพลิเคชันแบบใช้ภาษาแท้มี่

เมื่อเปรียบเทียบด้านการใช้งานปริมาณข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย พบว่าไม่แตกต่างกันมากนัก โดยแอปพลิเคชันแบบใช้ภาษาแท้มี่จะใช้ปริมาณข้อมูลที่ต่ำกว่าเล็กน้อยเนื่องจากการออกแบบโครงร่างหน้าจอที่ตายตัว ระบบจึงต้องการเพียงข้อมูลเพียงอย่างเดียว ในขณะที่แอปพลิเคชันแบบข้ามระบบนอกจากข้อมูลแล้วอาจต้องการส่วนขยายที่เป็นโครงร่างด้วย จึงทำให้มีปริมาณข้อมูลวิ่งในระบบเครือข่ายสูงกว่าเล็กน้อย อย่างไรก็ตามหากระบบเครือข่ายมีความเร็วที่สูงพอ ก็จะไม่มีปัญหาต่อการใช้งาน

Cai Wang และ Chiang (2014) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาระบบอ็อกเมนเต็ดรีลิตีแบบเออาร์สำหรับการเรียนการสอนวิชาเคมี มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงเนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนจากสื่อปกติและประเมินการใช้งานสื่อ โดยทดลองกับผู้เรียนจำนวน 29 คน ผู้วิจัยได้เริ่มต้นขั้นตอนการวิจัยพัฒนาจากการสัมภาษณ์ผู้สอนวิชาเคมีเกี่ยวกับรายละเอียดสื่อและเนื้อหา สรุปได้ว่าปัญหาเกิดจากผู้เรียนไม่สนใจกับสื่อการเรียนแบบปกติและปัญหาที่ตามมาคือผู้เรียนไม่เข้าใจเนื้อหาอย่างถ่องแท้ ผู้สอนต้องการสื่อที่กระตุ้นความสนใจผู้เรียนและช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจได้อย่างแท้จริง เนื่องจากเนื้อหาของวิชาจะค่อนข้างเป็นนามธรรมต้องอาศัยจินตนาการสูง

ระบบโปรแกรมในงานวิจัยนี้ พัฒนาด้วย Java NyARToolkit Java3D และ Java Media Framework (JMF) สถาปัตยกรรมโปรแกรมประกอบด้วย (1) ส่วนตรวจจับมาร์กเกอร์ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างไว้ 4 รูปแบบ สำหรับแสดงโครงสร้างโมเดลของ ไฮโดเจน คาร์บอนที่ประกอบไปด้วยเพชร คาร์บอนที่ประกอบด้วยกราฟไฟต์และ โซเดียมคลอไรด์ (2) ส่วนโปรแกรมทำหน้าที่เปรียบเทียบมาร์กเกอร์เพื่อส่งข้อมูลโครงสร้างอะตอมไปแสดง และ (3) ส่วนแสดงผลซึ่งแสดงโครงสร้างอะตอมแบบสามมิติตามชนิดของธาตุนามาร์กเกอร์

ผู้วิจัยทำการทดลองโดยแบ่งกลุ่มทดลองใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มสอบก่อนและสอบหลัง เปรียบเทียบคะแนนด้วยสถิติค่าที พบว่าผลคะแนนระหว่างผู้ที่เรียนด้วยระบบสื่อเสมือนและเรียนด้วยสื่อปกติมีผลคะแนนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ( $p$ -value=.000) โดยสรุปผลวิจัยว่า (1) สื่อเสมือนเป็นเครื่องมือคอมพิวเตอร์เสริมการเรียนรู้ที่สำคัญชนิดหนึ่ง (2) สื่อเสมือนมีประสิทธิภาพสามารถช่วยกลุ่มผู้เรียนที่มีผลการเรียนอ่อนได้เป็นอย่างดี (3) ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีและการยอมรับการเรียนกับสื่อเสมือนอยู่ในระดับสูง และ (4) ผลประเมินการใช้งานระบบสื่อเสมือนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น อยู่ในระดับสูง

Bidaki Sanati และ Ghannad (2013) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาระบบอ็อกเมนเต็ดบุ๊กสำหรับอุปกรณ์พกพา สำหรับการเรียนการสอนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์ (Medical Sciences) มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สร้างสื่อเสริมสำหรับรายวิชาให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงเนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนจากสื่อปกติ (2) ศึกษาผลการใช้งาน ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาประกอบด้วย (1) การออกแบบอ็อกเมนเต็ดบุ๊กโดยผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Java พัฒนาระบบตามขั้นตอนของวงจรกระบวนการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle) แบบโมเดลน้ำตก (Waterfall Model) วงจรการพัฒนาประกอบด้วย (1) การรวบรวมความต้องการ (2) การวิเคราะห์ความต้องการและการออกแบบทางด้านเทคนิค (3) การพัฒนาระบบต้นแบบ (4) การทดสอบตัวต้นแบบ และ (5) การใช้งานและการบำรุงรักษา

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย มีผู้เรียนจำนวน 158 คน ใน 4 สาขา ได้แก่ เทคโนโลยีแล็บ (Laboratory Technology) เทคโนโลยีห้องไอเพอเรชั่นผ่าตัด (Operation Room Technology) สุขภาพสาธารณะ (Public Health) และ สาขา (Medicine) ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลโดยให้ผู้เรียนตอบแบบสอบถามชนิด 5 ระดับ จำนวน 20 คำถามก่อนและหลังใช้งาน โดยแบบสอบถามได้ผ่านการหาคุณภาพแล้ว (ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาครอนบาคได้เท่ากับ 0.82) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบกับสถิติค่าที ( $t$ -test) พบว่าค่าเฉลี่ยทัศนคติการยอมรับการใช้งานระบบอ็อกเมนเต็ดบุ๊กของผู้เรียนสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ( $p$ -value=.0001)

Chin และ Chen (2013) ได้พัฒนาระบบการเรียนรู้เอ็มเลิร์นนิ่งชื่อ Mobile Learning Support System (MLSS) ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถใช้อุปกรณ์พกพาเข้าถึงสื่อการเรียนรู้ได้ทุกที่ โดยระบบดังกล่าวใช้รหัสแท่งสองมิติ (QR Code) และเทคโนโลยีตรวจจับตำแหน่ง (GPS) ผู้เรียนจะต้องติดตั้งระบบ MLSS ลงในอุปกรณ์พกพาแล้วใช้กล้องในอุปกรณ์เล็งไปยังแท็ก จากนั้นระบบก็จะดึงข้อมูลมาแสดงบนอุปกรณ์ผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ต สถาปัตยกรรมระบบประกอบด้วย (1) ส่วนการเชื่อมต่อฐานข้อมูล สำหรับเก็บข้อมูลผู้เรียน เก็บเนื้อหาชนิดมัลติมีเดีย และการส่งข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) (2) ส่วนเนื้อหาซึ่งอยู่ในรูปของมัลติมีเดีย และ (3) ส่วนการตรวจจับและ

ค้นหา ทำหน้าที่ตรวจจับโดยใช้ 2 ระบบคือ รหัสแท่งสองมิติและตำแหน่งพิกัด (GPS) การทำงาน การตรวจจับจะมีลักษณะคือใช้เทคโนโลยีตรวจจับพิกัดตำแหน่งของอุปกรณ์ ซึ่งก็คือตำแหน่งที่อยู่ของผู้เรียน ระบบจะแสดงผลแผนที่ จากนั้นผู้เรียนก็ได้ตำแหน่งของรหัสแท่งสองมิติบริเวณใกล้เคียงกับตำแหน่งที่อยู่ เพื่อนำมาสแกน จากนั้นระบบก็จะเชื่อมต่อเซิร์ฟเวอร์เพื่อดึงสื่อมัลติมีเดียมาแสดงผลบนจออุปกรณ์พกพาของผู้เรียน

Santana และคณะ (2012) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาระบบอีคอมเมิร์ซแบบความเป็นจริงเสริมสำหรับอุปกรณ์พกพา ซึ่งระบบดังกล่าวออกแบบให้ใช้งานร่วมกับหนังสือจริง โดยผู้เรียนจะใช้อุปกรณ์พกพาแล่นไปยังภาพในหนังสือ จากนั้นเนื้อหาชนิดมัลติมีเดียก็จะปรากฏขึ้น หลักการออกแบบระบบใช้สถาปัตยกรรมบริการ (Service Oriented Architecture) ที่มีความต้องการหลักคือสามารถรองรับอุปกรณ์พกพากระบวนแอนดรอยด์หน้าจอกว้างทุกขนาด มีส่วนประสานผู้ใช้ (User Interface) ที่ใช้งานง่ายและผู้อ่านสามารถสร้างเนื้อหาเองได้ เพื่อให้ระบบมีความยืดหยุ่นสามารถใช้งานได้กับทุกสาขาวิชา

สถาปัตยกรรมระบบประกอบด้วย ส่วนของข้อมูลบนคลาวด์ (SOA on Cloud) และส่วนนำเสนอ (Presentation Tier) ซึ่งอยู่บนอุปกรณ์พกพา สำหรับส่วนของข้อมูลบนคลาวด์ประกอบด้วย (1) ฐานข้อมูล (Content repository) (2) ระบบจัดการเนื้อหา (Content Management System) ซึ่งเปิดให้ผู้สอนนำเนื้อหาต่าง ๆ มาใส่เตรียมไว้ก่อนการเรียนการสอน ได้แก่โมเดลที่สร้างจาก Autodesk 3Ds Max และส่วนบริการวิดีโอ เสียง ภาพ (Video Audio and Model Service) สำหรับส่วนนำเสนอที่อยู่บนอุปกรณ์พกพานั้น ประกอบด้วย ส่วนการถอดรหัสเพื่อแปลงจากภาพบนหน้าหนังสือไปเป็นรหัสเพื่อนำไปแสดงผลเป็นมัลติมีเดีย (Image/Marker decoder) และส่วนแสดงผลมัลติมีเดียซึ่งประกอบด้วย แอปพลิเคชันที่พัฒนาโดยใช้ Unity 3D โปรแกรมพัฒนา QCAR SDK และระบบกล้องถ่ายรูปเพื่อส่งภาพจากหนังสือเข้าไปถอดรหัส หลักการทำงานโดยรวมคือเมื่อผู้ใช้เปิดแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพาแล้วกล้องก็ส่งไปยังภาพบนหนังสือเรียน ระบบจะถอดรหัสภาพนั้นส่งไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลบนระบบคลาวด์ จากนั้นข้อมูลของเนื้อหาที่เป็นโมเดล ภาพ หรือมัลติมีเดียจะถูกส่งมาแสดงที่อุปกรณ์พกพา การแสดงเนื้อหาที่จะเป็นไปอย่างต่อเนื่องถ้ากล้องของอุปกรณ์พกพายังจับอยู่ที่ภาพหนึ่งบนหน้าหนังสือและจะถูกปิดลงทันทีที่กล้องไม่ได้เล็งไปที่ภาพหนึ่งแล้ว กล่าวอีกนัยคือ สื่อมัลติมีเดียจะปิดลงเมื่อภาพหนึ่งหลุดจากเฟรมของกล้องนั่นเอง ผลการประเมินความคิดเห็นผู้เรียนที่ใช้ระบบมีระดับคะแนนสูงถึง 97%

Chou และ ChanLin (2012) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาระบบสื่อความเป็นจริงเสริม โดยกรณีศึกษานี้สร้างเป็นระบบแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว (Touring System) ใช้สถานที่ของมหาวิทยาลัย Fu-Jen Catholic University แล้วให้กลุ่มตัวอย่างที่ยังไม่เคยเข้ามาในมหาวิทยาลัยแห่งนี้ได้ทดลอง

ท่องเที่ยวในมหาวิทยาลัย พร้อมกับใช้งานระบบดังกล่าว เพื่อแนะนำข้อมูลต่าง ๆ ของสถานที่ให้กลับกลุ่มตัวอย่างขณะท่องเที่ยวในมหาวิทยาลัย ข้อมูลต่าง ๆ จะส่งผ่านระบบอินเทอร์เน็ตโดยระบบอ้างอิงจากตำแหน่งพิกัด (GPS) ของอุปกรณ์ขณะนั้น ทำให้ผู้ใช้งานซึ่งก็คือกลุ่มท่องเที่ยวที่ใช้ระบบ สามารถเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการได้ตลอดเวลา

ผู้วิจัยได้สร้างระบบโดยประยุกต์ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ได้แก่ Hoppala เป็นเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลทำงานกับระบบ LayaR Google Sketchup สร้างไอคอน 3 มิติ โครงสร้างสถาปัตยกรรมประกอบด้วย (1) ส่วนค้นหา (2) ส่วนคัดกรอง (3) ส่วนแนะนำการเดินทาง (4) ส่วนแนะนำด้วยเสียง และ (5) ส่วนแนะนำอาคารสถานที่ ผลการศึกษาความคิดเห็น พบว่าผู้ใช้ประเมินความเหมาะสมอยู่ในระดับสูงมาก โดยผู้ใช้ให้ความเห็นว่าระบบสามารถช่วยค้นหาสถานที่และได้รับข้อมูลต่าง ๆ ที่สำคัญได้ทั้งภาพและเสียง นอกจากนี้ยังเดินทางไปยังจุดเป้าหมายได้รวดเร็ว แต่จุดสำคัญที่ต้องคำนึงถึงก็คือระบบอินเทอร์เน็ตจะต้องครอบคลุมพื้นที่การใช้งานอย่างทั่วถึงหรือใช้ มิฉะนั้นการใช้งานจะขาดช่วง เนื่องจากระบบจะต้องใช้งานเชื่อมกับอินเทอร์เน็ตเพื่อรับส่งข้อมูลอยู่ตลอดเวลา

Cadavieco และคณะ (2012) กล่าวว่ากรอบนโยบายการศึกษาในยุโรปได้ปรับปรุงวิธีการของวิธีการฝึกอบรมใหม่ โดยจะมุ่งเน้นในการฝึกอบรมของนักเรียนหรือพลเมืองให้มีความสามารถในการโต้ตอบกับสังคมใหม่ที่ล้อมรอบไปด้วยยุคพลวัต (Social Dynamic) ดังนั้นในกิจกรรมการเรียนการสอน จึงอาศัยรูปแบบการศึกษาที่อาศัยการสื่อสารและสารสนเทศเป็นหลัก ผู้วิจัยได้พัฒนาเอ็มเลิร์นนิ่งที่ใช้ระบบความเป็นจริงเสริมสำหรับอุปกรณ์พกพา เรื่องการเรียนเนื้อหาพื้นที่และปริมาตรของรูปทรงเรขาคณิต องค์ประกอบระบบประกอบด้วย (1) สื่อที่เป็นภาพสูตรคำนวณการหาพื้นที่และการหาปริมาตรของรูปทรงที่จะทับซ้อนเมื่อเล็งกล้องไปที่รูปทรงวัตถุจริง (2) โปรแกรมแอปพลิเคชันสำหรับทำงานบนอุปกรณ์พกพาซึ่งประกอบด้วย ฐานข้อมูลรูปทรงเรขาคณิต ระบบถอดรหัสภาพและระบบแสดงภาพสูตรการหาพื้นที่และหาปริมาตรรูปทรงที่จะนำมาทับกับรูปทรงจริง เมื่อผู้เรียนเล็งกล้องไปยังรูปทรงเรขาคณิต ระบบจะนำสูตรการคำนวณมาซ้อนทับ ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีความสนใจมากขึ้นกว่าวิธีเรียนปกติที่ใช้วิธีท่องสูตรเพียงอย่างเดียว จากการวิจัย พบว่าวิธีการนี้ จะเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนดี มาก ทำให้การเรียนรู้ตลอดจนการฝึกอบรมต่าง ๆ มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

Schüler และคณะ (2012) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการเรียนรู้จากมัลติมีเดีย ในสถานการณ์ต่าง ๆ กัน โดยให้กลุ่มผู้เรียน 147 คนทำการเรียนรู้ผ่านสื่อ เรื่องการเกิดพายุทอร์นาโด ซึ่งแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อยที่มีการเรียนรู้ผ่านสื่อที่มีภาพอธิบายเหมือนกัน แต่แตกต่างกันที่ลักษณะและลำดับการอธิบายประกอบภาพ ได้แก่

1. ภาพและคำอธิบายด้วยข้อความ เกิดขึ้นหรือแสดงไปพร้อม ๆ กัน
  2. ภาพและการบรรยายอธิบายด้วยเสียง เกิดขึ้นหรือแสดงไปพร้อม ๆ กัน
  3. ภาพและคำอธิบายด้วยข้อความ แสดงไม่พร้อมกัน โดยแบ่งย่อยออกเป็น ภาพปรากฏก่อน แล้วอธิบายด้วยข้อความ และ อธิบายด้วยข้อความก่อน แล้วแสดงภาพให้เห็น
  4. ภาพและบรรยายอธิบายด้วยเสียงเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน โดยแบ่งย่อยออกเป็นภาพปรากฏก่อนแล้วอธิบายด้วยเสียงบรรยายและเสียงบรรยายก่อนแล้วแสดงภาพ
- ผลการวิจัยพบว่า การนำเสนอแบบพร้อม ๆ กันระหว่างภาพกับการบรรยายในระยะเวลาที่เพียงพอ ให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่ดีกว่า

## 2.9 สรุปเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์และอีคอมเมิร์ซ พบว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์หรือการคิดขั้นสูงกว่า จะต้องจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในลักษณะเชิงรุก โดยหลักสำคัญคือผู้สอนจะต้องลดบทบาทการสอนหน้าชั้นเรียนลง แต่เพิ่มบทบาทของผู้เรียนให้มากขึ้นกว่าเดิม จากรูปแบบเดิมที่ผู้เรียนนั่งฟังผู้สอนเพียงอย่างเดียว ก็จะเปลี่ยนมาเป็นผู้เรียนทำกิจกรรมต่างๆ ประกอบด้วย การค้นคว้า การคิดวิเคราะห์แยกแยะองค์ประกอบความสำคัญ ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและหาหลักการของสิ่งนั้นหรือเรื่องราวที่กำลังศึกษา เมื่อได้ข้อสรุปแล้วก็นำเสนอให้สมาชิกและผู้สอนเพื่อเป็นการสะท้อนข้อสรุปต่าง ๆ ที่ได้ จากนั้นก็เปิดโอกาสให้ผู้สอนและเพื่อนสมาชิกได้ถกหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นได้ข้อสรุปสุดท้าย

นอกจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนแล้ว การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพได้ จะต้องจัดให้มีเครื่องมืออำนวยความสะดวกต่าง ๆ ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่เหมาะสม ระบบจัดการเรียนรู้และสื่อประกอบการเรียนการสอนจึงมีส่วนสำคัญที่จะทำให้งานการเรียนการสอนนั้นบรรลุวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบที่ดีควรเป็นระบบที่ใช้งานได้ง่าย ราคาไม่แพง และด้วยเทคโนโลยีอุปกรณ์ที่ก้าวหน้าไปมาก อุปกรณ์พกพาในปัจจุบันจึงถือเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับการศึกษ โดยสามารถแสดงสื่อได้หลากหลาย อาทิ รูปภาพ มัลติมีเดีย ความเป็นจริงเสริม ซึ่งสื่อเหล่านี้สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีและสามารถแสดงรายละเอียดได้ชัดเจนช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจได้มากกว่าสื่อปกติทั่วไป ผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิด ทฤษฎี และจุดเด่นของเทคโนโลยีอุปกรณ์พกพา มาพัฒนาเป็นระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์สำหรับใช้กับอุปกรณ์พกพาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนต่อไป

### บทที่ 3

#### วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ (1) ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบฯ (2) พัฒนาระบบฯ และ (3) ศึกษาผลการใช้งานระบบฯ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนา 3 ขั้นตอน ดังนี้

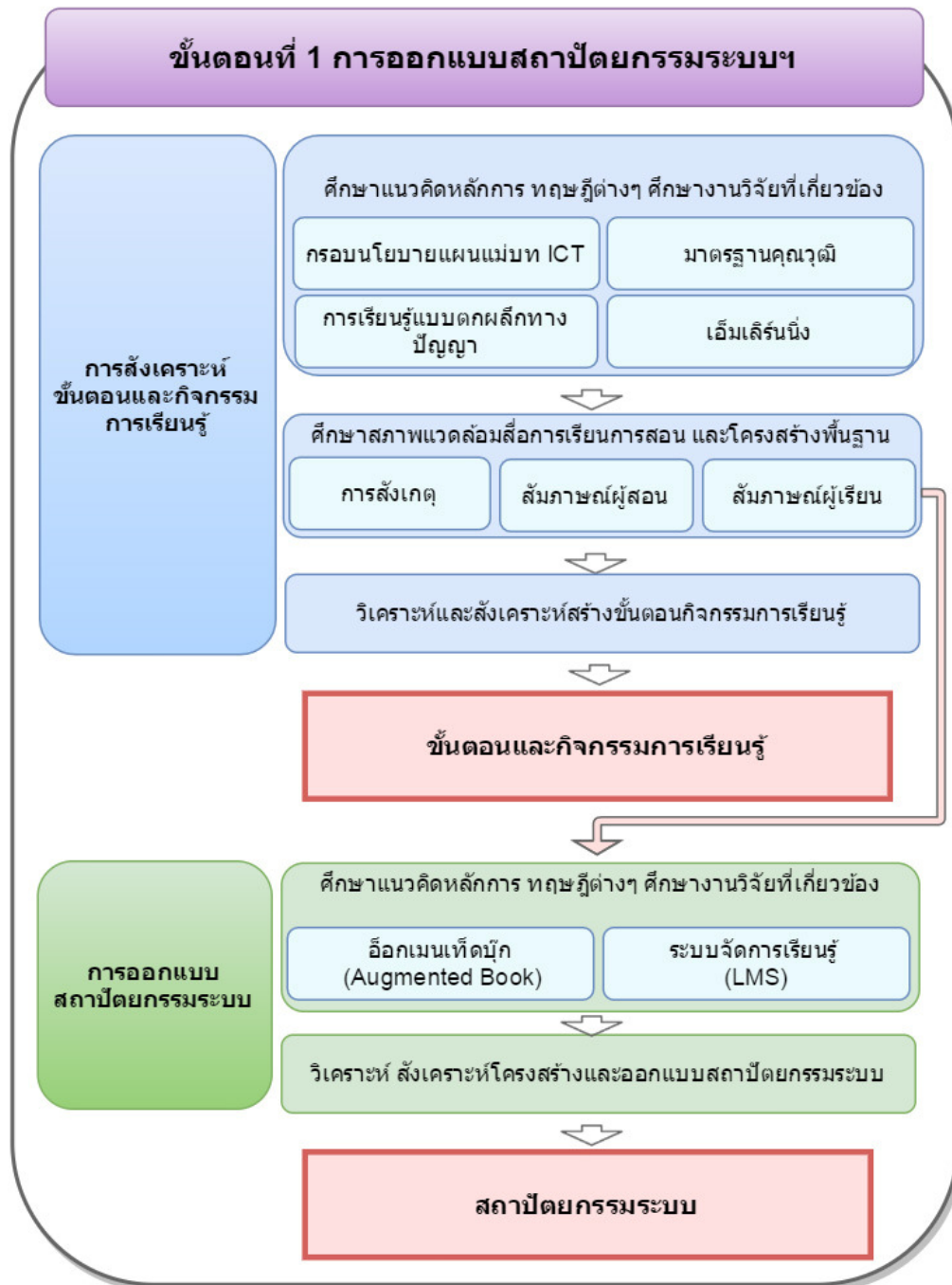
3.1 ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

3.2 ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

3.3 ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาผลการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

3.1 ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญา ด้วยอ็อกเมนต์บุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

ขั้นตอนการวิจัยขั้นที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนย่อย ประกอบด้วย (1) การสังเคราะห์ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้ และ (2) การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ ดังนี้



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบฯ

### 3.1.1 การสังเคราะห์ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้

การสังเคราะห์ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้ มีดังนี้

3.1.1.1 ศึกษา แนวคิด ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน การออกแบบสื่อการเรียนการสอน การพัฒนาระบบสำหรับการเรียนการสอนด้วย m-Learning การสร้างแบบวัดเพื่อประเมินการคิดวิเคราะห์ โดยศึกษาจาก เอกสาร ตำรา บทความวิชาการ งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ประกอบด้วย

3.1.1.1.1 ศึกษากรอบนโยบายแผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ ได้แก่

ก) พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2542)

ข) กรอบนโยบายแผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและ

การสื่อสาร (กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2554)

ค) แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์

(สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2549)

ง) มาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาการ

คอมพิวเตอร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

3.1.1.2 ศึกษา รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบตกลูกทางปัญญา แนวคิด หลักการ ขั้นตอนกระบวนการจัดการเรียนการสอน บทบาทผู้สอนและผู้เรียนในแต่ละชั้นอย่างละเอียด เพื่อนำองค์ประกอบมาสังเคราะห์สร้างเป็นขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับงานวิจัยครั้งนี้

3.1.1.3 ศึกษาสภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้ ปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน ความต้องการสื่อการเรียนการสอนของผู้เรียนและผู้สอน

3.1.1.4 สัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนระดับปริญญาตรีในเชิงลึกจำนวน 9 คน ด้วยแบบสัมภาษณ์คำถามปลายเปิด (แสดงในภาคผนวก ข) เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรรายวิชา สภาพแวดล้อมในการจัดการเรียนการสอน สื่อที่ใช้ งาน เทคนิคการสอน ขั้นตอนและกิจกรรมที่ใช้ ในหลักสูตร การประเมินผล ความต้องการทั้งด้านสื่อ ด้านกิจกรรม ความพร้อมด้านอุปกรณ์ สนับสนุนในการเรียนด้วย m-Learning เช่น ทักษะผู้สอน อุปกรณ์ช่วยสอน การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ

3.1.1.5 สัมภาษณ์นักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต จำนวน 20 คน ด้วยแบบสัมภาษณ์คำถามปลายเปิดเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับ สภาพแวดล้อมในการจัดการเรียนการสอน ความต้องการ

ของผู้เรียน ทั้งด้านสื่อ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของผู้เรียน ความพร้อมด้านอุปกรณ์สนับสนุนในการเรียนด้วย m-Learning เช่น อุปกรณ์พกพา ชุดหูฟัง การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ

3.1.1.6 วิเคราะห์และสังเคราะห์สร้างขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตาราง เทียบเคียง ดังตารางที่ ข-1

3.1.1.7 สร้างแบบประเมินและนำขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.1.1.8 นำขั้นตอนและกิจกรรมที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 14 ท่าน วุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอก หรือดำรงตำแหน่งทางวิชาการ มีประสบการณ์สอนไม่น้อยกว่า 5 ปี ทำการประเมิน จากนั้นทำการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อขั้นตอนและกิจกรรมที่ผู้วิจัยเสนอ โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.1.1.9 ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ได้ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้ดังภาพที่ 3-2

3.1.2 รายละเอียดขั้นตอนและกิจกรรมที่สังเคราะห์และกำหนดโดยผู้วิจัย

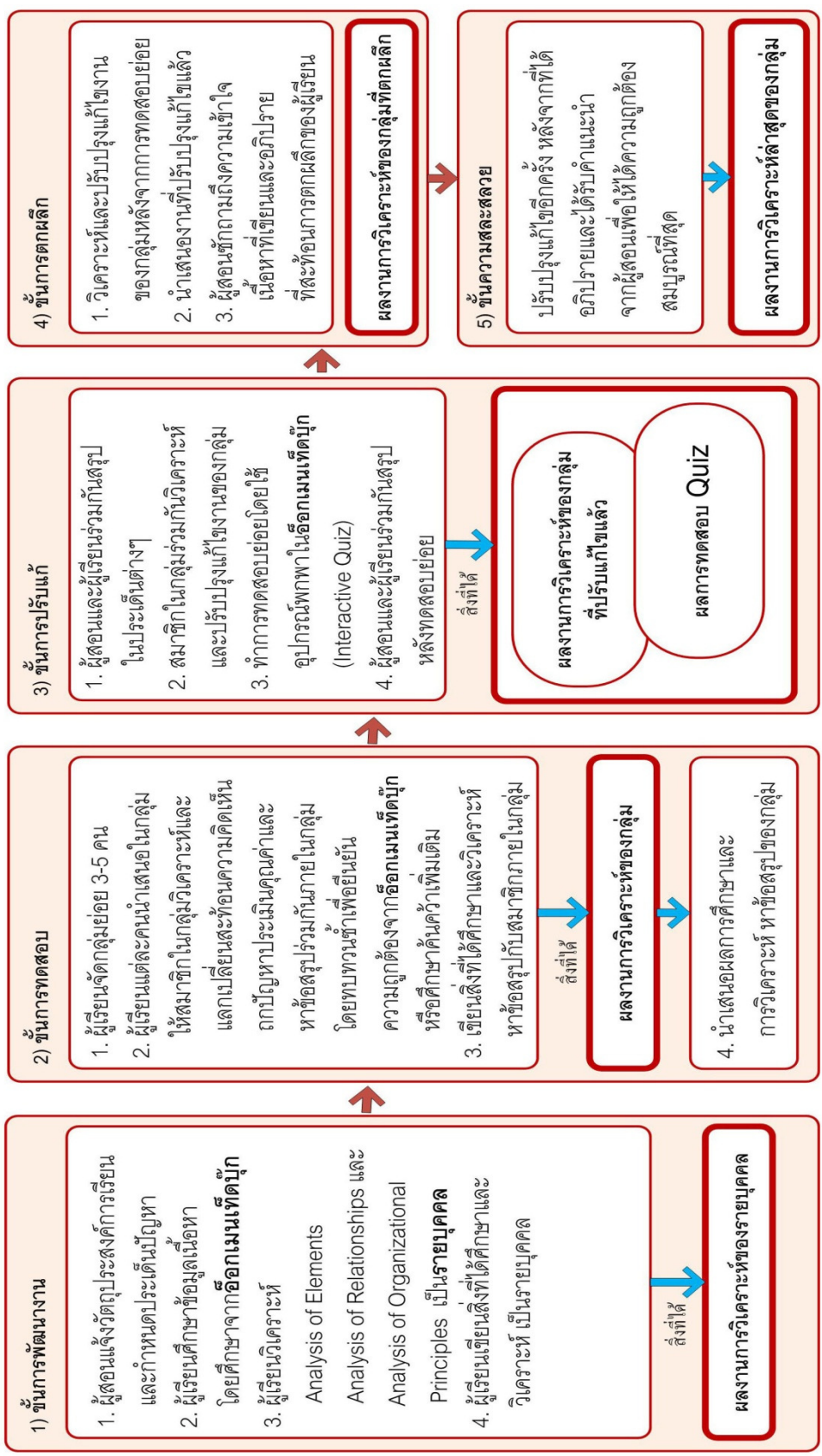
ขั้นตอนและกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ที่สังเคราะห์และกำหนดโดยผู้วิจัยมี 5 ขั้นตอนคือ (1) ขั้นการพัฒนางาน (2) ขั้นการทดสอบ (3) ขั้นการปรับแก้ (4) ขั้นการตกผลึก และ (5) ขั้นความสละสลวย

3.1.2.1 ขั้นการพัฒนางาน

เป็นขั้นเริ่มต้นที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้ ทำการวิเคราะห์และเขียนข้อค้นพบ ข้อสรุปออกมาเป็นผลงานของตนเองเพื่อนำไปสู่ขั้นตอนต่อไป

3.1.2.1.1 ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้และกำหนดประเด็นปัญหา เป็นขั้นตอนเริ่มต้นเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ โดยผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียน กำหนดประเด็นปัญหาต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ซึ่งแจ้งเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนและกิจกรรม รายละเอียดเกี่ยวกับการทดสอบย่อยและการประเมินผล

3.1.2.1.2 ผู้เรียนศึกษาข้อมูลเนื้อหาโดยศึกษาจากสื่อจากอินเทอร์เน็ต เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาจากอินเทอร์เน็ต โดยการใช้อุปกรณ์พกพาของผู้เรียนร่วมกับหนังสือจริงของรายวิชา



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้แบบบทฝึกทางปัญญาด้วยสื่อเกมบนแท็บเล็ต

3.1.2.1.3 ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและความสำคัญ (Analysis of Elements) ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) และ หลักการ (Analysis of Organizational Principles) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ทำการวิเคราะห์เนื้อหาได้ศึกษาในแง่มุมต่าง ๆ เช่น องค์ประกอบ ความสำคัญ ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ และหลักการทำงาน โดยในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะทำการวิเคราะห์เป็นรายบุคคล

3.1.2.1.4 ผู้เรียนเขียนสิ่งที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ เป็นรายบุคคล ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะต้องเขียนข้อค้นพบ ข้อสรุป โดยแยกเป็นประเด็นต่าง ๆ ผลงานที่ได้ในขั้นตอนนี้ ก็จะเป็นผลงานที่ตกผลึกขั้นแรกของผู้เรียนเอง

#### 3.1.2.2 ขั้นการทดสอบ

เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มย่อย โดยสมาชิกในกลุ่มนำเสนอผลงานข้อค้นพบ ข้อสรุปของตนเองแล้วให้สมาชิกวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจนได้ผลงานวิเคราะห์ของกลุ่ม

3.1.2.2.1 ผู้เรียนจัดกลุ่มย่อย 3-5 คน เพื่อจับกลุ่มวิเคราะห์ วิเคราะห์แลกเปลี่ยนความคิดเห็น

3.1.2.2.2 ผู้เรียนแต่ละคนนำเสนอในกลุ่มให้สมาชิกในกลุ่มวิเคราะห์ วิเคราะห์เสนอแนะแลกเปลี่ยนสะท้อนความคิดเห็นอภิปรายหาประเมินคุณค่าและหาข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่ม ซึ่งในขั้นตอนนี้อาจมีการอภิปรายหาหรือมีข้อโต้แย้งภายในกลุ่มเกิดขึ้น เนื่องจากรายละเอียดที่ได้การวิเคราะห์รายบุคคลในขั้นตอนนี้ผ่านมานั้นอาจแตกต่างกัน ซึ่งก็จะเกิดผลดี ทำให้เกิดการคิดวิเคราะห์และถกเถียงกันมากขึ้น โดยสมาชิกในกลุ่มอาจจะต้องทบทวนเนื้อหาซ้ำเพื่อยืนยันความถูกต้องจากอีกมุมมองที่คบูกหรือศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

3.1.2.2.3 เขียนสิ่งที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์หาข้อสรุปกับสมาชิกภายในกลุ่ม หลังจากที่แลกเปลี่ยนสะท้อนความคิดเห็นจนได้ข้อสรุปแล้ว ในขั้นตอนนี้สมาชิกกลุ่มจะต้องร่วมกันเขียนข้อค้นพบ ข้อสรุป โดยแยกเป็นประเด็นต่าง ๆ ซึ่งการเขียนนี้ก็ถือเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการสื่อสารรวมทั้งการสะท้อนความคิดเช่นเดียวกับขั้นตอนแรก งานเขียนนี้อาจประกอบด้วย ความเรียง ไฉฉะแกรม ผังการทำงาน หรืออื่น ๆ เพื่อความชัดเจนสำหรับการนำเสนอหรือสะท้อนความคิดของกลุ่มให้กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนได้รับฟังและวิเคราะห์วิจารณ์ในขั้นตอนต่อไป ผลงานที่ได้ในขั้นตอนนี้ ก็จะเป็นผลงานการวิเคราะห์ที่ได้เริ่มตกผลึกของกลุ่ม

3.1.2.2.4 นำเสนอผลการศึกษาและการวิเคราะห์หาข้อสรุปของกลุ่มให้กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนและผู้สอน เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้นได้วิเคราะห์และวิจารณ์สะท้อนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

### 3.1.2.3 ขั้นการปรับแก้

เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนทำการปรับแก้ในงานให้มีความถูกต้องมากขึ้น หลังจากที่ได้นำเสนอและรับฟังการวิเคราะห์วิจารณ์จากสมาชิกพร้อมชั้นเรียนและจากผู้สอน

3.1.2.3.1 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปในประเด็นต่าง ๆ โดยผู้สอนทำการชี้แนะหรือตั้งคำถามหรือแ่งคิด ในประเด็นต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันทำการสรุป โดยในขั้นตอนนี้ผู้สอนก็จะร่วมวิเคราะห์วิจารณ์แสดงความคิดเห็น ชี้แนะและชี้ให้เห็นประเด็นหรือข้อบกพร่อง เพื่อให้สมาชิกกลุ่มนำกลับไปปรับปรุงแก้ไข

3.1.2.3.2 สมาชิกในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขงานของกลุ่มอีกครั้งตามที่ผู้สอนได้ชี้แนะหรือชี้ประเด็นให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์และแก้ไขปรับปรุง

3.1.2.3.3 ทำการทดสอบย่อยโดยใช้อุปกรณ์พกพาในอ็อกเมนเท็ดควิซ (Interactive Quiz) เมื่อผู้เรียนได้ทำการวิเคราะห์รายบุคคล รายกลุ่ม และได้ทำการแก้ไขปรับปรุงผลงานหลังจากการนำเสนอ การวิเคราะห์แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันแล้ว ผู้เรียนจะทำแบบทดสอบย่อยแบบ 4 ตัวเลือก ซึ่งข้อคำถามทั้งหมดจะเป็นคำถามการวิเคราะห์ โดยขั้นตอนนี้มีดังนี้

ก) ผู้สอนกดส่งคำถามไปยังอุปกรณ์พกพาของผู้เรียนทุกคนที่หน้าจออุปกรณ์พกพาของผู้เรียนจะปรากฏคำถามและตัวเลือกคำตอบ 4 ตัวเลือก

ข) ผู้เรียนเลือกตอบโดยกดปุ่มคำตอบที่ปรากฏบนหน้าจออุปกรณ์พกพา

ค) ระบบตรวจคำตอบและบันทึกให้คะแนนผู้เรียนแต่ละคน

3.1.2.3.4 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปหลังทดสอบย่อย ขั้นตอนนี้เป็นการสรุปผล (Progress) ซึ่งจะทำให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนได้เรียนรู้และมีการวิเคราะห์เนื้อหาได้ถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ หากพบว่าผู้เรียนบางส่วนยังไม่เข้าใจหรือวิเคราะห์ส่วนใดผิดไปก็สามารถชี้แนะ หรือให้ผู้เรียนทำการค้นคว้าเพิ่มเติม จนผู้เรียนสามารถสรุปได้ด้วยตนเองอย่างถูกต้องเหมาะสม

### 3.1.2.4 ขั้นการตกผลึก

เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ข้อค้นพบและเข้าใจเนื้อหาเป็นอย่างดี สามารถเขียนผลงานสะท้อนความคิดที่ตกผลึกเรียบร้อยแล้ว

3.1.2.4.1 วิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขงานของกลุ่มหลังจากการทดสอบย่อย เนื่องจากก่อนการทดสอบย่อย ผู้เรียนและสมาชิกในกลุ่มอาจมีข้อค้นพบที่คลาดเคลื่อนหรือยังไม่สมบูรณ์ การทดสอบย่อยในขั้นตอนที่ผ่านมา จะทำให้ได้ข้อสรุปที่สมบูรณ์มากขึ้น

3.1.2.4.2 นำเสนองานที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว

3.1.2.4.3 ผู้สอนซักถามถึงความเข้าใจเนื้อหาที่เขียนและอภิปรายที่สะท้อนการตกผลึกของผู้เรียน

#### 3.1.2.5 ชั้นความสละสลวย

ผู้เรียนร่วมกันปรับปรุงแก้ไขผลงานอีกครั้ง หลังจากที่ได้นำเสนออภิปรายและได้รับคำแนะนำจากผู้สอนเพื่อให้ได้ความถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด โดยกิจกรรมขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้เวลาปรับปรุงแก้ไขผลงานให้สละสลวย ดังนั้นจึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถปรึกษาหารือและทำงานนอกเวลาเรียนได้

#### 3.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและขั้นตอนการสร้าง

เครื่องมือที่ใช้คือ (1) แบบสัมภาษณ์คำถามปลายเปิด (2) แบบประเมินความเหมาะสมของขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน และ (3) แบบประเมินความเหมาะสมสถาปัตยกรรมระบบขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

3.1.3.1 ทำการศึกษาคุณลักษณะที่จะวัด โดยนำวัตถุประสงค์การวิจัย กรอบแนวคิด และศึกษาทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร ผลการวิจัยและตำราทั้งไทยและต่างประเทศแล้วนำมาจัดกลุ่มสร้างคำถาม

3.1.3.2 สร้างแบบสัมภาษณ์คำถามปลายเปิดสำหรับอาจารย์เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตร รายวิชา สภาพแวดล้อมในการจัดการเรียนการสอน สื่อที่ใช้ งาน เทคนิคการสอน ขั้นตอนและ กิจกรรมที่ใช้ในหลักสูตร การประเมินผล ความต้องการทั้งด้านสื่อ ด้านกิจกรรม ความพร้อมด้าน อุปกรณ์สนับสนุนในการเรียนด้วย m-Learning เช่น ทักษะผู้สอน อุปกรณ์ช่วยสอน การเชื่อมต่อ อินเทอร์เน็ต และอุปสรรคต่าง ๆ ปัญหาและอุปสรรค (แสดงในภาคผนวก ข)

3.1.3.3 สร้างแบบสัมภาษณ์คำถามปลายเปิดสำหรับนักศึกษาด้วยแบบสัมภาษณ์คำถามปลายเปิดเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับ สภาพแวดล้อมในการจัดการเรียนการสอน ความต้องการของผู้เรียน ทั้งด้านสื่อ ด้านกิจกรรม ทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของผู้เรียน ความพร้อมด้าน อุปกรณ์สนับสนุนในการเรียนด้วย m-Learning เช่น อุปกรณ์พกพา ชุดหูฟัง การเชื่อมต่อ อินเทอร์เน็ต และอุปสรรคต่าง ๆ (แสดงในภาคผนวก ข)

3.1.3.4 สร้างแบบประเมินโดยร่างคำถามให้ครอบคลุมคุณลักษณะหรือประเด็นที่จะประเมิน รูปแบบสเกล 5 ระดับ (Rating Scale) ทำการจัดเรียงข้อคำถามให้มีลำดับตามขั้นตอนสัมพันธ์กับขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน (แสดงในภาคผนวก ข)

3.1.3.5 นำแบบประเมินให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.1.3.6 สร้างแบบประเมิน 2 ลักษณะคือ (1) จัดพิมพ์แบบประเมินในรูปแบบเอกสาร และ (2) จัดทำแบบประเมินระบบออนไลน์

#### 3.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการส่งแบบประเมินออนไลน์และเอกสารนำเสนอที่เกี่ยวข้องในการวิจัย สำหรับผู้เชี่ยวชาญที่อยู่ต่างจังหวัดและนัดหมายเข้าพบผู้เชี่ยวชาญที่อยู่ในกรุงเทพฯ เพื่อนำเสนอ รายละเอียดงานวิจัยและตอบข้อซักถามต่าง ๆ

#### 3.1.5 สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติเชิงพรรณนา ดังนี้

ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนการประเมินความเหมาะสม ของ ระดับการให้คะแนนตามมาตรวัดลิเคิร์ต 5 ระดับดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ มากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ มาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ ปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ น้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ น้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลผลมีดังนี้ (ประคอง, 2542)

4.50 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ มากที่สุด

3.50 - 4.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ มาก

2.50 - 3.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ ปานกลาง

1.50 - 2.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ น้อย

1.00 - 1.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ น้อยที่สุด

#### 3.1.6 การสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์

การสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1.6.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ (Bloom, 1956) (Amer, 2005) (ล้วน และ อังคณา, 2536) (พิชิต, 2556)

3.1.6.2 สรุปนิยามเกี่ยวกับความสามารถการคิดวิเคราะห์เพื่อกำหนดกรอบในการสร้างแบบวัด

3.1.6.3 สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รูปแบบข้อสอบปรนัยเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก 60 ข้อ โดยให้ข้อคำถามครอบคลุมการวัดองค์ประกอบการคิดวิเคราะห์ได้แก่ (1) การวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of Elements) (2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of

Relationships) และ (3) การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) หลักในการให้คะแนนคือ ผู้เรียนตอบถูกได้ 1 คะแนน หากผู้เรียนตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ จะได้ 0 คะแนน ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้สร้างข้อสอบจำนวน 77 ข้อเพื่อนำมาหาคุณภาพและคัดให้เหลือจำนวน 60 ข้อ

3.1.6.4 สร้างแบบประเมินคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์และองค์ประกอบการคิดวิเคราะห์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาแล้วนำมาปรับปรุง จากนั้นนำแบบประเมินดังกล่าวให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาในระบบปฏิบัติการ จำนวน 5 คน ประเมิน

3.1.6.5 นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินมาวิเคราะห์หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้เกณฑ์พิจารณาเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ

IOC คือ ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบวัดความสามารถ

$\sum R$  คือ ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.1.6.6 นำแบบวัดความสามารถการคิดวิเคราะห์ที่ได้แก้ไขปรับปรุงแล้ว ทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 35 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.1.6.7 นำแบบวัดความสามารถการคิดวิเคราะห์ที่ตรวจให้คะแนน โดยมีหลักในการให้คะแนนคือ ผู้เรียนตอบถูกได้ 1 คะแนน หากผู้เรียนตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ จะได้ 0 คะแนน จากนั้น นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (D)

3.1.6.8 สูตรค่าความยากง่ายและความหมายมีดังนี้ (ส่วน และ อังคณา, 2536)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ

p คือ ค่าความยากง่าย

R คือ จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อนั้นถูก

N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

0.81 - 1.00 หมายถึง ง่ายมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

0.60 - 0.80 หมายถึง ค่อนข้างง่าย (ดี)

0.40 - 0.59 หมายถึง ยากพอเหมาะ (ดีมาก)

0.20 - 0.39 หมายถึง ค่อนข้างยาก (ดี)

0.00 - 0.19 หมายถึง ยากมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

สูตรค่าอำนาจจำแนก

$$D = \frac{R_u - R_l}{N_u \text{ หรือ } N_l}$$

เมื่อ

D คือ ค่าอำนาจจำแนก

$R_u$  คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบในกลุ่มเก่ง

$R_l$  คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

$N_u$  คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มเก่ง

$N_l$  คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มอ่อน

ค่า D มากกว่า 0.40                      อำนาจจำแนกดีมาก

ค่า D ระหว่าง 0.30 - 0.39              อำนาจจำแนกดี

ค่า D อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.29        อำนาจจำแนกปานกลาง

ค่า D อยู่ระหว่าง 0.00 - 0.20        อำนาจจำแนกไม่ดี ควรปรับปรุง

ค่า D ต่ำกว่า 0.00                      จะต้องตัดข้อสอบข้อนั้นทิ้งไป

3.1.6.9 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 60 ข้อ นำมาใช้เป็นแบบวัดความสามารถการคิดวิเคราะห์ โดยข้อสอบในงานวิจัยนี้ใช้ข้อสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.25 - 0.77 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 - 0.92

3.1.6.10 หาค่าความเชื่อมั่นแบบวัดความสามารถการคิดวิเคราะห์ โดยใช้วิธีคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) KR.20 ข้อสอบที่สมควรมีความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป (ถ้วน และ อังคณา, 2536) สูตรการคำนวณ มีดังนี้

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

$$S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

เมื่อ

$r_{tt}$  คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

$n$  คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

$p$  คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกกับผู้เรียนทั้งหมด

$q$  คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นผิดกับผู้เรียนทั้งหมด

$S_t^2$  คือ ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ

$N$  คือ จำนวนผู้เรียน

ได้ค่าความเชื่อมั่นข้อสอบทั้งหมด 0.887

### 3.1.7 การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ

ขั้นตอนการการสังเคราะห์สถาปัตยกรรมระบบ มีดังนี้

3.1.7.1 ศักยภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้ ปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน ความต้องการสื่อการเรียนการสอนของผู้เรียนและผู้สอน โดยการสังเกต การสัมภาษณ์ ผู้สอนในเชิงลึกและการสำรวจสัมภาษณ์ผู้เรียน เครื่องมือที่ใช้คือแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง คำถามปลายเปิดสำหรับสัมภาษณ์เชิงลึกผู้สอนและแบบสอบถามสำรวจและสัมภาษณ์ผู้เรียน

3.1.7.2 ศึกษา แนวคิด ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน ออกแบบสื่อการเรียนการสอน การพัฒนาระบบสำหรับการเรียนการสอนด้วย m-Learning สถาปัตยกรรมระบบ การสื่อสารระหว่างระบบและอุปกรณ์พกพา โดยศึกษาจากเอกสาร ตำรา บทความวิชาการ งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศเพื่อนำองค์ประกอบมาสังเคราะห์สร้างเป็นขั้นตอน

และกิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้

3.1.7.3 สัมภาษณ์อาจารย์ด้วยแบบสัมภาษณ์คำถามปลายเปิดเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรรายวิชา สภาพแวดล้อมในการจัดการเรียนการสอน สื่อที่ใช้งาน เทคนิคการสอน ขั้นตอน และกิจกรรมที่ใช้ในหลักสูตร การประเมินผล ความต้องการทั้งด้านสื่อ ด้านกิจกรรม ความพร้อมด้านอุปกรณ์สนับสนุนในการเรียนด้วยเอ็มเลิร์นนิง เช่น ทักษะผู้สอน อุปกรณ์ช่วยสอน การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและอุปกรณ์ต่าง ๆ

3.1.7.4 สัมภาษณ์นักศึกษาด้วยแบบสัมภาษณ์คำถามปลายเปิดเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในการจัดการเรียนการสอน ความต้องการของผู้เรียน ทั้งด้านสื่อ ด้านกิจกรรม ทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของผู้เรียน ความพร้อมด้านอุปกรณ์สนับสนุนในการเรียนด้วย m-Learning เช่น อุปกรณ์พกพา ชุดหูฟัง การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และอุปกรณ์ต่าง ๆ

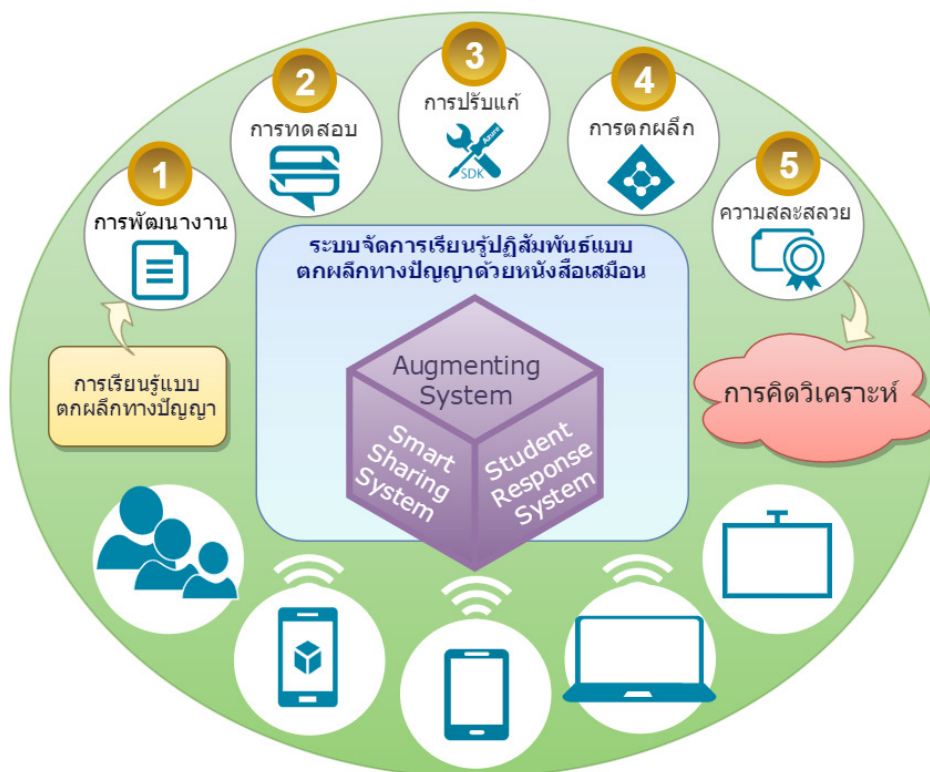
3.1.7.5 วิเคราะห์และสังเคราะห์โครงสร้างระบบโดยบูรณาการเข้ากับการปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาดังภาพที่ 4-4

3.1.7.6 ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบได้ดังภาพที่ 3-3 ถึง ภาพที่ 3-5

3.1.7.7 สร้างแบบประเมินสถาปัตยกรรมระบบที่สังเคราะห์ขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ (แบบประเมินแสดงในภาคผนวก ข)

3.1.7.8 นำแบบประเมินสถาปัตยกรรมระบบที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา เทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 10 ท่าน วุฒิศึกษา ระดับปริญญาเอกด้านเทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา ด้านการศึกษา ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มีประสบการณ์สอนไม่น้อยกว่า 5 ปี ทำการประเมิน จากนั้นทำการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อขั้นตอนและกิจกรรมที่ผู้วิจัยเสนอ โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.1.8 ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ มีองค์ประกอบดังนี้



ภาพที่ 3-3 องค์ประกอบระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊ค เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

#### 3.1.8.1 ผู้เรียน

ในระบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ ผู้เรียนจะต้องมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศระดับปานกลาง สามารถใช้งานอุปกรณ์พกพาในการทำกิจกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ได้ เช่น การใช้กล้องตรวจจ็บบรหัสแท่งสองมิติเพื่อเปิดเนื้อหาบทเรียน การเข้าถึงข้อมูล การเข้าใช้งานระบบทดสอบแบบปฏิสัมพันธ์ การส่งคำตอบ การพิมพ์คำตอบเพื่อตอบคำถามปลายเปิด การส่งไฟล์เข้าสู่ระบบเครือข่ายของห้องเรียนและการเปิดไฟล์ภาพที่ผู้สอนหรือผู้เรียนคนอื่นส่งเข้าสู่ระบบเครือข่ายของห้องเรียน เป็นต้น

#### 3.1.8.2 ผู้สอน

ผู้สอนจะต้องเป็นผู้ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการการเรียนรู้ทั้งหมด วางแผนและกำหนดรายละเอียดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละบท การเตรียมสื่อดิจิทัลสำหรับบทเรียนเพื่อสร้างอ็อกเมนเต็ดบู๊ค ปฐมนิเทศและแนะนำการใช้ระบบการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ฯ รวมทั้งประเมินผลแล้วส่งข้อมูลป้อนกลับให้ผู้เรียนและป้อนกลับไปปรับปรุงในขั้นตอนต่าง ๆ โดยผู้สอนต้องเป็นผู้ที่สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศพื้นฐานเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์แบบพกพาได้

สามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียนสามารถให้คำปรึกษารวมถึงการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้ ในกรณีที่ผู้เรียนติดปัญหาต้องการความช่วยเหลือ เช่น การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายห้องเรียน การตั้งค่าเชื่อมต่อกับบทเรียน การใช้กล้องตรวจจับรหัสแท่งสองมิติ การสร้างสื่อเนื้อหาสำหรับอ็อกเมนเต็ดบुक การส่งไฟล์ให้กับผู้เรียน การรับไฟล์ที่ส่งมาจากอุปกรณ์พกพาของผู้เรียน เป็นต้น

### 3.1.8.3 สภาพแวดล้อม

สภาพแวดล้อมสำหรับการเรียนรู้ด้วยระบบการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ ประกอบด้วย

#### 3.1.8.3.1 ระบบเครือข่ายไร้สาย

การสื่อสารสำหรับการเรียนการสอนนี้ใช้ระบบเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi ด้วยเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายที่ใช้งานตามปกติในปัจจุบัน มาตรฐาน IEEE 802.11 แต่ไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Non-Internet Mode) อย่างไรก็ตาม ถ้าระบบเครือข่ายมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตอยู่แล้ว ก็สามารถใช้งานได้เช่นกัน

#### 3.1.8.3.2 อุปกรณ์พกพา

ในกระบวนการเรียนการสอน ผู้เรียนจะใช้อุปกรณ์พกพา (Mobile Device) ส่วนบุคคลได้แก่ สมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ต พร้อมกับชุดหูฟัง เพื่อศึกษาบทเรียน ร่วมกิจกรรมการทดสอบแบบปฏิสัมพันธ์ การรับและส่งไฟล์ในเครือข่ายภายในห้องเรียน โดยก่อนการใช้งานผู้เรียนสามารถติดตั้งแอปพลิเคชันที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น โดยติดตั้งได้จากสโตร์สามารถใช้งานได้ทั้งระบบไอโอเอส (iOS) และแอนดรอยด์ (Android)

#### 3.1.8.3.3 คอมพิวเตอร์และ/หรือเครื่องฉายโปรเจกเตอร์

สำหรับใช้ควบคุมหรือบริหารจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นตอนต่าง ๆ เช่น การเพิ่มเติมแก้ไขข้อมูลเนื้อหาต่างๆ การแสดงภาพผลงานของผู้เรียนขึ้นแสดงบนเครื่องฉายโปรเจกเตอร์ การส่งคำถามในขั้นตอนการทดสอบย่อย เป็นต้น

3.1.9 ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตลกตลกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบुकเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ซึ่งพัฒนาโดยผู้วิจัย สำหรับติดตั้งบนเครื่องแม่ข่าย หรือคอมพิวเตอร์ของผู้สอน ประกอบด้วยระบบย่อยเพื่อรองรับการปฏิสัมพันธ์แบบตลกตลกทางปัญญา ดังนี้

3.1.9.1 ระบบอ็อกเมนต์ (Augmenting System) ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับระบบการแสดงผลเนื้อหาของอ็อกเมนเต็ดบुक ได้แก่การถอดรหัสแท่งสองมิติแล้วแสดงผลเนื้อหาที่มีเดียที่อุปกรณ์พกพาของผู้เรียน การสร้างเนื้อหาและการเข้ารหัสเพื่อให้ผู้สอนสร้างรหัสแท่งสองมิติสร้างและเชื่อมโยงเนื้อหาที่มีเดียเข้ากับอ็อกเมนเต็ดบुक

3.1.9.2 ระบบโต้ตอบกับผู้เรียน (Student Response System) ทำหน้าที่จัดการโต้ตอบ

แบบทดสอบปฏิสัมพันธ์ (Interactive Quiz) โดยผู้เรียนทำการกดส่งคำตอบที่หน้าจออุปกรณ์พกพา ข้อมูลคำตอบจะถูกส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบเพื่อประมวลผลและบันทึกลงในฐานข้อมูล ผู้สอนและผู้เรียนสามารถตรวจสอบผลการทดสอบได้ ซึ่งผลคะแนนจะบันทึกแยกเก็บเป็นแต่ละบท

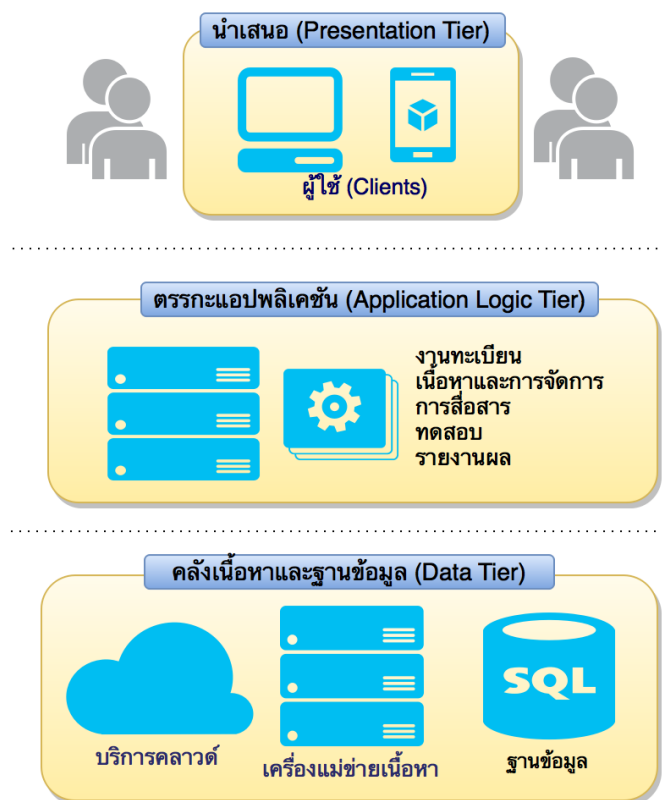
3.1.9.3 ระบบเผยแพร่ไฟล์ (Smart Sharing System) สำหรับนำผลงานชิ้นฉายบนจอโปรเจกเตอร์และในขณะเดียวกันก็ส่งให้กับอุปกรณ์พกพาของสมาชิกในเครือข่ายชั้นเรียนทุกคน ซึ่งระบบเผยแพร่สามารถใช้งานแบบเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตหรือไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตก็ได้ ทำให้ยืดหยุ่นและสะดวกต่อการใช้งานและประหยัดค่าใช้จ่าย

โครงสร้างระบบฯ ประกอบด้วย 3 ชั้น (Tier) ดังนี้

3.1.9.4 ส่วนนำเสนอ (Presentation Tier) ทำหน้าที่สื่อสารเชื่อมต่อระหว่างชั้น (Tier) แต่ละชั้นและทำหน้าที่แสดงผล แสดงข้อมูลที่ส่งมาจากระบบบริการ (Services)

3.1.9.5 ตรรกะแอปพลิเคชัน (Application Logic Tier) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด

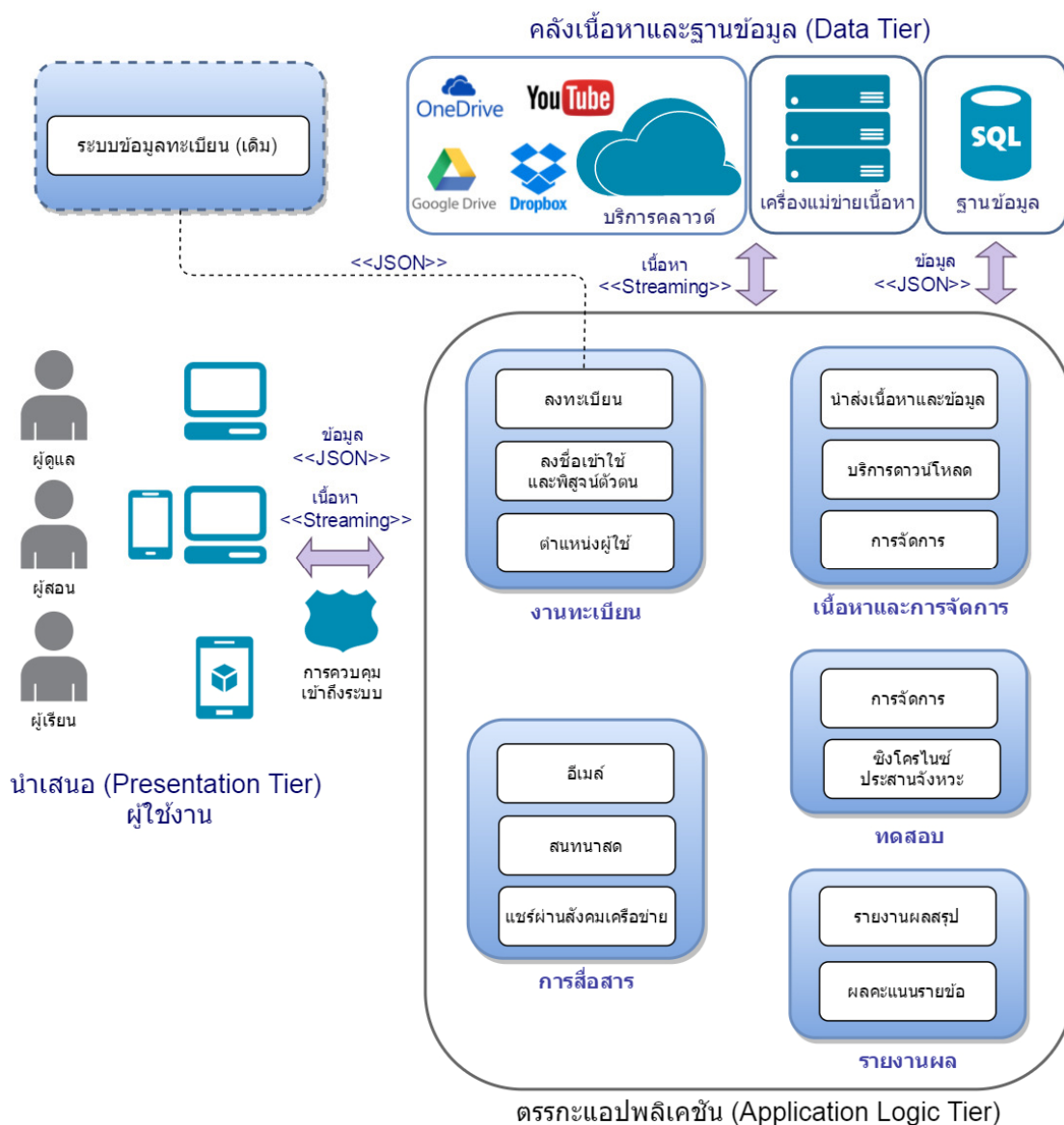
3.1.9.6 คลังเนื้อหาและฐานข้อมูล (Data Tier) ทำหน้าที่เป็นกลไกเก็บข้อมูลเนื้อหาดิจิทัล (Digital Contents) และข้อมูลอื่น ๆ เช่น ระบบลงฐานข้อมูลผู้เรียน ข้อมูลคะแนน ฯลฯ



ภาพที่ 3-4 โครงสร้างชั้นเลเยอร์ของระบบฯ

### 3.1.10 สถาปัตยกรรมและการสื่อสารในระบบ

สถาปัตยกรรมและการสื่อสารในระบบ ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ (System Components) ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 3-5 สถาปัตยกรรมและการสื่อสารในระบบฯ

หน้าที่ขององค์ประกอบภายในสถาปัตยกรรม มีดังนี้

1. งานทะเบียน (Profile/Registration) ทำหน้าที่เป็นระบบลงทะเบียนใช้งานระบบด้วยอุปกรณ์พกพาและลงทะเบียนเรียนในรายวิชาที่ต้องการ ประกอบด้วย

1.1 โมดูลลงทะเบียน (Registration) ซึ่งสามารถรองรับผู้ลงทะเบียนใหม่และเชื่อมต่อกับระบบลงทะเบียนที่มีอยู่แล้ว

1.2 โมดูลพิสูจน์ตัวตน (Sign in & Authentication) เพื่อให้ผู้ใช้เข้าสู่ระบบโดยแต่ละด้วยบัตรนักศึกษาชนิด NFC หรือกรอกใส่หมายเลขประจำตัวนักศึกษาร่วมกับรหัสผ่าน

1.3 โมดูลตำแหน่งผู้ใช้ (Location-based Tracking) สำหรับตรวจจับตำแหน่งที่อยู่ของอุปกรณ์พกพาขณะนั้น

2. เนื้อหาและการจัดการ (Content/Administration) ทำหน้าที่เชื่อมต่อส่งเนื้อหาดิจิทัล (Digital Contents) ให้กับอุปกรณ์พกพาและเป็นระบบจัดการเนื้อหา ได้แก่ การเพิ่มเนื้อหา การแก้ไขปรับปรุง การลบ ฯลฯ ประกอบด้วย

2.1 โมดูลนำส่งเนื้อหาและข้อมูล (Content Delivery) ทำหน้าที่เชื่อมต่อส่งข้อมูลและเนื้อหาดิจิทัล (Digital Contents) ให้กับอุปกรณ์พกพา โดยการส่งข้อมูลในรูปแบบสตรีมมิ่ง (Streaming) สำหรับการส่งข้อมูลประเภทสื่อมัลติมีเดียแบบต่อเนื่อง ไบนารีสำหรับภาพนิ่งและไฟล์เผยแพร่ (Smart Sharing System) และ JSON สำหรับข้อมูลทั่วไป

2.2 โมดูลบริการดาวน์โหลด (Download Service) ทำหน้าที่เป็นหน่วยบริการให้ผู้เรียนดาวน์โหลดเนื้อหาเข้าสู่อุปกรณ์พกพา เหมาะสำหรับการใช้งานในสถานะแวดล้อมหรือห้องเรียนที่ระบบเครือข่ายไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

2.3 โมดูลการจัดการ (Administration) สำหรับจัดการเนื้อหา ได้แก่ การเพิ่มเนื้อหา การแก้ไขปรับปรุง การลบ ฯลฯ

3. การสื่อสาร (Communication) ทำหน้าที่เชื่อมต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้สอน ประกอบด้วย

3.1 โมดูลอีเมล (Email) สำหรับส่งอีเมลให้กับผู้สอน หรือส่งเมลระหว่างผู้เรียนด้วยกัน

3.2 โมดูลสนทนาสด (Chat) สำหรับการสนทนาสดผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

3.3 โมดูลแชร์ผ่านสังคมเครือข่าย (Social Share) สำหรับการแชร์แอปพลิเคชันผ่านระบบสังคมออนไลน์เช่น ไลน์ Facebook IG เป็นต้น

4. ทดสอบ (Quiz) สำหรับการทดสอบย่อย ประกอบด้วย

4.1 โมดูลการจัดการ (Quiz Manager) ทำหน้าที่เพิ่มข้อคำถาม คำตอบ โดยระบบจัดการ จะจัดเก็บข้อคำถามและคำตอบแยกไว้เป็นบท ๆ

4.2 โมดูลซิงโครไนซ์ประสานจังหวะ (Synchronization) ทำหน้าที่ป้อนคำถามเข้าสู่ อุปกรณ์พกพาของผู้เรียนแต่ละคนแล้วรอรับคำตอบที่กดส่งมาจากผู้เรียนและระบบตรวจคำตอบ บันทึกคะแนนของผู้เรียนเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล

5. รายงานผล (Report) ทำหน้าที่รายงานผลการสอบของผู้เรียน ประกอบด้วย

5.1 รายงานผลสรุป (Summary Report) สำหรับรายงานผลคะแนนรายวิชา

5.2 รายงานผลคะแนนรายข้อ (Detailed Report) ผลคะแนนรายข้อ

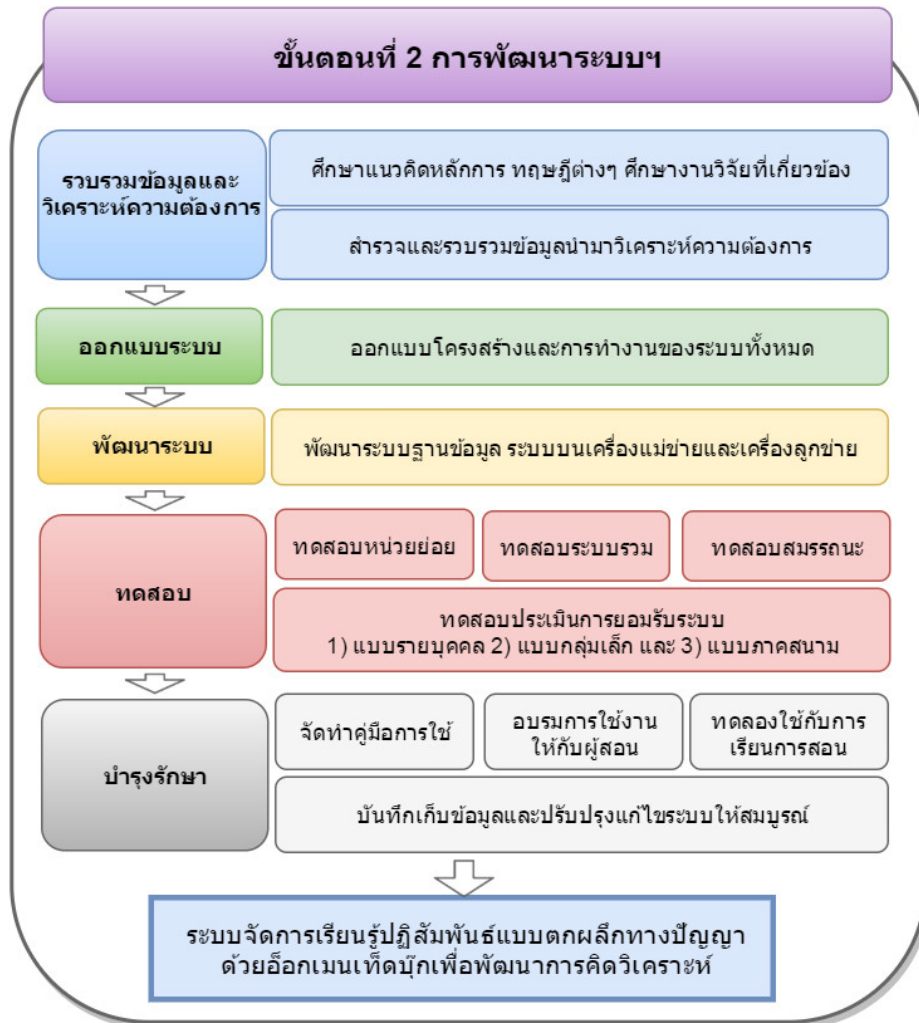
### 3.2 ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเทดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

การพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเทดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนในการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาตามหลักและกระบวนการพัฒนาตามกระบวนการของการวงจรการพัฒนาาระบบ (Software Development Life Cycle: SDLC) โมเดลแบบน้ำตก (Waterfall Model) (Crookshanks, 2014) โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

3.2.1 รวบรวมและวิเคราะห์ความต้องการ (Requirements Gathering/ Analysis) ทำการศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและศึกษาระบบจัดการเรียนรู้ระบบอ็อกเมนเทดบุ๊กที่มีอยู่ในปัจจุบัน เช่น Moodle Atutor Aurasma และ Layar เป็นต้น

สำรวจเก็บข้อมูลความต้องการเกี่ยวกับการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ร่วมกับอุปกรณ์พกพาจาก ผู้สอนและผู้เรียน สำรวจสภาพแวดล้อมและความพร้อมของการใช้อุปกรณ์พกพาเพื่อนำมาใช้กับระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเทดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ เช่น ขนาดหน้าจอของอุปกรณ์ ระบบปฏิบัติการ ความพร้อมของกล้องสำหรับใช้ในระบบตรวจจับรหัสแท่งสองมิติ ระบบโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการเชื่อมต่อเครือข่าย

3.2.2 ออกแบบระบบ (System and Software Design) ทำการออกแบบรายละเอียดระบบ โดยรวมของเครื่องแม่ข่ายบริการ (Server) และเครื่องลูกข่าย (อุปกรณ์พกพา หรือ Clients) และการเชื่อมต่อ ได้แก่ ฐานข้อมูล (Database) ส่วนประสานผู้ใช้ (User Interface) ฟังก์ชันไหลของหน้าจอ (Screen Flow) และการสื่อสาร (Message Passing) ระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับลูกข่าย



ภาพที่ 3-6 การพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดินุก

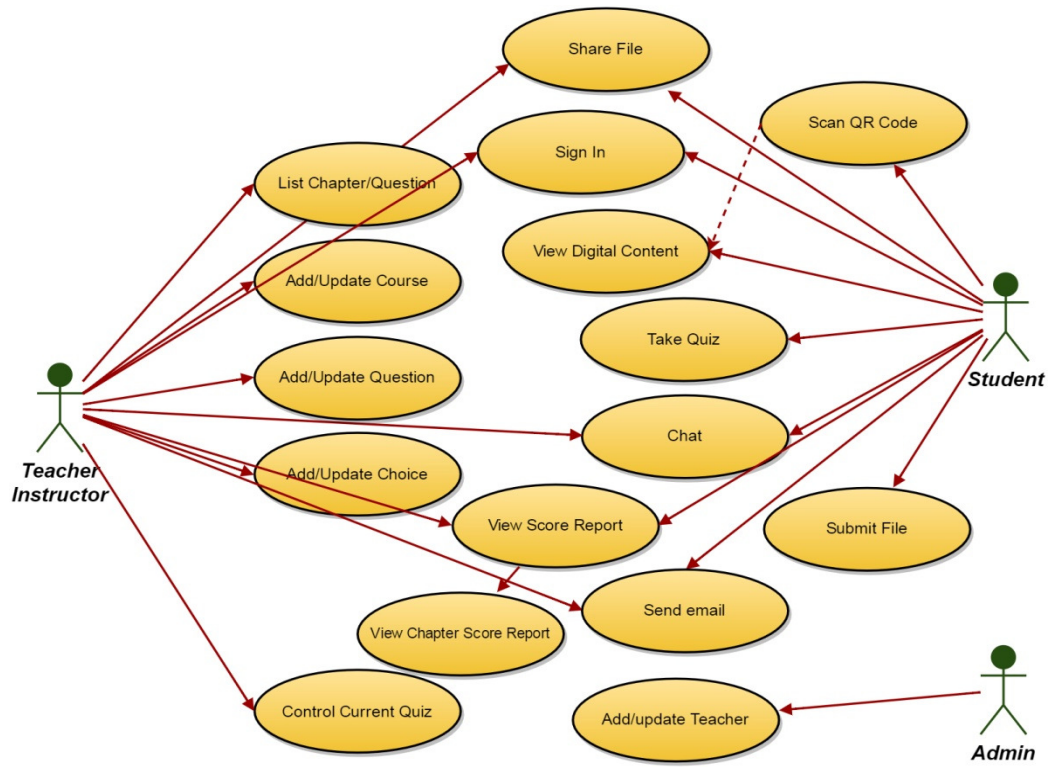
3.2.3 พัฒนาระบบ (Development) ทำการเขียนโปรแกรมและทดสอบการใช้งานแต่ละส่วน โดยระบบดังกล่าวผู้วิจัยได้เลือกใช้ซอฟต์แวร์และภาษาโดยพิจารณาเลือกซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพสูงและไม่มีค่าใช้จ่ายเรื่องลิขสิทธิ์ (Open Source) ดังนี้

ระบบบริการเครื่องแม่ข่ายใช้ Apache

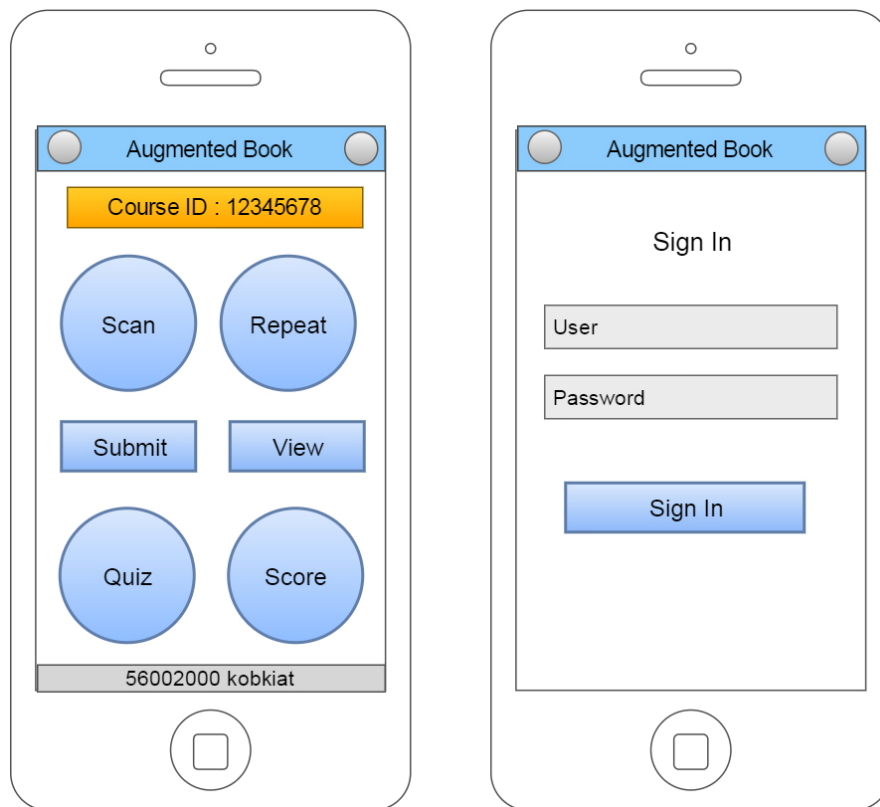
ฐานข้อมูล เลือกใช้ MariaDB ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูง นิยมใช้แพร่หลาย ไม่มีค่าใช้จ่ายเรื่องลิขสิทธิ์และได้รับการยอมรับจากนักพัฒนาทั่วโลก

ภาษาฝั่งเครื่องแม่ข่ายบริการ เลือกใช้ PHP HTML5 CSS3 JavaScript และ Framework XQuery jQuery ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงเป็นที่นิยมใช้แพร่หลายและไม่มีค่าใช้จ่ายเรื่องลิขสิทธิ์

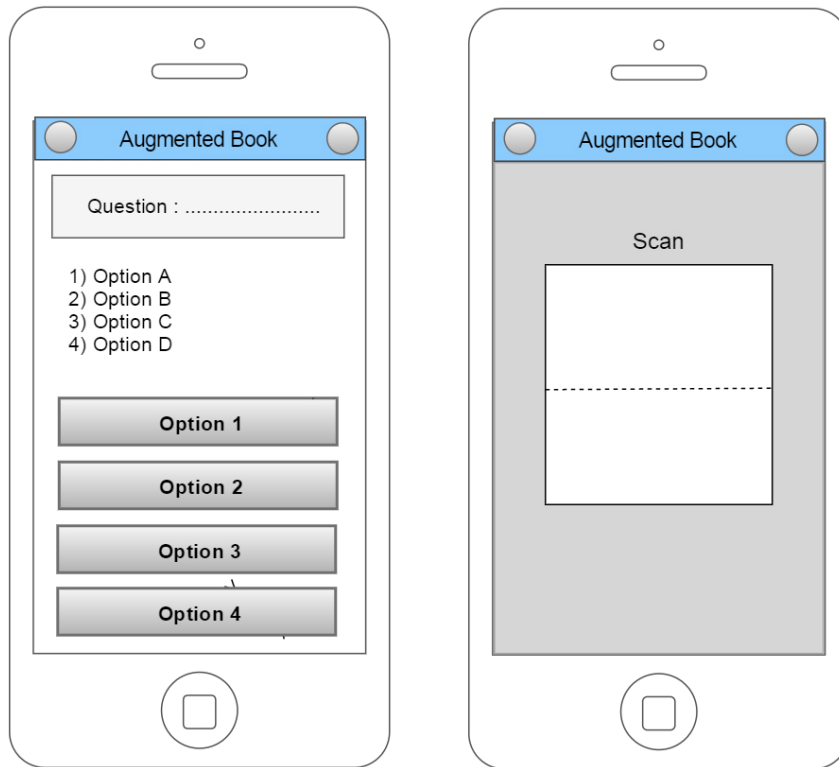
ภาษาฝั่งเครื่องลูกข่ายใช้ Java สำหรับ Android และ Swift สำหรับ iOS ซึ่งเป็นภาษาแท้ของระบบ (Native) มีประสิทธิภาพสูงและไม่มีค่าใช้จ่ายเรื่องลิขสิทธิ์



ภาพที่ 3-7 แผนภาพผู้ใช้ระบบ (Use case Diagram)



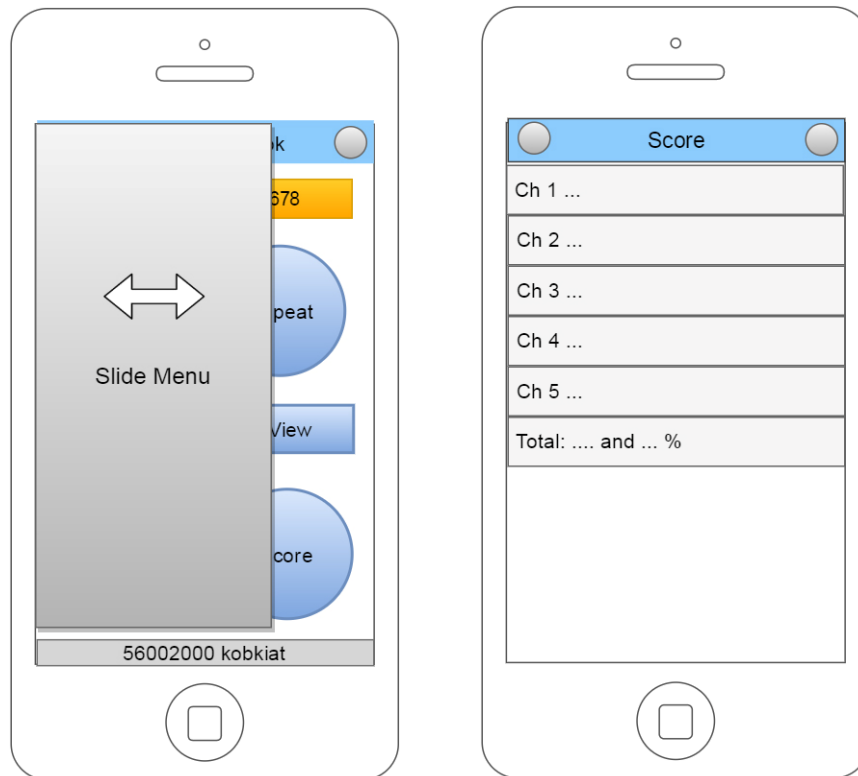
ภาพที่ 3-8 การออกแบบหน้าจอหลักและเข้าสู่ระบบ



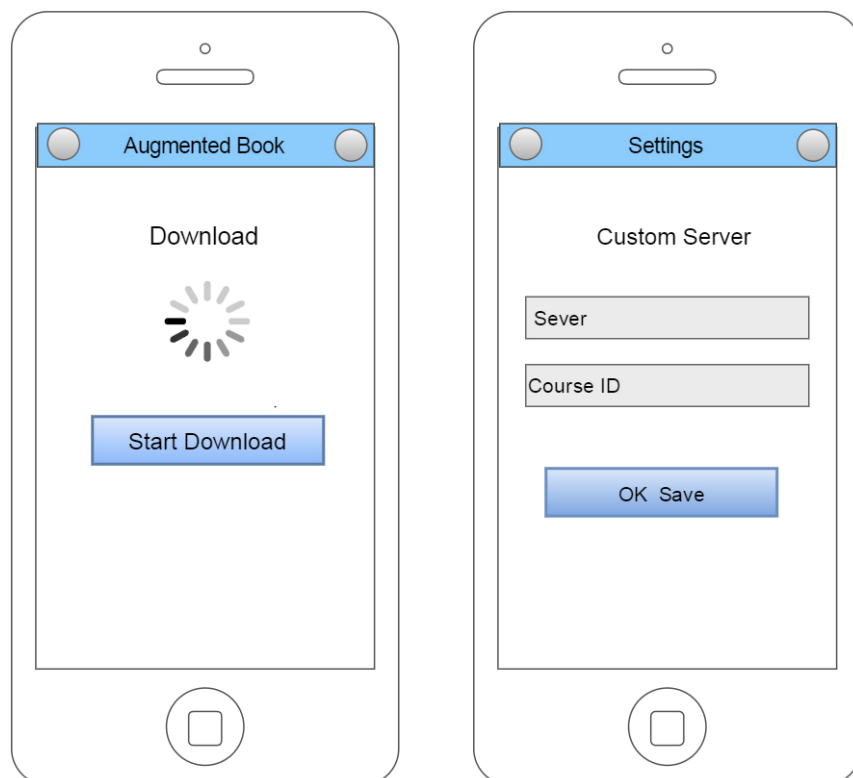
ภาพที่ 3-9 การออกแบบหน้าจอคำถามและหน้าสำหรับสแกนรหัสแท่งสองมิติ (Scan)



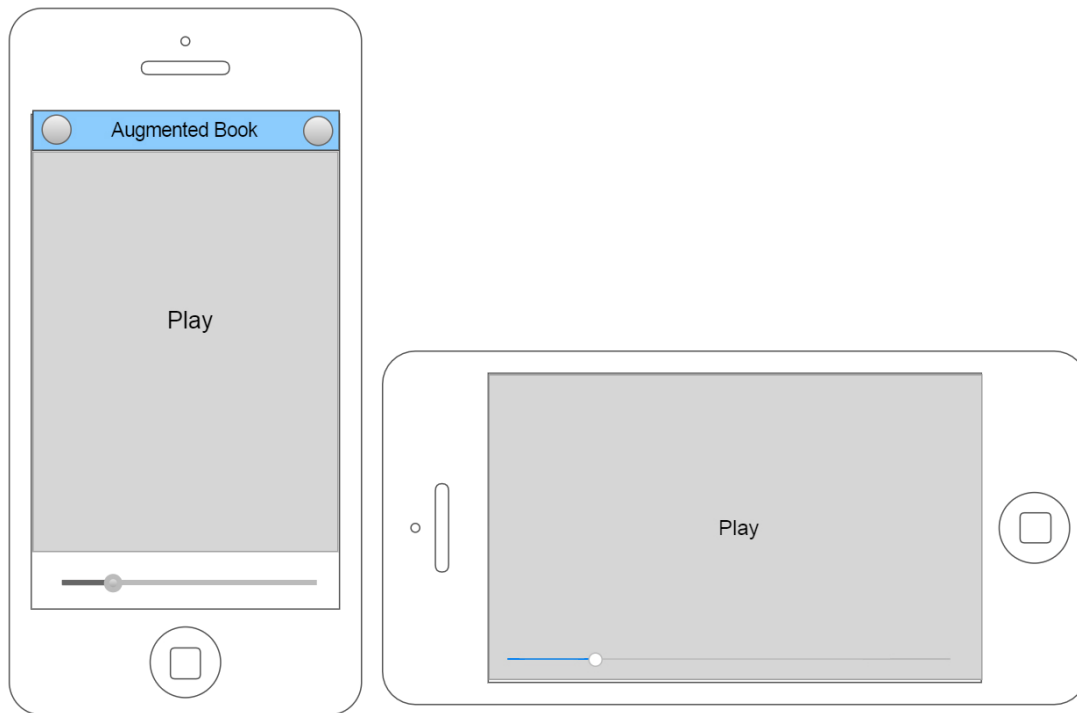
ภาพที่ 3-10 การออกแบบหน้าจอตรวจคำตอบ



ภาพที่ 3-11 การออกแบบหน้าจอเมนูและหน้ารายงานผลคะแนน



ภาพที่ 3-12 การออกแบบหน้าจอดาวน์โหลดและหน้าตั้งค่าระบบ



ภาพที่ 3-13 การออกแบบหน้าจอแสดงสื่อมัลติมีเดีย แนวตั้งและแนวนอน

เครื่องมือและทรัพยากรสำหรับการพัฒนา มีดังนี้

3.2.3.1 เครื่องมือและทรัพยากรสำหรับเครื่องแม่ข่าย ประกอบด้วย

3.2.3.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์หน่วยประมวลผล (CPU) ความเร็ว 1.8 GHz

3.2.3.1.2 ระบบเครือข่ายไร้สาย Wireless LAN (802.11b/g)

3.2.3.1.3 ติดตั้งระบบเว็บเซิร์ฟเวอร์ Apache 2.0

3.2.3.1.4 ติดตั้งซอฟต์แวร์ระบบฐานข้อมูล MariaDB 10.1

3.2.3.2 เครื่องมือและทรัพยากรสำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับ Clients

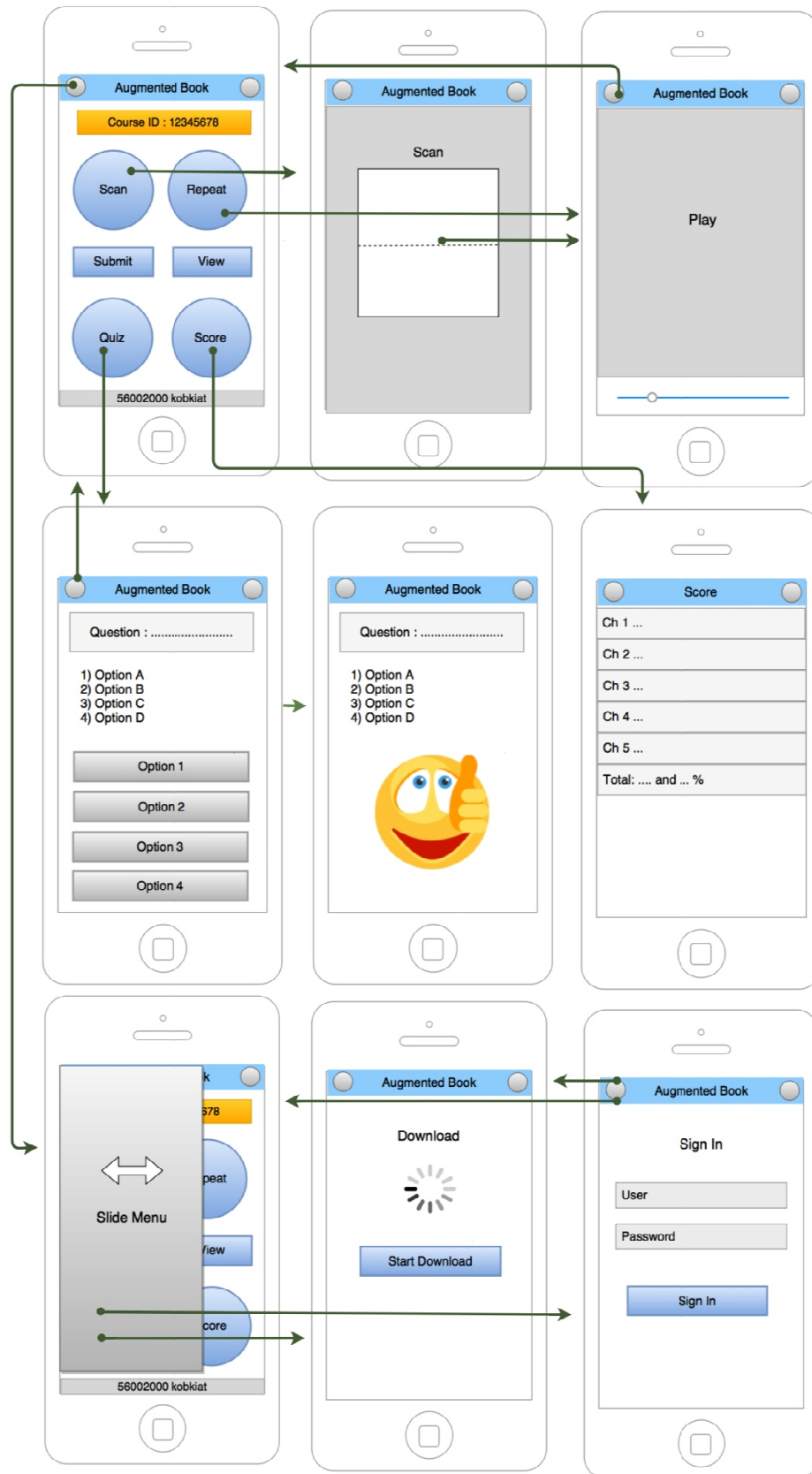
3.2.3.2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ Mac ระบบปฏิบัติการ OS X Yosemite ติดตั้ง

Xcode 8 เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับระบบ iOS

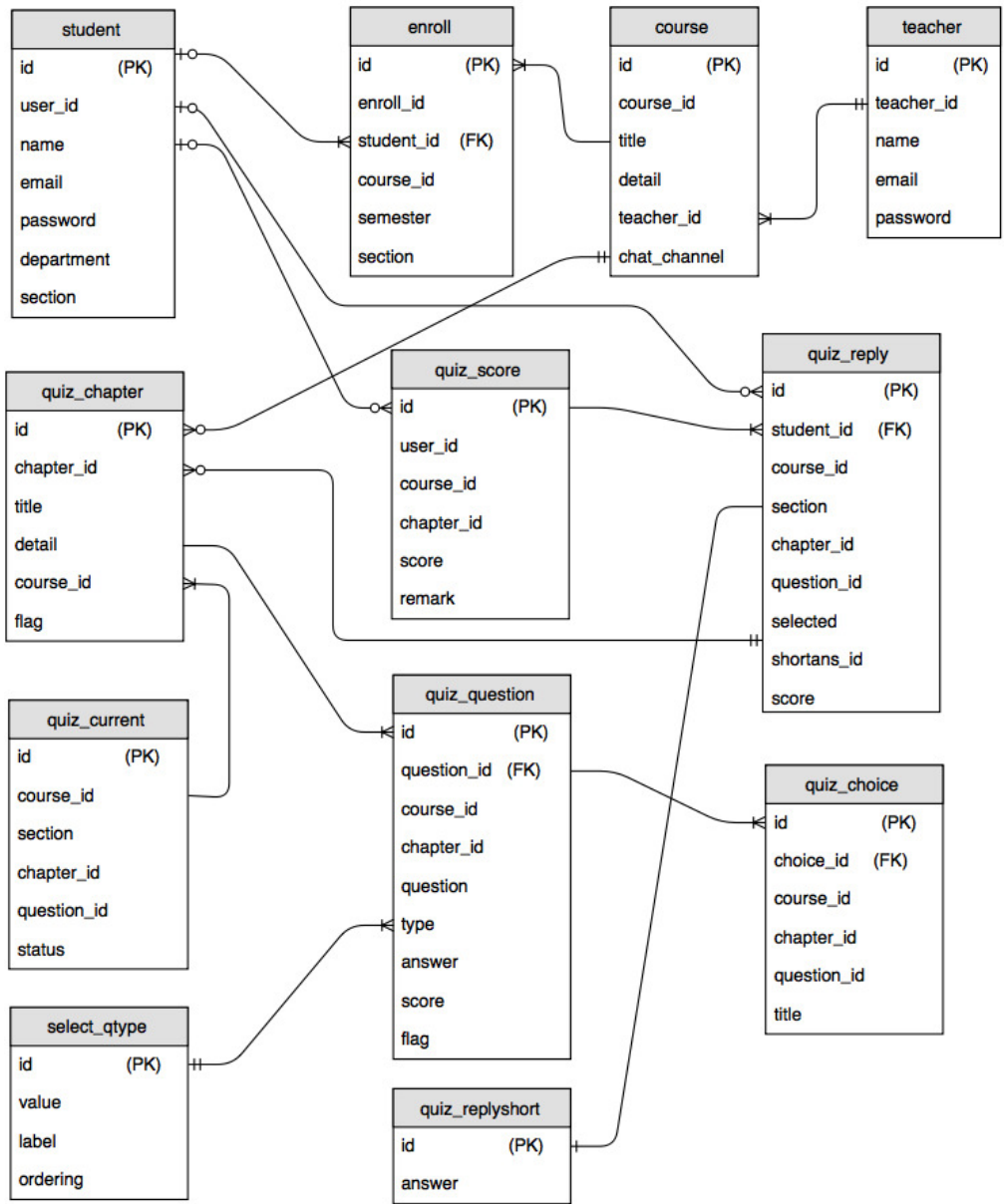
3.2.3.2.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ PC ระบบปฏิบัติการ Windows ติดตั้ง Java 8

และ Android Studio เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับระบบ Android

3.2.3.2.3 โปรแกรม Text Editor Sublime สำหรับ Mac และ Windows



ภาพที่ 3-14 แผนภาพผังการไหลของหน้าจอ (Screen Flow)



ภาพที่ 3-15 แผนภาพฐานข้อมูลระบบ

ตารางที่ 3-1 ตาราง course หน้าเก็บข้อมูลรายวิชา

|                                     | Field               | Type         | Collation       | Attributes | Null | Default |
|-------------------------------------|---------------------|--------------|-----------------|------------|------|---------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>id</b>           | int(6)       |                 |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>course_id</b>    | varchar(18)  | utf8_general_ci |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>title</b>        | varchar(100) | utf8_general_ci |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>detail</b>       | varchar(254) | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>teacher_id</b>   | varchar(64)  | utf8_general_ci |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>chat_channel</b> | varchar(18)  | utf8_general_ci |            | No   |         |

ตารางที่ 3-2 ตาราง enroll หน้าที่เกี่ยวข้องข้อมูลการลงทะเบียนเรียน

|                                     | Field            | Type        | Collation       | Attributes | Null | Default |
|-------------------------------------|------------------|-------------|-----------------|------------|------|---------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>id</b>        | int(6)      |                 |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>enroll_id</b> | varchar(16) | utf8_general_ci |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>user_id</b>   | varchar(64) | utf8_general_ci |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>course_id</b> | varchar(18) | utf8_general_ci |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>semester</b>  | varchar(18) | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>section</b>   | varchar(8)  | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>dt</b>        | datetime    |                 |            | Yes  | NULL    |

ตารางที่ 3-3 ตาราง quiz\_chapter หน้าที่เกี่ยวข้องข้อมูลรายชื่อบทเรียน

|                                     | Field             | Type         | Collation       | Attributes | Null | Default |
|-------------------------------------|-------------------|--------------|-----------------|------------|------|---------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>id</b>         | int(6)       |                 |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>chapter_id</b> | int(3)       |                 |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>course_id</b>  | varchar(18)  | utf8_general_ci |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>title</b>      | varchar(100) | utf8_general_ci |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>detail</b>     | varchar(254) | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>flag</b>       | tinyint(1)   |                 |            | No   | 1       |

ตารางที่ 3-4 ตาราง quiz\_question หน้าที่เกี่ยวข้องคำถามของแบบทดสอบ

|                                     | Field              | Type        | Collation       | Attributes | Null | Default |
|-------------------------------------|--------------------|-------------|-----------------|------------|------|---------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>id</b>          | int(8)      |                 |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>question_id</b> | int(6)      |                 |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>course_id</b>   | varchar(18) | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>chapter_id</b>  | int(4)      |                 |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>question</b>    | text        | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>type</b>        | tinyint(2)  |                 |            | Yes  | 1       |
| <input type="checkbox"/>            | <b>answer</b>      | int(2)      |                 |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>image</b>       | varchar(40) | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>dt</b>          | datetime    |                 |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>score</b>       | int(3)      |                 |            | Yes  | 1       |
| <input type="checkbox"/>            | <b>flag</b>        | int(2)      |                 |            | Yes  | 1       |

ตารางที่ 3-5 ตาราง quiz\_choice หน้าที่เกี่ยวข้องรายการตัวเลือกของแต่ละคำถาม

|                                     | Field              | Type         | Collation       | Attributes | Null | Default |
|-------------------------------------|--------------------|--------------|-----------------|------------|------|---------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>id</b>          | int(6)       |                 |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>choice_id</b>   | int(6)       |                 |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>course_id</b>   | varchar(18)  | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>chapter_id</b>  | varchar(20)  | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>question_id</b> | int(6)       |                 |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>title</b>       | varchar(254) | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>ordering</b>    | int(2)       |                 |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>hasimage</b>    | int(2)       |                 |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>image</b>       | varchar(40)  | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>dt</b>          | datetime     |                 |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>flag</b>        | int(2)       |                 |            | Yes  | 1       |

ตารางที่ 3-6 ตาราง quiz\_current หน้าที่เก็บสถานะการส่งคำถาม

|                                     | Field              | Type        | Collation       | Attributes | Null | Default |
|-------------------------------------|--------------------|-------------|-----------------|------------|------|---------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>id</b>          | int(6)      |                 |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>course_id</b>   | varchar(12) | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>section</b>     | varchar(2)  | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>chapter_id</b>  | int(3)      |                 |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>question_id</b> | int(3)      |                 |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>status</b>      | tinyint(1)  |                 |            | Yes  | 0       |

ตารางที่ 3-7 ตาราง teacher หน้าที่เก็บข้อมูลรายชื่อผู้สอน

|                                     | Field             | Type        | Collation       | Attributes | Null | Default |
|-------------------------------------|-------------------|-------------|-----------------|------------|------|---------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>id</b>         | int(6)      |                 |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>teacher_id</b> | varchar(64) | utf8_general_ci |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>password</b>   | varchar(64) | utf8_general_ci |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>name</b>       | varchar(64) | utf8_general_ci |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>email</b>      | varchar(64) | utf8_general_ci |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>lastlog</b>    | datetime    |                 |            | Yes  | NULL    |

ตารางที่ 3-8 ตาราง quiz\_reply หน้าที่เก็บคำตอบของผู้เรียน

|                                     | Field              | Type        | Collation       | Attributes | Null | Default |
|-------------------------------------|--------------------|-------------|-----------------|------------|------|---------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>id</b>          | int(6)      |                 |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>user_id</b>     | varchar(64) | utf8_general_ci |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>section</b>     | tinyint(3)  |                 |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>course_id</b>   | varchar(16) | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>chapter_id</b>  | int(5)      |                 |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>question_id</b> | int(6)      |                 |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>selected</b>    | int(2)      |                 |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>shortans_id</b> | int(7)      |                 |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>score</b>       | varchar(12) | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>dt</b>          | datetime    |                 |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>flag</b>        | int(2)      |                 |            | Yes  | 1       |

ตารางที่ 3-9 ตาราง student หน้าที่เก็บข้อมูลรายชื่อผู้เรียน

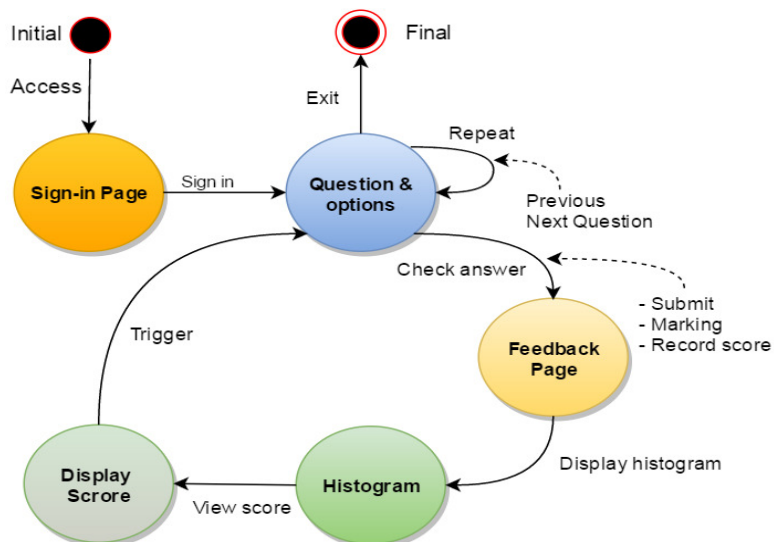
|                                     | Field             | Type         | Collation       | Attributes | Null | Default |
|-------------------------------------|-------------------|--------------|-----------------|------------|------|---------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>id</b>         | int(6)       |                 |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>user_id</b>    | varchar(64)  | utf8_general_ci |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>name</b>       | varchar(100) | utf8_general_ci |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>lastname</b>   | varchar(100) | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>department</b> | varchar(10)  | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>status</b>     | varchar(10)  | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>remark</b>     | varchar(128) | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>section</b>    | varchar(5)   | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>password</b>   | varchar(128) | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>lastlog</b>    | datetime     |                 |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>email</b>      | varchar(50)  | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>image</b>      | varchar(45)  | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |

ตารางที่ 3-10 ตาราง quiz\_replyshort หน้าที่เก็บคำตอบแบบสั้น (Short Answer) ของผู้เรียน

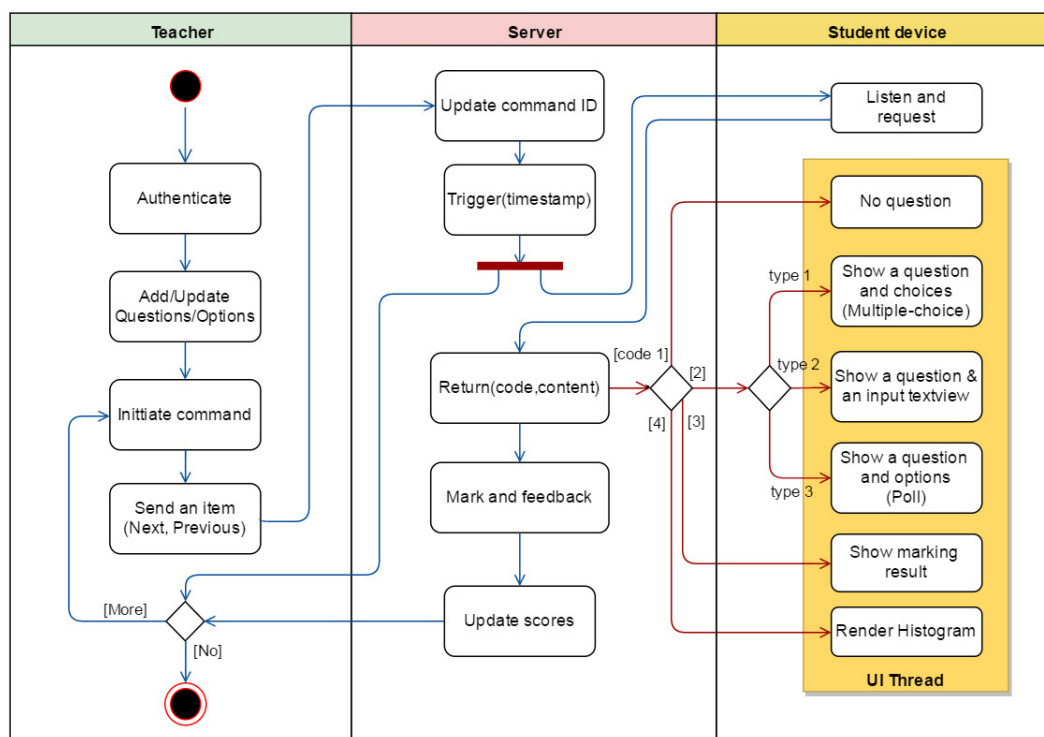
|                                     | Field         | Type         | Collation       | Attributes | Null | Default |
|-------------------------------------|---------------|--------------|-----------------|------------|------|---------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>id</b>     | int(6)       |                 |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | <b>answer</b> | varchar(256) | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | <b>dt</b>     | datetime     |                 |            | Yes  | NULL    |

ตารางที่ 3-11 ตาราง quiz\_score หน้าที่เก็บคะแนนการทำแบบทดสอบ

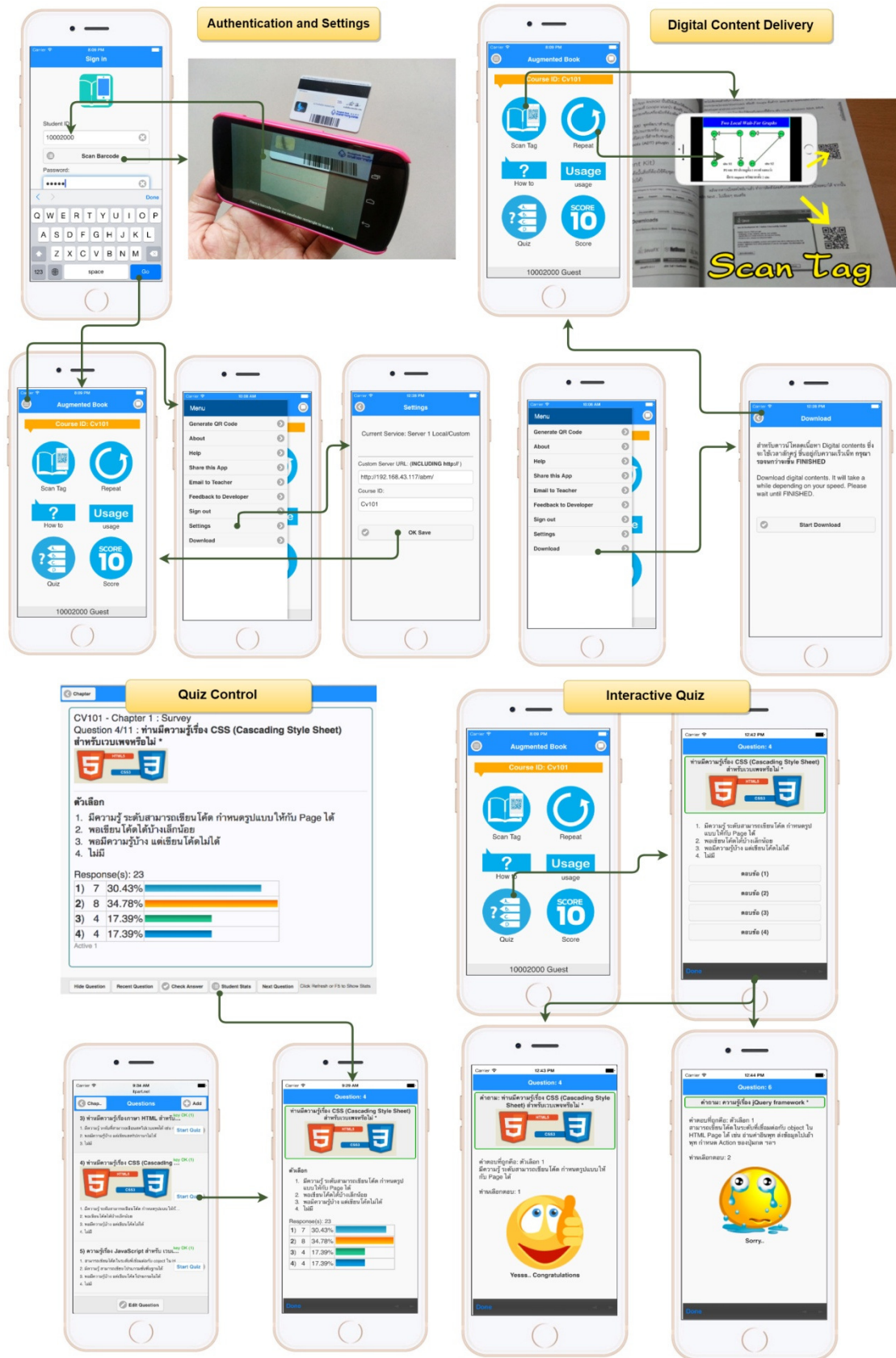
|                                     | Field      | Type         | Collation       | Attributes | Null | Default |
|-------------------------------------|------------|--------------|-----------------|------------|------|---------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | id         | int(6)       |                 |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | user_id    | varchar(64)  | utf8_general_ci |            | No   |         |
| <input type="checkbox"/>            | course_id  | varchar(12)  | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | chapter_id | varchar(28)  | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | score      | float        |                 |            | Yes  | NULL    |
| <input type="checkbox"/>            | remark     | varchar(254) | utf8_general_ci |            | Yes  | NULL    |



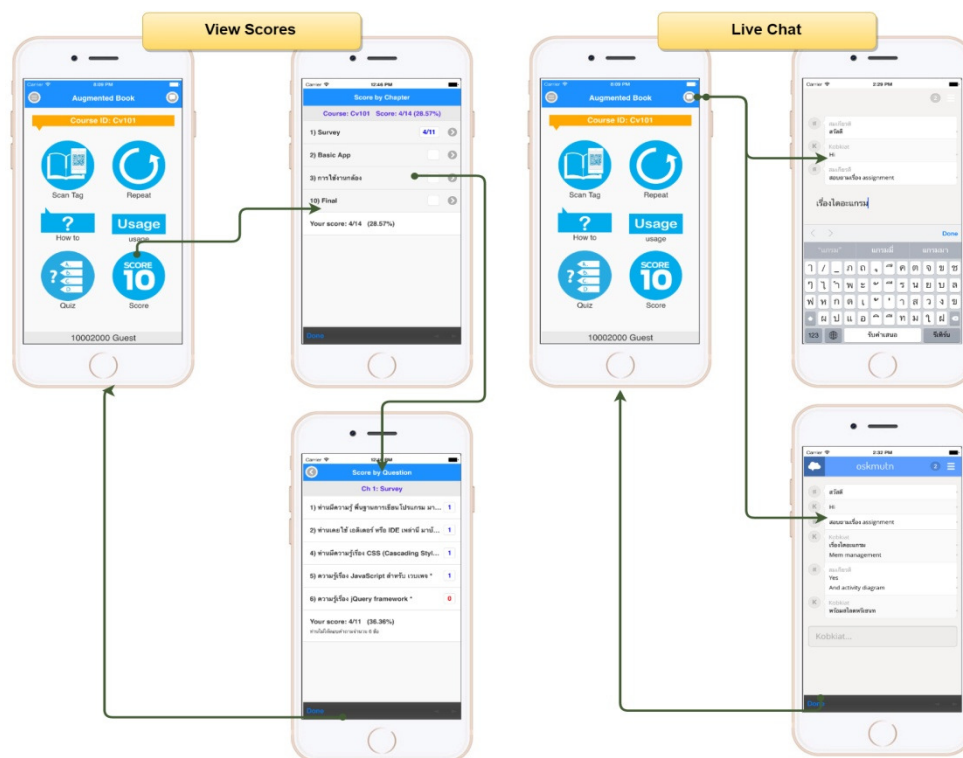
ภาพที่ 3-16 สเตตไดอะแกรมการทำงานระบบทดสอบย่อย (Interactive Quiz)



ภาพที่ 3-17 ไดอะแกรมกิจกรรมผู้สอน เครื่องแม่ข่ายและอุปกรณ์พกพาของผู้เรียน



ภาพที่ 3-18 แผนภาพผังการไหลของส่วนประสานผู้ใช้



ภาพที่ 3-18 (ต่อ)

3.2.4 ทดสอบ (Testing) เป็นการทดสอบระบบ โดยแบ่งเป็นการทดสอบแบบต่าง ๆ ดังนี้

3.2.4.1 การทดสอบหน่วยย่อย (Unit Testing) ทำการทดสอบระหว่างการพัฒนาโดยผู้วิจัยและผู้ทดสอบ (Tester) เพื่อหาข้อผิดพลาดของการทำงานแต่ละหน่วย เช่น การลงชื่อเข้าใช้งาน การบันทึกข้อมูล การตรวจคำตอบ การสแกนรหัสแท่งสองมิติ ฯลฯ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขจนแต่ละหน่วยย่อยทำงานได้ถูกต้องสมบูรณ์

3.2.4.2 ทดสอบระบบรวม (Integration and System Testing) ทดสอบการทำงานระบบรวมที่ประกอบกันขึ้นหลาย ๆ ส่วนและทดสอบระบบรวมทั้งหมด ทดสอบการใช้งานการทำหน้าที่ต่าง ๆ ครบถ้วนหรือไม่ ทดสอบระบบความปลอดภัยและหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น ขั้นตอนนี้ทำการทดสอบโดยผู้วิจัยและผู้ทดสอบ

3.2.4.3 ทดสอบสมรรถนะของระบบ (Performance Test) ทำการทดสอบสมรรถนะการทำงานของระบบ ได้แก่ ความเร็วในการสแกนอ่านค่าจากรหัสแท่งสองมิติ การเชื่อมต่อกับระบบข้อมูล การตอบสนองของสื่อมัลติมีเดีย การส่งถ่ายข้อมูล ขั้นตอนนี้ทำการทดสอบโดยผู้วิจัยและผู้ทดสอบ

3.2.4.4 หลังจากการทดสอบและปรับแก้จนเป็นที่พอใจแล้ว ผู้วิจัยได้นำระบบไปสาธิตให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาและปรับปรุงตามคำแนะนำ

3.2.4.5 ทดสอบและประเมินการยอมรับโดยทดลองกับกลุ่มผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (ณมน, 2556) โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

3.2.4.5.1 การประเมินแบบรายบุคคล (One-to-One Evaluation) เป็นการทดลองครั้งแรก โดยทำการทดลองกับนักศึกษาจำนวน 3 คน เพื่อทดสอบระบบเบื้องต้นในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านเนื้อหา การใช้งาน โดยในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและพัฒนาจะใช้การสังเกตและสัมภาษณ์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข แล้วทำการทดลองในขั้นต่อไป

3.2.4.5.2 การประเมินแบบกลุ่มเล็ก (Small-group Evaluation) เป็นการทดลองหลังจากที่ได้ทดสอบแบบทีละคนและได้ทำการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ เบื้องต้นมาแล้ว ขั้นตอนนี้ทำการทดลองกับนักศึกษาจำนวน 7 คน โดยในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและพัฒนาจะใช้การสังเกตและสัมภาษณ์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข แล้วทำการทดลองในขั้นต่อไป

3.2.4.5.3 การประเมินแบบภาคสนาม (Field-trial Evaluation) เป็นการทดลองหลังจากที่ได้ทดสอบกับกลุ่มเล็กแล้วและได้ทำการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ มาแล้ว ขั้นตอนนี้ทำการทดลองกับนักศึกษาจำนวน 45 คน โดยในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและพัฒนาจะใช้การสังเกตและสัมภาษณ์และให้ตอบแบบสอบถาม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

3.2.4.6 ทดสอบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

3.2.4.6.1 ประเมินระบบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการศึกษาจำนวน 10 ท่าน (รายชื่อแสดงในภาคผนวก ก) แบ่งออกเป็น ด้านการออกแบบ อินเทอร์เน็ตทั่วไป ด้านการติดตั้งและการใช้งาน ส่วนความปลอดภัย ส่วนการนำเสนอเนื้อหา ส่วนการทำแบบทดสอบปฏิสัมพันธ์ ส่วนการรายงานผล ส่วนการสร้างรหัสแท่งสองมิติ ระบบการจัดการ ผลประเมินแสดงในบทที่ 4

3.2.4.6.2 ประเมินด้านคุณภาพเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการศึกษา จำนวน 5 ท่าน (รายชื่อแสดงในภาคผนวก ก) แบ่งออกเป็นการประเมินด้านเนื้อหาและวัตถุประสงค์ ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation) ด้านเสียง ข้อความและภาษาในการบรรยาย

3.2.4.7 ทำการปรับปรุงตามคำแนะนำผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นสร้าง (Build) ไฟล์แอปพลิเคชันสำหรับระบบแอนดรอยด์ ด้วย Android Studio และไอโอเอสด้วย Xcode จากนั้นส่ง (Distribute) แอปพลิเคชัน Android เข้าสู่ Google Play และ iOS เข้าสู่ App Store ซึ่งผู้เรียนสามารถโหลดติดตั้งแอปพลิเคชันผ่านทาง Google Play สำหรับอุปกรณ์ระบบแอนดรอยด์ หรือ App Store สำหรับอุปกรณ์ระบบไอโอเอส

3.2.5 การใช้งานและการบำรุงรักษา (Operation and Maintenance) เป็นขั้นตอนและวงจรในการใช้งานตามปกติ โดยจะมีการบันทึกเก็บข้อมูลรวมทั้งความคิดเห็นข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากผู้ใช้ เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขให้ระบบมีความถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น รวมไปถึงการอัปเดตแอปพลิเคชันให้สอดคล้องกับเวอร์ชันของระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์ซึ่งมีการปรับเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลาเพื่อรองรับกับอุปกรณ์และฮาร์ดแวร์รุ่นใหม่ ๆ และระบบความปลอดภัยในปัจจุบัน

### 3.2.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและขั้นตอนการสร้าง

เครื่องมือที่ใช้คือ (1) แบบประเมินระบบ (2) แบบประเมินคุณภาพสื่อมัลติมีเดีย มีขั้นตอนดังรายละเอียดต่อไปนี้ (แบบประเมินแสดงในภาคผนวก ข)

3.2.6.1 สร้างแบบประเมินสื่อมัลติมีเดีย รูปแบบการประเมินสเกล 5 ระดับ (Rating Scale) ประกอบด้วยการประเมินด้านเนื้อหาและวัตถุประสงค์ ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation) ด้านเสียง ข้อความ และภาษาในการบรรยาย

3.2.6.2 นำแบบประเมินให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาคำถามความเหมาะสมด้านความตรงตลอดจนความสมบูรณ์ของข้อคำถามการประเมินแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.2.6.3 สร้างแบบประเมินระบบ รูปแบบการประเมินสเกล 5 ระดับ แบ่งออกเป็นด้านการออกแบบอินเทอร์เฟซทั่วไป ด้านการติดตั้งและการใช้งาน ส่วนความปลอดภัย ส่วนการแสดงผลเนื้อหา ส่วนการทำแบบทดสอบปฏิสัมพันธ์ ส่วนเผยแพร่ไฟล์ ส่วนการรายงานผล ส่วนการสร้างรหัสแท่งสองมิติ ระบบการจัดการ

3.2.6.4 นำแบบประเมินให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศพิจารณาคำถามความเหมาะสมด้านความตรงตลอดจนความสมบูรณ์ของข้อคำถามการประเมินแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

### 3.2.6.5 จัดพิมพ์แบบประเมินในรูปแบบเอกสาร

### 3.2.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

3.2.7.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการทดสอบประเมินระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการศึกษา จำนวน 7 ท่าน

3.2.7.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลการประเมินสื่อมัลติมีเดีย โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษานาน 5 ท่าน

3.2.7.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการทดสอบประสิทธิภาพระบบโดยทดลองร่วมกับการสังเกตและการสัมภาษณ์ผู้เรียนสำหรับการทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-To-One) การทดสอบกับกลุ่มเล็ก (Small Group) และการทดสอบภาคสนาม (Field Trial)

### 3.2.8 สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติเชิงพรรณนา ดังนี้

ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนการประเมินความเหมาะสมของ ระดับการให้คะแนนตามมาตรวัดลิเคิร์ต 5 ระดับดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ มากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ มาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ ปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ น้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ น้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลผลมีดังนี้ (ประคอง, 2542)

4.50 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ มากที่สุด

3.50 - 4.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ มาก

2.50 - 3.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ ปานกลาง

1.50 - 2.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ น้อย

1.00 - 1.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ น้อยที่สุด

ทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญโดยกำหนดให้ค่าเฉลี่ยต้องมีค่าตั้งแต่ 4.00 ขึ้นไป จึงถือว่าระบบมีความเหมาะสมที่จะนำไปทดลองใช้

### 3.3 ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาผลการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วย อ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

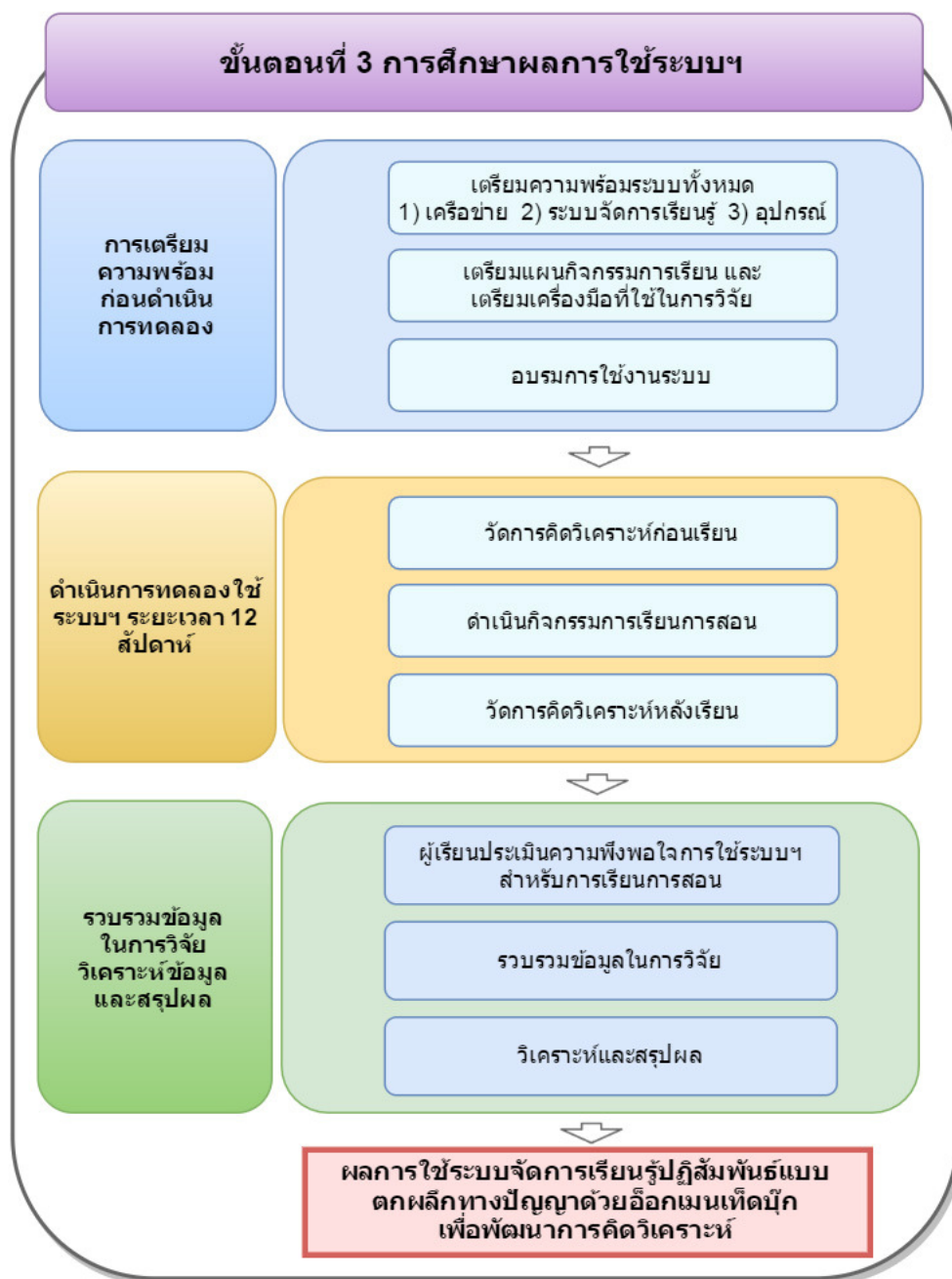
การศึกษาผลการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วย อ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อการคิดวิเคราะห์มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 3.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3.1.1 ประชากร คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ฯ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ชั้นปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 66 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) กลุ่มละ 22 คน จำนวน 3 กลุ่ม ประกอบด้วยกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม และกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้

ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊ทและกลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลีทาง  
ปัญหาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊ท



ภาพที่ 3-19 การศึกษาผลการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลีทางปัญหาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊ท

### 3.3.2 เนื้อหาและระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาในการวิจัย ใช้เนื้อหารายวิชาระบบปฏิบัติการ หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขา วิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาในการทดลอง 12 สัปดาห์

### 3.3.3 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research Design) แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ใช้แบบแผนการทดลองแบบ Pretest Posttest Control Group Design ได้แก่กลุ่มทดลอง (E) 2 กลุ่มซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม (C) (มนต์ชัย, 2548)

ตารางที่ 3-12 แบบแผนการวิจัย

| กลุ่ม          | สอบก่อน        | การทดลอง       | สอบหลัง        |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| C              | O <sub>1</sub> | -              | O <sub>2</sub> |
| E <sub>1</sub> | O <sub>1</sub> | X <sub>1</sub> | O <sub>2</sub> |
| E <sub>2</sub> | O <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> |

- C คือกลุ่มควบคุม ที่มีการเรียนการสอนตามปกติ
- E<sub>1</sub> คือกลุ่มทดลอง ที่จัดการเรียนการเรียนรู้โดยใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอีออกเมนเต็ดบุ๊ก
- E<sub>2</sub> คือกลุ่มทดลอง ที่จัดการเรียนการเรียนรู้โดยใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอีออกเมนเต็ดบุ๊ก
- X<sub>1</sub> คือการเรียนการเรียนรู้โดยใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอีออกเมนเต็ดบุ๊กที่ไม่มีกิจกรรมการเรียนรู้แบบตกผลึกทางปัญญา
- X<sub>2</sub> คือการเรียนการเรียนรู้โดยใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอีออกเมนเต็ดบุ๊กที่มีกิจกรรมการเรียนรู้แบบตกผลึกทางปัญญา
- O<sub>1</sub> คือการวัดการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน (Pretest)
- O<sub>2</sub> คือการวัดการคิดวิเคราะห์หลังเรียน (Posttest)

### 3.3.4 ขั้นตอนในการศึกษาผลการใช้ระบบ มีขั้นตอนดังนี้

#### 3.3.4.1 การเตรียมความพร้อมก่อนดำเนินการทดลอง

3.3.4.1.1 เตรียมความพร้อมสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ประกอบด้วย ติดตั้งระบบที่เครื่องคอมพิวเตอร์ผู้สอน การติดตั้งแอปพลิเคชันที่อุปกรณ์พกพาของผู้เรียน ระบบจัดการ

เรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ หนังสือและเอกสารที่บรรจุหัตถ์สองมิติที่ใช้ร่วมกับอุปกรณ์พกพาของผู้เรียน

3.3.4.1.2 เตรียมแผนกิจกรรมสำหรับการเรียนการสอนในแต่ละสัปดาห์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน ซึ่งได้จัดทำไว้ในขั้นตอนที่ 2

3.3.4.1.3 อบรมการใช้งานระบบและการใช้แอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพาที่ใช้ระหว่างการเรียนการสอน

3.3.4.2 ดำเนินการทดลองใช้ระบบ

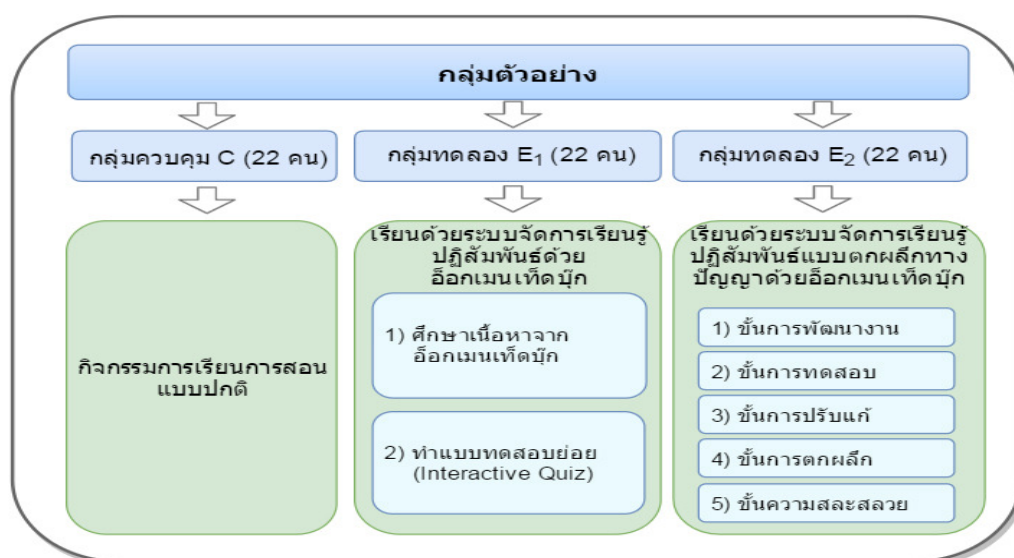
3.3.4.2.1 วัดการคิดวิเคราะห์ด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก รวมทั้งสิ้นจำนวน 60 ข้อ

3.3.4.2.2 ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาในการทดลอง 12 สัปดาห์ 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ดังภาพที่ 3-20 โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

ก) กลุ่มควบคุม C ดำเนินการเรียนการสอนแบบปกติ คือผู้สอนทำการบรรยายและผู้เรียนนั่งเรียนตามปกติ

ข) กลุ่มทดลอง E<sub>1</sub> เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดรีลิตี ซึ่งขั้นตอนประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ (1) ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาโดยเรียนจากอ็อกเมนเต็ดรีลิตี (2) ผู้เรียนทำแบบทดสอบย่อย (Interactive Quiz) ทำยบทเรียน ด้วยอุปกรณ์พกพา

ค) กลุ่มทดลอง E<sub>2</sub> เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดรีลิตี ซึ่งขั้นตอนประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ (1) ขั้นการพัฒนางาน (2) ขั้นการทดสอบ (3) ขั้นการปรับแก้ (4) ขั้นการตกผลึก (5) ขั้นความสละสลวย



ภาพที่ 3-20 กิจกรรมการเรียนการสอนและการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง

3.3.4.2.3 วัดการคิดวิเคราะห์ด้วยแบบทดสอบหลังเรียน ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก รวมทั้งสิ้นจำนวน 60 ข้อ

3.3.4.3 รวบรวมข้อมูลในการวิจัย วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล

3.3.4.3.1 กลุ่มตัวอย่างทำแบบประเมินความคิดเห็นที่มีต่อระบบจัดการเรียนรู้ ปฏิสัมพันธ์แบบตลกกลิ้งทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อก

3.3.4.3.2 รวบรวมข้อมูลในการวิจัยจากแบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียนและจากแบบประเมินความคิดเห็น

3.3.4.3.3 นำข้อมูลคะแนนสอบก่อนและสอบหลังที่รวบรวมได้จากการศึกษาผลของการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตลกกลิ้งทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ในขั้นตอนที่ 3 มาประมวลผลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สถิติวิธีสถิติค่าทีและการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) จากนั้นสรุปผล

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊คเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ มีวัตถุประสงค์คือ (1) เพื่อออกแบบสถาปัตยกรรมระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊คเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ (2) เพื่อพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊คเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และ (3) เพื่อศึกษาผลการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊คเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

ผลของการวิจัย นำเสนอโดยแบ่งตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

4.1 ผลการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊คเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

4.2 ผลการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊คเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

4.3 ผลการศึกษาคำใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊คเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

#### 4.1 ผลการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊คเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

ผลการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊คเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ (1) การสังเคราะห์ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้ และ (2) การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

4.1.1.1 ขั้นการพัฒนางาน

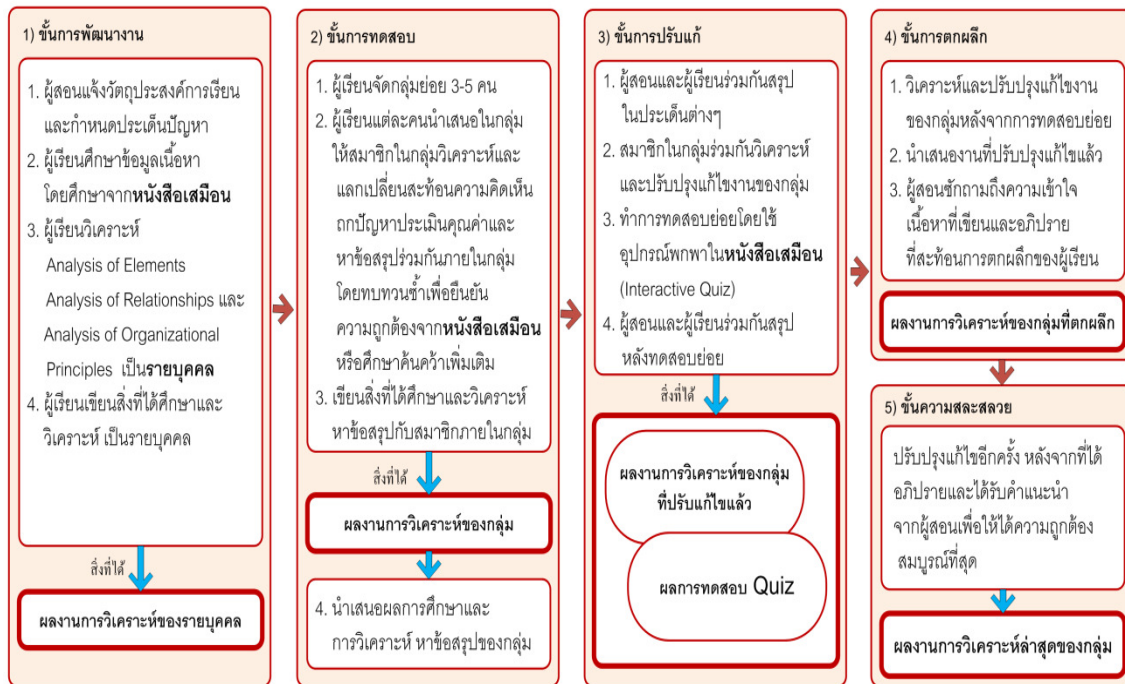
4.1.1.2 ขั้นการทดสอบ

4.1.1.3 ขั้นการปรับแก้

4.1.1.4 ขั้นการตกลูก

4.1.1.5 ขั้นความสละสลวย

ในแต่ละขั้นจะมีผลงานการวิเคราะห์ของผู้เรียน โดยเริ่มต้นจากขั้นการพัฒนางาน ผู้เรียนจะได้ฝึกการวิเคราะห์เป็นรายบุคคล ส่วนในลำดับถัดไป ผู้เรียนจะได้ฝึกการวิเคราะห์เป็นรายกลุ่มซึ่งมีการวิเคราะห์แลกเปลี่ยน สะท้อนความคิดเห็นแก้ปัญหา และนำเสนอผลงาน



ภาพที่ 4-1 ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเท็ดนู้ก

ตารางที่ 4-1 ผลประเมินความเหมาะสมของกรอบแนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเท็ดนู้ก

| ข้อ | รายการประเมิน   | ผลการประเมิน |      |             |
|-----|---|--------------|------|-------------|
|     |   | $\bar{x}$    | S.D. | ความเหมาะสม |
| 1   | การเรียนรู้แบบตกผลึกทางปัญญา (Crystal-based Instruction) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นการพัฒนางาน (2) ขั้นการทดสอบ (3) ขั้นการปรับแก้ (4) ขั้นการตกผลึก และ (5) ขั้นความสะละสลวย | 4.60         | 0.51 | มากที่สุด   |
| 2   | การเรียนรู้เชิงรุกด้วยการวิเคราะห์วิทัศน์ (Active Learning)   | 4.67         | 0.62 | มากที่สุด   |
| 3   | การเรียนรู้จากมัลติมีเดีย (Multimedia Learning)   | 4.80         | 0.41 | มากที่สุด   |

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

| ข้อ | รายการประเมิน                              | ผลการประเมิน |      |             |
|-----|--|--------------|------|-------------|
|     |  | $\bar{x}$    | S.D. | ความเหมาะสม |
| 4   | อีออกเมนเต็ดบุ๊ก (Augmented Book)          | 4.87         | 0.35 | มากที่สุด   |
| 5   | เทคโนโลยีอุปกรณ์พกพา (Mobile Technologies) | 4.87         | 0.35 | มากที่สุด   |
|     | ผลประเมินเฉลี่ยรวม                         | 4.75         | 0.45 | มากที่สุด   |

จากตารางที่ 4-1 ผลการประเมินความเหมาะสมของกรอบแนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอีออกเมนเต็ดบุ๊ก มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.75$ ,  $S.D.=0.45$ )

ตารางที่ 4-2 ผลประเมินความเหมาะสมของขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอีออกเมนเต็ดบุ๊ก

| ข้อ | รายการประเมิน   | ผลการประเมิน |      |             |
|-----|---|--------------|------|-------------|
|     |   | $\bar{x}$    | S.D. | ความเหมาะสม |
| 1   | ขั้นการพัฒนางาน   | 4.88         | 0.26 | มากที่สุด   |
|     | 1.1 ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้และกำหนดประเด็นปัญหา   | 4.92         | 0.28 | มากที่สุด   |
|     | 1.2 ผู้เรียนศึกษาข้อมูลเนื้อหาโดยศึกษาจากอีออกเมนเต็ดบุ๊ก (Augmented Book) และค้นคว้าเพิ่มเติม                            | 4.92         | 0.28 | มากที่สุด   |
|     | 1.3 ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบ Analysis of Elements, Analysis of Relationships และ Analysis of Organizational Principles | 4.69         | 0.48 | มากที่สุด   |
|     | 1.4 ผู้เรียนเขียนสิ่งที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ เป็นรายบุคคล   | 5.00         | 0.00 | มากที่สุด   |

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

| ข้อ   | รายการประเมิน   | ผลการประเมิน |             |                  |
|---|---|--------------|-------------|------------------|
|   |   | $\bar{x}$    | S.D.        | ความเหมาะสม      |
| 2   | <b>ขั้นการทดสอบ</b>   | <b>4.81</b>  | <b>0.40</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|   | 2.1 ผู้เรียนจัดกลุ่มย่อย 3-5 คน   | 4.67         | 0.48        | มากที่สุด        |
|   | 2.2 ผู้เรียนวิเคราะห์แลกเปลี่ยนสะท้อนความคิดเห็น<br>อภิปราย ประเมินคุณค่า และหาข้อสรุปร่วมกัน<br>ภายในกลุ่ม | 4.85         | 0.38        | มากที่สุด        |
|   | 2.3 เขียนสิ่งที่ได้ทำการวิเคราะห์ หาข้อสรุปภายในกลุ่ม   | 4.85         | 0.38        | มากที่สุด        |
|   | 2.4 นำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าและการวิเคราะห์<br>หาข้อสรุปร่วมกันของกลุ่ม                                      | 4.85         | 0.38        | มากที่สุด        |
| 3   | <b>ขั้นการปรับแก้</b>   | <b>4.62</b>  | <b>0.54</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|   | 1.1 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปในประเด็นต่าง ๆ   | 4.62         | 0.51        | มากที่สุด        |
|   | 1.2 สมาชิกในกลุ่มร่วมกันทำการปรับปรุงแก้ไขงานที่กลุ่ม<br>จัดทำขึ้น  | 4.62         | 0.51        | มากที่สุด        |
|   | 1.3 ทำการทดสอบโดยใช้ Interactive Quiz ด้วยอุปกรณ์<br>พกพาในอีกรุ่นแท็บเล็ต                                  | 4.69         | 0.48        | มากที่สุด        |
| 1.4 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปหลังทดสอบย่อย   | 4.54  | 0.66         | มากที่สุด   |                  |
| 4   | <b>ขั้นการตกผลึก</b>  | <b>4.77</b>  | <b>0.43</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|   | 4.1 นำเสนองานที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วตาม<br>คำแนะนำ   | 4.69         | 0.48        | มากที่สุด        |
| 4.2 ผู้สอนวิเคราะห์และซักถามถึงความเข้าใจเนื้อหาที่<br>เขียนและอภิปราย ที่สะท้อนถึงการตกผลึกของผู้เรียน | 4.85  | 0.38         | มากที่สุด   |                  |
| 5   | <b>ขั้นความสะอาด</b>  |              |             |                  |
| 5.1 ปรับปรุงแก้ไขงานอีกครั้ง เพื่อให้ได้ความถูกต้อง<br>สมบูรณ์ที่สุด                                    | 4.69  | 0.48         | มากที่สุด   |                  |
|   | <b>ผลประเมินเฉลี่ยรวม</b>   | <b>4.76</b>  | <b>0.41</b> | <b>มากที่สุด</b> |

จากตารางที่ 4-2 ผลการประเมินความเหมาะสมขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบ ตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.76$ ,  $S.D.=0.41$ ) เมื่อ พิจารณารายชั้นพบว่า ชั้นการพัฒนางาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.88$ ,  $S.D.=0.26$ ) ชั้น การทดสอบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.81$ ,  $S.D.=0.40$ ) ชั้นการปรับแก้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ใน ระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.62$ ,  $S.D.=0.54$ ) ชั้นการตกผลึก มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.77$ ,  $S.D.=0.43$ ) และชั้นความสละสลวย มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.69$ ,  $S.D.=0.48$ )

4.1.2 ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการ คิดวิเคราะห์ประกอบด้วยระบบย่อยเพื่อรองรับการปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญา ดังนี้

4.1.2.1 ระบบอ็อกเมนต์ (Augmenting System) ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับระบบการแสดง เนื้อหาของอ็อกเมนเต็ดบ็อก ได้แก่การถอดรหัสแท่งสองมิติแล้วแสดงเนื้อหาสามมิติที่อุปกรณ์ พกพาของผู้เรียน การสร้างเนื้อหาและการเข้ารหัสเพื่อให้ผู้สอนสร้างรหัสแท่งสองมิติสร้างและ เชื่อมโยงเนื้อหาสามมิติเข้ากับอ็อกเมนเต็ดบ็อก

4.1.2.2 ระบบโต้ตอบกับผู้เรียน (Student Response System) ทำหน้าที่จัดการโต้ตอบ แบบทดสอบปฏิสัมพันธ์ (Interactive Quiz) โดยผู้เรียนทำการกดส่งคำตอบที่หน้าจออุปกรณ์พกพา ข้อมูลคำตอบจะถูกส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบเพื่อประมวลผลและบันทึกลงในฐานข้อมูล ผู้สอนและ ผู้เรียนสามารถตรวจดูผลการทดสอบได้ ซึ่งผลคะแนนจะบันทึกแยกเก็บเป็นแต่ละบท

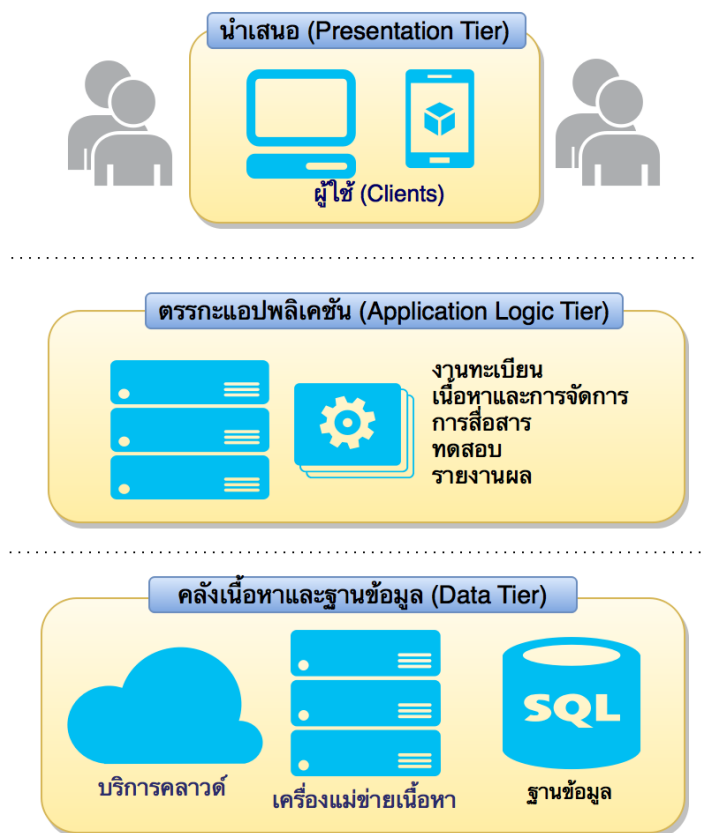
4.1.2.3 ระบบเผยแพร่ไฟล์ (Smart Sharing System) สำหรับนำผลงานชิ้นฉายบนจอ โปรเจคเตอร์และในขณะที่เดียวกันก็ส่งให้กับอุปกรณ์พกพาของสมาชิกในเครือข่ายชั้นเรียนทุกคน ซึ่งระบบเผยแพร่ดังกล่าวรองรับการใช้งานแบบเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและไม่ต้องเชื่อมต่อ อินเทอร์เน็ต (Online/Offline)

4.1.3 โครงสร้างระบบฯ ประกอบด้วย 3 ชั้น (Tier) ดังนี้

4.1.3.1 ส่วนนำเสนอ (Presentation Tier) ทำหน้าที่สื่อสารเชื่อมต่อระหว่างชั้น (Tier) และ ทำหน้าที่แสดงผล แสดงข้อมูลที่ส่งมาจากระบบบริการ (Services)

4.1.3.2 ตรรกะแอปพลิเคชัน (Application Logic Tier) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ ระบบทั้งหมด

4.1.3.3 คลังเนื้อหาและฐานข้อมูล (Data Tier) ทำหน้าที่เป็นกลไกเก็บข้อมูลเนื้อหา ดิจิทัล (Digital Contents) และข้อมูลอื่น ๆ เช่น ระบบลงฐานข้อมูลผู้เรียน ข้อมูลคะแนน ฯลฯ



ภาพที่ 4-2 โครงสร้างชั้นเลเยอร์ของระบบฯ

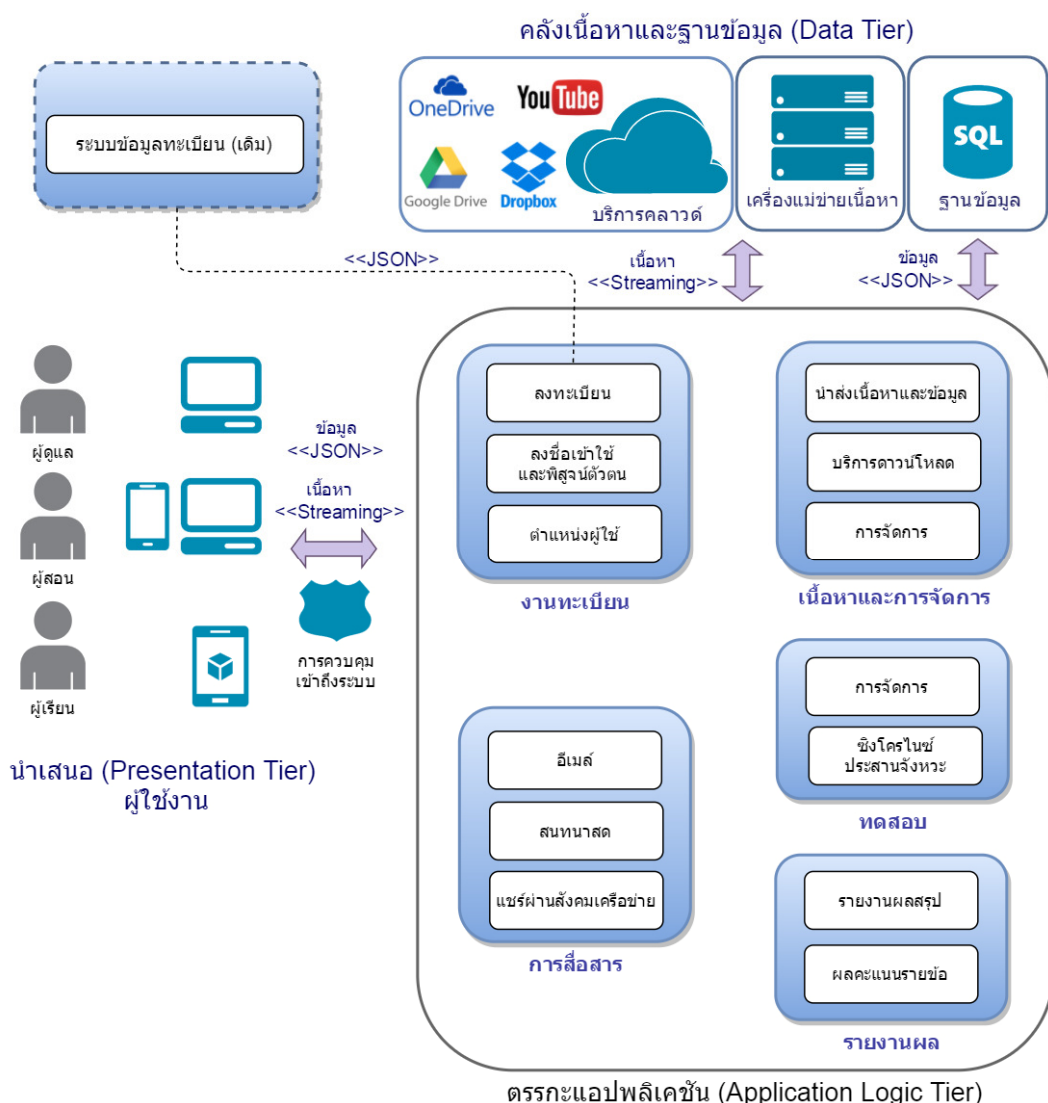
4.1.4 องค์ประกอบภายในสถาปัตยกรรม (System Components) ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

4.1.4.1 งานทะเบียน (Profile/Registration) ทำหน้าที่เป็นระบบลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบด้วยอุปกรณ์พกพาและลงทะเบียนเรียนในรายวิชาที่ต้องการ ประกอบด้วย

4.1.4.1.1 โมดูลลงทะเบียน (Registration) ซึ่งสามารถรองรับผู้ลงทะเบียนใหม่และเชื่อมต่อกับระบบลงทะเบียนที่มีอยู่แล้ว

4.1.4.1.2 โมดูลพิสูจน์ตัวตน (Sign in & Authentication) เพื่อให้ผู้ใช้เข้าสู่ระบบโดยใช้หมายเลขประจำตัวนักศึกษาและรหัสผ่าน

4.1.4.1.3 โมดูลตำแหน่งผู้ใช้ (Location-based Tracking) สำหรับตรวจจับตำแหน่งที่อยู่ของอุปกรณ์พกพาขณะนั้น



ภาพที่ 4-3 สถาปัตยกรรมระบบ

4.1.4.2 เนื้อหาและการจัดการ (Content/Administration) ทำหน้าที่เชื่อมต่อส่งเนื้อหาดิจิทัล (Digital Contents) ให้กับอุปกรณ์พกพาและเป็นระบบจัดการเนื้อหา ได้แก่ การเพิ่มเนื้อหา การแก้ไขปรับปรุง การลบ ฯลฯ ประกอบด้วย

4.1.4.2.1 โมดูลนำส่งเนื้อหาและข้อมูล (Content Delivery) ทำหน้าที่เชื่อมต่อส่งข้อมูลและเนื้อหาดิจิทัล (Digital Contents) ให้กับอุปกรณ์พกพา โดยการส่งข้อมูลในรูปแบบสตรีมมิ่ง (Streaming) สำหรับการส่งข้อมูลประเภทสื่อมัลติมีเดียแบบต่อเนื่อง ไบนารีสำหรับภาพนิ่งและไฟล์เผยแพร่ JSON สำหรับข้อมูลทั่วไป

4.1.4.2.2 โมดูลบริการดาวน์โหลด (Download Service) ทำหน้าที่เป็นหน่วยบริการให้ผู้เรียนดาวน์โหลดเนื้อหาเข้าสู่อุปกรณ์พกพา เหมาะสำหรับการใช้งานในสถานะแวดล้อมหรือห้องเรียนที่ระบบเครือข่ายไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

4.1.4.2.3 โมดูลการจัดการ (Administration) สำหรับจัดการเนื้อหา ได้แก่ การเพิ่มเนื้อหา การแก้ไขปรับปรุง การลบ ฯลฯ

4.1.4.3 การสื่อสาร (Communication) ทำหน้าที่เชื่อมต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้สอน ประกอบด้วย

4.1.4.3.1 โมดูลอีเมล (Email) สำหรับส่งอีเมลให้กับผู้สอน หรือส่งเมลระหว่างผู้เรียนด้วยกัน

4.1.4.3.2 โมดูลสนทนาสด (Chat) สำหรับการพิมพ์สนทนาสดผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

4.1.4.3.3 โมดูลแชร์ผ่านสังคมเครือข่าย (Social Share) สำหรับการแชร์แอปพลิเคชันผ่านระบบสังคมออนไลน์เช่น ไลน์ Facebook IG เป็นต้น

4.1.4.4 ทดสอบ (Quiz) สำหรับการทดสอบย่อย ประกอบด้วย

4.1.4.4.1 โมดูลการจัดการ (Quiz Manager) ทำหน้าที่เพิ่มข้อคำถาม คำตอบ โดยระบบจัดการจะจัดเก็บข้อคำถามและคำตอบแยกไว้เป็นบท ๆ

4.1.4.4.2 โมดูลซิงโครไนซ์ประสานจังหวะ (Synchronization) ทำหน้าที่ป้อนคำถามเข้าสู่อุปกรณ์พกพาของผู้เรียนแต่ละคนแล้วรอรับคำตอบที่ส่งมาจากผู้เรียนและระบบตรวจคำตอบบันทึกคะแนนของผู้เรียนเข้าสู่ระบบ

4.1.4.5 รายงานผล (Report) ทำหน้าที่รายงานผลการสอบของผู้เรียน ประกอบด้วย

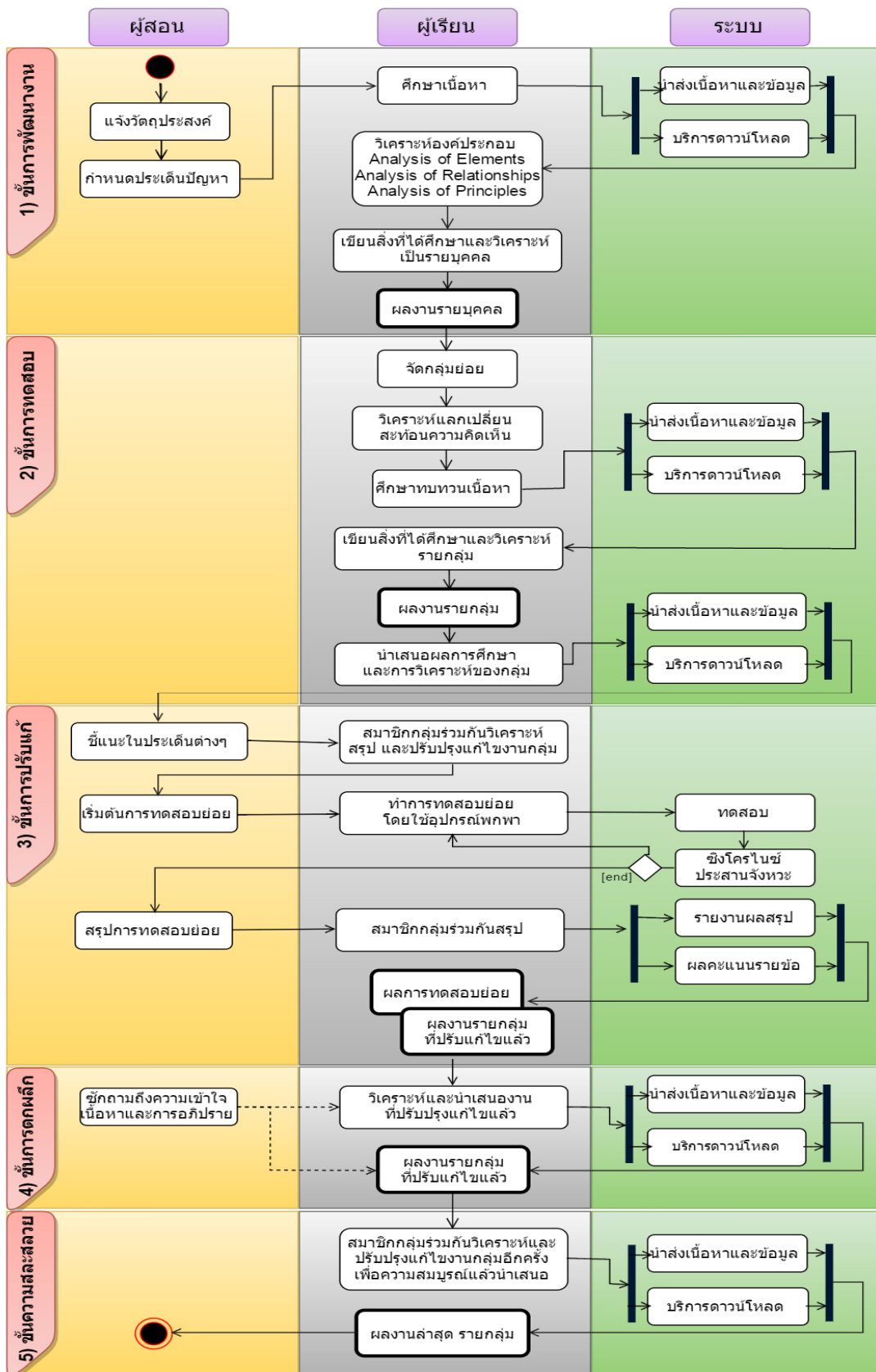
4.1.4.5.1 รายงานผลสรุป (Summary Report) สำหรับรายงานผลคะแนนรายวิชา

4.1.4.5.2 รายงานผลคะแนนรายข้อ (Detailed Report) ผลคะแนนแต่ละข้อ

ตารางที่ 4-3 ผลประเมินความเหมาะสมของสถาปัตยกรรมระบบ

| ข้อ | รายการประเมิน  | ผลการประเมิน |             |                  |
|-----|--|--------------|-------------|------------------|
|     |  | $\bar{x}$    | S.D.        | ความเหมาะสม      |
| 1   | <b>ส่วนนำเสนอ (Presentation Tier)</b>  | <b>4.78</b>  | <b>0.52</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|     | 1.1 การสื่อสารส่งข้อมูลระหว่างเครื่องแม่ข่ายและอุปกรณ์พกพาลูกค้า (Clients) ด้วย JSON | 4.89         | 0.33        | มากที่สุด        |
|     | 1.2 การสื่อสารส่งข้อมูลระหว่างเครื่องแม่ข่ายและอุปกรณ์พกพาลูกค้าด้วยระบบ Streaming   | 4.67         | 0.71        | มากที่สุด        |
| 2   | <b>ตรรกะแอปพลิเคชัน (Application Logic Tier)</b>                                     | <b>4.73</b>  | <b>0.47</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|     | 2.1 ส่วนการลงทะเบียนและพิสูจน์ตัวตนเพื่อเข้าใช้ระบบ (Profile/Registration)           | 4.89         | 0.33        | มากที่สุด        |
|     | 2.2 ส่วนเนื้อหาและการจัดการเนื้อหา (Content/Administration)                          | 4.78         | 0.44        | มากที่สุด        |
|     | 2.3 ส่วนการสื่อสาร (Communication)   | 4.67         | 0.71        | มากที่สุด        |
|     | 2.4 ส่วนการทำแบบทดสอบย่อย (Quiz)   | 4.89         | 0.33        | มากที่สุด        |
|     | 2.5 ส่วนรายงานคะแนนสอบย่อย (Report)  | 4.44         | 0.53        | มาก              |
| 3   | <b>คลังเนื้อหาและฐานข้อมูล (Data Tier)</b>   | <b>4.89</b>  | <b>0.26</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|     | 3.1 เครื่องแม่ข่ายบริการแบบกลุ่มเมฆ  | 4.89         | 0.33        | มากที่สุด        |
|     | 3.2 เครื่องแม่ข่ายสำหรับเนื้อหา (Media Server)                                       | 4.78         | 0.44        | มากที่สุด        |
|     | 3.3 เครื่องแม่ข่ายฐานข้อมูล (Database)   | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | ผลประเมินเฉลี่ยรวม   | 4.79         | 0.42        | มากที่สุด        |

จากตารางที่ 4-3 ผลการประเมินความเหมาะสมของสถาปัตยกรรมระบบจัดการเรียนรู้ ปฏิสัมพันธ์แบบตลกพิลึกทางปัญญาด้วยออ๊กเมนเท็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.79$ ,  $S.D.=0.42$ ) เมื่อพิจารณารายส่วนพบว่า ส่วนนำเสนอมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.78$ ,  $S.D.=0.52$ ) ส่วนตรรกะแอปพลิเคชันมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.73$ ,  $S.D.=0.47$ ) และส่วนคลังเนื้อหาและฐานข้อมูลมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.89$ ,  $S.D.=0.26$ )



ภาพที่ 4-4 การปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญา

ตารางที่ 4-4 ผลประเมินการปฏิสัมพันธ์ของระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบดกผลึกทางปัญญา  
ด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

| ข้อ   | รายการประเมิน  | ผลการประเมิน |             |                  |
|---|--|--------------|-------------|------------------|
|   |  | $\bar{x}$    | S.D.        | ความเหมาะสม      |
| 1   | <b>ขั้นการพัฒนางาน</b>   | <b>4.88</b>  | <b>0.26</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|   | 1.1 ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้และกำหนดประเด็นปัญหา  | 4.92         | 0.28        | มากที่สุด        |
|   | 1.2 ผู้เรียนศึกษาข้อมูลเนื้อหาโดยศึกษาจากอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก (Augmented Book) และค้นคว้าเพิ่มเติม  | 4.92         | 0.28        | มากที่สุด        |
|   | 1.3 ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบ Analysis of Elements, Analysis of Relationships และ Analysis of Organizational Principles                            | 4.69         | 0.48        | มากที่สุด        |
|   | 1.4 ผู้เรียนเขียนสิ่งที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ เป็นรายบุคคล  | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
| 2   | <b>ขั้นการทดสอบ</b>  | <b>4.81</b>  | <b>0.40</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|   | 2.1 ผู้เรียนจัดกลุ่มย่อย 3-5 คน  | 4.67         | 0.48        | มากที่สุด        |
|   | 2.2 ผู้เรียนวิเคราะห์แลกเปลี่ยนสะท้อนความคิดเห็น ถกปัญหา ประเมินคุณค่าและหาข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่มเขียนสิ่งที่ได้ทำการวิเคราะห์ หาข้อสรุปภายในกลุ่ม | 4.85         | 0.38        | มากที่สุด        |
|   | 2.3 นำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าและการวิเคราะห์หาข้อสรุปร่วมกันของกลุ่ม   | 4.85         | 0.38        | มากที่สุด        |
| 3   | <b>ขั้นการปรับแก้</b>  | <b>4.62</b>  | <b>0.54</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|   | 3.1 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปในประเด็นต่าง ๆ  | 4.62         | 0.51        | มากที่สุด        |
|   | 3.2 สมาชิกในกลุ่มร่วมกันทำการปรับปรุงแก้ไขงานที่กลุ่มจัดทำขึ้น   | 4.62         | 0.51        | มากที่สุด        |
|   | 3.3 ทำการทดสอบโดยใช้ Interactive Quiz ด้วยอุปกรณ์พกพาในอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก   | 4.69         | 0.48        | มากที่สุด        |
| 3.4 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปหลังทดสอบย่อย | 4.54   | 0.66         | มากที่สุด   |                  |

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

| ข้อ | รายการประเมิน   | ผลการประเมิน |      |             |
|-----|---|--------------|------|-------------|
|     |   | $\bar{x}$    | S.D. | ความเหมาะสม |
| 4   | <b>ขั้นการตกผลึก</b>  | 4.77         | 0.43 | มากที่สุด   |
|     | 4.1 นำเสนองานที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วตามคำแนะนำ   | 4.69         | 0.48 | มากที่สุด   |
|     | 4.2 ผู้สอนวิเคราะห์และซักถามถึงความเข้าใจเนื้อหาที่เขียนและอภิปราย ที่สะท้อนถึงการตกผลึกของผู้เรียน | 4.85         | 0.38 | มากที่สุด   |
| 5   | <b>ขั้นความสะสลาย</b>   |              |      |             |
|     | 5.1 ปรับปรุงแก้ไขงานอีกครั้ง เพื่อให้ได้ความถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด                                    | 4.69         | 0.48 | มากที่สุด   |
|     | ผลประเมินเฉลี่ยรวม  | 4.76         | 0.41 | มากที่สุด   |

จากตารางที่ 4-4 ผลการประเมินความเหมาะสมบทบาทกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างผู้สอน ผู้เรียนและองค์ประกอบในระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.76$ ,  $S.D.=0.41$ ) เมื่อพิจารณารายชั้นพบว่า ชั้นการพัฒนางาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.88$ ,  $S.D.=0.26$ ) ชั้นการทดสอบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.81$ ,  $S.D.=0.40$ ) ชั้นการปรับแก้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.62$ ,  $S.D.=0.54$ ) ชั้นการตกผลึก มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.77$ ,  $S.D.=0.43$ ) และขั้นความสะสลาย มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.69$ ,  $S.D.=0.48$ )

#### 4.2 ผลการพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

ผลการพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

4.2.1 ผลประเมินความเหมาะสมด้านการประสานกับผู้ใช้งาน (User Interface) ด้านการติดตั้งและการนำไปใช้ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ แสดงในตารางที่ 4-5

4.2.2 ผลประเมินการทำงานของแต่ละส่วน ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ แสดงในตารางที่ 4-6

4.2.3 ผลประเมินด้านเนื้อหาของสื่อประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ แสดงในตารางที่ 4-7

4.2.4 ผลประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อระบบ แสดงในตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-5 ผลประเมินความเหมาะสมด้านการประสานกับผู้ใช้งาน (User Interface) ด้านการติดตั้งและการนำไปใช้ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

| ข้อ | รายการประเมิน   | ผลการประเมิน |             |                  |
|-----|---|--------------|-------------|------------------|
|     |   | $\bar{x}$    | S.D.        | ความเหมาะสม      |
| 1   | <b>ด้านการประสานกับผู้ใช้งาน (User Interface)</b>                         | <b>4.72</b>  | <b>0.52</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|     | 1.1 การจัดวางองค์ประกอบปุ่มกด (Buttons) และสัญลักษณ์ (Icons) มีความสวยงาม | 4.83         | 0.41        | มากที่สุด        |
|     | 1.2 ขนาดของปุ่มกดและสัญลักษณ์มีความเหมาะสม                                | 4.83         | 0.41        | มากที่สุด        |
|     | 1.3 การสื่อความหมายของปุ่มกดและสัญลักษณ์                                  | 4.50         | 0.84        | มากที่สุด        |
|     | 1.4 สีของปุ่มกดและสัญลักษณ์มีความเหมาะสม                                  | 4.67         | 0.52        | มากที่สุด        |
|     | 1.5 การจัดวางตำแหน่งแถบแสดงรายวิชาที่กำลังเข้าใช้งาน                      | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | 1.6 สีของแถบแสดงรายวิชาที่กำลังเข้าใช้งาน มีความชัดเจน                    | 4.83         | 0.41        | มากที่สุด        |
|     | 1.7 ขนาดของข้อความแสดงรายวิชาที่กำลังเข้าใช้งาน                           |              |             |                  |
|     | 1.8 การจัดวางตำแหน่งแสดงตัวตนของผู้เรียน (UserID)                         | 4.50         | 0.84        | มากที่สุด        |
|     | 1.9 ขนาดของข้อความแสดงตัวตนของผู้เรียนมีความชัดเจน                        | 4.67         | 0.52        | มากที่สุด        |
|     |   | 4.50         | 0.84        | มากที่สุด        |
|     | 1.10 การออกแบบจัดวางตำแหน่งเมนูแบบซ่อน (Slide Menu) มีความเหมาะสม         | 4.83         | 0.41        | มากที่สุด        |
| 2   | <b>ด้านการติดตั้งและการใช้งาน</b>   | <b>4.86</b>  | <b>0.31</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|     | 2.1 ความสะดวกรวดเร็วในการติดตั้ง  | 4.67         | 0.52        | มากที่สุด        |
|     | 2.2 มีการแสดงการตอบสนอง เมื่อแตะปุ่มกด                                    | 4.83         | 0.41        | มากที่สุด        |
|     | 2.3 มีการแสดงการตอบสนองของเมนูคำสั่ง                                      | 4.83         | 0.41        | มากที่สุด        |
|     | 2.4 การตอบสนองส่วนนำเสนอเนื้อหา   | 4.83         | 0.41        | มากที่สุด        |
|     | 2.5 ความสะดวกและคล่องตัวในการใช้งานโดยรวม                                 | 4.83         | 0.41        | มากที่สุด        |
|     | 2.6 สามารถนำไปใช้กับหนังสือในรายวิชาอื่น ๆ ได้                            | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | 2.7 สามารถนำไปประยุกต์ใช้เช่นเดียวกับระบบคลิกเกอร์ (Clicker) ได้          | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | <b>ผลประเมินเฉลี่ยรวม</b>   | <b>4.77</b>  | <b>0.43</b> | <b>มากที่สุด</b> |

จากตารางที่ 4-5 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านการประสานกับผู้ใช้ทั่วไป ด้านการติดตั้งและการนำไปใช้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ที่สุด ( $\bar{x}=4.77, S.D.=0.43$ ) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านการประสานกับผู้ใช้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.72, S.D.=0.52$ ) และด้านการติดตั้งและการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.86, S.D.=0.31$ )

ตารางที่ 4-6 ผลประเมินการทำงานของแต่ละส่วน ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

| ข้อ | รายการประเมิน  | ผลการประเมิน |             |                  |
|-----|--|--------------|-------------|------------------|
|     |  | $\bar{x}$    | S.D.        | ความเหมาะสม      |
| 1   | <b>ส่วนการพิสูจน์ตัวตนเข้าใช้ระบบ (Authentication) และการตั้งค่า (Settings)</b>                          | <b>4.90</b>  | <b>0.22</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|     | 1.1 การเข้าใช้ระบบ (Login) มีความถูกต้อง   | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | 1.2 การแจ้งเตือนเมื่อมีข้อผิดพลาดในการเข้าใช้  | 4.80         | 0.45        | มากที่สุด        |
|     | 1.3 การสแกนบัตรนักศึกษาเข้าใช้ระบบมีความถูกต้อง  | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | 1.4 การออกจากระบบ (Logout) มีความถูกต้อง   | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | 1.5 การตั้งค่าเพื่อเชื่อมกับเครื่องแม่ข่ายบริการ   | 4.80         | 0.45        | มากที่สุด        |
|     | 1.6 การตั้งค่าเข้าสู่รายวิชา   | 4.80         | 0.45        | มากที่สุด        |
| 2   | <b>ส่วนการนำเสนอเนื้อหา</b>  | 4.80         | 0.22        | มากที่สุด        |
|     | 2.1 การสแกนรหัสแท่งสองมิติ (QR Code) มีความถูกต้อง   | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | 2.2 ความเร็วการตอบสนองในการแสดงเนื้อหาเมื่อสแกนรหัสแท่งสองมิติ   | 4.60         | 0.55        | มากที่สุด        |
|     | 2.3 ระบบควบคุมการแสดงผลเนื้อหา (Play, FF, Rev) ทำงานถูกต้อง  | 4.60         | 0.55        | มากที่สุด        |
|     | 2.4 การทวนซ้ำเพื่อแสดงเนื้อหา (Repeat) มีความถูกต้อง   | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | 2.5 การดาวน์โหลดไฟล์เนื้อหา  | 4.60         | 0.55        | มากที่สุด        |
|     | 2.6 สามารถแสดงเนื้อหาได้ทั้งสถานะเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Online) และไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Offline) | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

| ข้อ | รายการประเมิน  | ผลการประเมิน |             |                  |
|-----|--|--------------|-------------|------------------|
|     |  | $\bar{x}$    | S.D.        | ความเหมาะสม      |
| 3   | <b>ส่วนการทำแบบทดสอบ</b>                                 | <b>4.86</b>  | <b>0.15</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|     | 3.1 การจัดวางคำถามมีความเหมาะสม                          | 4.80         | 0.45        | มากที่สุด        |
|     | 3.2 ความชัดเจนของข้อความสำหรับคำถาม                      | 4.40         | 0.55        | มาก              |
|     | 3.3 การจัดวางตัวเลือกคำตอบมีความเหมาะสม                  | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | 3.4 ความชัดเจนของข้อความสำหรับตัวเลือกคำตอบ              | 4.40         | 0.55        | มาก              |
|     | 3.5 การจัดวางปุ่มกดตัวเลือกคำตอบมีความเหมาะสม            | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | 3.6 การทำงานปุ่มกดตัวเลือกคำตอบมีความถูกต้อง             | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | 3.7 การตอบรับจากระบบเมื่อผู้เรียนกดส่งคำตอบเรียบร้อยแล้ว | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | 3.8 การป้องกันการกดส่งคำตอบซ้ำ ๆ                         | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | 3.9 การทำงานระบบตรวจคำตอบมีความถูกต้อง                   | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | 3.10 การทำงานระบบส่งคำถามไปยังเครื่องผู้เรียน            | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
| 4   | <b>ส่วนการรายงานผลคะแนน</b>                              | <b>4.70</b>  | <b>0.50</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|     | 4.1 การเข้าสู่รายงานผลคะแนนมีความสะดวก                   | 4.80         | 0.45        | มากที่สุด        |
|     | 4.2 การแสดงผลรายงานคะแนนรวม                              | 4.60         | 0.55        | มากที่สุด        |
|     | 4.3 การแสดงผลรายงานคะแนนของแต่ละบท                       | 4.60         | 0.55        | มากที่สุด        |
|     | 4.4 ความชัดเจนกราฟแสดงผล                                 | 4.80         | 0.45        | มากที่สุด        |
| 5   | <b>ส่วนการเผยแพร่ส่งไฟล์ (Smart Sharing System)</b>      | <b>4.77</b>  | <b>0.35</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|     | 5.1 การส่งและรับไฟล์ทำงานได้ถูกต้อง                      | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | 5.2 ความรวดเร็วในการส่งไฟล์                              | 4.80         | 0.45        | มากที่สุด        |
|     | 5.3 ความรวดเร็วในการรับไฟล์                              | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | 5.4 ความสะดวกในการส่งไฟล์                                | 4.60         | 0.55        | มากที่สุด        |
|     | 5.5 ความสะดวกในการรับไฟล์                                | 4.60         | 0.55        | มากที่สุด        |
|     | 5.6 ความสะดวกในการแก้ไขไฟล์                              | 4.60         | 0.55        | มากที่สุด        |

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

| ข้อ | รายการประเมิน   | ผลการประเมิน |             |                  |
|-----|---|--------------|-------------|------------------|
|     |   | $\bar{x}$    | S.D.        | ความเหมาะสม      |
| 6   | ส่วนการสื่อสารและความช่วยเหลือ  | <b>4.60</b>  | <b>0.50</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|     | 6.1 การใช้งานระบบสนทนาออนไลน์ (Chat)  | 4.40         | 0.55        | มาก              |
|     | 6.2 การส่งอีเมลถึงผู้สอน  | 4.80         | 0.45        | มากที่สุด        |
|     | 6.3 การส่งอีเมลถึงผู้ดูแลระบบ   | 4.80         | 0.45        | มากที่สุด        |
|     | 6.4 ข้อมูลแนะนำการใช้งานแอปพลิเคชัน   | 4.40         | 0.55        | มาก              |
| 7   | ส่วนการสร้างรหัสแท่งสองมิติ (QR Code Generator)   | <b>4.68</b>  | <b>0.33</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|     | 7.1 ความถูกต้องของรหัสแท่งสองมิติที่สร้างขึ้น   | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | 7.2 ความสะดวกในการสร้างรหัสแท่งสองมิติ  | 4.40         | 0.55        | มาก              |
|     | 7.3 ความรวดเร็วในการสร้างรหัสแท่งสองมิติ  | 4.40         | 0.55        | มาก              |
|     | 7.4 ข้อมูลแนะนำการใช้งานและวิธีการสร้างรหัสแท่งสองมิติ  | 4.60         | 0.55        | มากที่สุด        |
|     | 7.5 ขนาดของรหัสแท่งสองมิติที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้กับอ็อกเมนเท็ดบุ๊ก (Augmented Book) | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
| 8   | ส่วนการจัดการสำหรับผู้สอน   | <b>4.70</b>  | <b>0.44</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|     | 8.1 การเพิ่มรายวิชาหรือคอร์สอบรมบรรยาย  | 4.60         | 0.55        | มากที่สุด        |
|     | 8.2 การแก้ไขรายวิชาหรือคอร์สอบรมบรรยาย  | 4.60         | 0.55        | มากที่สุด        |
|     | 8.3 การลบรายวิชาหรือคอร์สอบรมบรรยาย   | 4.80         | 0.45        | มากที่สุด        |
|     | 8.4 การทำงานระบบส่งคำถามไปยังเครื่องผู้เรียน  | 5.00         | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | 8.5 การจัดวางตำแหน่งแผงปุ่มควบคุมการส่งคำถามและการตรวจคำตอบ   | 4.60         | 0.55        | มากที่สุด        |
|     | 8.6 ปุ่มบนแผงควบคุมการส่งคำถามและการตรวจคำตอบ ใช้งานได้อย่างสะดวก                                       | 4.60         | 0.55        | มากที่สุด        |
|     | ผลประเมินเฉลี่ยรวม  | 4.83         | 0.26        | มากที่สุด        |

จากตารางที่ 4-6 ผลการประเมินการทำงานแต่ละส่วน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}$  =4.83,  $S.D.$ =0.26) เมื่อพิจารณาแต่ละส่วนย่อย พบว่าส่วนการพิสูจน์ตัวตนเข้าใช้ระบบ (Authentication) และการตั้งค่า (Settings) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}$ =4.90,  $S.D.$ =0.22) ส่วนการนำเสนอเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}$ =4.80,  $S.D.$ =0.27) ส่วนการทำแบบทดสอบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}$ =4.86,  $S.D.$ =0.15) ส่วนการรายงานผลคะแนนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}$ =4.70,  $S.D.$ =0.50) ส่วนการเผยแพร่ส่งไฟล์ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}$ =4.77,  $S.D.$ =0.35) ส่วนการสื่อสารและความช่วยเหลือ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}$ =4.60,  $S.D.$ =0.50) ส่วนการสร้างรหัสแท่งสองมิติ (QR Code Generator) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}$ =4.68,  $S.D.$ =0.33) และส่วนการจัดการสำหรับผู้สอน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}$ =4.70,  $S.D.$ =0.44)

ตารางที่ 4-7 ผลประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหา ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

| ข้อ | รายการประเมิน                                  | ผลการประเมิน |        |             |
|-----|--|--------------|--------|-------------|
|     |  | $\bar{x}$    | $S.D.$ | ความเหมาะสม |
| 1   | ด้านเนื้อหาและวัตถุประสงค์                     | 4.56         | 0.53   | มากที่สุด   |
|     | 1.1 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์  | 4.65         | 0.82   | มากที่สุด   |
|     | 1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา                      | 4.48         | 0.73   | มาก         |
|     | 1.3 ระยะเวลาในการนำเสนอเนื้อหา                 | 4.60         | 0.81   | มากที่สุด   |
|     | 1.4 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา                | 4.31         | 0.73   | มาก         |
|     | 1.5 ความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหา               | 4.50         | 0.82   | มากที่สุด   |
|     | 1.6 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน   | 4.81         | 0.81   | มากที่สุด   |
|     | 1.7 ความเร็วในการนำเสนอเนื้อหาที่มีความเหมาะสม | 4.58         | 0.49   | มากที่สุด   |

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

| ข้อ | รายการประเมิน   | ผลการประเมิน |             |                  |
|-----|---|--------------|-------------|------------------|
|     |   | $\bar{x}$    | S.D.        | ความเหมาะสม      |
| 2   | <b>ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation)</b>                                      | <b>4.46</b>  | <b>0.50</b> | <b>มาก</b>       |
|     | 2.1 ขนาดของภาพเคลื่อนไหวที่นำเสนอ มีความเหมาะสม                           | 4.25         | 0.42        | มาก              |
|     | 2.2 ความชัดเจนของภาพเคลื่อนไหว  | 4.48         | 0.53        | มาก              |
|     | 2.3 การสื่อความหมายของภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสม                          | 4.48         | 0.53        | มาก              |
|     | 2.4 ภาพเคลื่อนไหวมีความต่อเนื่อง (ไม่สะดุด กระตุก)                        | 4.63         | 0.49        | มากที่สุด        |
|     | 2.5 การออกแบบหน้าจอและภาพเคลื่อนไหวดึงดูดความสนใจ                         | 4.46         | 0.51        | มาก              |
| 3   | <b>ด้านเสียง ข้อความ และภาษาในการบรรยาย</b>                               | <b>4.46</b>  | <b>0.58</b> | <b>มาก</b>       |
|     | 3.1 ขนาดอักษรของข้อความที่ใช้ประกอบในภาพเคลื่อนไหว สามารถมองเห็นได้ชัดเจน | 4.58         | 0.49        | มากที่สุด        |
|     | 3.2 สีอักษรของข้อความและสีพื้นมีความเหมาะสม                               | 4.65         | 0.50        | มากที่สุด        |
|     | 3.3 ความถูกต้องของข้อความตามหลักวิชาการ                                   | 4.38         | 0.49        | มาก              |
|     | 3.4 ความถูกต้องของเสียงบรรยายเนื้อหา                                      | 4.35         | 0.50        | มาก              |
|     | 3.5 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในการบรรยาย ตามหลักวิชาการ                    | 4.38         | 0.49        | มาก              |
|     | 3.6 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย  | 4.52         | 0.53        | มากที่สุด        |
|     | 3.7 การบรรยายสอดคล้องตรงกับภาพเคลื่อนไหว                                  | 4.29         | 0.78        | มาก              |
|     | 3.8 ระดับเสียงบรรยายมีความสม่ำเสมอ  | 4.50         | 0.84        | มากที่สุด        |
|     | <b>ผลประเมินเฉลี่ยรวม</b>   | <b>4.51</b>  | <b>0.51</b> | <b>มากที่สุด</b> |

จากตารางที่ 4-7 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x}=4.51$ ,  $S.D.=0.51$ ) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านเนื้อหาและวัตถุประสงค์มีความเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{x}=4.56$ ,  $S.D.=0.53$ ) ด้านภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมในระดับมาก ( $\bar{x}=4.46$ ,

$S.D.=0.50$ ) และด้านเสียง ข้อความ และภาษาในการบรรยายมีความเหมาะสมในระดับมาก ( $\bar{x}=4.46, S.D.=0.58$ )

#### 4.3 ผลการศึกษาการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบคลิกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดรีลิตี เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

ผลการศึกษาการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบคลิกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดรีลิตี เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ แบ่งการรายงานผลเป็น 2 ส่วนคือ (1) ผลประเมินความคิดเห็นของนักศึกษา และ (2) ผลการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษา

4.3.1 ผลประเมินความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบคลิกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดรีลิตี เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ แสดงในตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 ผลประเมินความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบคลิกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดรีลิตี เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

| ข้อ | รายการ   | ระดับความคิดเห็น |        |             |
|-----|--|------------------|--------|-------------|
|     |  | $\bar{x}$        | $S.D.$ | ความเหมาะสม |
| 1   | ส่วนการพิสูจน์ตัวตนเข้าใช้ระบบ (Authentication) และการตั้งค่า (Settings) | 4.79             | 0.28   | มากที่สุด   |
|     | 1.1 การเข้าใช้ระบบ (Login) มีความถูกต้อง                                 | 4.95             | 0.22   | มากที่สุด   |
|     | 1.2 การแจ้งเตือนเมื่อมีข้อผิดพลาดในการเข้าใช้                            | 4.88             | 0.33   | มากที่สุด   |
|     | 1.3 การสแกนบัตรนักศึกษาเข้าใช้ระบบมีความถูกต้อง                          | 5.00             | 0.00   | มากที่สุด   |
|     | 1.4 การออกจากระบบ (Logout) มีความถูกต้อง                                 | 5.00             | 0.00   | มากที่สุด   |
|     | 1.5 การตั้งค่าเพื่อเชื่อมกับเครื่องแม่ข่ายบริการ                         | 4.45             | 0.50   | มาก         |
|     | 1.6 การตั้งค่าเข้าสู่รายวิชา   | 4.48             | 0.64   | มาก         |

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

| ข้อ | รายการ   | ระดับความคิดเห็น |             |                  |
|-----|--|------------------|-------------|------------------|
|     |  | $\bar{x}$        | S.D.        | ความเหมาะสม      |
| 2   | ส่วนการนำเสนอเนื้อหา   | <b>4.68</b>      | <b>0.35</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|     | 2.1 การสแกนรหัสแท่งสองมิติ (QR Code) มีความถูกต้อง   | 5.00             | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | 2.2 ความเร็วการตอบสนองในการแสดงเนื้อหาเมื่อสแกนรหัสแท่งสองมิติ   | 4.50             | 0.51        | มากที่สุด        |
|     | 2.3 ระบบควบคุมการแสดงเนื้อหา (Play, FF, Rev)   | 4.48             | 0.51        | มาก              |
|     | 2.4 การทวนซ้ำเพื่อแสดงเนื้อหา (Repeat)   | 4.58             | 0.55        | มากที่สุด        |
|     | 2.5 การดาวน์โหลดไฟล์เนื้อหา  | 4.50             | 0.55        | มากที่สุด        |
|     | 2.6 สามารถแสดงเนื้อหาได้ทั้งสถานะเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Online) และไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Offline) | 5.00             | 0.00        | มากที่สุด        |
| 3   | ส่วนการทำแบบทดสอบ  | <b>4.56</b>      | <b>0.50</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|     | 3.1 การจัดวางคำถามมีความเหมาะสม  | 4.80             | 0.41        | มากที่สุด        |
|     | 3.2 ความชัดเจนของข้อความสำหรับคำถาม  | 4.40             | 0.59        | มาก              |
|     | 3.3 การจัดวางตัวเลือกคำตอบมีความเหมาะสม  | 4.25             | 0.54        | มาก              |
|     | 3.4 ความชัดเจนของข้อความสำหรับตัวเลือกคำตอบ  | 4.40             | 0.59        | มาก              |
|     | 3.5 การจัดวางปุ่มกดตัวเลือกคำตอบมีความเหมาะสม  | 4.50             | 0.55        | มากที่สุด        |
|     | 3.6 การตอบรับจากระบบเมื่อนักศึกษากดส่งคำตอบ  | 4.88             | 0.33        | มากที่สุด        |
|     | 3.7 การป้องกันการกดส่งคำตอบซ้ำ ๆ   | 4.83             | 0.38        | มากที่สุด        |
|     | 3.8 การทำงานระบบส่งคำถามเข้าสู่อุปกรณ์พกพา   | 4.68             | 0.47        | มากที่สุด        |

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

| ข้อ | รายการ  | ระดับความคิดเห็น |             |                  |
|-----|---|------------------|-------------|------------------|
|     |   | $\bar{x}$        | S.D.        | ความเหมาะสม      |
| 4   | <b>ส่วนการรายงานผลคะแนน</b>                         | <b>4.49</b>      | <b>0.51</b> | <b>มาก</b>       |
|     | 4.1 การเข้าดูรายงานผลคะแนนมีความสะดวก               | 4.53             | 0.50        | มากที่สุด        |
|     | 4.2 การแสดงผลรายงานคะแนนรวม                         | 4.48             | 0.51        | มาก              |
|     | 4.3 การแสดงผลรายงานคะแนนของแต่ละบท                  | 4.43             | 0.50        | มาก              |
|     | 4.4 ความชัดเจนกราฟแสดงผล                            | 4.55             | 0.50        | มากที่สุด        |
| 5   | <b>ส่วนการเผยแพร่ส่งไฟล์ (Smart Sharing System)</b> | <b>4.79</b>      | <b>0.34</b> | <b>มากที่สุด</b> |
|     | 5.1 การส่งและรับไฟล์ทำงานได้ถูกต้อง                 | 5.00             | 0.00        | มากที่สุด        |
|     | 5.2 ความรวดเร็วในการส่งไฟล์                         | 4.93             | 0.27        | มากที่สุด        |
|     | 5.3 ความรวดเร็วในการรับไฟล์                         | 4.78             | 0.42        | มากที่สุด        |
|     | 5.4 ความสะดวกในการส่งไฟล์                           | 4.53             | 0.51        | มากที่สุด        |
|     | 5.5 ความสะดวกในการรับไฟล์                           | 4.88             | 0.33        | มากที่สุด        |
|     | 5.6 ความสะดวกในการแก้ไขไฟล์                         | 4.65             | 0.48        | มากที่สุด        |
| 6   | <b>ส่วนการสื่อสารและความช่วยเหลือ</b>               | <b>4.32</b>      | <b>0.51</b> | <b>มาก</b>       |
|     | 6.1 การใช้งานระบบสนทนาออนไลน์ (Chat)                | 4.30             | 0.46        | มาก              |
|     | 6.2 การส่งอีเมลถึงผู้สอน                            | 4.35             | 0.48        | มาก              |
|     | 6.3 การส่งอีเมลถึงผู้ดูแลระบบ                       | 4.35             | 0.53        | มาก              |
|     | 6.4 ข้อมูลแนะนำการใช้งานแอปพลิเคชัน                 | 4.28             | 0.55        | มาก              |
|     | <b>ผลประเมินเฉลี่ยรวม</b>                           | <b>4.61</b>      | <b>0.41</b> | <b>มากที่สุด</b> |

จากตารางที่ 4-8 ผลประเมินความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบดกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดรีลิตีเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ผลประเมินรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.61, S.D.=0.41$ ) เมื่อพิจารณาแต่ละส่วน พบว่าส่วนการพิสูจน์ตัวตนเข้าใช้ระบบ (Authentication) และการตั้งค่า (Settings) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.79, S.D.=0.28$ ) ส่วนการนำเสนอเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.68, S.D.=0.35$ ) ส่วนการทำแบบทดสอบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.56, S.D.=0.50$ ) ส่วนการรายงานผลคะแนนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x}=4.49, S.D.=0.51$ ) ส่วนการเผยแพร่ส่งไฟล์ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

ที่สุด ( $\bar{x}=4.79, S.D.=0.34$ ) และส่วนการสื่อสารและความช่วยเหลือมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x}=4.32, S.D.=0.51$ )

4.3.2 ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊คเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ด้วยสถิติค่าที ( $t$ -test) แสดงในตารางต่อไปนี้

**ตารางที่ 4-9** ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊คเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

| คะแนนผลการคิดวิเคราะห์ | จำนวน | ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) | $S.D.$ | $t$    | $p$   |
|------------------------|-------|-------------------------|--------|--------|-------|
| ก่อนเรียน              | 22    | 17.090                  | 2.218  | 85.060 | .000* |
| หลังเรียน              | 22    | 47.182                  | 1.109  |        |       |

\* $p < .05$

จากตารางที่ 4-9 ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊คเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนวัดการคิดวิเคราะห์หลังเรียน ( $\bar{x} = 47.182, S.D. = 1.109$ ) สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน ( $\bar{x} = 17.090, S.D. = 2.218$ ) โดยค่า  $t = 85.060$  และค่า  $p$ -Value มีค่า .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า  $\alpha$  (.05) จึงยอมรับสมมติฐานของการวิจัยกล่าวคือ นักศึกษาที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊ค มีผลการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3.3 ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ นักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊ค นักศึกษาที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊คและกลุ่มปกติ

การทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊ค นักศึกษาที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊คและกลุ่มปกติ ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) โดยมีคะแนนการวิเคราะห์ก่อนเรียน (Pretest) เป็นตัวแปรร่วม (Covariate) ซึ่ง

ก่อนทำการวิเคราะห์สถิติ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ดังนี้

1. วิเคราะห์สมการถดถอยระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรร่วมแยกตามกลุ่มของตัวแปรอิสระ (Interaction ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรร่วม) ทดสอบว่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของกลุ่มต่าง ๆ เหล่านี้ต่างกันหรือไม่ (Homogeneity of Regression) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยไม่แตกต่างกัน  $F(2, 60) = 1.518, p = .227 > \alpha (.05)$  ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

2. ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม (Homogeneity of Variance Test) ด้วยวิธีเลอว์น (Levene's Test) พบว่า  $F(2, 63) = 2.361, p = .103 > \alpha (.05)$  ถือว่ามีความเป็นเอกพันธ์ ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม แสดงในตารางต่อไปนี้

**ตารางที่ 4-10** ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลการคิดวิเคราะห์ของ นักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญา ด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก นักศึกษาที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วย อ็อกเมนเต็ดบุ๊กและกลุ่มปกติ

| แหล่งความแปรปรวน | SS      | df | MS      | F      | p     |
|------------------|---------|----|---------|--------|-------|
| ตัวแปรร่วม       | 116.730 | 1  | 116.730 | 51.814 | .000* |
| ระหว่างกลุ่ม     | 284.572 | 2  | 142.286 | 63.157 | .000* |
| ความคลาดเคลื่อน  | 139.679 | 62 | 2.253   |        |       |
| รวม              | 518.500 | 65 |         |        |       |

\* $p < .05$

จากตารางที่ 4-10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเปรียบเทียบคะแนนผลการคิดวิเคราะห์ พบว่า  $F(2, 62) = 63.157, p = .000 < .05$  นักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก นักศึกษาที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊กและกลุ่มปกติ มีค่าเฉลี่ยคะแนนวัดการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลำดับขั้นตอนต่อไปคือการวิเคราะห์รายคู่ (Pairwise Comparisons) ผู้วิจัยใช้วิธี LSD ได้ค่าดังในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-11 ผลการวิเคราะห์รายคู่ด้วยวิธี LSD

| (I) Group      | (J) Group      | ผลต่างค่าเฉลี่ย (I-J) | Std. Error | Sig. <sup>b</sup> |
|----------------|----------------|-----------------------|------------|-------------------|
| C              | E <sub>1</sub> | -2.224 <sup>*</sup>   | .464       | .000              |
|                | E <sub>2</sub> | -5.089 <sup>*</sup>   | .455       | .000              |
| E <sub>1</sub> | C              | 2.224 <sup>*</sup>    | .464       | .000              |
|                | E <sub>2</sub> | -2.866 <sup>*</sup>   | .456       | .000              |
| E <sub>2</sub> | C              | 5.089 <sup>*</sup>    | .455       | .000              |
|                | E <sub>1</sub> | 2.866 <sup>*</sup>    | .456       | .000              |

จากตารางที่ 4-11 ผลการวิเคราะห์รายคู่ พบว่ามีค่าเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มแตกต่างกัน 3 คู่ ดังนี้

1. นักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก (E<sub>2</sub>) มีค่าเฉลี่ยผลการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก (E<sub>1</sub>)

2. นักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก (E<sub>2</sub>) มีค่าเฉลี่ยผลการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ (C)

3. นักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก (E<sub>1</sub>) มีค่าเฉลี่ยผลการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ (C)

ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว (Estimates) แสดงในตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว

| กลุ่ม   | ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว |
|---|----------------------|
| เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก (E <sub>2</sub> ) | 47.152               |
| เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก (E <sub>1</sub> )                 | 44.286               |
| เรียนด้วยวิธีปกติ (C)   | 42.062               |

## บทที่ 5

### ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดรีลิตีเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดรีลิตีเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วยการนำเสนอระบบดังต่อไปนี้

#### 5.1 บทนำ ประกอบด้วย

##### 5.1.1 ความเป็นมา เหตุผลและความจำเป็นของการพัฒนาระบบ

##### 5.1.2 วัตถุประสงค์

5.2 ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดรีลิตีเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

5.3 การนำระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดรีลิตีเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ไปใช้ดำเนินจัดการเรียนรู้

#### 5.1 บทนำ

##### 5.1.1 ความเป็นมา เหตุผลและความจำเป็นของการพัฒนาระบบ

ระบบการจัดการศึกษาในประเทศไทยได้จัดการศึกษา 3 รูปแบบ คือ การศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และฉบับแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 หมวด 9 เทคโนโลยีทางการศึกษา มาตรา 64 ที่ระบุถึงการส่งเสริมสนับสนุนให้มีการผลิตและพัฒนาแบบเรียน ตำรา หนังสือวิชาการ สื่อสิ่งพิมพ์ วัสดุอุปกรณ์และเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา มาตรา 65 ส่งเสริมให้มีการพัฒนาบุคลากรและผู้ใช้เทคโนโลยีสำหรับการศึกษาให้มีความรู้ความสามารถและทักษะในการผลิตรวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อเกิดเป็นนวัตกรรมที่สามารถนำมาใช้กับการศึกษาได้เป็นอย่างดี

แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ศธ. พ.ศ. 2557-2559 มีนโยบายยกระดับคุณภาพการศึกษาของประเทศ ส่งเสริมสนับสนุนระบบการเรียนการสอนแบบอิเล็กทรอนิกส์ พัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษา ส่งเสริมการวิจัยพัฒนาองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษา การเรียนรู้ทุกที่ทุกเวลาคือเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้อุปกรณ์พกพาส่วนตัว (BYOD: Bring Your Own Device) สอดคล้องกับกรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของประเทศไทย (ICT2020) ยุทธศาสตร์ที่ 6 แผนพัฒนาและประยุกต์ใช้ ICT เพื่อลดความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจและสังคม โดยสร้างความเสมอภาคของ

โอกาสในการเข้าถึงทรัพยากรและบริการสาธารณะสำหรับประชาชนทุกกลุ่ม ได้มุ่งเน้นการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการศึกษาให้เกิดประโยชน์ สนับสนุนการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือช่วยในฝึกทักษะในการศึกษาทุกระดับ ส่งเสริมการผลิตบุคลากรที่มีความสามารถส่งเสริมการออกแบบพัฒนาการสร้างสื่อดิจิทัล สนับสนุนการเรียนรู้สำหรับอุปกรณ์พกพา ส่งเสริมให้มีสื่อดิจิทัลที่สามารถใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตและกระบวนการเรียนรู้ของประชาชน สนับสนุนให้เกิดชุมชนหรือสังคมออนไลน์ที่สร้างสรรค์เพื่อกระตุ้นให้เกิดการเผยแพร่ แลกเปลี่ยนเรียนรู้และต่อยอดวิชาการสมัยใหม่จากแนวความคิดที่มีอยู่ อันจะนำไปสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต ส่งเสริมให้ใช้เครื่องมือด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT Tools) ที่เป็นระบบเปิด (Open Source) เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการพัฒนาและเพื่อให้เกิดการพัฒนาต่อยอด ส่งเสริมการวิจัยพัฒนาและการเผยแพร่เทคโนโลยี เครื่องมือ อุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ ที่มีราคาประหยัด ใช้งานง่าย เพื่ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แก่ประชาชนทุกระดับ กำหนดให้สถาบันการศึกษาต้องนำเทคโนโลยีสารสนเทศ มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนให้เพิ่มมากขึ้นเพื่อเสริมสร้างทักษะในการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสารสนเทศ สำหรับการศึกษา การดำรงชีวิตและการจ้างงานในศตวรรษที่ 21 และส่งเสริมนวัตกรรมการเรียนการสอนด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการปรับรูปแบบและกระบวนการเรียนการสอนสำหรับการเรียนรู้ทุกระดับ รวมถึงการศึกษาตามอัธยาศัย เพื่อให้ผู้เรียนมีความสุขกับการเรียนรู้และมีแรงจูงใจรวมถึงสนใจในการเรียนมากขึ้น ได้แก่ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ และแบบปฏิสัมพันธ์

นโยบายการศึกษาของไทยโดยกระทรวงศึกษาธิการได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) กับผู้เรียนมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 และมีการปรับปรุงนโยบาย ซึ่งก็ยังคงเน้นการคิดวิเคราะห์ พร้อมทั้งเพิ่มแนวทางสำหรับการพัฒนาระบบจัดการเรียนการสอน (Learning Management) ในปี พ.ศ. 2551 เพื่อให้ผู้สอนได้นำไปใช้ในการเรียนการสอนสำหรับการพัฒนาการคิดให้แก่ผู้เรียน การพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์มีความจำเป็นเนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของสังคมในยุคปัจจุบันและอนาคต วิธีการคิดวิเคราะห์มีการปฏิบัติอย่างมีหลักการและมีขั้นตอนอย่างเป็นระบบ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งที่นำทักษะการคิดวิเคราะห์ไปเป็นทักษะของการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ นอกจากนี้ทักษะการคิดวิเคราะห์ยังเป็นทักษะพื้นฐานสำหรับการคิดในระดับสูงต่อไป ซึ่งได้แก่การคิดสังเคราะห์ (Synthetic Thinking) การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) และการคิดเชิงระบบ (Systematic Thinking)

องค์ประกอบการเรียนการสอนในปัจจุบัน จากการสำรวจเบื้องต้น ทั้งในมหาวิทยาลัย โรงเรียนเอกชนและโรงเรียนรัฐบาล ส่วนใหญ่ยังคงใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนเป็น

หลัก เนื่องจากมีข้อดีหลายประการเช่น ผู้สอนกับผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน ผู้เรียนกับผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ช่วยสร้างเสริมการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี โดยส่วนใหญ่ก็ยังคงอาศัยหนังสือจริง (Physical Books) หรือเอกสารประกอบคำสอน เป็นองค์ประกอบสำคัญในการเรียนการสอน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากหนังสือหรือเอกสารประกอบคำสอนทั่วไป มีข้อจำกัดหลายด้านได้แก่

1. ภาพประกอบส่วนใหญ่เป็นภาพขาวดำ ทั้งนี้เนื่องจากการพิมพ์หนังสือภาพสีมีค่าใช้จ่ายสูง อีกทั้งการพิมพ์ภาพสีเฉพาะบางส่วนที่ต้องการ จะทำได้ยาก ทำให้ภาพประกอบในบทเรียนดูแล้วขาดรายละเอียดขาดความชัดเจนไป เช่น ภาพหรือองค์ประกอบสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ชีววิทยา เคมี หรือสื่ออื่น ๆ ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นสื่อสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจรายละเอียดเพื่อเป็นพื้นฐานความรู้ขั้นสูงขึ้นไปในลำดับต่อไป

2. สื่อหรือเนื้อหาจากหน้าหนังสือหรือเอกสารประกอบการสอนเพียงอย่างเดียว ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้น้อย

3. ภาพนิ่ง ไม่สามารถอธิบายหรือแสดงหลักการทำงานได้ดีเท่ากับภาพเคลื่อนไหว ทำให้ผู้เรียนขาดความเข้าใจในเนื้อหาและใช้เวลามากในการเรียนรู้หรือทำความเข้าใจในเนื้อหาที่ซับซ้อนเกินกว่าภาพหรือข้อความจะอธิบายได้อย่างชัดเจน

จากหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตลกตลกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดรีกิตี โดยการใช้ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีอุปกรณ์พกพาและระบบสื่อสารไร้สาย ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนสำหรับการเรียนการสอนและการทำกิจกรรมระหว่างเรียนที่นอกเหนือไปจากการเรียนด้วยกระดาน หนังสือและเอกสารปกติที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ระบบดังกล่าวจะช่วยเสริมสร้างบรรยากาศการมีส่วนร่วมในการเรียน (Collaboration) ของผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพและยังช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นสนใจเรียนมากขึ้นส่งผลให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

### 5.1.2 วัตถุประสงค์

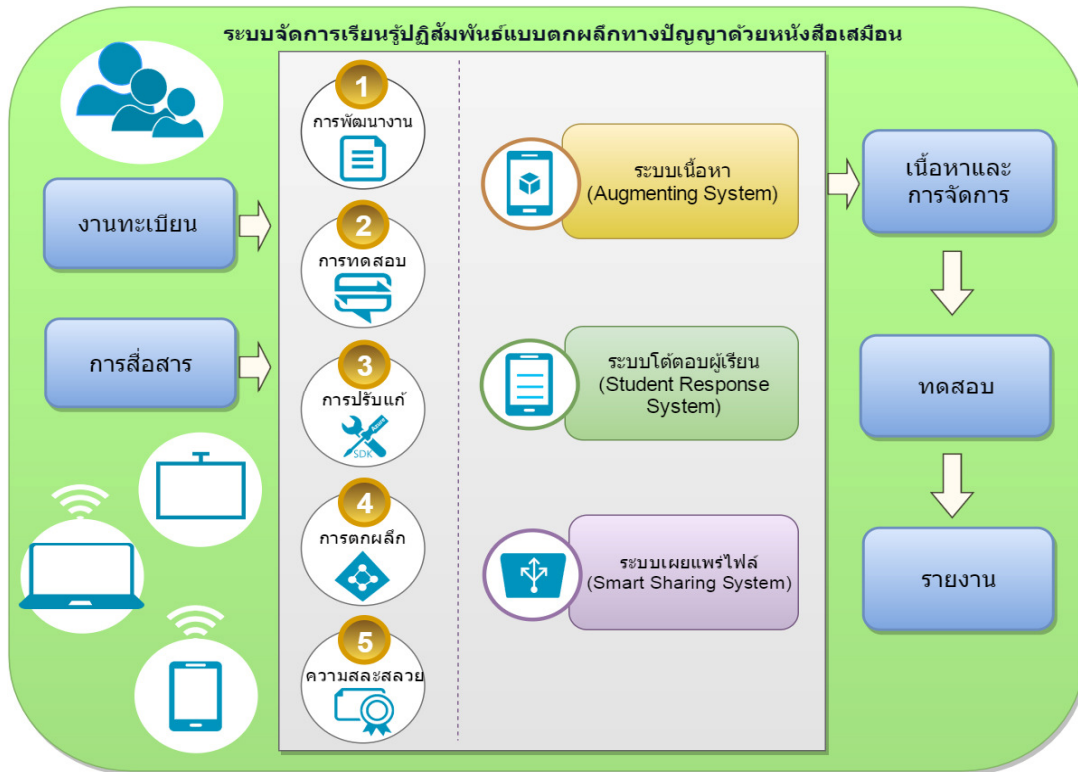
วัตถุประสงค์ของระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตลกตลกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดรีกิตี เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ มีดังนี้

- 5.1.2.1 เพื่อพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตลกตลกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดรีกิตีเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

- 5.1.2.2 เพื่อให้ได้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตลกตลกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดรีกิตีสามารถนำไปใช้กับรายวิชาอื่นหรือสถานศึกษาอื่น ๆ ได้

## 5.2 ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ มีดังนี้



ภาพที่ 5-1 ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

### 1.1.1 ผู้เรียน

ผู้เรียนถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดเนื่องจากพฤติกรรมการเรียนรู้จะวัดผลจากตัวผู้เรียนเป็นหลัก เพื่อให้การเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์ จะต้องมีการวิเคราะห์ผู้เรียน โดยในระบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ ผู้เรียนจะต้องมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศระดับปานกลาง สามารถใช้งานอุปกรณ์พกพาในการทำกิจกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ได้ เช่น การเชื่อมต่อและการตั้งค่าระบบเครือข่าย การใช้กล้องตรวจจับรหัสแท่งสองมิติเพื่อเปิดเนื้อหาบทเรียน การเข้าถึงข้อมูล การเข้าใช้งานระบบทดสอบแบบปฏิสัมพันธ์ การส่งคำตอบ การพิมพ์คำตอบเพื่อตอบคำถาม ปลายเปิด การส่งไฟล์เข้าสู่ระบบเครือข่ายของห้องเรียนและการเปิดไฟล์ภาพที่ผู้สอนหรือผู้เรียนคนอื่นส่งเข้าสู่ระบบเครือข่ายของห้องเรียน เป็นต้น

### 1.1.2 ผู้สอน

บทบาทของผู้สอน นอกจากจะทำหน้าที่สอนเนื้อหาตามปกติทั่วไปแล้ว ยังมีหน้าที่สำคัญคือ จะต้องเป็นผู้ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการการเรียนรู้ทั้งหมด วางแผนและกำหนดรายละเอียดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละบท การเตรียมสื่อดิจิทัลสำหรับบทเรียนเพื่อสร้างอ็อกเมนเทคบุ๊ก ปฐมนิเทศและแนะนำการใช้ระบบการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ฯ รวมทั้งประเมินผลแล้วส่งข้อมูลป้อนกลับให้ผู้เรียนและป้อนกลับไปปรับปรุงในขั้นตอนต่าง ๆ โดยผู้สอนต้องเป็นผู้ที่สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศพื้นฐานเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์แบบพกพาได้ อำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียนสามารถให้คำปรึกษารวมถึงการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้ ในกรณีที่ผู้เรียนติดปัญหาต้องการความช่วยเหลือ เช่น การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายห้องเรียน การตั้งค่าเชื่อมต่อกับบทเรียน การใช้กล้องตรวจบัตรรหัสแท่งสองมิติ การสร้างสื่อเนื้อหาสำหรับอ็อกเมนเทคบุ๊ก การส่งไฟล์ให้กับผู้เรียน การรับไฟล์ที่ส่งมาจากอุปกรณ์พกพาของผู้เรียน เป็นต้น

### 1.1.3 สภาพแวดล้อม

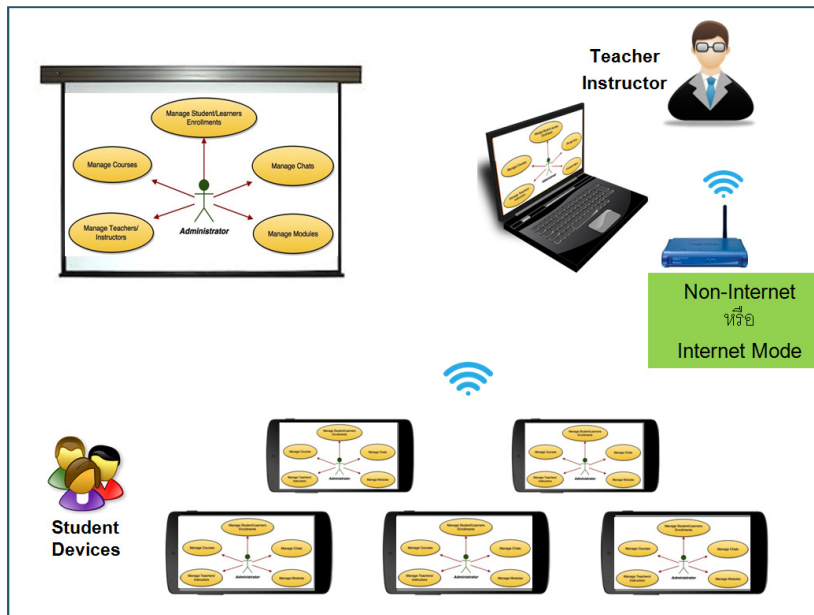
สภาพแวดล้อมสำหรับการเรียนรู้ด้วยระบบการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ฯ ประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลักดังนี้

#### 5.2.3.1 ระบบเครือข่ายไร้สาย

การสื่อสารสำหรับการเรียนการสอนนี้ใช้ระบบเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi ด้วยเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายที่ใช้งานตามปกติในปัจจุบัน มาตรฐาน IEEE 802.11 โดยระบบจัดการเรียนรู้ฯ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สามารถใช้งานได้ทั้งห้องเรียนที่ไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Non-Internet Mode) และที่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตอยู่แล้ว

#### 5.2.3.2 อุปกรณ์พกพา

ในกระบวนการเรียนการสอน ผู้เรียนจะใช้อุปกรณ์พกพา (Mobile Device) ส่วนบุคคลได้แก่ สมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ต พร้อมกับชุดหูฟัง เพื่อศึกษาบทเรียน ร่วมกิจกรรมการทดสอบแบบปฏิสัมพันธ์ การรับและส่งไฟล์ในเครือข่ายภายในห้องเรียน โดยก่อนการใช้งานผู้เรียนสามารถติดตั้งแอปพลิเคชันได้จากสโตร์ สามารถใช้งานได้ทั้งระบบไอโอเอส (iOS) และ แอนดรอยด์ (Android)



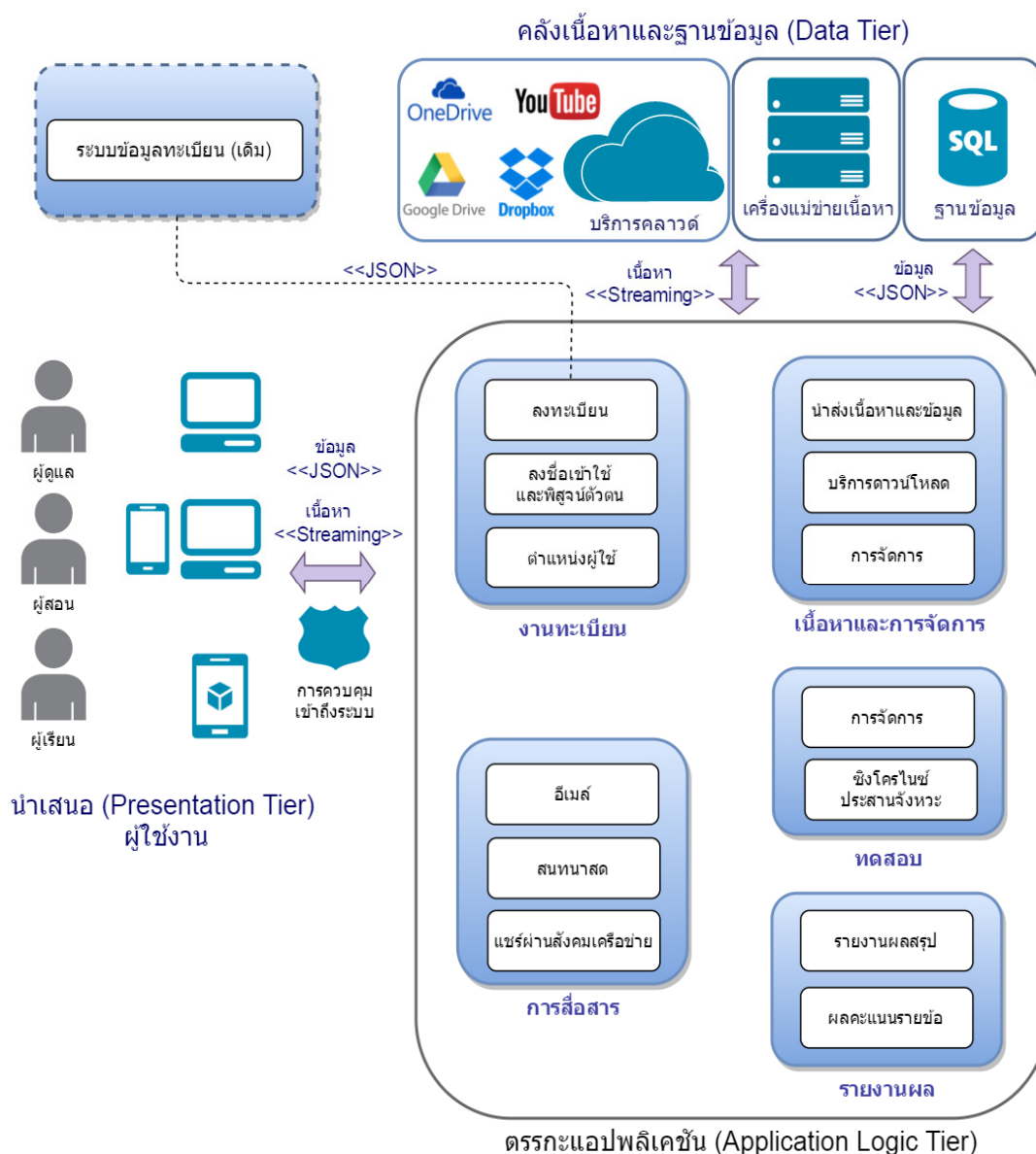
ภาพที่ 5-2 โครงสร้างพื้นฐานและสภาพแวดล้อมสำหรับระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ฯ

### 5.2.3.3 ระบบจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ฯ

เป็นระบบบริหารจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ฯ (Interactive Learning Management System) พัฒนาขึ้นโดยผู้วิจัย สำหรับติดตั้งบนเครื่องแม่ข่าย หรือคอมพิวเตอร์ของผู้สอน เพื่อจัดการเรียนรู้ด้วยอ็อกเมนเทดบ็อก (ประกอบด้วย (1) ระบบอ็อกเมนต์ (Augmenting System) ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับเนื้อหาและการสร้างเนื้อหา (2) ระบบโต้ตอบกับผู้เรียน (Student Response System) ทำหน้าที่จัดการโต้ตอบ แบบทดสอบปฏิสัมพันธ์ด้วยอุปกรณ์พกพา (Interactive Quiz) และ (3) ระบบเผยแพร่ไฟล์ (Smart Sharing System) โดยระบบดังกล่าวนี้สามารถรันบนคอมพิวเตอร์ระบบวินโดวส์ทั้งแบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา เหมาะกับผู้สอนทั่ว ๆ ไป ซึ่งขณะใช้งาน เครื่องคอมพิวเตอร์ผู้สอนจะต้องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สายวงเดียวกับของผู้เรียน จะเป็นแบบเชื่อมต่อออกอินเทอร์เน็ตหรือไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตก็ได้ ทำให้ยืดหยุ่น สะดวกต่อการใช้งานและประหยัดค่าใช้จ่าย (วิดีโอสรุปการทำงาน ดูได้ที่ <https://sites.google.com/site/thekobkiat/ilms> หรือ <https://goo.gl/rEXtTs>)

#### 5.2.3.3.1 สถาปัตยกรรมและการสื่อสารในระบบ

องค์ประกอบภายในสถาปัตยกรรม (System Components) ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 5-3 สถาปัตยกรรมระบบฯ

หน้าที่ขององค์ประกอบภายในสถาปัตยกรรม มีดังนี้

1. งานทะเบียน (Profile/Registration) ทำหน้าที่เป็นระบบลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบด้วยอุปกรณ์พกพาและลงทะเบียนเรียนในรายวิชาที่ต้องการ ประกอบด้วย

1.1 โมดูลลงทะเบียน (Registration) ซึ่งสามารถรองรับผู้ลงทะเบียนใหม่และเชื่อมต่อกับระบบลงทะเบียนที่มีอยู่แล้ว

1.2 โมดูลพิสูจน์ตัวตน (Sign in & Authentication) เพื่อให้ผู้ใช้เข้าสู่ระบบโดยแตะบัตรนักศึกษาชนิด NFC หรือกรอกใส่หมายเลขประจำตัวนักศึกษาร่วมกับรหัสผ่าน

1.3 โมดูลตรวจจับตำแหน่ง (Location-based Tracking) สำหรับตรวจจับตำแหน่งที่อยู่ของอุปกรณ์พกพาขณะนั้น

2. เนื้อหาและการจัดการ (Content/Administration) ทำหน้าที่เชื่อมต่อส่งเนื้อหาดิจิทัล (Digital Contents) ให้กับอุปกรณ์พกพาและเป็นระบบจัดการเนื้อหา ได้แก่ การเพิ่มเนื้อหา การแก้ไขปรับปรุง การลบ ฯลฯ ประกอบด้วย

2.1 โมดูลส่งข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาให้ผู้เรียน (Content Delivery) ทำหน้าที่เชื่อมต่อส่งข้อมูลและเนื้อหาดิจิทัล (Digital Contents) ให้กับอุปกรณ์พกพา โดยการส่งข้อมูลในรูปแบบสตรีมมิ่ง (Streaming) สำหรับการส่งข้อมูลประเภทสื่อมัลติมีเดียแบบต่อเนื่อง ไบนารีสำหรับภาพนิ่งและไฟล์เผยแพร่ JSON สำหรับข้อมูลทั่วไป

2.2 โมดูลบริการดาวน์โหลดเนื้อหา (Download Service) ทำหน้าที่เป็นหน่วยบริการให้ผู้เรียนดาวน์โหลดเนื้อหาเข้าสู่อุปกรณ์พกพา เหมาะสำหรับการใช้งานในสถานะแวดล้อมหรือห้องเรียนที่ระบบเครือข่ายไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต หรือความเร็วอินเทอร์เน็ตต่ำ

2.3 โมดูลจัดการเนื้อหา (Administration) สำหรับจัดการเนื้อหา ได้แก่ การเพิ่มเนื้อหา การแก้ไขปรับปรุง การลบ ฯลฯ

3. การสื่อสาร (Communication) ทำหน้าที่เชื่อมต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้สอน (การใช้งานจะต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต) ประกอบด้วย

3.1 โมดูลส่งเมล (Email) สำหรับส่งอีเมลให้กับผู้สอน หรือส่งเมลระหว่างผู้เรียนด้วยกัน

3.2 โมดูลสนทนา (Chat) สำหรับการสนทนาสดผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

3.3 โมดูลแชร์ (Social Share) สำหรับการแชร์แอปพลิเคชันผ่านระบบสังคมออนไลน์ เช่น ไลน์ Facebook IG เป็นต้น

4. ทดสอบ (Quiz) สำหรับการทดสอบย่อย ประกอบด้วย

4.1 โมดูลระบบจัดการ (Quiz Manager) ทำหน้าที่เพิ่มข้อคำถาม คำตอบ โดยระบบจัดการจะจัดเก็บข้อคำถามและคำตอบแยกไว้เป็นบท ๆ

4.2 โมดูลป้อนคำถามเข้าสู่อุปกรณ์พกพาของผู้เรียน (Synchronization) ทำหน้าที่ป้อนคำถามเข้าสู่อุปกรณ์พกพาของผู้เรียนแต่ละคนแล้วรอรับคำตอบที่ส่งมาจากผู้เรียนและระบบตรวจคำตอบบันทึกคะแนนของผู้เรียนเข้าสู่ระบบ

## 5. รายงาน (Report) ทำหน้าที่รายงานผลการสอบของผู้เรียน ประกอบด้วย

### 5.1 รายงานผลของแต่ละบท (Detailed Report)

### 5.2 รายงานผลรวมทั้งรายวิชา (Summary Report)

#### 5.2.3.3.2 เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายหรือเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับผู้สอน

เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับให้บริการเครือข่ายในห้องเรียนสามารถใช้ได้ทั้งเครื่องแม่ข่ายของสถานศึกษา หรือใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะหรือแบบพกพาที่ผู้สอนใช้สอนในชั้นเรียนก็ได้ โดยติดตั้งโปรแกรมในกลุ่มของเว็บเซิร์ฟเวอร์เช่น IIS หรือ Apache พร้อมทั้งระบบฐานข้อมูล MariaDb หรือ MySQL และติดตั้งโปรแกรมระบบจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น โดยเครื่องดังกล่าวนี้จะกลายเป็นเครื่องศูนย์กลางเครือข่ายที่ให้บริการแก่อุปกรณ์พกพาของผู้เรียนในห้องเรียนนั้น ๆ

#### 1.1.4 กระบวนการ

กระบวนการประกอบด้วย (1) การเตรียมการ (2) ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน และ (3) การวัดการคิดวิเคราะห์ มีรายละเอียดดังนี้

#### 5.2.4.1 การเตรียมการ

การเตรียมการสำหรับการเรียนรู้ด้วยระบบการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ มีดังนี้

##### 5.2.4.1.1 จัดทำสื่อเกมเน็ตบุ๊ก

ผู้สอนจัดทำสื่อเกมเน็ตบุ๊ก โดยเริ่มจากการเตรียมสื่อดิจิทัลให้อยู่ในรูปของไฟล์ MP4 ให้ครบทุกเนื้อหาหรือทุกบทที่ต้องการ จากนั้นใช้แอปพลิเคชันสร้างรหัสแท่งมิติ แล้วนำไปติดไว้ที่หนังสือหรือเอกสารประกอบคำสอน โดยสามารถพิมพ์มาแปะติดหรือฝังลงในไฟล์เอกสารแล้วทำการพิมพ์ก็ได้

##### 5.2.4.1.2 นำเข้าข้อมูลการลงทะเบียนรายวิชา (Enrollment Import)

การนำเข้าข้อมูลการลงทะเบียนรายวิชา เป็นการนำรายชื่อผู้เรียนเข้าระบบ โดยเชื่อมโยงข้อมูลจากระบบลงทะเบียนกลาง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าสู่ระบบจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องสมัครใหม่ ช่วยลดภาระงานและลดความผิดพลาดในการใส่ข้อมูลทะเบียน นอกจากนี้ข้อมูลผลคะแนนการทดสอบแบบปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนแต่ละคนจะถูกบันทึกไว้ในระบบจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ โดยใช้รหัสนักศึกษาเป็นตัวอ้างอิง (ID) ผู้สอนสามารถตรวจสอบดูสรุปรายงานผลคะแนนพร้อมทั้งค่าเฉลี่ยของแต่ละบท หรือคะแนนของแต่ละคนได้ อีกทั้งผู้เรียนก็สามารถเปิดเข้าสู่ผลคะแนนของตัวเองในแต่ละบทได้อีกด้วย

#### 5.2.4.1.3 ชี้อ้างรายวิชาและรูปแบบกิจกรรม

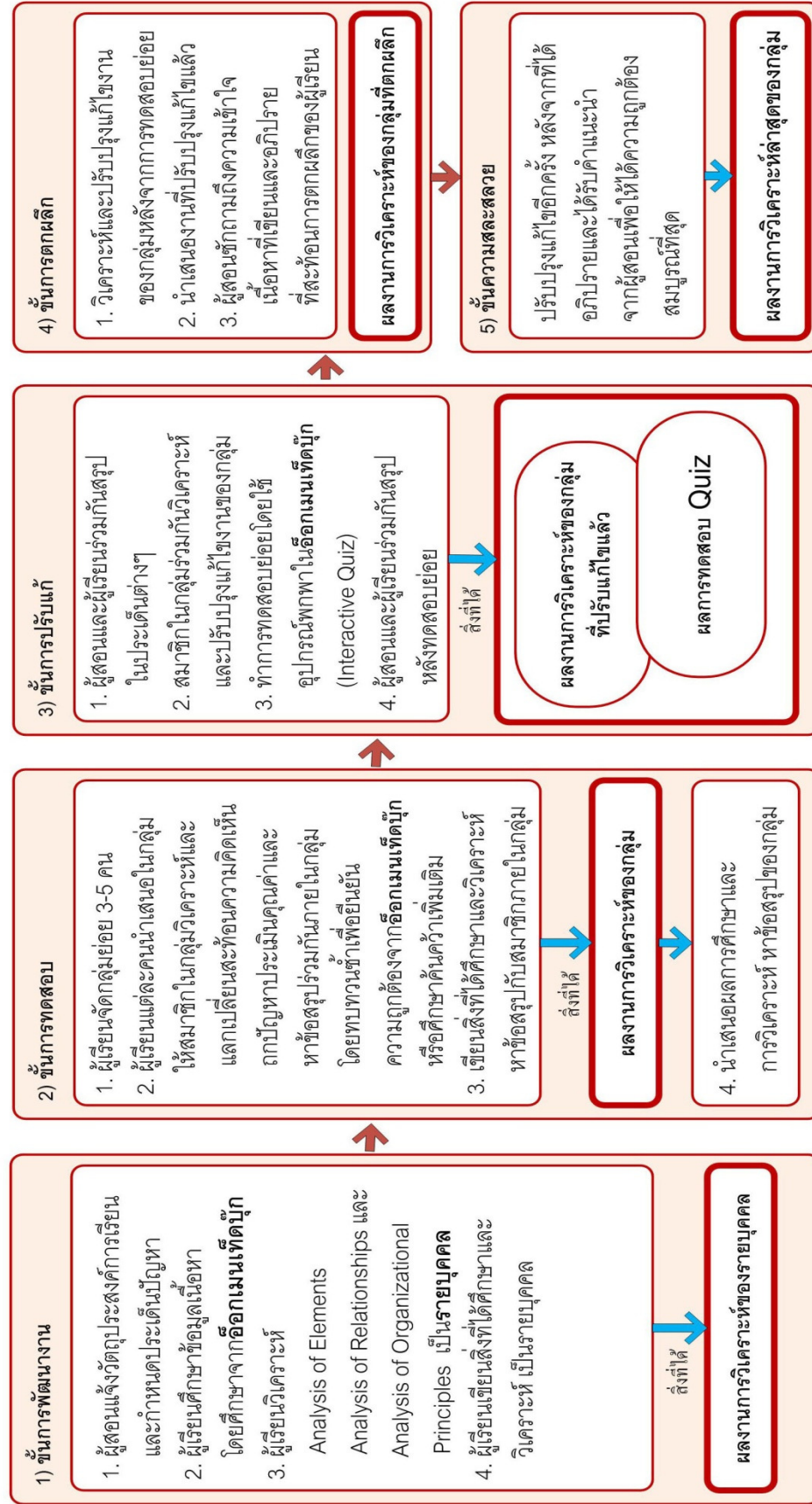
การชี้แจงรายวิชาและรูปแบบกิจกรรม เป็นขั้นตอนให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการเรียน ผู้สอนให้รายละเอียดเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งจะแตกต่างกับรูปแบบการเรียนการสอนเดิม ๆ ที่ผู้เรียนคุ้นเคย รวมไปถึงการชี้แจงเกี่ยวกับการประเมินผล

#### 5.2.4.1.4 อบรมและทดลองใช้ระบบ

การอบรมและทดลองใช้ระบบเป็นขั้นตอนที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้งานอุปกรณ์พกพาและแอปพลิเคชันสำหรับดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ ได้แก่ การติดตั้งแอปพลิเคชันลงในอุปกรณ์พกพาของผู้เรียน ทั้งระบบไอโอเอส (iOS) และ แอนดรอยด์ (Android) การพิสูจน์ตัวตนเข้าสู่ระบบ (Sign in) การใช้กล้องตรวจจบบัตรแท่งสองมิติเพื่อเปิดคู่มือหาทิศทาง การเผยแพร่งานชิ้นฉายบน โปรเจคเตอร์ การเปิดคู่มือที่เพื่อนสมาชิกหรือผู้สอนเผยแพร่สู่เครือข่ายห้องเรียน การเข้าสู่ระบบทดสอบแบบปฏิสัมพันธ์ การเปิดคู่มือแนะนำผลทดสอบรวมและของแต่ละบท การส่งไฟล์งานของผู้เรียนเข้าสู่ระบบเครือข่าย การส่งไฟล์ให้อุปกรณ์พกพาเพื่อนร่วมชั้นเรียนในช่วงของการนำเสนอ เป็นต้น

5.2.4.2 ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเทดรีก

ขั้นตอนและกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้มี 5 ขั้นตอนคือ (1) ขั้นการพัฒนางาน (2) ขั้นการทดสอบ (3) ขั้นการปรับแก้ (4) ขั้นการตกผลึก และ (5) ขั้นความสละสลวย ดังรายละเอียดในภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 5-4 ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ปฏิบัติสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาค่อยออกมเป็นที่ตึก

#### 5.2.4.2.1 ขั้นการพัฒนางาน

เป็นขั้นเริ่มต้นที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้ ทำการวิเคราะห์และเขียนข้อค้นพบ ข้อสรุปออกมาเป็นผลงานของตนเองเพื่อนำไปสู่ขั้นตอนต่อไป รายละเอียดดังนี้

ก) ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์บทเรียนและกำหนดประเด็นปัญหา เป็นขั้นตอนเริ่มต้นเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ โดยผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียน กำหนดประเด็นปัญหาต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่ผู้เรียนจะต้องศึกษารายละเอียดและทำการวิเคราะห์ ซึ่งแจ้งเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนและกิจกรรมที่ดำเนินการระหว่างเรียนในชั้น แนะนำเครื่องมือประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับการทดสอบย่อยและการประเมินผลและตอบข้อซักถามข้อสงสัยของผู้เรียนเกี่ยวกับรูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอน

ข) ผู้เรียนศึกษาข้อมูลเนื้อหาโดยศึกษาจากสื่อจากอินเทอร์เน็ตเป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาจากอินเทอร์เน็ตโดยการใช้อุปกรณ์พกพาของผู้เรียนร่วมกับหนังสือจริงของรายวิชา ลักษณะคือ เมื่อผู้เรียนใช้อุปกรณ์พกพาไปถึงที่รหัสแท่งสองมิติ (QR Code) ของภาพหรือเนื้อหาส่วนใด สื่อมีลักษณะที่เกี่ยวกับเรื่องนั้นจะปรากฏขึ้น โดยกิจกรรมในขั้นตอนนี้จะมีลักษณะเรียนด้วยตนเอง ผู้เรียนแต่ละคนจะสวมอุปกรณ์หูฟังในช่วงระหว่างศึกษาข้อมูลเนื้อหาจากอินเทอร์เน็ต สามารถทวนซ้ำเนื้อหาได้ตามต้องการ โดยไม่รบกวนสมาธิการเรียนของผู้อื่น

ค) ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและความสำคัญ (Analysis of Elements) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) และวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ทำการวิเคราะห์เนื้อหาได้ศึกษาในแง่มุมด้านต่าง ๆ เช่น องค์ประกอบ ความสำคัญ ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและหลักการทำงาน โดยในขั้นตอนนี้ ผู้เรียนจะทำการวิเคราะห์เป็นรายบุคคล

ง) ผู้เรียนเขียนสิ่งที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ เป็นรายบุคคล ขั้นตอนนี้ ผู้เรียนจะต้องเขียนข้อค้นพบ ข้อสรุป โดยแยกเป็นประเด็นต่าง ๆ ซึ่งการเขียนถือเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการสื่อสารรวมทั้งการสะท้อนความคิด งานเขียนนี้อาจประกอบด้วยความเรียง โดอะแกรม ผังการทำงาน หรืออื่น ๆ เพื่อความชัดเจนสำหรับการนำเสนอหรือสะท้อนความคิดของตัวเองในขั้นตอนต่อไป ผลงานที่ได้ในขั้นตอนนี้ ก็จะถือเป็นผลงานที่ตกผลึกขั้นแรกของผู้เรียนเอง

#### 5.2.4.2.2 ขั้นการทดสอบ

เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มย่อย โดยสมาชิกในกลุ่มนำเสนอผลงานข้อค้นพบ ข้อสรุปของตนเองแล้วให้สมาชิกวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจนได้ผลงานวิเคราะห์ของกลุ่ม

ก) ผู้เรียนจัดกลุ่มย่อย 3-5 คน เพื่อจับกลุ่มวิเคราะห์ วิเคราะห์ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ข) ผู้เรียนแต่ละคนนำเสนอในกลุ่มให้สมาชิกในกลุ่มวิเคราะห์ วิเคราะห์ เสนอแนะแลกเปลี่ยนสะท้อนความคิดเห็นอภิปรายหาประเด็นคุณค่าและ หาข้อสรุปร่วมกัน ภายในกลุ่ม ซึ่งในขั้นตอนนี้อาจมีการอภิปรายหาหรือมีข้อโต้แย้งภายในกลุ่มเกิดขึ้น เนื่องจาก รายละเอียดที่ได้การวิเคราะห์รายบุคคลในขั้นตอนที่ผ่านมานี้อาจแตกต่างกัน ซึ่งก็จะเกิดผลดี ทำให้เกิดการคิดวิเคราะห์และถกเถียงกันมากขึ้น โดยสมาชิกในกลุ่มอาจจะต้องทบทวน เนื้อหาซ้ำเพื่อยืนยันความถูกต้องจากอีกมุมมองหรือศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

ค) เขียนสิ่งที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์หาข้อสรุปกับสมาชิกภายใน กลุ่ม หลังจากที่ได้แลกเปลี่ยนสะท้อนความคิดเห็นจนได้ข้อสรุปแล้ว ในขั้นตอนนี้สมาชิกกลุ่มจะต้อง ร่วมกันเขียนข้อค้นพบ ข้อสรุป โดยแยกเป็นประเด็นต่าง ๆ ซึ่งการเขียนนี้ก็ถือเป็นเครื่องมือที่สำคัญ ในการสื่อสารรวมทั้งการสะท้อนความคิดเช่นเดียวกับขั้นตอนแรก งานเขียนนี้อาจประกอบด้วย ความเรียง โดอะแกรม ผังการทำงาน หรืออื่น ๆ เพื่อความชัดเจนสำหรับการนำเสนอหรือสะท้อน ความคิดของกลุ่มให้กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนได้รับฟังและวิเคราะห์วิจารณ์ในขั้นตอนต่อไป ผลงานที่ ได้ในขั้นตอนนี้ ก็จะถือเป็นผลงานการวิเคราะห์ที่ตกผลึกขั้นต้นของกลุ่ม

ง) นำเสนอผลการศึกษาและการวิเคราะห์หาข้อสรุปของกลุ่ม ให้กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนและผู้สอน เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้นได้วิเคราะห์และวิจารณ์สะท้อนแลกเปลี่ยน ความคิดเห็น

#### 5.2.4.2.3 ขั้นการปรับแก้

เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนทำการปรับแก้ในงานให้มีความถูกต้องมากขึ้น หลังจากที่ได้นำเสนอและ รับฟังการวิเคราะห์วิจารณ์จากสมาชิกร่วมชั้นเรียนและผู้สอน

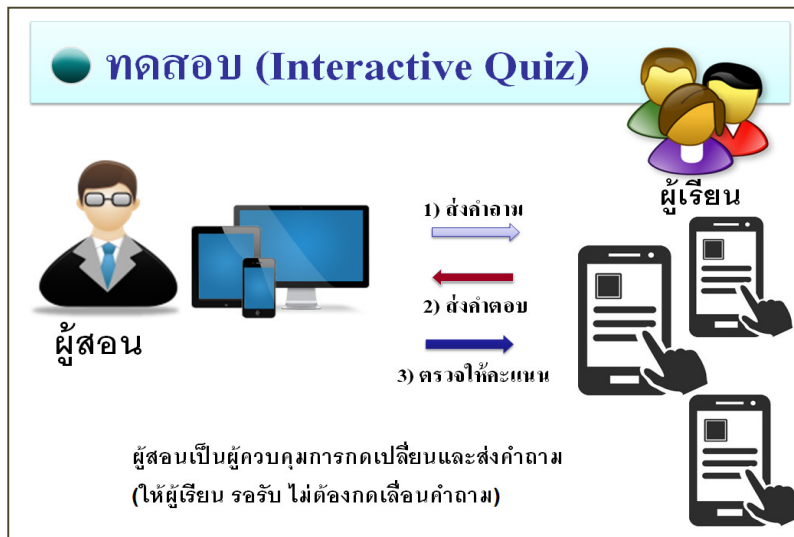
ก) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปในประเด็นต่าง ๆ โดยผู้สอนทำ การชี้แนะหรือตั้งคำถามหรือแฉ่คิด ในประเด็นต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันทำการสรุป โดยใน ขั้นตอนนี้ผู้สอนก็จะร่วมวิเคราะห์วิจารณ์แสดงความคิดเห็น ชี้แนะ และชี้ให้เห็นประเด็นหรือ ข้อบกพร่อง เพื่อให้สมาชิกกลุ่มนำกลับไปปรับปรุงแก้ไข

ข) สมาชิกในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขงานของกลุ่ม อีกครั้งตามที่ผู้สอนได้ชี้แนะหรือชี้ประเด็นให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์และแก้ไขปรับปรุง

ค) ทำการทดสอบย่อยโดยใช้อุปกรณ์พกพาในอีกมุมมองหนึ่ง (Interactive Quiz) เมื่อผู้เรียนได้ทำการวิเคราะห์รายบุคคล รายกลุ่ม และได้ทำการแก้ไขปรับปรุง

ผลงานหลังจากการนำเสนอ การวิเคราะห์แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันแล้ว ผู้เรียนจะทำแบบทดสอบย่อยแบบ 4 ตัวเลือก ซึ่งข้อคำถามทั้งหมดจะเป็นคำถามการวิเคราะห์ โดยขั้นตอนมีดังนี้

1. ผู้สอนจัดส่งคำถามไปยังอุปกรณ์พกพาของผู้เรียนทุกคน ที่หน้าจออุปกรณ์พกพาของผู้เรียนจะปรากฏคำถามและตัวเลือกคำตอบ 4 ตัวเลือก
2. ผู้เรียนเลือกตอบโดยกดปุ่มคำตอบที่ปรากฏบนหน้าจออุปกรณ์พกพา โดยขณะที่ผู้เรียนส่งคำตอบนั้น ที่หน้าจอเครื่องผู้สอนจะปรากฏกราฟแสดงสถิติคำตอบที่ผู้เรียนส่งเข้ามา ดังภาพที่ 5-5 (กราฟแสดงผลเป็นระบบ Real Time)
3. ระบบตรวจคำตอบและบันทึกให้คะแนนผู้เรียนแต่ละคน
4. ผู้สอนจัดส่งคำถามข้อต่อไป ผู้เรียนจัดส่งคำตอบ (ทำการวนรอบลักษณะนี้ไปจนครบ)



ภาพที่ 5-4 การทดสอบย่อยแบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive Quiz)

ง) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปหลังทดสอบย่อย ขั้นตอนนี้เป็น การสรุปผล (Progress) ซึ่งจะทำให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนได้เรียนรู้และมีการวิเคราะห์เนื้อหาได้ถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ หากพบว่าผู้เรียนบางส่วนยังไม่เข้าใจหรือวิเคราะห์ส่วนใดผิดไป ก็สามารถชี้แนะ หรือให้ผู้เรียนทำการค้นคว้าเพิ่มเติม จนผู้เรียนสามารถสรุปได้ด้วยตนเองอย่างถูกต้องเหมาะสม

#### 5.2.4.2.4 ขั้นการตกผลึก

เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ข้อค้นพบและเข้าใจเนื้อหาเป็นอย่างดี สามารถเขียนผลงานสะท้อนความคิดที่ตกผลึกเรียบร้อยแล้ว

ก) วิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขงานของกลุ่มหลังจากการทดสอบย่อย เนื่องจากก่อนการทดสอบย่อย ผู้เรียนและสมาชิกในกลุ่มอาจมีข้อค้นพบที่คลาดเคลื่อนหรือยังไม่สมบูรณ์ การทดสอบย่อยในขั้นตอนที่ผ่านมา จะทำให้ได้ข้อสรุปที่สมบูรณ์มากขึ้น

ข) นำเสนองานที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว

ค) ผู้สอนซักถามถึงความเข้าใจเนื้อหาที่เขียนและอภิปรายที่สะท้อนการตกผลึกของผู้เรียน

#### 5.2.4.2.5 ชั้นความสละสลวย

ผู้เรียนร่วมกันปรับปรุงแก้ไขผลงานอีกครั้ง หลังจากที่ได้ให้นำเสนออภิปรายและได้รับคำแนะนำจากผู้สอนเพื่อให้ได้ความถูกต้อง สมบูรณ์ที่สุด โดยงานที่ได้นั้นจะถือว่าเป็นส่วนที่สมบูรณ์และครบขั้นตอนแล้วเนื่องจากผ่านการวิเคราะห์จากตัวผู้เรียนเอง ผ่านการวิเคราะห์ของกลุ่ม และผ่านการแนะนำจากผู้สอนแล้ว

#### 5.2.4.3 การวัดการคิดวิเคราะห์

การวัดการคิดวิเคราะห์ ใช้แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์หลังเรียนที่ผ่านการหาคุณภาพข้อสอบทั้งฉบับมาแล้ว

##### 1.1.5 ผลผลิต

ผลผลิตของระบบจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเท็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คือ ทักษะการคิดวิเคราะห์ ข้อมูลป้อนกลับเพื่อนำมาพัฒนาระบบคือคะแนนทดสอบปฏิสัมพันธ์และคะแนนวัดผลการคิดวิเคราะห์หลังเรียน

### 5.3 การนำระบบไปใช้

การนำระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเท็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ไปใช้งานนั้น จะต้องมีการเตรียมความพร้อมดังนี้

#### 1.3.1 ระบบเครือข่ายไร้สาย

การสื่อสารสำหรับการเรียนการสอนนี้ใช้ระบบเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi ด้วยเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายที่ใช้งานตามปกติในปัจจุบัน มาตรฐาน IEEE 802.11 โดยระบบจัดการเรียนรู้ฯ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สามารถใช้งานได้ทั้งห้องเรียนที่ไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Non-Internet Mode) และที่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตอยู่แล้ว

#### 1.3.2 อุปกรณ์พกพา

ในกระบวนการเรียนการสอน ผู้เรียนจะใช้อุปกรณ์พกพา (Mobile Device) ส่วนบุคคลได้แก่ สมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ต พร้อมกับชุดหูฟัง เพื่อศึกษาบทเรียน ร่วมกิจกรรมการทดสอบแบบ

ปฏิสัมพันธ์ การรับและส่งไฟล์ในเครือข่ายภายในห้องเรียน โดยก่อนการใช้งานผู้เรียนสามารถติดตั้งแอปพลิเคชันได้จากสโตร์ สามารถใช้งานได้ทั้งระบบไอโอเอสและแอนดรอยด์ (Android)

### 1.3.3 ระบบจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์

ระบบบริหารจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ สำหรับการเรียนรู้ด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อก ประกอบด้วยส่วนเนื้อหา ส่วนจัดการทดสอบแบบปฏิสัมพันธ์ ส่วนการสื่อสาร และส่วนรายงานผล ระบบดังกล่าวนี้ พัฒนาขึ้นโดยผู้วิจัย สามารถรันบนคอมพิวเตอร์ระบบวินโดวส์ทั้งแบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา เหมาะกับผู้สอนทั่ว ๆ ไป ซึ่งขณะใช้งาน เครื่องคอมพิวเตอร์ผู้สอนจะต้องเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายวงเดียวกันกับผู้เรียน จะเป็นแบบเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตหรือไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตก็ได้ ทำให้ยืดหยุ่น สะดวกต่อการใช้งานและประหยัดค่าใช้จ่าย

### 1.3.4 อ็อกเมนเต็ดบ็อก

จัดทำอ็อกเมนเต็ดบ็อก โดยเริ่มจากการเตรียมสื่อดิจิทัลให้อยู่ในรูปของไฟล์ MP4 ให้ครบทุกเนื้อหาหรือทุกบทที่ต้องการ จากนั้นใช้แอปพลิเคชันสร้างรหัสแท่งมิติ แล้วนำไปติดไว้ที่หนังสือหรือเอกสารประกอบคำสอน โดยสามารถพิมพ์มาแปะติดหรือฝังลงในไฟล์เอกสารแล้วทำการพิมพ์ก็ได้

## บทที่ 6

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ มีผลสรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะตามลำดับดังต่อไปนี้

- 6.1 สรุป
- 6.2 อภิปรายผล
- 6.3 ข้อเสนอแนะ

#### 6.1 สรุป

สรุปผลการวิจัยโดยแบ่งตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

6.1.1 ผลการวิเคราะห์ สังเคราะห์สถาปัตยกรรมระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ (1) ขั้นตอนและกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ และ (2) สถาปัตยกรรมระบบ มีรายละเอียดดังนี้

6.1.1.1 ขั้นตอนและกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ (1) ขั้นการพัฒนางานซึ่งเป็นขั้นเริ่มต้นที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้ ทำการวิเคราะห์เนื้อหาและเขียนข้อค้นพบ ข้อสรุปออกมาเป็นผลงานของตนเอง (2) ขั้นการทดสอบ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มย่อย 3-5 คน โดยสมาชิกในกลุ่มนำเสนอผลงานข้อค้นพบ ข้อสรุปของตนเองแล้วให้สมาชิกวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจนได้ผลงานวิเคราะห์ของกลุ่ม (3) ขั้นการปรับแก้ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนทำการปรับแก้ไขงานให้มีความถูกต้องมากขึ้น หลังจากที่ได้นำเสนอและรับฟังการวิเคราะห์วิจารณ์จากสมาชิกร่วมชั้นเรียน และจากผู้สอน (4) ขั้นการตกลูก เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ข้อค้นพบและเข้าใจเนื้อหาเป็นอย่างดี สามารถเขียนผลงานสะท้อนความคิดที่ตกลูกเรียบร้อยแล้ว และ (5) ขั้นความสละสลวย เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันปรับปรุงแก้ไขผลงานอีกครั้ง หลังจากที่ได้นำเสนออภิปรายและได้รับคำแนะนำจากผู้สอนเพื่อให้ได้ความถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด โดยงานที่ได้ นั้นจะถือว่าเป็นส่วนที่สมบูรณ์และครบขั้นตอนแล้วเนื่องจากการวิเคราะห์จากตัวผู้เรียนเองผ่านการวิเคราะห์ของกลุ่มและผ่านการแนะนำจากผู้สอนแล้ว

ผลการประเมินความเหมาะสมขั้นตอนและกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 14 คน พบว่า ขั้นตอนและกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

6.1.1.2 ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบคลิกททางปัญญาด้วยอ็อกเมนเท็ดบู้กประกอบด้วยระบบย่อยดังนี้

6.1.1.2.1 ระบบอ็อกเมนต์ (Augmenting System) ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับระบบการแสดงผลเนื้อหาของอ็อกเมนเท็ดบู้ก ได้แก่การถอดรหัสแท่งสองมิติแล้วแสดงผลเนื้อหาของมัลติมีเดียที่อุปกรณ์พกพาของผู้เรียน การสร้างเนื้อหาและการเข้ารหัสเพื่อให้ผู้สอนสร้างรหัสแท่งสองมิติสร้างและเชื่อมโยงเนื้อหา มัลติมีเดียเข้ากับอ็อกเมนเท็ดบู้ก ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นนี้มีลักษณะแบบการเชื่อมโยงแบบหลวม (Loose Coupling) ทำให้มีจุดเด่นคือ 1) สามารถแยกส่วนระบบอ็อกเมนต์ไปใช้งานได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับระบบแม่ข่ายหลัก 2) อ็อกเมนเท็ดบู้กบนอุปกรณ์พกพาของผู้เรียนจะสามารถใช้งานได้ทั้งแบบที่เชื่อมต่อและไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Online/Offline) และ 3) สื่อมัลติมีเดียของอ็อกเมนเท็ดบู้กจะถูกรับที่เก็บในหน่วยความจำของอุปกรณ์พกพา ซึ่งทำให้การนำเสนอสื่อมีการตอบสนองอย่างความรวดเร็ว ทั้งการเริ่มต้นแสดงสื่อและการควบคุมให้ย้อนกลับหรือเดินหน้า นอกจากนี้ระบบยังออกแบบพัฒนาให้ทำงานได้โดยที่ผู้ใช้งานเล็งกล้องไปยังรหัสแท่งสองมิติ (มาร์กเกอร์) เพียงครั้งเดียว จากนั้นสื่อมัลติมีเดียจะปรากฏบนอุปกรณ์พกพาโดยไม่ต้องถืออุปกรณ์พกพาเล็งค้างไว้ที่ภาพหรือมาร์กเกอร์ตลอดเวลาเหมือนระบบอื่น ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีสมาธิอยู่กับสื่อได้นานกว่าระบบที่ต้องถืออุปกรณ์พกพาเล็งค้างไว้ภาพหรือมาร์กเกอร์ตลอดเวลา เนื่องจากผู้เรียนจะมีความเมื่อยล้าเมื่อถืออุปกรณ์พกพาเป็นเวลานานเกินกว่า 1 นาที

6.1.1.2.2 ระบบโต้ตอบกับผู้เรียน (Student Response System) ทำหน้าที่จัดการโต้ตอบแบบทดสอบปฏิสัมพันธ์ (Interactive Quiz) รองรับคำถาม 3 รูปแบบ คือ คำถามแบบเลือกตอบ คำถามแบบพิมพ์ตอบได้อิสระและคำถามแบบสำรวจ โดยที่หน้าจ่ออุปกรณ์พกพาของผู้เรียนจะปรากฏคำถามและ/หรือตัวเลือกตอบ พร้อม ๆ กันทุกคน ผู้เรียนทำแบบทดสอบโดยการกดส่งคำตอบที่หน้าจ่ออุปกรณ์พกพา ข้อมูลคำตอบจะถูกส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบเพื่อประมวลผลและบันทึกลงในฐานข้อมูล ระบบจะแสดงสรุปข้อมูลการตอบคำถามในรูปแบบกราฟให้ผู้สอนได้ทราบว่า มีผู้เรียนเลือกส่งคำตอบข้อใดมาบ้าง คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ผู้สอนผู้สอนและผู้เรียนสามารถตรวจสอบผลการทดสอบที่บันทึกแยกเก็บเป็นแต่ละบทได้อีกด้วย

6.1.1.2.3 ระบบเผยแพร่ไฟล์ (Smart Sharing System) สำหรับเผยแพร่ผลงานโดยใช้กล้องถ่ายภาพของผู้เรียนเอง ทำการถ่ายภาพเขียนของผู้เรียนแล้วส่งเข้าสู่ระบบ จากนั้นไฟล์ภาพงานเขียนจะไปแสดงที่เครื่องฉายโปรเจกเตอร์ซึ่งเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้สอนและในขณะเดียวกันก็จะเผยแพร่ให้กับอุปกรณ์พกพาของผู้เรียนทุกคน

6.1.1.3 โครงสร้างสถาปัตยกรรมระบบประกอบด้วย 3 ชั้น (Tier) (1) ส่วนนำเสนอ (Presentation Tier) ทำหน้าที่สื่อสารเชื่อมต่อระหว่างชั้นต่าง ๆ และทำหน้าที่แสดงผล แสดงข้อมูลที่ส่งมาจากระบบบริการ (2) ตรรกะแอปพลิเคชัน (Application Logic Tier) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด และ (3) คลังเนื้อหาและฐานข้อมูล (Data Tier) ทำหน้าที่เป็นกลไกเก็บข้อมูลเนื้อหาดิจิทัล (Digital Contents) และข้อมูลอื่น ๆ เช่น ระบบลงฐานข้อมูลผู้เรียน ข้อมูลคะแนน ฯลฯ

หน้าที่ขององค์ประกอบภายในสถาปัตยกรรม มีดังนี้

1. งานทะเบียน (Profile/Registration) ทำหน้าที่เป็นระบบลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบด้วยอุปกรณ์พกพาและลงทะเบียนเรียนในรายวิชาที่ต้องการ ประกอบด้วย (1) โมดูลลงทะเบียน (Registration) ซึ่งสามารถรองรับผู้ลงทะเบียนใหม่และเชื่อมต่อกับระบบลงทะเบียนที่มีอยู่แล้ว (2) โมดูลพิสูจน์ตัวตน (Sign in & Authentication) เพื่อให้ผู้ใช้เข้าสู่ระบบโดยแตะบัตรนักศึกษาชนิด NFC หรือกรอกใส่หมายเลขประจำตัวนักศึกษาร่วมกับรหัสผ่าน และ (3) โมดูลตรวจจับตำแหน่ง (Location-based Tracking) สำหรับตรวจจับตำแหน่งที่อยู่ของอุปกรณ์พกพาขณะนั้น

2. เนื้อหาและการจัดการ (Content/Administration) ทำหน้าที่เชื่อมต่อส่งเนื้อหาดิจิทัล (Digital Contents) ให้กับอุปกรณ์พกพาและเป็นระบบจัดการเนื้อหา ได้แก่ การเพิ่มเนื้อหา การแก้ไขปรับปรุง การลบ ฯลฯ ประกอบด้วย (1) โมดูลส่งข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาให้ผู้เรียน (Content Delivery) ทำหน้าที่เชื่อมต่อส่งข้อมูลและเนื้อหาดิจิทัล (Digital Contents) ให้กับอุปกรณ์พกพา โดยการส่งข้อมูลในรูปแบบสตรีมมิ่ง (Streaming) สำหรับการส่งข้อมูลประเภทสื่อมัลติมีเดียแบบต่อเนื่อง ชนิดไบนารีสำหรับไฟล์เผยแพร่และภาพนิ่ง และ JSON สำหรับข้อมูลทั่วไป (2) โมดูลบริการดาวน์โหลดเนื้อหา (Download Service) ทำหน้าที่เป็นหน่วยบริการให้ผู้เรียนดาวน์โหลดเนื้อหาเข้าสู่อุปกรณ์พกพา เหมาะสำหรับการใช้งานในสถานะแวดล้อมหรือห้องเรียนที่ระบบเครือข่ายไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (3) โมดูลจัดการเนื้อหา (Administration) สำหรับจัดการเนื้อหา ได้แก่ การเพิ่มเนื้อหา การแก้ไขปรับปรุง การลบ ฯลฯ

3. การสื่อสาร (Communication) ทำหน้าที่เชื่อมต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน ประกอบด้วย (1) โมดูลส่งเมล (Email) สำหรับส่งอีเมลให้กับผู้สอน หรือส่งเมลระหว่างผู้เรียนด้วยกัน (2) โมดูลสนทนา (Chat) สำหรับการสนทนาสดผ่านระบบอินเทอร์เน็ต และ (3) โมดูลแชร์ (Social Share) สำหรับการแชร์แอปพลิเคชันผ่านระบบสังคมออนไลน์

4. ทดสอบ (Quiz) สำหรับการทดสอบย่อย ประกอบด้วย (1) โมดูลระบบจัดการ (Quiz Manager) ทำหน้าที่เพิ่มข้อคำถาม คำตอบ โดยระบบจัดการจะจัดเก็บข้อคำถามและคำตอบแยกไว้เป็นบท ๆ (2) โมดูลป้อนคำถามเข้าสู่อุปกรณ์พกพาของผู้เรียน (Synchronization) ทำหน้าที่ป้อน

คำถามเข้าสู่อุปกรณ์พกพาของผู้เรียนแต่ละคนแล้วรอรับคำตอบที่ส่งมาจากผู้เรียน และ ระบบตรวจคำตอบบันทึกคะแนนของผู้เรียนเข้าสู่ระบบ

5. รายงานผล (Report) ทำหน้าที่รายงานผลการสอบของผู้เรียน ประกอบด้วย (1) รายงานผลของแต่ละบท (Detailed Report) และ (2) รายงานผลรวมทั้งรายวิชา (Summary Report)

ผลการประเมินความเหมาะสมของสถาปัตยกรรมระบบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน พบว่าสถาปัตยกรรมระบบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ผลการประเมินความเหมาะสมบทบาทกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างผู้สอน ผู้เรียนและองค์ประกอบในระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน พบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

6.1.2 ผลการพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ มีดังนี้

6.1.2.1 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านการประสานกับผู้ใช้งาน (User Interface) ด้านการติดตั้งและการนำไปใช้ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน พบว่ามีค่าเฉลี่ยระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

6.1.2.2 ผลการประเมินการทำงานของแต่ละส่วน ประกอบด้วย (1) ส่วนการพิสูจน์ตัวตนเข้าสู่ระบบ (2) ส่วนการนำเสนอเนื้อหา (3) ส่วนการทำแบบทดสอบ (4) ส่วนของรายงานผลคะแนน (5) ส่วนการสื่อสารและความช่วยเหลือ (6) ส่วนการสร้างรหัสผ่านสองมิติ และ (7) ส่วนการจัดการสำหรับผู้สอน ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน พบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

6.1.2.3 ผลการประเมินด้านเนื้อหาของสื่อ ประกอบด้วย (1) ด้านเนื้อหาและวัตถุประสงค์ (2) ด้านภาพเคลื่อนไหว และ (3) ด้านเสียง ข้อความและภาษาในการบรรยาย ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 คน พบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

6.1.3 ผลการศึกษาผลการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

6.1.3.1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อระบบแต่ละส่วน ประกอบด้วย (1) ส่วนการพิสูจน์ตัวตนเข้าสู่ระบบ (2) ส่วนการนำเสนอเนื้อหา (3) ส่วนการทำแบบทดสอบ (4) ส่วนของรายงานผลคะแนน (5) ส่วนการเผยแพร่ส่งไฟล์ และ (6) ส่วนการสื่อสารและความช่วยเหลือ พบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

6.1.3.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วย

อ็อกเมนเท็ดบุ๊ก มีค่าเฉลี่ยของคะแนนวัดการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.1.3.3 ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ นักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเท็ดบุ๊กกับนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเท็ดบุ๊กและกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ พบว่า

6.1.3.3.1 กลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเท็ดบุ๊ก มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเท็ดบุ๊กและกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ

6.1.3.3.2 กลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเท็ดบุ๊ก มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ

## 6.2 อภิปรายผล

การวิจัยเพื่อพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเท็ดบุ๊ก เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ จากการศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การพัฒนาและการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง รวมถึงข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ทำให้ได้ระบบจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์โดยใช้อุปกรณ์พกพา เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต ร่วมกับหนังสือหรือสื่อประกอบการเรียนการสอนทั่วไป ผลการวิจัยได้ค้นพบประเด็นที่นำมาอภิปรายดังนี้

6.2.1 ด้านขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้ จากการศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและด้านเทคโนโลยีสารสนเทศได้ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งอยู่บนหลักการที่ว่า การพัฒนาทักษะการคิดจะต้องให้บุคคลนั้นทำการฝึกคิดวิเคราะห์ 3 ประการคือ วิเคราะห์องค์ประกอบ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ วิเคราะห์หลักการ จากนั้นทำการสรุปและสะท้อนความคิดนั้นออกมา สอดคล้องกับแนวคิดของอมรรัตน์ (2553) และวรรณะ (2554)

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน โดยแต่ละขั้นนั้นผู้เรียนจะได้รับพัฒนาดังนี้ (1) ขั้นการพัฒนางานซึ่งเป็นขั้นเริ่มต้นที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้ ทำการวิเคราะห์เนื้อหาและเขียนข้อค้นพบ ข้อสรุปออกมาเป็นผลงานของตนเอง ในขั้นตอนนี้ ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ส่วนบุคคล ซึ่งอาจจะยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ อาจมีข้อสรุปที่แตกต่างจากสมาชิกคนอื่น ๆ ไปบ้าง (2) ขั้นการทดสอบ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มย่อย 3-5 คน โดยสมาชิกในกลุ่มนำเสนอผลงานข้อค้นพบ ข้อสรุปของตนเองแล้วให้สมาชิกวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนความ

คิดเห็นจนได้ผลงานวิเคราะห์ของกลุ่ม ในขั้นตอนนี้ ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะการนำเสนอซึ่งเป็นการสะท้อนความคิดหรือข้อสรุปการวิเคราะห์ที่ตนเองค้นพบ ในขณะที่เดียวกันก็ได้ฝึกการวิเคราะห์ร่วมกันในกลุ่มเมื่อได้ฟังการนำเสนอของเพื่อนสมาชิก พร้อมกับถกข้อคิดและวิเคราะห์หาข้อสรุปร่วมกันในกลุ่ม (3) ขั้นการปรับแก้ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนทำการปรับแก้ไขงานให้มีความถูกต้องมากขึ้น หลังจากที่ได้นำเสนอและรับฟังการวิเคราะห์วิจารณ์จากสมาชิกพร้อมชั้นเรียนและจากผู้สอน โดยในขั้นตอนนี้ ผู้เรียนจะได้ทำการทดสอบแบบปฏิสัมพันธ์ซึ่งเป็นแบบทดสอบย่อย โดยทำผ่านอุปกรณ์พกพาของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อเป็นการทดสอบและป้อนกลับหรือให้เนื้อหาเพิ่มเติมเพื่อความถูกต้อง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gauci Dantas Williams และ Kemm (2009) ที่พบว่าการใช้อุปกรณ์พกพาทำกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ระหว่างเรียน ช่วยให้การเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้นและทำให้ผลการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น (4) ขั้นการตกผลึก เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ข้อค้นพบและเข้าใจเนื้อหาเป็นอย่างดี สามารถเขียนผลงานสะท้อนความคิดที่ตกผลึกเรียบร้อยแล้ว และ (5) ขั้นความสะสลาย เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันปรับปรุงแก้ไขผลงานอีกครั้ง หลังจากที่ได้นำเสนออภิปรายและได้รับคำแนะนำจากผู้สอนเพื่อให้ได้ความถูกต้อง สมบูรณ์ที่สุด โดยงานที่ได้นั้นจะถือว่าเป็นส่วนที่สมบูรณ์และครบขั้นตอนนี้แล้วเนื่องจากผ่านการวิเคราะห์จากตัวผู้เรียนเอง ผ่านการวิเคราะห์ของกลุ่มและผ่านการแนะนำจากผู้สอนแล้ว เมื่อจบกระบวนการแล้วผู้เรียนก็จะได้ผลงานที่ถือว่าผ่านขั้นตอนการวิเคราะห์จนถึงตกผลึกเป็นที่สมบูรณ์ ซึ่งขั้นความสะสลายนี้ ผู้สอนอาจกำหนดให้ผู้เรียนแต่ละคนเขียนผลงานการวิเคราะห์ในแบบฉบับของแต่ละคนก็ได้ แต่ในงานวิจัยนี้ กำหนดให้เป็นผลงานที่สมาชิกในกลุ่มช่วยกันทำขึ้นมา ทั้งนี้เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนมีทักษะในการวิเคราะห์และทักษะการทำงานร่วมกัน

6.2.2 ด้านการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ตามหลักของ Theer-tier Architecture สอดคล้องกับแนวคิดของ Yousef Chatti และ Schroeder (2014) โดยงานวิจัยนี้ประกอบด้วย คือ (1) ส่วนนำเสนอ (Presentation Tier) ทำหน้าสื่อสารเชื่อมต่อระหว่างชั้น (Tier) ต่าง ๆ และทำหน้าที่แสดงผล แสดงข้อมูลที่ส่งมาจากระบบบริการ (2) ตรรกะแอปพลิเคชัน (Application Logic Tier) ทำหน้าควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด และ (3) คลังเนื้อหาและฐานข้อมูล (Data Tier) ทำหน้าที่เป็นกลไกเก็บข้อมูลเนื้อหาดิจิทัล (Digital Contents) และข้อมูลส่วนอื่น ๆ เช่น ระบบลงทะเบียนข้อมูลผู้เรียน ข้อมูลคะแนน เป็นต้น

องค์ประกอบภายในสถาปัตยกรรม ประกอบด้วย (1) งานทะเบียน (Profile/Registration) ทำหน้าที่เป็นระบบลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบด้วยอุปกรณ์พกพาและการลงทะเบียนเรียนในรายวิชา (2) เนื้อหาและการจัดการ (Content/Administration) ทำหน้าที่เชื่อมต่อส่งเนื้อหาดิจิทัล (Digital Contents) ส่งไฟล์เผยแพร่ให้กับอุปกรณ์พกพาและเป็นระบบจัดการเนื้อหา ได้แก่ การเพิ่ม

เนื้อหา การแก้ไขปรับปรุง การลบ ฯลฯ (3) การสื่อสาร (Communication) ทำหน้าที่เชื่อมต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน (4) ทดสอบ (Quiz) สำหรับการทดสอบย่อย และ (5) รายงานผล (Report) ทำหน้าที่รายงานผลการสอบของผู้เรียน ประกอบด้วยรายงานผลของแต่ละบทและรายงานผลรวมทั้งรายวิชา

การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบกับผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้รหัสแท่งสองมิติซึ่งเก็บรหัสได้ทั้งข้อความอักษรและตัวเลข สามารถเชื่อมโยงกับเนื้อหาดิจิทัลได้โดยอาศัยกล้องในอุปกรณ์พกพาร่วมกับโมดูลถอดรหัสในระบบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น การถอดรหัสนั้นทำงานได้อย่างรวดเร็วภายใน 1-2 วินาทีโดยปราศจากข้อผิดพลาด ถึงแม้สิ่งพิมพ์ในหนังสือหรือเอกสารประกอบคำสอนจะมีสีผิดเพี้ยนไปบ้างเนื่องจากคุณภาพการพิมพ์หรือกาลเวลา เนื่องจากมีระบบชดเชยความผิดพลาดสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chin และ Chen (2013) ซึ่งใช้รหัสแท่งสองมิติในการตรวจจับและแสดงเนื้อหา

รูปแบบเนื้อหาหลักของงานวิจัยนี้ใช้รูปแบบมัลติมีเดีย MP4 ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีข้อดีหลายประการ เช่น คุณภาพของมัลติมีเดียมีความคมชัดทั้งภาพและเสียง ขนาดของไฟล์มีขนาดเหมาะสมที่สามารถเก็บและแสดงผลในอุปกรณ์พกพาได้ เป็นรูปแบบมาตรฐานที่ผู้สอนสามารถสร้างขึ้นได้ง่ายโดยใช้อุปกรณ์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน สอดคล้องกับแนวคิดงานวิจัยของกับแนวคิดของ Yousef Chatti และ Schroeder (2014) และ Ally (2010) ที่ใช้อุปกรณ์พกพาและสื่อมัลติมีเดียประกอบการเรียนการสอน

### 6.2.3 ด้านผลการศึกษาระบบใช้งานระบบจัดการเรียนรู้ฯ

6.2.3.1 ด้านผลประเมินการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ฯ นักศึกษามีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด โดยในขั้นต้นของการใช้ระบบดังกล่าว นักศึกษาและผู้สอนอาจจะยังไม่เคยชินกับระบบ ต่อเมื่อใช้งานไปช่วงระยะเวลาหนึ่ง จึงเกิดความคล่องตัวในการใช้งาน เนื่องจากสื่อเป็นภาพเคลื่อนไหวมีเสียงบรรยาย นักศึกษาสามารถควบคุมความเร็วในการเรียนรู้ได้เอง ทำให้นักศึกษามีปฏิสัมพันธ์กับระบบได้อย่างเหมาะสม

6.2.3.2 ด้านการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ด้านการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ พบว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบดกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊ทกับนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊ทและกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ พบว่า (1) กลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์แบบดกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊ท มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊ทและกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ และ (2) กลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบ

ปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊ค มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยอ็อกเมนเต็ดบู๊คเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์มีประสิทธิภาพสูงกว่าการเรียนการสอนแบบปกติ สอดคล้องกับแนวคิดของ Smith และ MacGregor (1992) และงานวิจัยของ อมรรัตน์ (2553) และ สิทธิพล (2554) ที่พบว่าการเรียนรู้และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพโดยผู้เรียนสามารถการเชื่อมโยงความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่ในอดีตและวิเคราะห์ สังเคราะห์ความรู้เหล่านั้นเพื่อที่จะสร้างเป็นความรู้ใหม่ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรนุช และ อินทิตรา (2555) ที่พบว่ากระบวนการเรียนการสอนที่ช่วยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสวงหาข้อความรู้โดยให้ผู้เรียนตกผลึกทางความรู้และความคิดในการจัดการข้อความรู้ผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์ ถึง 2 ครั้ง จนเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ สามารถสื่อสารสิ่งที่เข้าใจมาสร้างสรรค์ผลงานของตนเองได้อย่างสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

### 6.2.3.3 ผลของระบบปฏิสัมพันธ์ของระบบที่มีต่อการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน

6.2.3.3.1 ระบบอ็อกเมนต์ (Augmenting System) ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับระบบการแสดงผลเนื้อหาของอ็อกเมนเต็ดบู๊ค สื่อที่ใช้เป็นชนิดมัลติมีเดีย มีข้อดีคือผู้เรียนได้รับข้อมูลทั้งภาพและเสียงไปพร้อม ๆ กัน (Dual channel) นอกจากนี้ สื่อดังกล่าวยังเหมาะสำหรับการนำเสนอเนื้อหาที่มีความเกี่ยวเนื่อง เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุ การทำงานของระบบ การเชื่อมโยงสถานะกราฟหรือสมการลดรูปในเชิงคณิตศาสตร์ เป็นต้น การประยุกต์ใช้อ็อกเมนเต็ดบู๊คกับอุปกรณ์พกพายังมีข้อดีคือผู้เรียนใช้อุปกรณ์พกพาส่วนบุคคลในการเรียนรู้เนื้อหา สามารถควบคุมความเร็วในการรับเนื้อหาได้ด้วยตนเอง เช่น สามารถหยุดเพื่อเน้นจุดที่สำคัญหรือสามารถย้อนกลับไปศึกษาในสิ่งที่ยังไม่เข้าใจได้อีกไม่จำกัดจำนวนครั้งโดยปราศจากการรบกวนสมาชิกในห้องเรียน ซึ่งโดยปกติมักจะไม่ค่อยเกิดในการเรียนแบบปกติ เนื่องจากผู้เรียนบางคนอายุไม่กล้าถามหรือร้องขอให้หยุดหรือวนซ้ำ ดังนั้นการใช้อ็อกเมนเต็ดบู๊คนำเสนอมัลติมีเดียบนอุปกรณ์พกพาส่วนบุคคลที่สามารถควบคุมความเร็วในการเรียนรู้และการนำเสนอเนื้อหาได้เอง จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจองค์ประกอบ ความสัมพันธ์ และหลักการของสิ่งที่กำลังศึกษาได้เป็นอย่างดี ซึ่งเมื่อเข้าใจแล้วก็สามารถที่จะทำการวิเคราะห์องค์ประกอบ ความสัมพันธ์ และหลักการได้ในลำดับต่อไป นอกจากนี้การใช้ตัวกระตุ้น อ็อกเมนเต็ดบู๊คแบบรหัสแท่งสองมิติซึ่งเป็นแบบมาร์กเกอร์ ยังช่วยดึงหรือเชื่อมโยงให้ผู้เรียนยังอยู่กับหนังสือได้เป็นอย่างดี

6.2.3.3.2 ระบบโต้ตอบกับผู้เรียน (Student Response System) ทำหน้าที่จัดการโต้ตอบ แบบทดสอบปฏิสัมพันธ์ (Interactive Quiz) มีลักษณะการทำงานเป็นแบบป้อนกลับทันที (Real Time Feedback) ทำให้ผู้สอนทราบได้ทันทีว่าผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาหรือวิเคราะห์ได้

ถูกต้องครบถ้วนตรงประเด็นหรือไม่ ผู้สอนสามารถวิเคราะห์ผู้เรียนโดยพิจารณาจากกราฟสรุปจำนวนและเปอร์เซ็นต์คำตอบที่ผู้เรียนส่งมา หรือดูจากคำตอบที่ผู้เรียนแต่ละคนพิมพ์ส่งมา ขึ้นอยู่กับว่าจะเป็นแบบเลือกตอบ หรือแบบพิมพ์ตอบอิสระ จากนั้นผู้สอนก็ดำเนินกิจกรรมเพื่อปรับแก้สิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนเช่น ให้ข้อมูลเพิ่มเติมหรือถกปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ใหม่ โดยมีข้อมูลเสริม เป็นต้น

6.2.3.3.3 ระบบเผยแพร่ไฟล์ (Smart Sharing System) สำหรับเผยแพร่ผลงานชิ้นงานบนจอโปรเจกเตอร์และส่งให้กับอุปกรณ์พกพาของสมาชิกในเครือข่ายชั้นเรียนทุกคน เป็นการสื่อสารข้อมูลไปสู่ผู้รับจำนวนมาก (One-to-many) เป็นการสะท้อนความคิด ข้อสรุป ของตัวผู้เรียนเอง โดยใช้วิธีการนำเสนอ (Presentation) ทำให้ผู้เรียนคนอื่น ๆ เกิดการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อสรุปของตนเองกับของสมาชิกที่กำลังเผยแพร่และเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Discussion) ได้อย่างกว้างขวาง

6.2.3.4 ความคิดเห็นของผู้สอน ผู้เรียน และบรรยากาศการเรียนด้วยระบบฯ

6.2.3.4.1 ผู้สอนมีความเห็นว่าการเรียนการสอน โดยใช้ระบบฯ นับว่ามีประสิทธิภาพมาก นอกจากจะเพิ่มทักษะการคิดวิเคราะห์แล้ว ยังเพิ่มทักษะการสะท้อนความคิดของผู้เรียนเองออกมาเป็นงานเขียน ทักษะการสื่อสารถ่ายทอดกระบวนการคิด ทักษะการนำเสนอด้วยปากเปล่าและการนำเสนอด้วยสื่อที่เหมาะสม ซึ่งทักษะดังกล่าวเป็นทักษะที่สำคัญยิ่งสำหรับบัณฑิตสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่จะต้องนำทักษะการวิเคราะห์ปัญหา วิเคราะห์ระบบ ถ่ายทอดออกมาเป็นงานเขียนและนำเสนอต่อไป แต่อย่างไรก็ตาม ผู้สอนพบว่าภาระงานจะเพิ่มขึ้นมากเนื่องจากกิจกรรมขั้นตอนต่าง ๆ จะต้องมีการเตรียมความพร้อมเป็นอย่างดี อีกทั้งระยะเวลาในการเรียนการสอนก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

6.2.3.4.2 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยระบบฯ เนื่องจากให้โอกาสผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้แบบส่วนบุคคล สามารถศึกษาเรียนรู้และทบทวนได้ตามความเร็วของแต่ละคน โดยที่ไม่ต้องรบกวนผู้อื่นและไม่ต้องอายที่จะร้องขอให้ทวนย้อนเนื้อหา อีกทั้งการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ ทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกกับการเรียนรู้ ซึ่งแตกต่างกับการเรียนการสอนแบบปกติที่ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย ซึ่งหลังจากระยะเวลาการทดลองใช้ระบบฯ ผ่านไปประมาณ 4-5 สัปดาห์ กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีปกติมาแสดงความจำนงขอใช้ระบบฯ ด้วย

6.2.3.4.3 บรรยากาศในชั้นเรียนพบว่าผู้เรียนมีความตื่นตัวในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ การนำเสนอและวิเคราะห์งานภายในกลุ่มเป็นไปอย่างตั้งใจ ไม่มีผู้เรียนนั่งหลับ โดยบางครั้งพบว่าผู้เรียนจากกลุ่มอื่นมาร่วมฟังการนำเสนอและแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นด้วย

### 6.3 ข้อเสนอแนะ

#### 6.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

6.3.1.1 องค์ประกอบหลักที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการใช้งานระบบฯ คือ คอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับผู้สอน อุปกรณ์พกพาสำหรับผู้เรียน และระบบเครือข่ายไร้สาย (Wi-Fi) ซึ่งใช้งานได้ทั้งแบบที่เครือข่ายไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและแบบเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ในกรณีที่ใช้งานแบบไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต จะต้องทำการติดตั้งโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์และโปรแกรมระบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อให้คอมพิวเตอร์ผู้สอนทำหน้าที่เป็นเครื่องแม่ข่ายรองรับการเชื่อมต่อและร้องขอเนื้อหาดิจิทัลและข้อมูลต่าง ๆ ของเครื่องลูกข่ายทั้งหมดซึ่งก็คืออุปกรณ์พกพาของผู้เรียนทุกคน ซึ่งในกรณีดังกล่าว หากเครื่องผู้สอนเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทางสถานศึกษาจัดให้ โดยจะมีการหมุนเวียนใช้งานกันไปทุกสัปดาห์ขึ้นอยู่กับจังหวะการเบิกจ่าย เช่น ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จะมีเจ้าหน้าที่นำเครื่องคอมพิวเตอร์แบบโน้ตบุ๊กไปเตรียมไว้ให้สำหรับสอนในชั่วโมงของรายวิชา ซึ่งเครื่องดังกล่าวอาจมีการหมุนเวียนเปลี่ยนไป ไม่ใช่เครื่องเดิมทุกครั้ง ในกรณีนี้ผู้สอนจะต้องทำการสำรองฐานข้อมูลเก็บไว้และทำการติดตั้งลงในเครื่องใหม่ทุกครั้งก่อนการเรียนการสอน เพื่อให้ข้อมูลอัปเดตตลอดเวลา

6.3.1.2 ในระบบฯ มีเครื่องมือแฮ็คสำหรับสนับสนุนการสื่อสาร แต่จากการศึกษาการทดลองใช้ระบบฯ พบว่าผู้สอนและผู้เรียนใช้เครื่องมือดังกล่าวน้อยกว่าการสนทนาแบบเผชิญหน้ากันจริง ๆ ทั้งนี้เนื่องจากในระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น การสื่อสารถ่ายทอดหรือสะท้อนความคิดนั้นมีความจำเป็นต้องใช้สื่อประเภทแผ่นภาพไดอะแกรม หรืองานเขียนของผู้สนทนาประกอบด้วย จึงจำเป็นต้องใช้การสนทนาแบบเผชิญหน้า

6.3.1.3 เนื่องจากเนื้อหาดิจิทัลที่ใช้กับอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก เป็นชนิดมัลติมีเดีย ซึ่งจะมีขนาดใหญ่กว่าไฟล์เอกสารทั่วไปหลายเท่าตัว จำเป็นต้องใช้ระบบเครือข่ายที่มีความเร็วสูงเพียงพอ หากจะนำระบบนี้ไปใช้กับสภาพแวดล้อมที่สถานศึกษามีระบบเครือข่ายหรืออินเทอร์เน็ตอยู่แล้ว ผู้สอนควรทำการทดสอบระบบนี้บนเครือข่ายที่มีอยู่เสียก่อน โดยจะต้องทดสอบกับจำนวนผู้เรียนตามจริง เช่น มีผู้เรียน 30 คนต่อห้อง ก็ควรทำการทดสอบพร้อม ๆ กันอย่างน้อย 20-30 คน เพื่อตรวจสอบและมั่นใจว่าระบบเครือข่ายมีความเร็วเพียงพอสามารถรองรับการสื่อสารพร้อม ๆ กันได้อย่างราบรื่นไม่สะดุด อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยนี้ได้ทดสอบและใช้งานกับระบบเครือข่ายภายในห้องเรียนแบบไม่มีอินเทอร์เน็ต โดยผู้วิจัยนำ Access Point มาติดตั้งเพื่อสร้างระบบเครือข่ายไร้สาย (ไม่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต) พบว่าสามารถรองรับผู้เรียนได้ไม่น้อยกว่า 50 คน โดยใช้งานได้อย่างราบรื่นไม่สะดุด

6.3.1.4 หากใช้งานแล้วพบว่าระบบเครือข่ายมีความเร็วต่ำจนทำให้การแสดงผลเนื้อหา มัลติมีเดียมีการสะดุดไม่ราบรื่น สามารถแก้ไขได้โดยสร้างสื่อมัลติมีเดียให้มีขนาดเล็กลงเช่น จาก ขนาด 640x480 เหลือ 320x240 เป็นต้น เพื่อลดภาระการส่งข้อมูลในเครือข่าย

6.3.1.5 การวิจัยในครั้งนี้ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบตกลูกทางปัญญาซึ่งกระบวนการ กิจกรรมการเรียนรู้มี 5 ขั้นตอน ซึ่งจะต้องใช้เวลานานกว่าการเรียนการสอนปกติ การนำไปใช้ จะต้องวางแผนการสอนโดยแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมหรือทำการทดลองสอนก่อน เพื่อตรวจสอบเวลาในการดำเนินกิจกรรมที่ต้องใช้จริง หรืออาจใช้วิธีผสมผสานกับการเรียนการสอนแบบปกติ โดยจัด แบ่งหัวเรื่องบางเรื่องที่เหมาะสมหรือที่ต้องการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ มาใช้สอนด้วยระบบ การจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ จะช่วยให้บริหารจัดการเวลาในห้องเรียนได้กระชับขึ้น

6.3.1.6 ทักษะการสื่อสารและการนำเสนอเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้เรียนที่ใช้จัดการ ระบบเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ โดยจากการวิจัยพบว่า ในช่วง 3 สัปดาห์แรก ผู้เรียนจะยังรู้สึกอายไม่กล้า พูด ไม่กล้าแนะนำเสนอ แต่เมื่อผ่านไประยะหนึ่งแล้ว ผู้เรียนจะมีพัฒนาการ มีความกล้า สามารถสื่อสาร ถ่ายทอดและนำเสนอได้ดีขึ้นเป็นลำดับ

### 6.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

6.3.2.1 งานวิจัยนี้ ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาระดับปริญญาตรีด้าน วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีด้วยเนื้อหาด้านเทคโนโลยี อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยเห็นว่าระบบฯ สามารถ นำไปใช้ได้กับรายวิชาอื่น หรือ ผู้เรียนสาขาอื่นได้ด้วย ดังนั้นข้อเสนอคือควรศึกษาผลการทดลอง ใช้กับผู้เรียนสาขาอื่นเพื่อศึกษาผลทักษะการคิดวิเคราะห์หรือทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะการสื่อสาร ทักษะการนำเสนอหรือทดลองใช้กับรายวิชาอื่น

6.3.2.2 ในระบบฯ มีการส่งเสริมทักษะการสื่อสารถ่ายทอดและการนำเสนอด้วย ปากเปล่าและการนำเสนอประกอบสื่อ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญที่ผู้ประกอบการต้องการ ดังนั้น ผู้วิจัย เห็นว่าควรศึกษาผลการทดลองใช้งานระบบ โดยวัดทักษะด้านดังกล่าว หรือด้านอื่นด้วย เช่น ด้านการแก้ปัญหา ด้านความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

6.3.2.3 การนำเสนอเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต้องใช้ระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ใน หลายขั้นตอน ควรมีการพัฒนาให้ระบบฯ สามารถนำเสนอได้ในลักษณะประชุมวิดีโอคอนเฟอเรนซ์โดยใช้อุปกรณ์พกพาได้โดยไม่ต้องให้สมาชิกนำเสนอแบบเผชิญหน้า ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างไร้ขีดจำกัด ผู้เรียนและผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนได้ทุกที่ทุกเวลาโดยเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

6.3.2.4 ระบบฯ ในงานวิจัยนี้พัฒนาขึ้นสามารถรองรับเฉพาะสื่อมัลติมีเดียชนิด MP4 เท่านั้น และเนื่องจากปัจจุบันเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์รุ่นหน้าอย่างรวดเร็ว ทำให้มีไฟล์รูปแบบ

ต่าง ๆ เกิดขึ้นและใช้งานอย่างแพร่หลายจำนวนมาก ควรพัฒนาระบบให้รองรับไฟล์สื่อทุกชนิด เช่น สไลด์ Power Point, MTS หรือไฟล์รูปแบบอื่น ๆ เพื่อครอบคลุมการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบต่าง ๆ ได้ครบถ้วน

6.3.2.5 พัฒนาระบบให้รองรับการตรวจจับตำแหน่งสำหรับอ็อกเมนเต็ดบู๊คแบบ Location-based เพื่อแสดงเนื้อหาที่อ้างอิงกับสถานที่ต่าง ๆ นอกเหนือจากการใช้ระบบจับเก็บสถิติการเข้าใช้งาน (Monitoring)

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

- กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2554). [ออนไลน์]. *กรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารระยะ พ.ศ. ๒๕๕๔ - ๒๕๖๓ ของประเทศไทย ICT 2020*. [สืบค้นวันที่ 10 มีนาคม 2556]. จาก <http://www.mict.go.th>
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). [ออนไลน์]. *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542*. [สืบค้นวันที่ 1 กันยายน 2557]. จาก <http://www.moe.go.th/ex-prb05-1.htm>
- \_\_\_\_\_. (2552). [ออนไลน์]. *มาตรฐานคุณวุฒิ ระดับปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์*. [สืบค้นวันที่ 21 มิถุนายน 2556]. จาก <http://cs.kmutnb.ac.th/docs/tqf2.html>
- \_\_\_\_\_. (2557). [ออนไลน์]. *ข้อมูลสถิติด้านการศึกษา ปีการศึกษา 2556-2557*. [สืบค้นวันที่ 21 ตุลาคม 2558]. จาก <http://www.moe.go.th>
- กอบเกียรติ สระอุบล และ พัลลภ พิริยะสรวงศ์. (2557). “สื่อการสอนช่วยลดภาระทางปัญญาสำหรับการศึกษาในยุคดิจิทัล”. *วารสารปัญหาวิจัย*. ปีที่ 6 ฉบับที่ : 198-207.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2550). *การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ธรรมสาร.
- \_\_\_\_\_. (2554). *การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2553). *การคิดเชิงวิเคราะห์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: บริษัทซัคเซสมิเดีย.
- คงรัฐ นวลเปง. (2554). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมจิตแห่งวิทยาการ จิตแห่งการสังเคราะห์และจิตแห่งการสร้างสรรรค์นำหรับนิสิตปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*. ปริญญานิพนธ์การศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- คณะทำงานสำนักอำนวยการสำนักงานปลัดกระทรวงศึกษา. (2553). [ออนไลน์]. *คู่มือการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจ*. [สืบค้นวันที่ 15 กันยายน 2558]. จาก [http://www.moe.go.th/web\\_kasp/thinkanalysis.pdf](http://www.moe.go.th/web_kasp/thinkanalysis.pdf)

- ณมน จีรังสุวรรณ. (2556). *หลักการออกแบบและประเมิน*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ทิสนา แคมมณี. (2552). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แคมมณี. (2554). “ทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ: การบูรณาการในการจัดการเรียนรู้”. *วารสารราชบัณฑิตยสถาน*. ปีที่ 36 ฉบับที่ 2 : 188-204.
- ไทยโพสต์. (2557). [วารสารออนไลน์]. *ผลประเมินเด็กไทยวิเคราะห์ไม่เป็น*. [สืบค้นวันที่ 1 กันยายน 2557]. จาก [http:// www.thaipost.net/node/24279](http://www.thaipost.net/node/24279)
- ธงชัย แก้วกิริยา. (2552). “E-Learning ก้าวไปสู่ M-Learning ในยุคสังคมของการสื่อสารไร้พรมแดน”. *วารสารร่วมพฤษภ*, ปีที่ 28 ฉบับที่ 1 : 112-133.
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. (2551). *การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน*. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.
- ปณิตา วรรณพิรุณ และ ปรัชญนันท์ นิลสุข. (2554). “ผลของการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้เครื่องมือทางปัญญาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา”. *วารสารวิทยบริการ*, ปีที่ 22 ฉบับที่ 3, 1-12.
- ประคอง กรรณสูตร. (2542). *สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรัชญนันท์ นิลสุข. (2554). *เทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ผลิตตำราเรียนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พิชิต ฤทธิจรูญ. (2556). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: แฮสส์ ออฟ เดอร์มิสท์ จำกัด.
- พุลศรี เวศย์อุฬาร. (2551). [ออนไลน์]. *m-learning (เอ็มเลิร์นนิ่ง)*. [สืบค้นวันที่ 15 กรกฎาคม 2556]. จาก <http://thaimlearning.blogspot.com/>
- พุลศรี เวศย์อุฬาร. (2556). “การเพิ่มประสิทธิภาพการสอนด้วยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา”. ใน *National e-Learning Conference NEC 2013*, กรุงเทพมหานคร: TCU, (174-178).
- ไพฑูริย์ สีนลารัตน์. (2549). *การศึกษาเชิงสร้างสรรค์และผลิตภาพ*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- \_\_\_\_\_. (2555). *หลักและเทคนิคการสอนระดับอุดมศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2548). *สถิติและวิธีการวิจัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ*. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- เมตตา คงคาภูถ, และ ปณิตา วรรณพิรุณ. (2555). “รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์”. *วารสารวิทยบริการ*. ปีที่ 23 ฉบับที่ 3 : 79-89.
- ระพีพันธ์ โพธิ์ศรี. (2551). *สถิติเพื่อการวิจัย*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2536). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณุช ธรรมมงคลเดช และ อินทิรา พรหมพันธุ์. (2555). “ผลของการสอนการออกแบบผ้าพิมพ์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึกที่มีต่อผลการเรียนรู้ของนักศึกษาในหลักสูตรศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต”. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*. ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 : 585-599.
- วรรณะ รัตนพงษ์. (2554). [ออนไลน์]. *การจัดการเรียนการสอนแบบตกผลึกทางปัญญาในระดับปริญญาตรี*. [สืบค้นวันที่ 12 มีนาคม 2558]. จาก สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่: <http://research.crru.ac.th>
- วิทยา ประยงค์พันธ์ และ อำนาจ ทองผาสุข. (2556). [ออนไลน์]. *เทคนิคการสอนวิชาปฏิบัติให้ประสบความสำเร็จ*. [สืบค้นวันที่ 11 มีนาคม 2558]. จาก การจัดการความรู้: <http://file.kmutnb.ac.th/prakan.php>
- สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์กรมมหาชน). (2556). *รายงานผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์.
- สำนักงานรัฐมนตรี. (2556). [ออนไลน์]. *นโยบายการศึกษา*. [สืบค้นวันที่ 25 สิงหาคม 2557]. จาก <http://www.moe.go.th/websm/2013/jul/212.html>
- สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน. (2559). [ออนไลน์]. *MOU วิจัยเพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์และการคิดวิเคราะห์*. [สืบค้นวันที่ 2 มกราคม 2559]. จาก <http://www.thaigov.go.th/index.php/th/news-ministry/2012-08-15-09-39-20/item/98728-mou>

- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2549). *แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สิทธิพล อาจอินทร์. (2554). “การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์”. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. ปีที่ 16 ฉบับที่ 1 : 72-82.
- สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. (2528). *ทฤษฎีการเรียนรู้*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2536). *สถิติประยุกต์เพื่อการวิจัย*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อมรรัตน์ วัฒนาธร. (2553). [ออนไลน์]. *การจัดการเรียนการสอนแบบตกผลึกในระดับบัณฑิตศึกษา*. มหาวิทยาลัยนเรศวร. [สืบค้นวันที่ 25 มกราคม 2558]. จาก <http://www.edu.nu.ac.th/education-depart>
- อังสุรีย์ พันธุ์แก้ว และคณะ. (2557). “การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLICK เพื่อส่งเสริมความสามารถในการตกผลึกทางปัญญา สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาการศึกษาปฐมวัย”. *วารสารการวิจัยและสังคมศาสตร์*. ปีที่ 9 ฉบับที่ 27 : 129-136.
- อินทิรา พรหมพันธุ์. (2555). [ออนไลน์]. “ผลของการสอนการออกแบบผ้าพิมพ์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึกที่มีต่อผลการเรียนรู้ของนักศึกษาในหลักสูตรศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต”. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*. ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 : 585-599.
- เอนก พ. อนุกุลบุตร และ แสงเดือน เถาว์เพชร. (2554). *สอนให้คิดเป็น : Teach to Think*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ อีดีเบส.

### ภาษาอังกฤษ

- Adinugroho, T. Y., Reina, A., & Gautama, J. B. (2015). “Review of Multi-Platform Mobile Application Development Using WebView: Learning Management System on Mobile Platform”. *International Conference on Computer Science and Computational Intelligence (ICCSCI 2015)*. Jakarta, Indonesia : Elsevier Ltd, (291-297).
- Ally, M. (2010). *Mobile Learning Transforming the Delivery of Education and Training*. Edmonton : AU Press.
- Amer, A. (2005). *Analytical Thinking*. Cairo : Cairo University.
- Android. (2014). [online]. *Mobile Devices*. [cited July 8, 2013]. Available from : <http://android.com/mobiledevice>

- Apple. (2013). [online]. *iOS developer*. [cited August 11, 2013]. Available from : <http://developer.apple.com>
- Arguel, A., & Jamet, E. (2009). "Using Video and Static Pictures to Improve Learning of Procedural Contents". *Computers in Human Behavior*. Vol.25 No.1 : 354-359.
- Arkansas. (2012). [online]. *Teaching Innovation & Pedagogical Support*. [cited July 8, 2013]. Available from : <http://tips.uark.edu/>
- Art-In, S. (2012). "Development of Teachers' Learning Management Emphasizing on Analytical Thinking in Thailand". *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Vol.46 No.2 : 3339-3344.
- Azar, P. S., Hamidreza, H., & Zahra, F. (2011). "The Modality Effect in Learner-paced Multimedia Learning". *Social and Behavioral Sciences*. Vol.30 No.1 : 1488-1493.
- Baddelay, A. (1992). "Working memory". *Social and Behavioral Sciences* , Vol.10 No.2 : 556-559 .
- BBC. (2010). [online]. *Interactive eBook*. [cited September 2013]. Available from : <http://www.bbc.co.uk/programmes/p0198pwf/faq>
- Birmingham, U. (2005). *Library and Learning Resources : Birmingham City University*. [cited July 10, 2013], Available from : <http://library.bcu.ac.uk>
- Bidaki, M. Z., Sanati, A. R., & Ghannad, F. R. (2013). "Producing and Introducing Mobile Books, as a new model of providing learning content in medical sciences". *2nd World Conference on Educational Technology Researches (WCETR)*. Nicosia, Kyrenia : Elsevier Ltd, (99-102).
- Billinghurst, M. K. (2001). "The Magic Book – Moving Seamlessly between Reality and Virtuality". *IEEE Computer Graphics and Applications*. Vol.21 No.3 : 16-22.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Education Objectives Handbook I: Cognitive Domain*. New York: David McKay Company Inc.
- Brünken, R., Plass, J. L., & Leutner, D. (2003). "Direct Measurement of Cognitive Load in Multimedia Learning". *EDUCATIONAL PSYCHOLOGIST*. Vol.38 No.1 : 53–61.
- Cadavieco, J. F., Goulão, M. d., & Costales, A. F. (2012). "Using Augmented Reality and m-Learning to Optimize Students Performance in Higher Education". *Social and Behavioral Sciences*. Vol.46 No.1 : 2970-2977.

- Cai, S., Wang, X., & Chiang, F. K. (2014). "A case study of Augmented Reality simulation system application in a Chemistry course". *Computers in Human Behavior*. Vol.37 No1 : 31-40.
- Chen, B., & Denoyelles, A. (2013). [online]. *Exploring Students' Mobile Learning Practices in Higher Education*. [cited July, 2015]. Available from : <http://www.educause.edu/ecar/research-publications>
- Cheong, C., Bruno, V., & Cheong, F. (2012). "Designing a Mobile-app-based Collaborative Learning System". *Journal of Information Technology Education*. Vol.11 No2 : 112-122.
- Chin, K. Y., & Chen, Y. L. (2013). "A Mobile Learning Support System for Ubiquitous Learning". *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Vol.73 : 14-21.
- Chou, T.-L., & ChanLin, L.-J. (2012). "Augmented Reality Smartphone Environment Orientation Application: A Case Study of the Fu-Jen University Mobile Campus Touring System". *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Vol.46 : 410-416.
- Coates, C., et al. (2009). "Using mobile technologies for assessment and learning in practice settings: Outcomes of five case studies". *International Journal on E-Learning*, Vol.8 No.2 : 193-207.
- Crookshanks, E. (2014). *Practical Software Development Techniques*. New York : Apress.
- Culatta, R. (2011). [online]. *Looking to a Modularized Future*. [cited June, 2015]. Available from : [http://innovativelearning.com/learning\\_management](http://innovativelearning.com/learning_management)
- Denso. (1994). [online]. *QR Code*. [cited June, 2014]. Available from : <http://www.qrcode.com/en/>
- Dias, A., et al. (2008). *An Introduction to Mobile learning*. Ireland : Socrates.
- Dooley, J. (2011). *Software Development and Professional Practice*. New York : Apress.
- Drobnik, O. (2011). *Barcodes with iOS*. New York : Manning.
- Eiksund, O. (2012). [online]. *Children's Interaction with augmented reality storybooks*. [cited July 5, 2013]. Available from : <http://hdl.handle.net/1956/5716>
- Eller, R. (2015). "Implementing Design Into Instruction: Intersections Between the Waterfall model and ADDIE Model". *Assumption University-eJournal of Interdisciplinary Research (AU-eJIR)*. Vol.1 No.1 : 63-69.

- Elliott, A. C., & Woodward, W. A. (2016). *IBM SPSS by Example A Practical Guide to Statistical Data Analysis*. London: SAGE.
- Foti, M. K., & Mendez, J. (2014). "Mobile Learning: How Students Use Mobile Devices to Support Learning". *Journal of Literacy and Technology*. Vol.15 No.3 : 125-133.
- Gammon, R. (2012). [online]. *3 general types of ebooks*. [cited July 9, 2013]. Available from : <http://www.asialanguage.com/3-general-types-ebooks>
- Gauci, S. A., et al. (2009). "Promoting student-centered active learning in lectures with a personal response system". *Adv Physiol Educ*. Vol.33 No.1 : 60-71.
- George Margetis, X. Z. (2012). "Augmented interaction with physical books in an Ambient Intelligence learning environment". *Multimedia Tools and Applications*. Vol.51 No.3 : 66-75.
- Google. (2013). [online]. *What is Andoird*. [cited Available from : <http://www.android.com>
- Google. (2014). [online]. *Google Apps*. [cited June,2 2014]. Available from : <http://www.google.com/edu>
- Hamilton, K. E. (2011). [online]. *Augmented Reality in Education*. [cited July 10, 2013]. Available from : [http://wik.ed.uiuc.edu/articles/a/u/g/Augmented\\_Reality\\_in\\_Education\\_51fa.html](http://wik.ed.uiuc.edu/articles/a/u/g/Augmented_Reality_in_Education_51fa.html)
- Hemabala, J., & Suresh, E. (2014). "The Frame Work Design Of Mobile Learning Management System". *International Journal of Computer and Information Technology*. Vol.1 No.2.
- Hornecker, E., & Dunser, A. (2009). "Supporting Early Literacy with Augmented Books – Experiences with an Exploratory Study". *Proceedings of the German Society*. Germany : Kollen Verlag
- Hovland, C. I., Lumsdaine, A. A., & Sheffield, F. D. (1949). *Experiments on Mass Communication. Studies in Social Psychology in World War II. Volume III*. Princeton University Press.
- Isaacs, S. (2012). *Turning On Mobile Learning in Africa and the Middle East*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Jamali, S. S., et al. (2015). "Utilising Mobile-Augmented Reality for Learning Human Anatomy". *7th World Conference on Educational Sciences, (WCES-2015)*. Athens, Greece: Elsevier Ltd. (659-668).

- Jan L. Plass a, S. H. (2013). "Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on affect and learning". *Learning and Instruction*.
- Jeroen, J., Van Merriënboer, J., & Sweller, J. (2005). "Cognitive Load Theory and Complex Learning: Recent Developments and Future Directions". *Educational Psychology Review*. Vol.2, 147-178.
- Jr, R. J. (1999). *Psychology of Intelligence Analysis*. Central Intelligence Agency.
- Karalis, T., & Vorvilas, G. (2011). "Designing Multimedia Learning Material for Adult Education: An interdisciplinary approach". *Review of Science, Mathematics and ICT Education*. Vol.5 No.2 : 85-108.
- Kartwohl, D. (2002). Revising Bloom's Taxonomy. *Theory into Practice*.
- Kaywa, Q. (2008). [online]. *QR Codes Generator and Design*. (QR Code) [cited June, 2015]. Available from : <http://qrcode.kaywa.com/>
- Keegan, D. (2005). *Mobile Learning: The Next Generation of Learning*. [cited March, 2014]. Available from : <http://learning.ericsson.net/mlearning2/files/workpackage5/book.doc>
- Khlaisang, J. (2012). "Development of Pedagogical Blended E-learning using Cognitive Tools Based Upon Constructivist Approach for Knowledge Construction in Higher Education". *International e-Learning Conference (IEC 2012)*. Bangkok : TCU Press, (178-186).
- Koseeyaporn, P. (2013). "A Qualitative Investigation of Computer Tablet Pilot Project for Grade 7: A Case Study". *The First International Conference on Technical Education*. Bangkok : KMUTNB Press, (57-61).
- Law, C.-Y. &. (2010). "QR Codes in education". *Journal of Educational Technology Development and Exchange*. Vol.3 No.1 : 85-100.
- Liu, H. H. (2009). *Software performance and scalability : a quantitative approach*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia Learning*. Cambridge.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (1998). [online]. *A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles*. [cited June, 2014]. Available from : <http://www.unm.edu/~moreno/PDFS/chi.pdf>

- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). "Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning". *EDUCATIONAL PSYCHOLOGIST*. Vol.38 No.1 : 43-52.
- McKinney, K. (2008). *Sociology Through Active Learning: Student Exercises*. CA USA: Pine Forge Press.
- MOE. (2012). [online]. *Educational Policies and Strategies for Thai Education*. [cited June 2015]. Available from : <http://www.moe.go.th/en>
- Moore, M. (1989). "Three Types of Interaction". *The American Journal of Distance Education*. Vol.3 No.2 : 1-6.
- Nilsook, P., et al. (2008). "A Model for the Development of e-Learning by the Role Model Teachers of the Office of Vocational Education Commission, Thailand". *International e-Learning Conference 2008 : "e-Learners in the Generation 2.0"*. Bangkok, Thailand.
- Nilsook, P., & Sriwongkol, T. (2009). "The Development of Multi-weblog with Knowledge Management for Thailand's Higher Education". *International Conference on Information and Multimedia Technology (ICIMT 2009)*. Korea : ICIMT Press, (315-318).
- Nilsook, P., & Wannapiroon, P. (2012). "Blended e-Learning Activities for the Information and Innovation Management Course: Its Outcomes of Graduate Students' Bangkok-Thonburi University". *International e-Learning Conference 2012 (IEC2012)*. Bangkok : TCU Press, (221-227).
- \_\_\_\_\_. (2014). "International Distance Consulting via Web Conferencing". *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. Vol.9 No.4 : 60-64.
- Nilsook, P., Utakrit, N., & Clayden, J. (2014). "Imagineering in Education: A Framework to Enhance Students' Learning Performance and Creativity in Thinking". *Educational Technology*. Vol.54 No.1 : 14-20.
- O'Connor, B. (2008). [online]. *Digital Transformation A Framework for ICT Literacy*. USA. [cited March, 2014]. Available from : <http://www.ets.org/>
- Overbaugh, R. C., & Schultz, L. (2011). *Bloom's Taxonomy*. [cited 2014, Available from : [http://fitnyc.edu/files/pdfs/CET\\_TL\\_BloomsTaxonomy.pdf](http://fitnyc.edu/files/pdfs/CET_TL_BloomsTaxonomy.pdf)
- Rambli, M. W. (2012). [online]. "Design consideration for Augmented Reality book-based application for collaborative learning environment". *Computer & Information Science*

- (*ICCIS*), 2012 International Conference. (1123 – 1126). Kuala Lumpur: IEEE. [cited June, 2014]. Available from : <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=6297194>
- Refsnes, D. (2013). [online]. *HTML Responsive Web Design*. [cited April, 2015]. Available from : [www.w3schools.com](http://www.w3schools.com)
- Samsiah, B., & Azidah, A. Z. (2013). “Adoption and application of mobile learning in the education”. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Vol.90 : 720–729.
- Santana-Mancillaa, P. C., et al. (2012). “Service Oriented Architecture to Support Mexican Secondary Education through Mobile Augmented Reality”. *The 9th International Conference on Mobile Web Information Systems (MobiWIS)*. Ontario, Canada: Elsevier Ltd, (721-727).
- Saraubon, K., & Wanapiroon, P. (2014). “Investigation of Augmented Book using Multimedia Learning on Mobile Device”. *The Fifth TCU International e-Learning Conference 2014*. Bangkok : TCU Press.
- Saraubon, K., Nilsook, P., & Wanapiroon, P. (2015). “Design of Crystal-based Learning on Mobile Augmented Book”. *The Sixth TCU International e-Learning Conference 2015: Global Trends in Digital Learning*. Bangkok : TCU Press.
- Savoji, A. P., Hassanabadi, H., & Fasihpour, Z. (2011). “The Modality Effect in Learner-paced Multimedia Learning”. *Social and Behavioral Sciences*. Vol.30 : 1488-1493.
- Schüler, A., et al. (2012). “Explaining the modality effect in multimedia learning: Is it due to a lack of temporal contiguity with written text and pictures?”. *Learning and Instruction*. Vol.22 No.2 : 92-102.
- SEG. (2008). *Understanding Multimedia Learning: Integrating multimedia in the K-12 classroom*. [cited June, 2013]. Available from : <http://www.brainpop.com>
- Seyitoulları, K., & Katrancıoglu, S. (2013). “Mobile Learning Management System as a Course Supplementary”. *Social and Behavioral Sciences*, Vol. 83 : 443-447.
- Shaffer, D., Doube, W., & Tuovinen, J. (2003). “Applying Cognitive Load Theory to Computer Science Education”. *Psychology of Programming Interest*. UK : UK Press, (333-346).
- Shuler, C., Winters, N., & West, M. (2013). *The Future of Mobile Learning*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

- Smith, B. L., & MacGregor, J. T. (1992). What is collaborative learning? In *Collaborative Learning: A Sourcebook for Higher Education*.
- Sokinsky, B. (2010). *Cloud Computing Bible*. Indiana: Wiley Publishing Inc.
- Sommerville, I. (2007). *Software Engineering*. New York: Addison-Wesley Publishers Limited.
- StoryToys. (2013). [online]. *Grimm's Rapunzel*. [cited June, 2013]. Available from : <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.storytoys.GrimmsRapunzel.GooglePlay>
- Sweller, J. (2008). "Evolution of human cognitive architecture". *The Psychology of Learning and Motivation*. Vol.43 : 215–266.
- Sweller, J., Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). "Cognitive Architecture and Instructional Design". *Educational Psychology Review*. Vol.10 No.3 : 251-296.
- Walmsley, P. (2016). *XQuery* (2 ed.). CA, USA: O'Reilly Media Inc.
- Washington, U. (2004). [online]. *What is Mobile Device*. [cited July 5, 2013]. Available from : <http://cse.wustl.edu/Pages/default.aspx>
- WAVE, D. (2007). [online]. *QR Code: How to introduce it?* [cited June, 2014]. Available from : <http://www.qrcode.com/en>
- Yozzo. (2016). [online]. *Internet, Computer and Mobile Phone Usage 2011-2015*. [cited January, 2016]. Available from <http://www.yozzo.com/news-and-information>
- Yousef, A. M., Chatti, M. A., & Schroeder, U. (2014). "Video-Based Learning: A Critical Analysis of The Research Published in 2003-2013 and Future Visions". *eLmL 2014 : The Sixth International Conference on Mobile, Hybrid, and On-line Learning*. Germany : RWTH Publications, (112-119).

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- ตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

**ตารางที่ ก-1** รายนามผู้เชี่ยวชาญตอบแบบสัมภาษณ์เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดและกิจกรรม  
การเรียนรู้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเท็ดรีกิตี  
เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

|   | ชื่อ สกุล                    | ตำแหน่ง/สังกัด/สถาบัน  |
|---|------------------------------|--|
| 1 | ผศ.ดร.สุราษฎร์ พรหมจันทร์    | อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล<br>คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ              |
| 2 | ผศ.ดร.เบญจพร ลิ้มธรรมภรณ์    | อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และ<br>สารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 3 | ผศ.ดร.พรจิต ประทุมสุวรรณ     | อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล<br>คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ              |
| 4 | อาจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม     | อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน<br>ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์<br>จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย                    |
| 5 | อาจารย์ ดร.วัตสาตรี คิถิยนต์ | ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  |
| 6 | อาจารย์ ดร.รอบทิศ ไวยสุศรี   | อาจารย์ประจำหมวดวิชาศึกษาทั่วไป คณะศิลปศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์   |
| 7 | อาจารย์ ดร.มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ  | อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ<br>คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ        |
| 8 | อาจารย์ ดร.ณัฐกานต์ ภาคพรต   | อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี  |
| 9 | อาจารย์ ดร.ฉันทนา ปาปัดถา    | ผู้ช่วยคณบดี หัวหน้างานประกันคุณภาพการศึกษา<br>คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร               |

ตารางที่ ก-2 รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินกรอบแนวคิดและกิจกรรมการเรียนรู้ระบบจัดการเรียนรู้  
ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเท็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

|   | ชื่อ สกุล                    | ตำแหน่ง/สังกัด/สถาบัน   |
|---|------------------------------|---|
| 1 | รศ.ดร.ณมน จีรังสุวรรณ        | ผู้อำนวยการ โครงการหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 2 | รศ.ดร.สิทธิพล อาจอินทร์      | รองคณบดีฝ่ายวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น  |
| 3 | ผศ.ดร.พัลลภ พิริยะสุวรรณค์   | อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ                                   |
| 4 | ผศ.ดร.สุราษฎร์ พรหมจันทร์    | อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ   |
| 5 | ผศ.ดร.เบญจพร ลีมธรรมาภรณ์    | อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ   |
| 6 | ผศ.ดร.พรจิต ประทุมสุวรรณ     | อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ   |
| 7 | อาจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม     | อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย   |
| 8 | อาจารย์ ดร.วัดสาตรี คิถียนต์ | ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  |
| 9 | อาจารย์ ดร.รอบทิศ ไวยสุศรี   | อาจารย์ประจำหมวดวิชาศึกษาทั่วไป คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต   |

## ตารางที่ ก-3 (ต่อ)

|    | ชื่อ สกุล                        | ตำแหน่ง/สังกัด/สถาบัน  |
|----|----------------------------------|--|
| 10 | อาจารย์ ดร.มหศักดิ์ เกตุน้ำ      | อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ<br>คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ              |
| 11 | อาจารย์ ดร.ณัฐกานต์ ภาคพรต       | อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี  |
| 12 | อาจารย์ ดร.นันทนา ปาปัดถา        | ผู้ช่วยคณบดี หัวหน้างานประกันคุณภาพการศึกษา<br>คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร                     |
| 13 | อาจารย์ ดร.พินันทา นัตร์วัฒนา    | อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรม<br>อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 14 | อาจารย์ ดร.สรญา เปรี้ยวประสิทธิ์ | อาจารย์ประจำแผนกวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ<br>สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ<br>วิทยาลัยพาณิชยการธนบุรี  |

ตารางที่ ก-4 รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินสถาปัตยกรรมระบบและบทบาทกิจกรรมการเรียนรู้  
ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตลกกลทางปัญญาด้วยอ้ออกเมนเต็ดบูก  
เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

|    | ชื่อ สกุล                        | ตำแหน่ง/สังกัด/สถาบัน   |
|----|----------------------------------|---|
| 1  | รศ.ดร.สิทธิพล อัจฉินทร์          | รองคณบดีฝ่ายวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น  |
| 2  | ผศ.ดร.พัลลภ พิริยะสุวรรณค์       | อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 3  | ผศ.ดร.เบญจพร ลิ้มธรรมมาภรณ์      | อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ               |
| 4  | ผศ.ดร. พรจิต ประทุมสุวรรณ        | อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ                           |
| 5  | อาจารย์ ดร.วัตสาตรี ดิถียนต์     | ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  |
| 6  | อาจารย์ ดร.รอบทิศ ไวยสุศรี       | อาจารย์ประจำหมวดวิชาศึกษาทั่วไป คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์   |
| 7  | อาจารย์ ดร.มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ      | อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ                     |
| 8  | อาจารย์ ดร.พินันทา นัตรวัดนา     | อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ         |
| 9  | อาจารย์ ดร.สรญา เป็ริยวประสิทธิ์ | อาจารย์ประจำแผนกวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยพาณิชยการธนบุรี   |
| 10 | อาจารย์ ดร. นันทนา ปาปัดดา       | ผู้ช่วยคณบดี หัวหน้างานประกันคุณภาพการศึกษา คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร                            |

ตารางที่ ก-5 รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

|   | ชื่อ สกุล                     | ตำแหน่ง/สังกัด/สถาบัน   |
|---|-------------------------------|---|
| 1 | ผศ.ดร.พัลลภ พิริยะสุวรรณค์    | อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 2 | ผศ.ดร.เบญจพร ลิ่มธรรมมาภรณ์   | อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ               |
| 3 | ผศ.ดร.พรจิต ประทุมสุวรรณ      | อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ                           |
| 4 | อาจารย์ ดร.วัตสาตรี คิถียนต์  | ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  |
| 5 | อาจารย์ ดร.รอบทิศ ไวยสุศรี    | อาจารย์ประจำหมวดวิชาศึกษาทั่วไป คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์   |
| 6 | อาจารย์ ดร.มหศักดิ์ เกตุน้ำ   | อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ                     |
| 7 | อาจารย์ ดร.ประดิษฐ์ เหมือนนาค | อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ                           |

ตารางที่ ก-6 รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินสื่อมัลติมีเดียรายวิชาระบบปฏิบัติการสำหรับ  
ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตลกกลีทางปัญญาด้วยอ้ออกเมนเต็ดบู๊ก  
เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

|   | ชื่อ สกุล                      | ตำแหน่ง/สังกัด/สถาบัน   |
|---|--------------------------------|---|
| 1 | ผศ.ดร.เบญจพร ลิ้มธรรมภรณ์      | อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และ<br>สารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ                            |
| 2 | อาจารย์ โชติรส สุรพลชัย        | อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการ<br>คอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์<br>จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย   |
| 3 | อาจารย์ธีราทร ชนียิ่ง          | รองผู้อำนวยการสถาบันสหกิจศึกษาฯ (TGDE)<br>อาจารย์ประจำภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา<br>คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 4 | อาจารย์ ดร.ฐิติมา ช่างชัย      | หัวหน้าสาขาการจัดการเทคโนโลยีการผลิต<br>และสารสนเทศ<br>วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ                      |
| 5 | อาจารย์ ดร.พินันทา นัตรวัดนา   | อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรม<br>อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ                      |
| 6 | อาจารย์ เกียรติศักดิ์ โยชนะนัง | อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  |

ตารางที่ ก-7 รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบวัดการคิดวิเคราะห์รายวิชาระบบปฏิบัติการ

|   | ชื่อ สกุล                      | ตำแหน่ง/สังกัด/สถาบัน  |
|---|--------------------------------|--|
| 1 | ผศ.ดร.เบญจพร ลีมธรรมาภรณ์      | อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ                          |
| 2 | อาจารย์ โชติรส สุรพลชัย        | อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย   |
| 3 | อาจารย์ธีราทร ชนียิ่ง          | รองผู้อำนวยการสถาบันสหกิจศึกษาฯ (TGDE) อาจารย์ประจำภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 4 | อาจารย์ ดร.จิตติมา ช่างชัย     | หัวหน้าสาขาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ                       |
| 5 | อาจารย์ เกียรติศักดิ์ โยชนะนัง | อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  |

## ตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

ที่ ศธ ๐๕๒๕.๓/๔๕๖



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
๑๕๑๘ ถนนประชากรราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง  
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐

๑๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินเครื่องมือการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิพล อาจอินทร์ รองคณบดีฝ่ายวิจัย  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นายกอบเกียรติ สระอุบล นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยหนังสือเสมือนเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงเพื่อให้ได้เครื่องมือเพื่อการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิระศักดิ์ วิตตะ)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติกรแทนคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ศูนย์บูรณาการวิชาชีพครุศาสตร์อุตสาหกรรม

โทรศัพท์ ๐ ๒๕๕๕ ๒๐๐๐ ต่อ ๓๒๗๒

ที่ ศธ ๐๕๒๕.๓/๕๐๖



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
๑๕๑๘ ถนนประชากรราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง  
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐

๑๔ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.วัตสาตรี ดิถียนต์ อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นายกอบเกียรติ สระอุบล นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตลกกลิ้งทางปัญญาด้วยหนังสือเสมือนเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงเพื่อให้ได้เครื่องมือเพื่อการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าวเพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิระศักดิ์ วิตตะ)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ศูนย์บูรณาการวิชาชีพครุศาสตร์อุตสาหกรรม

โทรศัพท์ ๐ ๒๕๕๕ ๒๐๐๐ ต่อ ๓๒๗๒

## ภาคผนวก ข

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบสัมภาษณ์เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และระบบ  
สำหรับผู้สอน และผู้เรียน
- แบบประเมินกรอบแนวคิด กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และบทบาทกิจกรรมการเรียนรู้  
ระหว่างผู้สอน ผู้เรียนและองค์ประกอบสถาปัตยกรรมในระบบ
- แบบประเมินสถาปัตยกรรมระบบ
- แบบประเมินระบบ
- แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อระบบ
- แบบประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียสำหรับอีกรเมนที่คบุ๊ก โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อสื่อมัลติมีเดีย

แบบสัมภาษณ์เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และระบบจัดการเรียนรู้  
ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

แบบสัมภาษณ์เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และ  
ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก  
เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

**ชื่องานวิจัย:** ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก  
เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

Interactive Learning Management System on Mobile Augmented Book  
to Enhance Analytical Thinking

**ผู้วิจัย:** นายกอบเกียรติ สระอุบล

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**อาจารย์ที่ปรึกษา:** รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย:-**

1. เพื่อออกแบบสถาปัตยกรรมระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญา  
ด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์
2. เพื่อพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก  
เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์
3. เพื่อศึกษาผลการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วย  
อ็อกเมนเต็ดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

### คำชี้แจง:-

แบบสัมภาษณ์ ประกอบด้วยคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ ได้มุ่งเน้นสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบดกผลิกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเท็ดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ โดยใช้คำถามปลายเปิดที่ครอบคลุมในประเด็นสภาพปัญหาในการจัดการเรียนรู้สำหรับคณาจารย์ในปัจจุบัน สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการเรียนรู้และการทำกิจกรรม สภาพการณ์ที่ควรจะเป็นหรือเหมาะสมกับระบบการศึกษาในระดับอุดมศึกษาของสังคมไทย ทักษะทางปัญญาที่พึงประสงค์ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน เพื่อสังเคราะห์กรอบแนวคิดของระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบดกผลิกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเท็ดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คำถามประกอบด้วย 9 ด้านดังนี้

1. ด้านหลักสูตร (Curriculum)
2. ด้านเนื้อหา (Contents)
3. ด้านสื่อการสอนและทรัพยากรการเรียนรู้ (Media and Learning Tools)
4. ด้านผู้สอน (Instructors)
5. ด้านผู้เรียน (Learners)
6. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน (Activities)
  - 6.1 กิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน
  - 6.2 กิจกรรมที่ส่งเสริมการพัฒนาการคิดวิเคราะห์
7. ด้านโครงสร้างพื้นฐานที่สนับสนุนการเรียนการสอน (Infrastructure)
8. ด้านระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (LMS/CMS)
9. ด้านการประเมินผล (Assessment)

### ประเด็นคำถาม:-

1. ด้านหลักสูตร (Curriculum)
  - 1.1 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร
  - 1.2 หลักสูตรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะด้านใดบ้าง
  - 1.3 ทักษะที่พึงประสงค์ของผู้เรียน ที่ผู้ประกอบการต้องการมีอะไรบ้าง
  - 1.4 ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น และแนวทางการปรับปรุงแก้ไข
2. ด้านเนื้อหา (Contents)
  - 2.1 วัตถุประสงค์ของรายวิชา
  - 2.2 รูปแบบของเนื้อหาในรายวิชา มีลักษณะอย่างไรบ้าง

- 2.3 การนำเสนอเนื้อหาเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
3. ด้านสื่อการสอนและทรัพยากรส่งเสริมการเรียนรู้ (Medias Resources and Learning Tools)
- 3.1 สื่อการเรียนการสอนปัจจุบันที่ใช้อยู่มีอะไรบ้าง
- 3.2 หนังสือยังมีความจำเป็นอยู่หรือไม่
- 3.3 อุปกรณ์พกพาของผู้เรียน สามารถนำมาประกอบการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ได้หรือไม่ แนวทางการใช้งานเป็นอย่างไรบ้าง
- 3.4 รูปแบบสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชามีลักษณะอย่างไร
- 3.5 ความถี่ในการใช้สื่อ
- 3.6 ลักษณะการนำเสนอสื่อ
- 3.7 วิธีการและแหล่งที่มาของสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน
- 3.8 แนวทางในการเลือกใช้สื่อ
- 3.9 มีความจำเป็นและความถี่ในการปรับปรุงพัฒนาสื่อให้ทันสมัยหรือให้สอดคล้องกับวิวัฒนาการหรือการเปลี่ยนแปลงของเนื้อหาอย่างไรบ้าง
- 3.10 มีวิธีการปรับปรุงพัฒนาสื่อให้ทันสมัยหรือให้สอดคล้องกับวิวัฒนาการหรือการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง
- 3.11 สื่อการเรียนการสอนประเภทมัลติมีเดียมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับการเรียนการสอนหรือไม่
- 3.12 สื่อมัลติมีเดียที่ดีควรมีลักษณะอย่างไร
- 3.13 ระยะเวลาที่เหมาะสมในการนำเสนอสื่อมัลติมีเดียแต่ละเรื่อง
- 3.14 ปัญหาและอุปสรรคเกี่ยวกับสื่อประกอบการเรียนการสอน
4. ด้านผู้สอน (Instructors)
- 4.1 ความพร้อมด้านเทคนิควิธีในการสอนของผู้สอนเอง
- 4.2 ความพร้อมด้านวิชาการ
- 4.3 ทักษะในการใช้สื่อต่าง ๆ
- 4.4 มีการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ช่วยในการเรียนการสอนอย่างไรบ้าง
- 4.5 ปัญหาและอุปสรรคในการสอน
5. ด้านผู้เรียน (Learners)
- 5.1 ลักษณะนิสัย พฤติกรรมของผู้เรียนปัจจุบัน
- 5.2 พื้นฐานความรู้ และทักษะของผู้เรียน

- 5.3 ผู้เรียนระดับใดที่มีความพร้อมในการเรียนด้วยระบบ m-Learning
- 5.4 ความพร้อมทักษะการใช้งานพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของผู้เรียนสำหรับการเรียนด้วย m-Learning
- 5.5 ปัญหาอุปสรรคของผู้เรียน
- 6. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน (Activities)
  - 6.1 กิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน
    - 6.1.1 กิจกรรมการเรียนการสอนแบบเผชิญหน้า (Face-to-face) มีความจำเป็นอยู่หรือไม่ อย่างไร
    - 6.1.2 เทคนิควิธีการสอนของผู้สอนที่ใช้อยู่ มีอะไรบ้าง
    - 6.1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ใดบ้าง
    - 6.1.4 ปัญหาและอุปสรรคของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน
  - 6.2 กิจกรรมที่ส่งเสริมการพัฒนาการคิดวิเคราะห์
    - 6.2.1 องค์ประกอบใดที่ช่วยพัฒนาการคิดวิเคราะห์
    - 6.2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ควรมีลักษณะอย่างไร
    - 6.2.3 การนำเทคโนโลยีมาช่วยในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์สามารถทำได้อย่างไรบ้าง
    - 6.2.4 ระยะเวลาที่เหมาะสมในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ
    - 6.2.5 ปัญหาและอุปสรรค
- 7. ด้านโครงสร้างพื้นฐานที่สนับสนุนการเรียนการสอน (Infrastructure)
  - 7.1 โครงสร้างพื้นฐานที่สนับสนุนการเรียนการสอนยุคปัจจุบันและในอนาคต มีอะไรบ้าง
  - 7.2 ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
  - 7.3 การครอบคลุมเครือข่ายสัญญาณและความเร็ว
  - 7.4 อุปกรณ์ที่นำมาใช้สำหรับการเรียนการสอนมีอะไรบ้าง
  - 7.5 ปัญหาและอุปสรรค
- 8. ด้านระบบบริหารจัดการ การเรียนการสอน (LMS/CMS)
  - 8.1 ระบบจัดการเรียนที่ใช้งานอยู่ปัจจุบันสามารถครอบคลุมวัตถุประสงค์การใช้งานหรือไม่

- 8.2 ต้องการให้มีความสามารถด้านใดเพิ่มเติม หรือต้องการปรับปรุงระบบด้านใดบ้าง
  - 8.3 ระบบบริหารจัดการ การเรียนการสอน ควรประกอบด้วยอะไรบ้าง
  - 8.4 อีคอมเม้นท์คัมมิตีที่ใช้งานร่วมกับระบบ LMS/CMS ควรประกอบด้วยอะไรบ้าง
  - 8.5 สถาปัตยกรรมระบบและการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพสำหรับระบบเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่ายที่เป็นอุปกรณ์พกพา
  - 8.6 รูปแบบการสื่อสารที่เหมาะสมกับ Digital Content และข้อมูลระหว่างเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่ายที่เป็นอุปกรณ์พกพา
  - 8.7 ปัญหาอุปสรรคในการใช้ระบบปัจจุบัน
9. ด้านการประเมินผล (Assessment)
- 9.1 การวัดและประเมินผลทักษะด้านต่าง ๆ ควรเป็นอย่างไร
  - 9.2 การวัดและประเมินผลทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ ควรเป็นอย่างไร





6.2 กิจกรรมที่ส่งเสริมการพัฒนาการคิดวิเคราะห์.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. ด้านโครงสร้างพื้นฐานที่สนับสนุนการเรียนการสอน (Infrastructure).....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. ด้านระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (LMS/CMS).....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. ด้านการประเมินผล (Assessment).....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสัมภาษณ์และสำรวจผู้เรียนเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

แบบสัมภาษณ์และสำรวจผู้เรียนเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดและกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

คำชี้แจง : กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็นของท่านมากที่สุด  
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ :

1) ชาย                       2) หญิง

2. อายุ :

1) 12-14 ปี               2) 15-16 ปี               3) 17-18 ปี  
 4) 19-20 ปี               5) 21 ปี ขึ้นไป

3. กำลังศึกษาอยู่ในระดับ :

1) ปริญญาตรี ปีที่ 2     2) ปริญญาตรี ปีที่ 3     3) ปริญญาตรี ปีที่ 4

4. ท่านมีอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา ซึ่งพกติดตัวเป็นประจำ หรือไม่ :

1) มี (หากมีมากกว่า 1 เครื่อง กรุณาเลือกเครื่องที่ท่านใช้บ่อยที่สุด ดังต่อไปนี้)

เป็นชนิด  1.1) โทรศัพท์ธรรมดา (Feature phone ติดตั้ง App เพิ่มไม่ได้)

1.2) สมาร์ทโฟน (Smartphone) รุ่น.....

ระบบ  1) Android     2) iOS (iPhone)     3) Windows     4) อื่น ๆ

ขนาดหน้าจอ

1) 2.8 - 3.9"     2) 4 - 4.9"     3) 5 - 5.9"     4) 6 - 6.9"

พื้นที่เหลือใช้สำหรับเก็บข้อมูล (Available Storage)

1) ไม่เกิน 1GB     2) 1-2.9 GB     3) 3-5 GB     4) มากกว่า 5 GB

2) ไม่มี

5. ท่านมีแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ หรือไม่ :

1) มี

ระบบ  1) Android     2) iOS (iPad)     3) Windows     4) อื่น ๆ

ขนาดหน้าจอ  1) 7 - 7.9"     2) 8 - 8.9"     3) 9 - 9.9"     4) 10 - 11"

(iPad mini = 7.9" , iPad 2,3,4, Air = 9.7")

2) ไม่มี

6. หากท่านมีแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ :

- 1) ยินดีนำมาใช้ประกอบการเรียน  2) ไม่สามารถนำมาใช้ประกอบการเรียนได้
7. ท่านมีอุปกรณ์หูฟังเพื่อใช้กับสมาร์ทโฟน/แท็บเล็ตคอมพิวเตอร์/iPad หรือไม่ :
- 1) มี  2) ไม่มี
8. สำหรับท่านที่มีอุปกรณ์สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต ท่านเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตในลักษณะใด :
- 1) เชื่อมต่อตลอดเวลาด้วย Mobile Data  2) ใช้ Wi-Fi เท่านั้น
- 3) ใช้ Mobile Data สลับกับ Wi-Fi ขึ้นอยู่กับสถานที่  4) ไม่เชื่อมต่อเลย

## ส่วนที่ 2 แบบฟอร์มบันทึกการสัมภาษณ์ผู้เรียน

วันที่สัมภาษณ์ ..... เวลา .....

1. ด้านความพร้อมทักษะเทคโนโลยีสารสนเทศของผู้เรียน .....
2. ด้านสื่อการสอนและทรัพยากรการเรียนรู้ในสถานะปัจจุบัน (Media and Learning Tools) .....
3. ด้านสื่อการสอนและทรัพยากรการเรียนรู้ที่ต้องการ (Media and Learning Tools) .....

4. ด้านความต้องการโครงสร้างพื้นฐานที่สนับสนุนการเรียนการสอน (Infrastructure).....

.....

.....

.....

5. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน การแบ่งกลุ่มทำงานในชั้นเรียน .....

.....

.....

.....

.....

6. ด้านระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (LMS/CMS).....

.....

.....

.....

.....

7. ด้านความเห็นที่มีต่อการใช้อุปกรณ์พกพาและอ็อกเมนเต็ดบู้กประกอบการเรียนการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ตารางที่ ข-1 ตารางเทียบเคียงเพื่อสังเคราะห์ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์  
แบบตกผลึกทางปัญญาดำวย้ออกเมนที่เดบู้กที่สังเคราะห์กำหนดโดยผู้วิจัย

| ขั้นตอนและกิจกรรมตาม<br>เทคนิคการสอนแบบตกผลึก<br>ทางปัญญา (ไพทอร์ย์, 2555)   | ขั้นตอนและกิจกรรมที่สังเคราะห์<br>และกำหนดโดยผู้วิจัย  |
|--|--|
| <p><b>1. ขั้นการพัฒนางาน</b></p> <p>1.1 ทำความเข้าใจกับ<br/>จุดมุ่งหมาย<br/>วัตถุประสงค์</p> <p>1.2 ศึกษารายละเอียดและ<br/>วิเคราะห์</p> <p>1.3 เขียนงานเป็นรายบุคคล</p> | <p><b>1. ขั้นการพัฒนางาน</b></p> <p>1.1 ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้และกำหนดประเด็น<br/>ปัญหา</p> <p>1.2 ผู้เรียนศึกษาข้อมูลเนื้อหาโดยศึกษาจากอ้อกเมนที่เดบู้ก</p> <p>1.3 ผู้เรียนวิเคราะห์ Analysis of Elements Analysis of<br/>Relationships และ Analysis of Organizational<br/>Principles</p> <p>1.4 ผู้เรียนเขียนสิ่งที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ เป็นรายบุคคล</p>   |
| <p><b>2. ขั้นการทดสอบ</b></p> <p>2.1 นำเสนอในกลุ่มให้<br/>สมาชิกในกลุ่ม<br/>วิเคราะห์วิจารณ์</p> <p>2.2 ผู้สอน ประเมินและ<br/>ชี้แนะเชิงเนื้อหา</p>                      | <p><b>2. ขั้นการทดสอบ</b></p> <p>2.1 ผู้เรียนจัดกลุ่มย่อย 3-5 คน</p> <p>2.2 ผู้เรียนแต่ละคนนำเสนอในกลุ่มให้สมาชิกในกลุ่ม<br/>วิเคราะห์และแลกเปลี่ยนสะท้อนความคิดเห็นถกปัญหา<br/>ประเมินคุณค่าและหาข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่มโดย<br/>ทบทวนซ้ำเพื่อยืนยันความถูกต้องจากอ้อกเมน<br/>ที่เดบู้กหรือศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม</p> <p>2.3 เขียนสิ่งที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์หาข้อสรุปกับสมาชิก<br/>ภายในกลุ่ม</p> <p>2.4 นำเสนอผลการศึกษาและการวิเคราะห์หาข้อสรุปของกลุ่ม</p> |
| <p><b>3. ขั้นการปรับแก้</b></p> <p>3.1 นำงานมาปรับแก้</p> <p>3.2 นำเสนอในชั้นเรียนให้<br/>เพื่อนและผู้สอนได้<br/>สะท้อนและวิเคราะห์<br/>ประเมิน</p>                      | <p><b>3. ขั้นการปรับแก้</b></p> <p>3.1 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปในประเด็นต่าง ๆ</p> <p>3.2 สมาชิกในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขงาน<br/>ของกลุ่ม</p> <p>3.3 ทำการทดสอบย่อยโดยใช้อุปกรณ์พกพาในอ้อกเมน<br/>ที่เดบู้ก (Interactive Quiz)</p> <p>3.4 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปหลังทดสอบย่อย</p>  |

## ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

| ขั้นตอนและกิจกรรมตาม<br>เทคนิคการสอนแบบตกผลึก<br>ทางปัญญา (ไพทอร์ย์, 2555)      | ขั้นตอนและกิจกรรมที่สังเคราะห์<br>และกำหนดโดยผู้วิจัย   |
|---|---|
| <p><b>4. ขั้นการตกผลึก</b></p> <p>4.1 ปรับแก้งานที่ตกผลึก<br/>ของผู้เรียน</p>   | <p><b>4. ขั้นการตกผลึก</b></p> <p>4.1 วิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขงานของกลุ่มหลังจากการ<br/>ทดสอบย่อย</p> <p>4.2 นำเสนองานที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว</p> <p>4.3 ผู้สอนซักถามถึงความเข้าใจเนื้อหาที่เขียนและอภิปราย<br/>ที่สะท้อนการตกผลึกของผู้เรียน</p> |
| <p><b>5. ขั้นความสะอาด</b></p> <p>5.1 ปรับแก้อีกครั้งให้ได้<br/>ความสมบูรณ์</p> | <p><b>5. ขั้นความสะอาด</b></p> <p>5.1 ปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง หลังจากที่ได้อภิปรายและได้รับ<br/>คำแนะนำจากผู้สอนเพื่อให้ได้ความถูกต้อง สมบูรณ์<br/>ที่สุด</p>   |

แบบประเมินกรอบแนวคิด กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ บทบาทกิจกรรมระหว่างผู้สอนผู้เรียนและ  
องค์ประกอบสถาปัตยกรรมในระบบ

แบบประเมินกรอบแนวคิด กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ บทบาทกิจกรรมระหว่างผู้สอน  
ผู้เรียนและองค์ประกอบสถาปัตยกรรมในระบบ  
ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก  
เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์  
ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

**ชื่องานวิจัย:** ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก  
เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

Interactive Learning Management System on Mobile Augmented Book  
to Enhance Analytical Thinking

**ผู้วิจัย:** นายกอบเกียรติ สระอุบล  
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**อาจารย์ที่ปรึกษา:** รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย:-**

1. เพื่อออกแบบสถาปัตยกรรมระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญา  
ด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์
2. เพื่อพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก  
เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์
3. เพื่อศึกษาผลการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมน  
เต็ดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

ชื่อ-สกุล ผู้ประเมิน.....

ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน/สังกัด.....

### คำชี้แจง

1. แบบประเมินชุดนี้เป็นการประเมินความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งการประเมินของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย และเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น
2. การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์ ระดับคุณวุฒิปริญญาตรี เรื่อง ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ โดย นายกอบเกียรติ สระอุบล สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
3. แบบประเมินแบ่งเป็น 2 ตอนคือ 1) ประเมินกรอบแนวคิด และ 2) ประเมินกิจกรรมการเรียนรู้

การประเมิน : กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

เกณฑ์การประเมิน : แบบสอบถามนี้บางส่วนเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- |                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| 1 หมายถึงความเหมาะสมน้อยที่สุด | 2 หมายถึงความเหมาะสมน้อย |
| 3 หมายถึงความเหมาะสมปานกลาง    | 4 หมายถึงความเหมาะสมมาก  |
| 5 หมายถึงความเหมาะสมมากที่สุด  |                          |

ในการนี้จึงขอความอนุเคราะห์ท่านผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินให้ความเห็น และขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

กอบเกียรติ สระอุบล

ผู้วิจัย



ตอนที่ 2 แบบประเมินขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมน  
เท็ดบุ๊ก

| ข้อ | รายการประเมิน  | ความเหมาะสม |   |   |   |   |
|-----|--|-------------|---|---|---|---|
|     |  | 5           | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1   | <p>ขั้นการพัฒนางาน</p> <p>1.1 ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้และกำหนดประเด็นปัญหา</p> <p>1.2 ผู้เรียนศึกษาข้อมูลเนื้อหาโดยศึกษาจากอ็อกเมนเท็ดบุ๊ก (Augmented Book) และค้นคว้าเพิ่มเติม</p> <p>1.3 ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบ Analysis of Elements, Analysis of Relationships และ Analysis of Organizational Principles</p> <p>1.4 ผู้เรียนเขียนสิ่งที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ เป็นรายบุคคล</p> |             |   |   |   |   |
| 2   | <p>ขั้นการทดสอบ</p> <p>2.1 ผู้เรียนจัดกลุ่มย่อย 3-5 คน</p> <p>2.2 ผู้เรียนวิเคราะห์แลกเปลี่ยนสะท้อนความคิดเห็น ถกปัญหา ประเมินคุณค่า และหาข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่ม</p> <p>2.3 เขียนสิ่งที่ได้ทำการวิเคราะห์ หาข้อสรุปภายในกลุ่ม</p> <p>2.4 นำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าและการวิเคราะห์หาข้อสรุปร่วมกันของกลุ่ม</p>  |             |   |   |   |   |
| 3   | <p>ขั้นการปรับแก้</p> <p>3.1 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปในประเด็นต่าง ๆ</p> <p>3.2 สมาชิกในกลุ่มร่วมกันทำการปรับปรุงแก้ไขงานที่กลุ่มจัดทำขึ้น</p> <p>3.3 ทำการทดสอบโดยใช้ Interactive Quiz ด้วยอุปกรณ์พกพาในอ็อกเมนเท็ดบุ๊ก</p> <p>3.4 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปหลังทดสอบย่อย</p>  |             |   |   |   |   |

## แบบประเมินขั้นตอนกิจกรรม (ต่อ)

| ข้อ | รายการประเมิน  | ความเหมาะสม |   |   |   |   |
|-----|--|-------------|---|---|---|---|
|     |  | 5           | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 4   | <p>ขั้นการตกผลึก</p> <p>4.1 นำเสนองานที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วตามคำแนะนำ</p> <p>4.2 ผู้สอนวิเคราะห์และซักถามถึงความเข้าใจเนื้อหาที่เขียนและอภิปราย ที่สะท้อนถึงการตกผลึกของผู้เรียน</p> |             |   |   |   |   |
| 5   | <p>ขั้นความสะอาดสวย</p> <p>5.1 ปรับปรุงแก้ไขงานอีกครั้ง เพื่อให้ได้ความถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด</p>  |             |   |   |   |   |

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

โทร/อีเมล.....

แบบประเมินสถาปัตยกรรมระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเท็ดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

**แบบประเมินสถาปัตยกรรมระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทาง  
ปัญญาด้วยอ็อกเมนเท็ดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์  
ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ**

**ชื่องานวิจัย:** ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเท็ดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

Interactive Learning Management System on Mobile Augmented Book  
to Enhance Analytical Thinking

**ผู้วิจัย:** นายกอบเกียรติ สระอุบล

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**อาจารย์ที่ปรึกษา:** รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณิดา วรรณพิรุณ

**คำชี้แจง**

1. แบบประเมินนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินสถาปัตยกรรมระบบและบทบาทกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ออกแบบขึ้น ซึ่งการประเมินของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย และเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น
2. การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์ ระดับดุษฎีบัณฑิต เรื่อง ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเท็ดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ โดย นายกอบเกียรติ สระอุบล สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ-สกุล ผู้ประเมิน.....

ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน/สังกัด.....

การประเมิน : กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

เกณฑ์การประเมิน : แบบสอบถามนี้บางส่วนเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- |                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| 1 หมายถึงความเหมาะสมน้อยที่สุด | 2 หมายถึงความเหมาะสมน้อย |
| 3 หมายถึงความเหมาะสมปานกลาง    | 4 หมายถึงความเหมาะสมมาก  |
| 5 หมายถึงความเหมาะสมมากที่สุด  |                          |

ในการนี้จึงขอความอนุเคราะห์ท่านผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินให้ความเห็น และขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

กอบเกียรติ สระอุบล

ผู้วิจัย



แบบประเมินระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊กเพื่อ  
พัฒนาการคิดวิเคราะห์

**แบบประเมินระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญา  
ด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์  
ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ**

**ชื่องานวิจัย:** ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก  
เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

Interactive Learning Management System on Mobile Augmented Book  
to Enhance Analytical Thinking

**ผู้วิจัย:** นายกอบเกียรติ สระอุบล  
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**อาจารย์ที่ปรึกษา:** รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ

**คำชี้แจง**

1. แบบประเมินชุดนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ซึ่งการประเมินของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย และเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น
2. การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์ ระดับคุณวุฒิปริญญาตรี เรื่อง ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊กเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ โดย นายกอบเกียรติ สระอุบล สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3. แบบประเมินแบ่งเป็น 2 ตอนคือ

- 1) ประเมินด้านการออกแบบอินเทอร์เน็ตทั่วไป
- 2) ประเมินด้านการทำงานของแต่ละส่วน

**การประเมิน :** กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

**เกณฑ์การประเมิน :** แบบสอบถามนี้บางส่วนเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อย
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับปานกลาง
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมาก
- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

ในการนี้จึงขอความอนุเคราะห์ท่านผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินให้ความเห็น และขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

กอบเกียรติ สระอุบล  
ผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล ผู้ประเมิน .....

ตำแหน่ง .....

สถานที่ทำงาน/สังกัด .....

## ตอนที่ 1 แบบประเมินด้านการออกแบบอินเทอร์เฟซทั่วไป ด้านการติดตั้งและการนำไปใช้

| ข้อที่ | รายการประเมิน  | ระดับการประเมิน |     |     |     |     |
|--------|--|-----------------|-----|-----|-----|-----|
|        |  | 5               | 4   | 3   | 2   | 1   |
| 1      | <b>ด้านการออกแบบอินเทอร์เฟซทั่วไป</b><br>1.1 การจัดวางองค์ประกอบปุ่มกด (Buttons) และสัญลักษณ์ (Icons) มีความสวยงาม<br>1.2 ขนาดของปุ่มกด และสัญลักษณ์มีความเหมาะสม<br>1.3 การสื่อความหมายของปุ่มกดและสัญลักษณ์<br>1.4 สีของปุ่มกดและสัญลักษณ์มีความเหมาะสม<br>1.5 การจัดวางตำแหน่งแถบแสดงรายวิชาที่กำลังเข้าใช้งาน<br>1.6 สีของแถบแสดงรายวิชาที่กำลังเข้าใช้งาน มีความชัดเจน<br>1.7 ขนาดของข้อความแสดงรายวิชาที่กำลังเข้าใช้งาน<br>1.8 การจัดวางตำแหน่งแสดงตัวตนของผู้เรียน (UserID)<br>1.9 ขนาดของข้อความแสดงตัวตนของผู้เรียนมีความชัดเจน<br>1.10 การออกแบบจัดวางตำแหน่งเมนูแบบช้อน (Slide Menu) มีความเหมาะสม | ...             | ... | ... | ... | ... |
| 2      | <b>ด้านการติดตั้งและการใช้งาน</b><br>2.1 ความสะดวกรวดเร็วในการติดตั้ง<br>2.2 มีการแสดงการตอบสนอง เมื่อแตะปุ่มกด<br>2.3 มีการแสดงการตอบสนองของเมนูคำสั่ง<br>2.4 การตอบสนองส่วนนำเสนอเนื้อหา<br>2.5 ความสะดวกและคล่องตัวในการใช้งานโดยรวม<br>2.6 สามารถนำไปใช้กับหนังสือในรายวิชาอื่น ๆ ได้<br>2.7 สามารถนำไปประยุกต์ใช้เช่นเดียวกับระบบคลิกเกอร์ (Clicker) ได้  | ...             | ... | ... | ... | ... |

## ข้อเสนอแนะ

## ตอนที่ 2 แบบประเมินการทำงานของแต่ละส่วน

| ข้อที่ | รายการประเมิน   | ระดับการประเมิน |     |     |     |     |
|--------|---|-----------------|-----|-----|-----|-----|
|        |   | 5               | 4   | 3   | 2   | 1   |
| 1      | <b>ส่วนการพิสูจน์ตัวตนเข้าใช้ระบบ (Authentication) และการตั้งค่า (Settings)</b><br>1.1 การเข้าใช้ระบบ (Login) มีความถูกต้อง<br>1.2 การแจ้งเตือนเมื่อมีข้อผิดพลาดในการเข้าใช้<br>1.3 การสแกนบัตรนักศึกษาเข้าใช้ระบบมีความถูกต้อง<br>1.4 การออกจากระบบ (Logout) มีความถูกต้อง<br>1.5 การตั้งค่าเพื่อเชื่อมกับเครื่องแม่ข่ายบริการ<br>1.6 การกรอกข้อมูลรหัสรายวิชาเพื่อเข้าใช้งาน  | ...             | ... | ... | ... | ... |
| 2      | <b>ส่วนการนำเสนอเนื้อหา</b><br>2.1 การสแกนรหัสแท่งสองมิติ (QR Code) มีความถูกต้อง<br>2.2 ความเร็วการตอบสนองในการแสดงเนื้อหาเมื่อสแกนรหัสแท่งสองมิติ<br>2.3 ระบบควบคุมการแสดงผลเนื้อหา (Play, FF, Rev) ทำงานถูกต้อง<br>2.4 การทวนซ้ำเพื่อแสดงเนื้อหา (Repeat) มีความถูกต้อง<br>2.5 การดาวน์โหลดไฟล์เนื้อหา<br>2.6 สามารถแสดงเนื้อหาได้ทั้งสถานะเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Online) และไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Offline) | ...             | ... | ... | ... | ... |

| ข้อที่ | รายการประเมิน  | ระดับการประเมิน |     |     |     |     |
|--------|--|-----------------|-----|-----|-----|-----|
|        |  | 5               | 4   | 3   | 2   | 1   |
| 3      | <b>ส่วนการทำแบบทดสอบ</b><br>3.1 การจัดวางคำถามมีความเหมาะสม<br>3.2 ความชัดเจนของข้อความสำหรับคำถาม<br>3.3 การจัดวางตัวเลือกคำตอบมีความเหมาะสม<br>3.4 ความชัดเจนของข้อความสำหรับตัวเลือกคำตอบ<br>3.5 การจัดวางปุ่มกดตัวเลือกคำตอบมีความเหมาะสม<br>3.6 การทำงานปุ่มกดตัวเลือกคำตอบมีความถูกต้อง<br>3.7 การตอบรับจากระบบเมื่อผู้เรียนกดส่งคำตอบเรียบร้อย<br>3.8 การป้องกันการกดส่งคำตอบซ้ำ ๆ<br>3.9 การทำงานระบบตรวจคำตอบมีความถูกต้อง<br>3.10 การทำงานระบบส่งคำถามไปยังเครื่องผู้เรียน | ...             | ... | ... | ... | ... |
| 4      | <b>ส่วนการรายงานผลคะแนน</b><br>4.1 การเข้าดูรายงานผลคะแนนมีความสะดวก<br>4.2 การแสดงผลรายงานคะแนนรวม<br>4.3 การแสดงผลรายงานคะแนนของแต่ละบท<br>4.4 ความชัดเจนกราฟแสดงผล  | ...             | ... | ... | ... | ... |
| 5      | <b>ส่วนการเผยแพร่ส่งไฟล์ (Smart Sharing System)</b><br>5.1 การส่งและรับไฟล์ทำงานได้ถูกต้อง<br>5.2 ความรวดเร็วในการส่งไฟล์<br>5.3 ความรวดเร็วในการรับไฟล์<br>5.4 ความสะดวกในการส่งไฟล์<br>5.5 ความสะดวกในการรับไฟล์<br>5.6 ความสะดวกในการแก้ไขไฟล์  | ...             | ... | ... | ... | ... |
| 6      | <b>ส่วนการสื่อสารและความช่วยเหลือ</b><br>6.1 การใช้งานระบบสนทนาออนไลน์ (Chat)<br>6.2 การส่งอีเมลถึงผู้สอน<br>6.3 การส่งอีเมลถึงผู้ดูแลระบบ   | ...             | ... | ... | ... | ... |

| ข้อที่ | รายการประเมิน  | ระดับการประเมิน |     |     |     |     |
|--------|--|-----------------|-----|-----|-----|-----|
|        |  | 5               | 4   | 3   | 2   | 1   |
|        | 6.4 ข้อมูลแนะนำการใช้งานแอปพลิเคชัน  | ...             | ... | ... | ... | ... |
| 7      | <b>ส่วนการสร้างรหัสแท่งสองมิติ (QR Code Generator)</b><br>7.1 ความถูกต้องของรหัสแท่งสองมิติที่สร้างขึ้น<br>7.2 ความสะดวกในการสร้างรหัสแท่งสองมิติ<br>7.3 ความรวดเร็วในการสร้างรหัสแท่งสองมิติ<br>7.4 ข้อมูลแนะนำการใช้งานและวิธีการสร้างรหัสแท่งสองมิติ<br>7.5 ขนาดของรหัสแท่งสองมิติที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้กับอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก (Augmented Book) | ...             | ... | ... | ... | ... |
| 8      | <b>ส่วนการจัดการสำหรับผู้สอน</b><br>8.1 การเพิ่มรายวิชาหรือคอร์สอบรมบรรยาย<br>8.2 การแก้ไขรายวิชาหรือคอร์สอบรมบรรยาย<br>8.3 การลบรายวิชาหรือคอร์สอบรมบรรยาย<br>8.4 การทำงานระบบส่งคำถามไปยังเครื่องผู้เรียน<br>8.5 การจัดวางตำแหน่งแผงปุ่มควบคุมการส่งคำถามและการตรวจคำตอบ<br>8.6 ปุ่มบนแผงควบคุมการส่งคำถามและการตรวจคำตอบ ใช้งานได้อย่างสะดวก                    | ...             | ... | ... | ... | ... |

ข้อเสนอแนะ .....

.....

.....

.....

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกลูกทางปัญญา  
ด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

**แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์  
แบบตกลูกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบ็อกเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์**

กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด  
แบบสอบถามนี้เป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

- |                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| 1 หมายถึง เหมาะสมระดับน้อยที่สุด | 2 หมายถึง เหมาะสมระดับน้อย |
| 3 หมายถึง เหมาะสมระดับปานกลาง    | 4 หมายถึง เหมาะสมระดับมาก  |
| 5 หมายถึง เหมาะสมระดับมากที่สุด  |                            |

| ข้อ | รายการ   | ระดับความเหมาะสม |   |   |   |   |
|-----|--|------------------|---|---|---|---|
|     |  | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1   | <b>ส่วนการพิสูจน์ตัวตนเข้าใช้ระบบ (Authentication) และการตั้งค่า (Settings)</b><br>1.1 การเข้าใช้ระบบ (Login) มีความถูกต้อง<br>1.2 การแจ้งเตือนเมื่อมีข้อผิดพลาดในการเข้าใช้<br>1.3 การสแกนบัตรนักศึกษาเข้าใช้ระบบมีความถูกต้อง<br>1.4 การออกจากระบบ (Logout) มีความถูกต้อง<br>1.5 การตั้งค่าเพื่อเชื่อมกับเครื่องแม่ข่ายบริการ<br>1.6 การตั้งค่าเข้าสู่รายวิชา                              |                  |   |   |   |   |
| 2   | <b>ส่วนการนำเสนอเนื้อหา</b><br>2.1 การสแกนรหัสแท่งสองมิติ (QR Code) มีความถูกต้อง<br>2.2 ความเร็วการตอบสนองในการแสดงเนื้อหาเมื่อสแกนรหัสแท่งสองมิติ<br>2.3 ระบบควบคุมการแสดงผลเนื้อหา (Play, FF, Rev)<br>2.4 การทวนซ้ำเพื่อแสดงเนื้อหา (Repeat)<br>2.5 การดาวน์โหลดไฟล์เนื้อหา<br>2.6 สามารถแสดงผลเนื้อหาได้ทั้งสถานะเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Online) และไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Offline) |                  |   |   |   |   |

| ข้อ | รายการ  | ระดับความเหมาะสม |   |   |   |   |
|-----|---|------------------|---|---|---|---|
|     |   | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 3   | <b>ส่วนการทำแบบทดสอบ</b><br>3.1 การจัดวางคำถามมีความเหมาะสม<br>3.2 ความชัดเจนของข้อความสำหรับคำถาม<br>3.3 การจัดวางตัวเลือกคำตอบมีความเหมาะสม<br>3.4 ความชัดเจนของข้อความสำหรับตัวเลือกคำตอบ<br>3.5 การจัดวางปุ่มกดตัวเลือกคำตอบมีความเหมาะสม<br>3.6 การตอบรับจากระบบเมื่อผู้เรียนกดส่งคำตอบเรียบร้อย<br>3.7 การป้องกันการกดส่งคำตอบซ้ำ ๆ<br>3.8 การทำงานระบบส่งคำถามเข้าสู่อุปกรณ์พกพา |                  |   |   |   |   |
| 4   | <b>ส่วนการรายงานผลคะแนน</b><br>4.1 การเข้าดูรายงานผลคะแนนมีความสะดวก<br>4.2 การแสดงผลรายงานคะแนนรวม<br>4.3 การแสดงผลรายงานคะแนนของแต่ละบท<br>4.4 ความชัดเจนกราฟแสดงผล   |                  |   |   |   |   |
| 5   | <b>ส่วนการเผยแพร่ส่งไฟล์ (Smart Sharing System)</b><br>5.1 การส่งและรับไฟล์ทำงานได้ถูกต้อง<br>5.2 ความรวดเร็วในการส่งไฟล์<br>5.3 ความรวดเร็วในการรับไฟล์<br>5.4 ความสะดวกในการส่งไฟล์<br>5.5 ความสะดวกในการรับไฟล์<br>5.6 ความสะดวกในการแก้ไขไฟล์   |                  |   |   |   |   |
| 6   | <b>ส่วนการสื่อสารและความช่วยเหลือ</b><br>6.1 การใช้งานระบบสนทนาออนไลน์ (Chat)<br>6.2 การส่งอีเมลล์ถึงผู้สอน<br>6.3 การส่งอีเมลล์ถึงผู้ดูแลระบบ<br>6.4 ข้อมูลแนะนำการใช้งานแอปพลิเคชัน   |                  |   |   |   |   |



แบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียสำหรับอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก โดยผู้เชี่ยวชาญ

**แบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียสำหรับอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก**  
**ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ**

**ชื่องานวิจัย:** ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

Interactive Learning Management System on Mobile Augmented Book  
to Enhance Analytical Thinking

**ผู้วิจัย:** นายกอบเกียรติ สระอุบล

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**อาจารย์ที่ปรึกษา:** รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ

**คำชี้แจง**

1. แบบประเมินชุดนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมด้านคุณภาพของมัลติมีเดียสำหรับใช้กับงานวิจัยการเรียนรู้ด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก ซึ่งการประเมินของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย และเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น
2. มัลติมีเดียสำหรับอ็อกเมนเต็ดบุ๊กนี้จะนำไปใช้ประกอบการสอนวิชาการระบบปฏิบัติการของนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**การประเมิน :** กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

**เกณฑ์การประเมิน :** แบบสอบถามนี้บางส่วนเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อย
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับปานกลาง
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมาก
- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

ในการนี้จึงขอความอนุเคราะห์ท่านผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินให้ความเห็น และขอกราบ  
ขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

กอบเกียรติ สระอุบล  
ผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล ผู้ประเมิน .....

ตำแหน่ง .....

สถานที่ทำงาน/สังกัด .....

แบบประเมินความเหมาะสมคุณภาพมัลติมีเดีย (Multimedia) สำหรับอีกรุ่นเทคบุ๊ก

| ข้อที่ | รายการประเมิน  | ระดับการประเมิน |     |     |     |     |
|--------|--|-----------------|-----|-----|-----|-----|
|        |  | 5               | 4   | 3   | 2   | 1   |
| 1      | <b>ด้านเนื้อหาและวัตถุประสงค์</b><br>1.1 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์<br>1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา<br>1.3 ระยะเวลาในการนำเสนอเนื้อหา<br>1.4 ลำดับชั้นในการนำเสนอเนื้อหา<br>1.5 ความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหา<br>1.6 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน<br>1.7 ความเร็วในการนำเสนอเนื้อหาที่มีความเหมาะสม | ...             | ... | ... | ... | ... |
| 2      | <b>ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation)</b><br>2.1 ขนาดของภาพเคลื่อนไหวที่นำเสนอ มีความเหมาะสม<br>2.2 ความชัดเจนของภาพเคลื่อนไหว<br>2.3 การสื่อความหมายของภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสม<br>2.4 ภาพเคลื่อนไหวมีความราบรื่น (ไม่สะดุด กระจุก)<br>2.5 การออกแบบหน้าจอและภาพเคลื่อนไหวดึงดูดความสนใจ                                     | ...             | ... | ... | ... | ... |
| 3      | <b>ด้านเสียง ข้อความ และภาษาในการบรรยาย</b><br>3.1 ขนาดอักษรของข้อความที่ใช้ประกอบในภาพเคลื่อนไหวสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน<br>3.2 สีอักษรของข้อความและสีพื้นมีความเหมาะสม<br>3.3 ความถูกต้องของข้อความตามหลักวิชาการ<br>3.4 ความถูกต้องของเสียงบรรยายเนื้อหา<br>3.5 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในการบรรยาย ตามหลัก          | ...             | ... | ... | ... | ... |



แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อมัลติมีเดีย สำหรับอีคอมเม้นท์ดื่ก

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อมัลติมีเดีย  
สำหรับอีคอมเม้นท์ดื่ก

กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด      2 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อย  
3 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับปานกลาง      4 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมาก  
5 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

| ข้อที่ | รายการ   | ระดับความเหมาะสม |     |     |     |     |
|--------|--|------------------|-----|-----|-----|-----|
|        |  | 5                | 4   | 3   | 2   | 1   |
| 1      | <b>ด้านเนื้อหา</b>   |                  |     |     |     |     |
|        | 1.1 ระยะเวลาในการนำเสนอเนื้อหา   | ...              | ... | ... | ... | ... |
|        | 1.2 ลำดับชั้นในการนำเสนอเนื้อหา  | ...              | ... | ... | ... | ... |
|        | 1.3 ความชัดเจนในการอธิบายและนำเสนอเนื้อหา                                      | ...              | ... | ... | ... | ... |
| 2      | <b>ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation)</b>   |                  |     |     |     |     |
|        | 2.1 ขนาดของภาพเคลื่อนไหวที่นำเสนอ มีความเหมาะสม                                | ...              | ... | ... | ... | ... |
|        | 2.2 ความชัดเจนของภาพเคลื่อนไหว   | ...              | ... | ... | ... | ... |
|        | 2.3 การสื่อความหมายของภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสม                               | ...              | ... | ... | ... | ... |
|        | 2.4 ภาพเคลื่อนไหวมีความราบรื่น (ไม่สะดุด กระตุก)                               | ...              | ... | ... | ... | ... |
|        | 2.5 การออกแบบภาพเคลื่อนไหวดึงดูดความสนใจ                                       | ...              | ... | ... | ... | ... |
| 3      | <b>ด้านข้อความ เสียง และภาษาในการบรรยาย</b>                                    |                  |     |     |     |     |
|        | 3.1 ขนาดอักษรของข้อความที่ใช้ประกอบในภาพเคลื่อนไหว สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน | ...              | ... | ... | ... | ... |
|        | 3.2 สีอักษรของข้อความและสีพื้นมีความเหมาะสม                                    | ...              | ... | ... | ... | ... |
|        | 3.3 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย   | ...              | ... | ... | ... | ... |
|        | 3.4 การบรรยายสอดคล้องตรงกับภาพเคลื่อนไหว                                       | ...              | ... | ... | ... | ... |
|        | 3.5 ภาษาที่ใช้บรรยาย มีความเหมาะสม เข้าใจง่าย                                  | ...              | ... | ... | ... | ... |

ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ.....

.....

#### ภาคผนวก ค

- ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบทดสอบการคิดวิเคราะห์
- ตารางแสดงผลการประเมินค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกข้อสอบ
- แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์





## ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

| ข้อคำถาม | ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ |   |   |     |   | ค่า IOC เฉลี่ย | ผลการประเมิน |
|----------|----------------------|---|---|-----|---|----------------|--------------|
|          |                      |   |   |     |   |                |              |
| 53       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 54       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 55       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 0 | 0.8            | เหมาะสม      |
| 56       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 57       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 58       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 59       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 0 | 0.8            | เหมาะสม      |
| 60       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 61       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 62       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 63       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 64       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 65       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 66       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 67       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 68       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 69       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 70       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 71       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 72       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 73       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 74       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 75       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 1 | 1              | เหมาะสม      |
| 76       | 1                    | 1 | 1 | 0.8 | 1 | 0.8            | เหมาะสม      |
| 77       | 1                    | 1 | 1 | 1   | 0 | 0.8            | เหมาะสม      |

ตัดข้อ 10 11 และ 13 ทิ้ง เนื่องจากผลการประเมินค่า IOC พบว่าไม่เหมาะสม

ตารางที่ ค-2 ผลการประเมินค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกข้อสอบ

| ข้อที่ | จำนวนผู้ตอบถูก | ค่าความยาก (p) | ค่าอำนาจจำแนก (D) | การประเมิน |
|--------|----------------|----------------|-------------------|------------|
| 1      | 20             | 0.57           | 0.25              | ใช้ได้     |
| 2      | 13             | 0.37           | 0.25              | ใช้ได้     |
| 3      | 27             | 0.77           | 0.25              | ใช้ได้     |
| 4      | 24             | 0.69           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 5      | 14             | 0.40           | 0.25              | ใช้ได้     |
| 6      | 12             | 0.34           | 0.42              | ใช้ได้     |
| 7      | 19             | 0.54           | 0.25              | ใช้ได้     |
| 8      | 14             | 0.40           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 9      | 27             | 0.77           | 0.25              | ใช้ได้     |
| 10     | 10             | 0.29           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 11     | 19             | 0.54           | 0.58              | ใช้ได้     |
| 12     | 27             | 0.77           | 0.42              | ใช้ได้     |
| 13     | 31             | 0.89           | 0.08              | ใช้ไม่ได้  |
| 14     | 27             | 0.77           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 15     | 22             | 0.63           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 16     | 11             | 0.31           | 0.42              | ใช้ได้     |
| 17     | 24             | 0.69           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 18     | 26             | 0.74           | 0.25              | ใช้ได้     |
| 19     | 22             | 0.63           | 0.25              | ใช้ได้     |
| 20     | 12             | 0.34           | 0.25              | ใช้ได้     |
| 21     | 21             | 0.60           | 0.42              | ใช้ได้     |
| 22     | 17             | 0.49           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 23     | 24             | 0.69           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 24     | 25             | 0.71           | 0.42              | ใช้ได้     |
| 25     | 26             | 0.74           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 26     | 21             | 0.60           | 0.42              | ใช้ได้     |
| 27     | 26             | 0.74           | 0.50              | ใช้ได้     |

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

| ข้อที่ | จำนวนผู้ตอบถูก | ค่าความยาก (p) | ค่าอำนาจจำแนก (D) | การประเมิน |
|--------|----------------|----------------|-------------------|------------|
| 28     | 26             | 0.74           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 29     | 17             | 0.49           | 0.75              | ใช้ได้     |
| 30     | 18             | 0.51           | 0.67              | ใช้ได้     |
| 31     | 24             | 0.69           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 32     | 27             | 0.77           | 0.42              | ใช้ได้     |
| 33     | 11             | 0.31           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 34     | 26             | 0.74           | 0.00              | ใช้ไม่ได้  |
| 35     | 19             | 0.54           | 0.42              | ใช้ได้     |
| 36     | 17             | 0.49           | 0.75              | ใช้ได้     |
| 37     | 12             | 0.34           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 38     | 10             | 0.29           | 0.42              | ใช้ได้     |
| 39     | 18             | 0.51           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 40     | 23             | 0.66           | 0.25              | ใช้ได้     |
| 41     | 25             | 0.71           | 0.42              | ใช้ได้     |
| 42     | 18             | 0.51           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 43     | 17             | 0.49           | 0.25              | ไม่ได้     |
| 44     | 23             | 0.66           | 0.50              | ใช้ได้     |
| 45     | 25             | 0.71           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 46     | 21             | 0.60           | 0.75              | ใช้ได้     |
| 47     | 27             | 0.77           | 0.25              | ใช้ได้     |
| 48     | 31             | 0.89           | 0.08              | ใช้ไม่ได้  |
| 49     | 27             | 0.77           | 0.42              | ใช้ได้     |
| 50     | 16             | 0.46           | 0.25              | ใช้ได้     |
| 51     | 12             | 0.34           | 0.67              | ใช้ได้     |
| 52     | 21             | 0.60           | 0.50              | ใช้ได้     |
| 53     | 34             | 0.97           | 0.08              | ใช้ไม่ได้  |
| 54     | 18             | 0.51           | 0.42              | ใช้ได้     |

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

| ข้อที่ | จำนวนผู้ตอบถูก | ค่าความยาก (p) | ค่าอำนาจจำแนก (D) | การประเมิน |
|--------|----------------|----------------|-------------------|------------|
| 55     | 9              | 0.26           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 56     | 27             | 0.77           | 0.25              | ใช้ได้     |
| 57     | 9              | 0.26           | 0.25              | ใช้ได้     |
| 58     | 5              | 0.14           | 0.08              | ใช้ไม่ได้  |
| 59     | 32             | 0.91           | 0.08              | ใช้ไม่ได้  |
| 60     | 10             | 0.29           | 0.75              | ใช้ได้     |
| 61     | 12             | 0.34           | 0.25              | ใช้ได้     |
| 62     | 14             | 0.40           | 0.83              | ใช้ได้     |
| 63     | 23             | 0.66           | 0.25              | ใช้ได้     |
| 64     | 19             | 0.54           | 0.75              | ใช้ได้     |
| 65     | 18             | 0.51           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 66     | 30             | 0.86           | 0.08              | ใช้ไม่ได้  |
| 67     | 13             | 0.37           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 68     | 20             | 0.57           | 0.42              | ใช้ได้     |
| 69     | 18             | 0.51           | 0.67              | ใช้ได้     |
| 70     | 29             | 0.83           | 0.08              | ใช้ไม่ได้  |
| 71     | 24             | 0.69           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 72     | 27             | 0.77           | 0.25              | ใช้ได้     |
| 73     | 26             | 0.74           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 74     | 10             | 0.29           | 0.33              | ใช้ได้     |
| 75     | 11             | 0.31           | 0.92              | ใช้ได้     |
| 76     | 15             | 0.43           | 0.25              | ใช้ได้     |
| 77     | 12             | 0.34           | 0.42              | ใช้ได้     |

คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 60 ข้อ หากค่าความเชื่อมั่นข้อสอบทั้งฉบับโดยใช้วิธีคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR.20) ทั้งฉบับได้ค่าความเชื่อมั่น 0.887

ตารางที่ ค-3 แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์

| เนื้อหา/วัตถุประสงค์/ข้อสอบ   | การวิเคราะห์ |
|---|--------------|
| เนื้อหา : การเรียกใช้ System Call และการส่งพารามิเตอร์  |              |
| <p>1 ข้อใดมีการเรียกใช้ System Call</p> <p>ก. *นาย ก เปิดไฟล์เอกสาร</p> <p>ข. โปรแกรมรันลูป While หาข้อมูลในตัวแปรอะเรย์</p> <p>ค. การคำนวณหารากที่สอง (Square root) ของ 48</p> <p>ง. การเข้ารหัสข้อมูล (Data Encryption)</p>   | องค์ประกอบ   |
| <p>2 ข้อใดมีการเรียกใช้ System Call</p> <p>ก. <math>X = \max(a, b, c);</math></p> <p>ข. <code>*Fopen(filename);</code></p> <p>ค. <code>i++</code></p> <p>ง. <code>For (int i = 0; i &lt; 8; i++)</code></p>   | องค์ประกอบ   |
| <p>3 ข้อใดแสดงความสัมพันธ์ได้ถูกต้อง</p> <p>ก. <code>a = c * d - floor(e); , system.out.print(data);</code></p> <p>ข. <code>printf("%d", score); , value = cos(angle);</code></p> <p>ค. <code>*read(filename); , scanf(n);</code></p> <p>ง. <code>open(file); , c = min(x,y,z);</code></p>  | ความสัมพันธ์ |
| <p>4 ครูสมหมายรันโปรแกรมประมวลผลหาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน โดยโปรแกรมจะอ่านข้อมูลจากไฟล์ data จากนั้นประมวลผลแล้วพิมพ์รายงาน ดัง methods นี้</p> <p><code>Average = 0; Open(datafile); Calculate(scores); Print(score);</code></p> <p>ลำดับการทำงานใดถูกต้อง</p> <p>ก. User mode &gt; Kernel mode &gt; Kernel mode &gt; User mode</p> <p>ข. User mode &gt; Kernel mode &gt; User mode &gt; User mode</p> <p>ค. User mode &gt; User mode &gt; User mode &gt; Kernel mode</p> <p>ง. *User mode &gt; Kernel mode &gt; User mode &gt; Kernel mode</p> | หลักการ      |

ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

| เนื้อหา/วัตถุประสงค์/ข้อสอบ   | การวิเคราะห์ |
|---|--------------|
| <p>5 ข้อใดคือหลักการทำงานเมื่อมีการเรียกใช้ System Call</p> <p>ก. การทำงานเปลี่ยนจาก User mode เข้าสู่ Kernel mode</p> <p>ข. *การทำงานเปลี่ยนจาก Kernel mode เข้าสู่ User mode</p> <p>ค. การทำงานเข้าสู่ Program safety mode</p> <p>ง. การทำงานเข้าสู่ Procedure mode</p>   | หลักการ      |
| <p>6 ระบบหนึ่ง มีรีจิสเตอร์ RA RB RC RD ซึ่งขณะนี้กำลังเก็บค่ารอประมวลผล จากนั้นมีการเรียก procedure ซึ่งต้องการส่งค่าพารามิเตอร์ 8 3 และ 6 การทำงานใดถูกต้อง</p> <p>ก. *ส่งพารามิเตอร์ทาง Stack</p> <p>ข. ส่งทาง Register</p> <p>ค. ส่งแบบ Block</p> <p>ง. ส่งแบบข้อ ข. และ ค.</p>   | หลักการ      |
| เนื้อหา : การติดต่อสื่อสารระหว่างโปรเซส แบบ Shared Memory   |              |
| <p>7 สิ่งใดเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ต้องนำมาพิจารณาในการติดต่อสื่อสารระหว่างโปรเซสผ่านทางหน่วยความจำโดยใช้พื้นที่ร่วมกัน</p> <p>ก. *bounded-buffer</p> <p>ข. unbounded-buffer</p> <p>ค. จำนวน Producer</p> <p>ง. จำนวน Consumer</p>   | องค์ประกอบ   |
| <p>8 ข้อใดกล่าวถึงเงื่อนไขในการติดต่อสื่อสารระหว่างโปรเซสที่มีการใช้หน่วยความจำร่วมกันโดยใช้บัฟเฟอร์ที่มีขนาดจำกัด (Bounded-buffer) ถูกต้อง</p> <p>ก. Producer หยุดรอเมื่อบัฟเฟอร์เต็ม Consumer หยุดรอเมื่อบัฟเฟอร์เต็ม</p> <p>ข. Producer หยุดรอเมื่อบัฟเฟอร์ว่าง Consumer หยุดรอเมื่อบัฟเฟอร์ว่าง</p> <p>ค. * Producer หยุดรอเมื่อบัฟเฟอร์เต็ม Consumer หยุดรอเมื่อบัฟเฟอร์ว่าง</p> <p>ง. Producer หยุดรอเมื่อบัฟเฟอร์ว่าง Consumer หยุดรอเมื่อบัฟเฟอร์เต็ม</p> | หลักการ      |

## ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

| เนื้อหา/วัตถุประสงค์/ข้อสอบ   | การวิเคราะห์ |
|---|--------------|
| <p>9 กำหนดให้ method dosomething1 ในการติดต่อสื่อสารระหว่างโปรเซส ผ่านทางหน่วยความจำโดยใช้พื้นที่บัฟเฟอร์ร่วมกัน ดังนี้</p> <pre>public void dosomething1(Object item) {     while (count == BUFFER_SIZE)         //do nothing -no free buffers     ++count;     buffer[in] = item;     in = (in + 1) % BUFFER_SIZE; }</pre> <p>ถ้ากำหนดให้ BUFFER_SIZE มีค่าเท่ากับ 5 และค่าของ count และ in ขณะนี้มีค่าเท่ากับ 3 และ 4 ตามลำดับ ถ้ามีการเรียกใช้ method dosomething1 นี้ 2 ครั้ง ค่าในตัวแปร in จะมีค่าเป็นเท่าไร</p> <p>ก. *1<br/>ข. 2<br/>ค. 3<br/>ง. 4</p> | หลักการ      |
| <p>10 ข้อใดมีกลไกการทำงานเช่นเดียวกับ Producer-Consumer ในการติดต่อสื่อสารกันผ่านทาง Shared-Memory</p> <p>ก. *ร้านแมคโดนัลด์<br/>ข. ร้านตัดผม<br/>ค. ด่านเก็บค่าผ่านทาง<br/>ง. กิจการโรงแรม</p>   | ความสัมพันธ์ |
| <p>11 ข้อใดมีความสัมพันธ์กันในระบบการทำงานของ RPC</p> <p>ก. *client, stub, server<br/>ข. client, system call, server<br/>ค. client, firewall, remote host<br/>ง. client, gateway, remote host</p>   | ความสัมพันธ์ |

ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

| เนื้อหา/วัตถุประสงค์/ข้อสอบ  | การวิเคราะห์                    |
|--|---------------------------------|
| เนื้อหา : การทำงานแบบ Multiprocessing Multi tasking Multi threading  |                                 |
| <p>12 ข้อดีของการทำงานแบบ Multithread คือข้อใด</p> <p>ก. ทำงานได้มีประสิทธิภาพถูกต้องมากขึ้น</p> <p>ข. *ทำงานได้พร้อมกัน ทำให้เวลาการทำงานเสร็จเร็วขึ้น</p> <p>ค. ทำงานได้พร้อมกันหลายงาน ทำให้การใช้หน่วยความจำมากขึ้น</p> <p>ง. ทำงานได้พร้อมกัน ทำให้การใช้หน่วยประมวลผลกลางเพิ่มมากขึ้น</p>  | <p>องค์ประกอบ<br/>ความสำคัญ</p> |
| <p>13 การทำงานของโปรแกรมไม่โครซอฟต์แวร์ที่มีการรับค่าจากแป้นพิมพ์ไปแสดงบนหน้าจอ และมีการตรวจการสะกดคำไปพร้อม ๆ กัน การทำงานลักษณะนี้ตรงกับข้อใด</p> <p>ก. Multi Processing</p> <p>ข. Multi Tasking</p> <p>ค. *Multi Threading</p> <p>ง. Multi Programming</p>  | <p>ความสัมพันธ์</p>             |
| <p>14 โปรแกรม ABC ทำหน้าที่ให้บริการ (Service) ดาวน์โหลด Media สำหรับนักศึกษา โดยในส่วนการทำงาน Login ให้ User ใส่ User, Passwd โปรแกรม Java Thread ของ ABC จะมีสถานะการทำงานดังข้อใด</p> <p>ก. New &gt; Start &gt; Wait &gt; Runnable &gt; Dead</p> <p>ข. *New &gt; Runnable &gt; Block &gt; Runnable &gt; Dead</p> <p>ค. Start &gt; Runnable &gt; Block &gt; Runnable &gt; Dead</p> <p>ง. Start &gt; Wait &gt; Block &gt; Runnable &gt; Dead</p> | <p>หลักการ</p>                  |
| <p>15 ข้อใดมีความสัมพันธ์ระหว่าง Method ไปยัง สถานะการทำงานของ Thread ถูกต้อง</p> <p>ก. start() --&gt; new</p> <p>ข. run() --&gt; runnable</p> <p>ค. notify() --&gt; block</p> <p>ง. *start() --&gt; runnable</p>  | <p>ความสัมพันธ์</p>             |

## ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

| เนื้อหา/วัตถุประสงค์/ข้อสอบ  | การวิเคราะห์            |
|--|-------------------------|
| 16 การพัฒนาโปรแกรมแบบ MultiThread มีข้อดีอย่างไร<br>ก. *พัฒนาการทำงานแยกเป็นส่วน ๆ ได้<br>ข. พัฒนางานได้รวดเร็ว<br>ค. พัฒนาโดยใช้ทรัพยากรน้อยลง<br>ง. พัฒนาได้มีประสิทธิภาพ มีความถูกต้องมากขึ้น   | องค์ประกอบ<br>ความสำคัญ |
| เนื้อหา : การจัดการการทำงานของ CPU   |                         |
| 17 เภณฑ์ในการจัดการการทำงานของ CPU ในข้อใด มีค่ามากที่สุดเป็นข้อดี<br>ก. *Throughput<br>ข. Turnaround time<br>ค. Response time<br>ง. Waiting time  | องค์ประกอบ<br>ความสำคัญ |
| 18 ระบบที่มีงานประเภท Real-time การจัดการในข้อใดที่เหมาะสมที่สุด<br>ก. FCFS, RR<br>ข. *MQ, Priority<br>ค. SJF, RR<br>ง. FCFS, Priority   | หลักการ                 |
| 19 การจัดการแบบ SJF (Shortest Job First) คำนึงถึงสิ่งใดเป็นหลัก<br>ก. turnaround time<br>ข. response time<br>ค. *burst time<br>ง. waiting time   | หลักการ                 |
| 20 ข้อใดไม่ได้เป็นผลกระทบจากขนาดของ Quantum time ในการจัดการแบบ Round Robin [rค]<br>ก. quantum ใหญ่เกินไป ประสิทธิภาพจะใกล้เคียงกับการจัดการแบบ FCFS<br>ข. quantum เล็กไป ค่า throughput ในระบบต่ำลง<br>ค. *quantum ใหญ่เกินไป ค่า turnaround time จะมากขึ้น<br>ง. quantum เล็กไป เวลาจะหมดไปกับการทำ context switch | ความสัมพันธ์            |

## ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

| เนื้อหา/วัตถุประสงค์/ข้อสอบ  | การวิเคราะห์ |              |           |          |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |         |
|--|--------------|--------------|-----------|----------|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|---------|
| 21 การจัดการตารางคิวใด มีฟังก์ชันการจัดการตารางที่สอดคล้องกัน <ul style="list-style-type: none"> <li>ก. FCFS – SJF</li> <li>ข. FCFS – RR</li> <li>ค. RR – Priority</li> <li>ง. *SJF – Priority</li> </ul>  | ความสัมพัทธ์ |              |           |          |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |         |
| 22 กำหนดให้มีโปรเซสเข้ามาในระบบตามเวลาต่าง ๆ (Arrival Time) เวลาในการประมวลผล (Burst Time) และระดับความสำคัญ (Priority โดยหมายเลข 1 มีค่าสูงสุด) ของ 5 โปรเซสดังนี้ <table border="1" data-bbox="347 869 810 1104"> <thead> <tr> <th>Process</th> <th>Arrival Time</th> <th>CPU Burst</th> <th>Priority</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P1</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>P2</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>P3</td> <td>3</td> <td>8</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>P4</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>P5</td> <td>7</td> <td>4</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> การทำงานแบบ RR โดยให้ค่า quantum time เท่ากับ 4 ข้อใดเรียงลำดับการทำงานเสร็จของโปรเซสได้ถูกต้อง <ul style="list-style-type: none"> <li>ก. *P2,P4,P5,P1,P3</li> <li>ข. P2,P4,P1,P5,P3</li> <li>ค. P1,P2,P4,P5,P3</li> <li>ง. P1, P4,P2,P5,P3</li> </ul> | Process      | Arrival Time | CPU Burst | Priority | P1 | 0 | 5 | 3 | P2 | 1 | 3 | 2 | P3 | 3 | 8 | 4 | P4 | 4 | 1 | 1 | P5 | 7 | 4 | 3 | หลักการ |
| Process  | Arrival Time | CPU Burst    | Priority  |          |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |         |
| P1   | 0            | 5            | 3         |          |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |         |
| P2   | 1            | 3            | 2         |          |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |         |
| P3   | 3            | 8            | 4         |          |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |         |
| P4   | 4            | 1            | 1         |          |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |         |
| P5   | 7            | 4            | 3         |          |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |         |
| 23 กำหนดให้มีโปรเซสเข้ามาในระบบตามเวลาต่าง ๆ (Arrival Time) เวลาในการประมวลผล (Burst Time) และระดับความสำคัญ (Priority โดยหมายเลข 1 มีค่าสูงสุด) ของ 5 โปรเซสดังนี้ <table border="1" data-bbox="347 1512 810 1747"> <thead> <tr> <th>Process</th> <th>Arrival Time</th> <th>CPU Burst</th> <th>Priority</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P1</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>P2</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>P3</td> <td>3</td> <td>8</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>P4</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>P5</td> <td>7</td> <td>4</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> การทำงานแบบ SJF ข้อใดเรียงลำดับการทำงานเสร็จของโปรเซสได้ถูกต้อง <ul style="list-style-type: none"> <li>ก. P4,P2,P5,P1,P3</li> <li>ข. P4,P2,P1,P5,P3</li> <li>ค. *P1,P4,P2,P5,P3</li> <li>ง. P2,P4,P1,P5,P3</li> </ul>                                 | Process      | Arrival Time | CPU Burst | Priority | P1 | 0 | 5 | 3 | P2 | 1 | 3 | 2 | P3 | 3 | 8 | 4 | P4 | 4 | 1 | 1 | P5 | 7 | 4 | 3 | หลักการ |
| Process  | Arrival Time | CPU Burst    | Priority  |          |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |         |
| P1   | 0            | 5            | 3         |          |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |         |
| P2   | 1            | 3            | 2         |          |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |         |
| P3   | 3            | 8            | 4         |          |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |         |
| P4   | 4            | 1            | 1         |          |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |         |
| P5   | 7            | 4            | 3         |          |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |         |

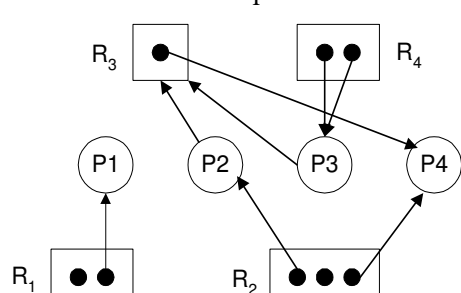
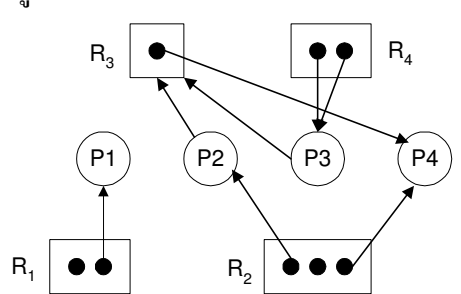
## ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

| เนื้อหา/วัตถุประสงค์/ข้อสอบ   | การวิเคราะห์            |
|---|-------------------------|
| 24 จากโจทย์ตารางข้อที่ผ่านมา ถ้าจัดตารางการทำงานแบบ SJF ค่าเฉลี่ยของเวลาที่โปรเซสรอ (Waiting time) มีค่าเท่าใด<br>ก. Waiting Time = 3.2    ข. *Waiting Time = 3.6<br>ค. Waiting Time = 6.2    ง. Waiting Time = 7.4   | หลักการ                 |
| 25 จากโจทย์ตารางข้อที่ผ่านมา (จัดตารางการทำงานแบบ SJF) ค่าเวลาที่โปรเซสอยู่ในระบบ (Turnaround time) มีค่าเท่าใด<br>ก. Turnaround Time = 11.6<br>ข. Turnaround Time = 10.4<br>ค. *Turnaround Time = 7.8<br>ง. Turnaround Time = 7.4  | หลักการ                 |
| เนื้อหา : การประสานจังหวะการทำงาน Process   |                         |
| 26 ข้อใดคือความสำคัญของเซกชันวิกฤต (Critical Section)<br>ก. *ส่วนของโค้ดที่มีตัวแปรที่ถูกใช้ร่วมกันมากกว่าหนึ่งโปรเซส<br>ข. ส่วนของโค้ดที่มีตัวแปรสำคัญ<br>ค. ส่วนของโค้ดที่มีไว้สำหรับตรวจสอบเงื่อนไขการทำงาน<br>ง. ส่วนของโค้ดที่มีไว้ให้โปรเซสที่มีระดับความสำคัญสูงทำงาน  | องค์ประกอบ<br>ความสำคัญ |
| 27 ข้อใดนำมาใช้แก้ปัญหาเมื่อโปรเซสมากกว่าหนึ่งตัว ต้องการให้ทรัพยากรตัวเดียวกัน<br>ก. Busy Waiting    ข. Hold and wait<br>ค. *Semaphore    ง. No preemption   | หลักการ                 |
| 28 ข้อใดกล่าวถึงหลักการทำงานในเซกชันวิกฤต (Critical Section) ได้ถูกต้อง<br>ก. *จะต้องมีเพียงโปรเซสเดียวที่สามารถเข้าไปทำงานใน critical section ด้<br>ณ เวลานั้น<br>ข. โปรเซสที่มีระดับความสำคัญสูงเท่านั้น จึงจะสามารถเข้าไปทำงานใน<br>critical section<br>ค. เมื่อโปรเซสเกิดข้อผิดพลาด ถึงจะได้เข้าไปทำงานใน critical section<br>ง. การทำงานที่เร่งด่วน หมายถึงการเข้าไปทำงานใน critical section | หลักการ                 |

## ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

| เนื้อหา/วัตถุประสงค์/ข้อสอบ  | การวิเคราะห์ |
|--|--------------|
| <p>29 ในการแก้ปัญหา Bounded Buffer ของการทำงานร่วมกันระหว่าง Producer และ Consumer Process โดยการใช้ semaphore full และ empty โอเปอเรชั่นบน semaphore ในข้อใดทำงานสัมพันธ์กันถูกต้อง เมื่อ Producer Process เริ่มทำงาน ก่อนจะใส่ item ใน buffer</p> <p>ก. *wait (), empty</p> <p>ข. wait(), full</p> <p>ค. signal(), empty</p> <p>ง. signal(), full</p>                        | ความสัมพันธ์ |
| <p>30 ในการแก้ปัญหา Bounded Buffer ของการทำงานร่วมกันระหว่าง Producer และ Consumer Process โดยการใช้ semaphore full และ empty โอเปอเรชั่นบน semaphore ในข้อใดทำงานสัมพันธ์ถูกต้อง เมื่อ Consumer Process ได้ remove item ออกจาก buffer ได้เสร็จเรียบร้อยแล้ว</p> <p>ก. wait (), empty</p> <p>ข. wait(), full</p> <p>ค. *signal(), empty</p> <p>ง. signal(), full</p>           | ความสัมพันธ์ |
| เนื้อหา : การเกิด Dead lock และการป้องกัน  |              |
| <p>31 ข้อใดไม่ใช่เงื่อนไขที่นำไปสู่การเกิด Deadlock</p> <p>ก. Mutual Exclusion</p> <p>ข. Hold and wait</p> <p>ค. *Busy waiting</p> <p>ง. No preemption</p>   | องค์ประกอบ   |
| <p>32 ข้อใดสามารถระบุได้ว่าเกิด Deadlock เมื่อใช้ Resource-allocation Graph ในการจำลองการเกิด deadlock</p> <p>ก. *Graph มี cycle และทรัพยากรแต่ละชนิดมีเพียง 1 instance</p> <p>ข. Graph มี cycle และทรัพยากรแต่ละชนิดมีมากกว่า 1 instance</p> <p>ค. มีจำนวน Request edges <math>\leq</math> assignment edges</p> <p>ง. มีจำนวน Assignment edges เท่ากับจำนวนทรัพยากรในระบบ</p> | ความสัมพันธ์ |

ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

| เนื้อหา/วัตถุประสงค์/ข้อสอบ  | การวิเคราะห์                            |
|--|---|
| <p>33 ข้อใดสามารถใช้ระบุได้ว่า โพรเซสนี้ไม่เกี่ยวข้องกับการเกิด Deadlock</p> <p>ก. <math>Need \geq available</math></p> <p>ข. <math>*Allocation = 0</math></p> <p>ค. <math>Need \geq 0</math></p> <p>ง. <math>Allocation \leq available</math></p>   | <p>การวิเคราะห์</p> <p>ความสัมพันธ์</p> |
| <p>34 จาก Resource Allocation Graph ต่อไปนี้</p>  <p>มีจำนวน Assignment Edge เป็นเท่าใด</p> <p>ก. 2      ข. 3</p> <p>ค. 5      ง. *6</p>   | <p>หลักการ</p>                          |
| <p>35 จากข้อ 5 มีจำนวน Request Edge เป็นเท่าใด</p> <p>ก. *2      ข. 3</p> <p>ค. 5      ง. 6</p>  | <p>หลักการ</p>                          |
| <p>36 พิจารณาการเกิด Deadlock จาก Resource Allocation Graph ต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง</p>  <p>ก. เกิด Deadlock ระหว่างโปรเซส P2, P3, P4</p> <p>ข. เกิด Deadlock ระหว่างโปรเซส P2, P3</p> <p>ค. เกิด Deadlock ระหว่างโปรเซส P2, P4</p> <p>ง. *ไม่เกิด Deadlock</p> | <p>หลักการ</p>                          |

## ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

| เนื้อหา/วัตถุประสงค์/ข้อสอบ  | การวิเคราะห์ |
|--|--------------|
| 37 ข้อใดไม่จำเป็นสำหรับการใช้ Banker algorithm ในการหลีกเลี่ยงการเกิด Deadlock<br>ก. จำนวนทรัพยากรทั้งหมดของแต่ละโพรเซสต้องการ<br>ข. จำนวนโพรเซสทั้งหมดในระบบ<br>ค. จำนวนทรัพยากรทั้งหมดในระบบ<br>ง. *เวลาทั้งหมดที่โพรเซสครอบครองทรัพยากร | องค์ประกอบ   |
| เนื้อหา : Dynamic Allocation แบบ First Fit, Best Fit, Worst Fit  |              |
| 38 ข้อเสียของการจัดสรรหน่วยความจำแบบ Dynamic allocation คือข้อใด<br>ก. เกิด Internal Fragmentation<br>ข. *เกิด External Fragmentation<br>ค. เกิด Memory Fault<br>ง. เกิด TLB miss  | องค์ประกอบ   |
| 39 ข้อเสียของการจัดสรรหน่วยความจำแบบ First fit คือข้อใด<br>ก. การจัดสรรทำได้ช้า<br>ข. *อาจใช้พื้นที่หน่วยความจำไม่เต็มที่<br>ค. เกิด internal fragmentation<br>ง. ต้องเสียเวลาในการ Relocation   | องค์ประกอบ   |
| 40 ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องในการทำ Process Relocation<br>ก. มีการคำนวณแอดเดรสใหม่<br>ข. ใช้หน่วยความจำได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น<br>ค. หน่วยความจำมีขนาดเท่าเดิม<br>ง. *โปรแกรมมีขนาดใหญ่ขึ้น   | ความสัมพันธ์ |

ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

| เนื้อหา/วัตถุประสงค์/ข้อสอบ  | การวิเคราะห์      |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
|--|-------------------|--|----------|------------------|-----|-------|-------|-------|-----|--------------|-------|-------|-----|------|-------|-------|---------------|--|----------|-------------------|---|---|---|---|---------|----------------|---|---|-----|---|------|---|------|----------------|------|---|------|----------------|------|---|------|---|-------|---|-------|-------|----------------|
| <p>41 ระบบมีการแบ่ง Job1 เป็น page และจัดลงในหน่วยความจำ ดังรูป ค่าของ Physical Address ตรงกับข้อใดเมื่อ Logical Address = 518</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>Job 1 with its Page Map Table. Main memory showing allocation of page frames to Job 1.</i></p> <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Job 1</th> </tr> <tr> <th>Line no.</th> <th>Instruction/Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>001</td> <td>BEGIN</td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td>025</td> <td>LOAD R1, 518</td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td>518</td> <td>3792</td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> </tbody> </table> <br/> <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">PMT for Job 1</th> </tr> <tr> <th>Page no.</th> <th>Page frame number</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>Main Memory</b></p> <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Address</th> <th>Page frame no.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>512</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1024</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>1536</td> <td>Job 1 - Page 1</td> </tr> <tr> <td>2048</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2560</td> <td>Job 1 - Page 0</td> </tr> <tr> <td>3072</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>3584</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> </tbody> </table> </div> </div> <p>ก. 1530</p> <p>ข. *1542</p> <p>ค. 2554</p> <p>ง. 2566</p> | Job 1             |  | Line no. | Instruction/Data | 001 | BEGIN | ..... | ..... | 025 | LOAD R1, 518 | ..... | ..... | 518 | 3792 | ..... | ..... | PMT for Job 1 |  | Page no. | Page frame number | 0 | 5 | 1 | 3 | Address | Page frame no. | 0 | 0 | 512 | 1 | 1024 | 2 | 1536 | Job 1 - Page 1 | 2048 | 4 | 2560 | Job 1 - Page 0 | 3072 | 6 | 3584 | 7 | ..... | 8 | ..... | ..... | <p>หลักการ</p> |
| Job 1  |                   |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| Line no.   | Instruction/Data  |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| 001  | BEGIN             |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| .....  | .....             |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| 025  | LOAD R1, 518      |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| .....  | .....             |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| 518  | 3792              |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| .....  | .....             |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| PMT for Job 1  |                   |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| Page no.   | Page frame number |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| 0  | 5                 |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| 1  | 3                 |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| Address  | Page frame no.    |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| 0  | 0                 |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| 512  | 1                 |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| 1024   | 2                 |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| 1536   | Job 1 - Page 1    |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| 2048   | 4                 |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| 2560   | Job 1 - Page 0    |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| 3072   | 6                 |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| 3584   | 7                 |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| .....  | 8                 |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| .....  | .....             |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| <p>42 กำหนดให้ Job1 ที่มีขนาด 32768 bytes เดิมอยู่ที่ address เริ่มต้นที่ 30720 ถึง 63487 ถ้ามีการ relocate Job1 ไปไว้ที่ address เริ่มต้นที่ 18432 ค่าใน Relocation Register มีค่าเท่ากับข้อใด</p> <p>ก. 12288</p> <p>ข. *-12288</p> <p>ค. 45055</p> <p>ง. -45055</p>   | <p>หลักการ</p>    |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| <p>เนื้อหา : การจัดการหน่วยความจำ</p>  |                   |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |
| <p>43 ข้อใดกล่าวถึงการทำงานของการทำงานของการทำ Demand Paging ไม่ถูกต้อง</p> <p>ก. Response เร็วขึ้น</p> <p>ข. รองรับการใช้งานได้มากขึ้น</p> <p>ค. * การทำงานกับ I/O มากขึ้น</p> <p>ง. การใช้พื้นที่หน่วยความจำดีขึ้น</p>   | <p>องค์ประกอบ</p> |  |          |                  |     |       |       |       |     |              |       |       |     |      |       |       |               |  |          |                   |   |   |   |   |         |                |   |   |     |   |      |   |      |                |      |   |      |                |      |   |      |   |       |   |       |       |                |

## ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

| เนื้อหา/วัตถุประสงค์/ข้อสอบ  | การวิเคราะห์ |
|--|--------------|
| <p>44 ข้อใดกล่าวถึง หน่วยความจำเสมือน (Virtual Memory) ได้ถูกต้อง</p> <p>ก. การใช้หน่วยความจำชั่วคราวสำหรับเก็บข้อมูลหรือโปรแกรมที่ใช้บ่อย เพื่อการประมวลผลที่เร็วขึ้น</p> <p>ข. *การนำหน่วยความจำสำรองมาเก็บข้อมูลบางส่วนเพื่อให้มีพื้นที่ หน่วยความจำมากขึ้น</p> <p>ค. การแบ่งหน่วยความจำให้ผู้ใช้สามารถเข้ามาใช้งานในระบบได้พร้อมกัน มากขึ้น</p> <p>ง. การเพิ่มขนาดของหน่วยความจำโดยใช้เทคโนโลยีด้านปัญญาประดิษฐ์</p> | หลักการ      |
| <p>45 การทำ page replacement จะเกิดขึ้นจากสาเหตุในข้อใด</p> <p>ก. *ไม่มีเฟรมว่าง เมื่อเกิด page fault</p> <p>ข. ต้องการจัดสรรพื้นที่หน่วยความจำให้มีประสิทธิภาพที่สุด</p> <p>ค. ลดการเกิด external fragmentation</p> <p>ง. ต้องการลดจำนวนการเกิด page fault</p>  | ความสัมพัทธ์ |
| <p>46 กำหนดให้มีการเรียกใช้เพจ Reference String ดังนี้ 2, 3, 2, 1, 5, 2, 4, 5, 3 จัดสรรลงในหน่วยความจำขนาด 3 เฟรม ถ้าใช้อัลกอริทึมในการแทนที่เพจ แบบ FIFO จะเกิด Page fault ทั้งหมดกี่ครั้ง (ให้รวม Initial page fault ด้วย)</p> <p>ก. 5 ครั้ง                      ข 6 ครั้ง</p> <p>ค *7 ครั้ง                      ง 8 ครั้ง</p>   | หลักการ      |
| <p>47 กำหนดให้มีการเรียกใช้เพจ Reference String ดังนี้ 2, 3, 2, 1, 5, 2, 4, 5, 3 จัดสรรลงในหน่วยความจำขนาด 3 เฟรม ถ้าใช้อัลกอริทึมในการแทนที่เพจ แบบ LRU ในการเรียกใช้งานเพจ 4 เพจ 4 จะถูกนำไปแทนที่เพจใด ใน หน่วยความจำ</p> <p>ก *1    ข 2    ค 3    ง 5</p>  | หลักการ      |
| <p>48 กำหนดให้มีการเรียกใช้เพจ Reference String ดังนี้ 2, 3, 2, 1, 5, 2, 4, 5, 3 จัดสรรลงในหน่วยความจำขนาด 3 เฟรม ถ้าใช้อัลกอริทึมในการแทนที่เพจ แบบ LRU หลังจากมีการเรียกใช้เพจ เสร็จสิ้นแล้ว มีเพจใดบ้างอยู่ใน หน่วยความจำ</p> <p>ก. 1, 2, 3    ข. 2, 3, 4    ค. *3, 4, 5    ง. 5, 3, 2</p>  | หลักการ      |

## ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

| เนื้อหา/วัตถุประสงค์/ข้อสอบ   | การวิเคราะห์ |
|---|--------------|
| เนื้อหา : การอ่านไฟล์ การจัดตำแหน่ง (Allocate file) และ การจัดการ Device  |              |
| 49 ข้อใดที่เหมาะสมแก่การเปิดไฟล์แบบ Exclusive lock<br>ก. เมื่อต้องการดูตารางสายการบิน<br>ข. *เมื่อต้องการจองตั๋วเครื่องบิน<br>ค. เมื่อต้องการพิมพ์รายชื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชา OS<br>ง. เมื่อต้องการให้แสดงรายวิชาที่เปิดในภาคการศึกษา 2/2558                          | หลักการ      |
| 50 ข้อใดที่เหมาะสมกับการเปิดไฟล์แบบ Shared lock<br>ก. เมื่ออาจารย์ต้องการบันทึกเกรดนักศึกษา<br>ข. เมื่อนักศึกษาต้องการอัปเดตข้อมูลที่อยู่ในทะเบียนนักศึกษา<br>ค. เมื่อเจ้าหน้าที่ต้องการสร้างตารางสอน<br>ง. *เมื่อนักศึกษาต้องการดูตารางสอบ                               | หลักการ      |
| 51 ข้อใดกล่าวถึงบทบาทของ Directory ได้ถูกต้อง<br>ก. *เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับไฟล์<br>ข. เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับดิสต์<br>ค. เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้หน่วยความจำ<br>ง. เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผล   | องค์ประกอบ   |
| 52 ข้อใดเลือกวิธีการจัดสรรไฟล์ได้เหมาะสม<br>ก. ไฟล์ที่มีโอกาสขยายขนาดขึ้นได้เรื่อย ๆ – Contiguous Allocation<br>ข. ไฟล์ที่สามารถเข้าถึงแบบ Random ได้ – Linked Allocation<br>ค. ไฟล์ที่มีขนาดเล็ก – Indexed Allocation<br>ง. *ไฟล์ที่มีขนาดไม่แน่นอน – Indexed Allocation | ความสัมพันธ์ |
| 53 หากต้องการเก็บข้อมูลนักศึกษา และเรียกดูข้อมูลตามชื่อ/รหัสนักศึกษาได้<br>ควรเลือกวิธีการจัดสรรในข้อใด<br>ก. Contiguous Allocation , Linked Allocation<br>ข. *Contiguous Allocation, Indexed Allocation<br>ค. Linked Allocation, Indexed Allocation<br>ง. ได้ทั้งสามวิธี | ความสัมพันธ์ |

## ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

| เนื้อหา/วัตถุประสงค์/ข้อสอบ   | การวิเคราะห์ |
|---|--------------|
| 54 ข้อใดมีความสัมพันธ์กันอย่างถูกต้อง<br>ก. *Polling – I/O port<br>ข. Polling – Interrupt<br>ค. DMA – I/O port<br>ง. DMA – Register   | ความสัมพันธ์ |
| 55 ข้อใดกล่าวถึงหลักการ Polling ในการติดต่อกับอุปกรณ์ ได้ถูกต้อง<br>ก. *มีการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ก่อนการติดต่อ<br>ข. มีการส่งอินเทอร์รัพเมื่ออุปกรณ์พร้อมใช้งาน<br>ค. สามารถถ่ายโอนข้อมูลได้ครั้งละจำนวนมาก<br>ง. สามารถถ่ายโอนข้อมูลโดยตรงมาในหน่วยความจำ                        | หลักการ      |
| 56 ข้อใดไม่ใช่การจัดการในส่วนบริการ Device Reservation<br>ก. *จัดบริการได้รวดเร็ว<br>ข. จัดสำหรับการใช้อุปกรณ์แบบ Exclusive<br>ค. การเรียกใช้ผ่าน System call ในการ Allocation และ deallocation<br>ง. คอยเฝ้าระวังเรื่องของ Deadlock  | หลักการ      |
| เนื้อหา : การประมวลผลแบบกระจาย (Distributed Mutual Exclusion)   |              |
| 57 ข้อใดไม่ใช่คุณลักษณะของ Distributed System<br>ก. *กลุ่มของตัวประมวลผลมีการใช้ทรัพยากร เช่น หน่วยความจำร่วมกัน<br>ข. ตัวประมวลผลติดต่อกันผ่านทางเครือข่าย LAN หรือ WAN<br>ค. กลุ่มของตัวประมวลผลไม่ได้ใช้ Clock ร่วมกัน<br>ง. กลุ่มของตัวประมวลผลสามารถใช้ฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ ร่วมกัน | องค์ประกอบ   |
| 58 ในการประมวลผลข้อมูลบนระบบกระจาย โดยการดึงไฟล์ข้อมูลที่ ต้องการใช้ มาพักหรือ cache ไว้บนเครื่องที่ร้องขอ มักจะเกิดปัญหาในข้อใด<br>ก. *Consistency<br>ข. Availability<br>ค. Durability<br>ง. Reliability   | ความสัมพันธ์ |

## ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

| เนื้อหา/วัตถุประสงค์/ข้อสอบ  | การวิเคราะห์ |
|--|--------------|
| <p>59 ข้อใดกล่าวถึงวิธีการเลือกตั้ง โดยใช้ Ring Algorithm ได้ถูกต้อง</p> <p>ก. ในการเลือกตั้ง Coordinator โพรเซสจะส่ง message ไปยังโพรเซสที่มี priority สูงกว่าและรอตอบกลับ ถ้าไม่ได้รับการตอบกลับภายในเวลา แสดงว่าโพรเซสนั้นจะได้เป็น Coordinator</p> <p>ข. ในการเลือกตั้ง Coordinator โพรเซสจะใช้วิธีลงคะแนนเสียง โพรเซสที่ได้เสียงมากที่สุดจะเป็น Coordinator</p> <p>ค. *ในการเลือกตั้ง Coordinator โพรเซสจะใช้วิธีการระบุหมายเลขโพรเซส ลงไปใน message และส่งต่อเป็นวง เมื่อส่งจนครบ หมายเลขโพรเซสที่มีค่าสูงสุดจะได้เป็น Coordinator</p> <p>ง. ในการเลือกตั้ง Coordinator โพรเซสจะใช้วิธีการขอคะแนนเสียงจากทุกเครื่อง เครื่องที่ได้คะแนนเสียงเกินครึ่ง จะได้เป็น Coordinator</p> | หลักการ      |
| <p>60 ข้อใดกล่าวถึงวิธีการเลือกตั้ง โดยใช้ Bully Algorithm ได้ถูกต้อง</p> <p>ก. *ในการเลือกตั้ง Coordinator โพรเซสจะส่ง message ไปยังโพรเซสที่มี priority สูงกว่าและรอตอบกลับ ถ้าไม่ได้รับการตอบกลับภายในเวลา แสดงว่าโพรเซสนั้นจะได้เป็น Coordinator</p> <p>ข. ในการเลือกตั้ง Coordinator โพรเซสจะใช้วิธีลงคะแนนเสียง โพรเซสที่ได้เสียงมากที่สุดจะเป็น Coordinator</p> <p>ค. ในการเลือกตั้ง Coordinator โพรเซสจะใช้วิธีการระบุหมายเลขโพรเซสลงไปใน message และส่งต่อเป็นวง เมื่อส่งจนครบ หมายเลขโพรเซสที่มีค่าสูงสุดจะได้เป็น Coordinator</p> <p>ง. ในการเลือกตั้ง Coordinator โพรเซสจะใช้วิธีการขอคะแนนเสียงจากทุกเครื่อง เครื่องที่ได้คะแนนเสียงเกินครึ่ง จะได้เป็น Coordinator</p> | หลักการ      |

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์คะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยโปรแกรมสถิติค่าที่

#### Paired Samples Statistics

|        |          | Mean    | N  | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|--------|----------|---------|----|----------------|-----------------|
| Pair 1 | Posttest | 47.1818 | 22 | 2.21760        | .47279          |
|        | Pretest  | 17.0909 | 22 | 1.10880        | .23640          |

#### Paired Samples Correlations

|        |                    | N  | Correlation | Sig. |
|--------|--------------------|----|-------------|------|
| Pair 1 | Posttest & Pretest | 22 | .690        | .000 |

#### Paired Samples Test

|        |                       | Paired Differences |                   |                    |  |          | t      | df | Sig.<br>(2-tailed) |
|--------|-----------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--|----------|--------|----|--------------------|
|        |                       | Mean               | Std.<br>Deviation | Std. Error<br>Mean | 95% Confidence<br>Interval of the Difference |          |        |    |                    |
|        |                       |                    |                   |                    | Lower  | Upper    |        |    |                    |
| Pair 1 | Posttest<br>- Pretest | 30.0909            | 1.65929           | .35376             | 29.35522                                     | 30.82660 | 85.060 | 21 | .000               |

ผลการวิเคราะห์คะแนนการคิดวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มด้วยโปรแกรมสถิติ ANCOVA

#### Descriptive Statistics

Dependent Variable: Posttest

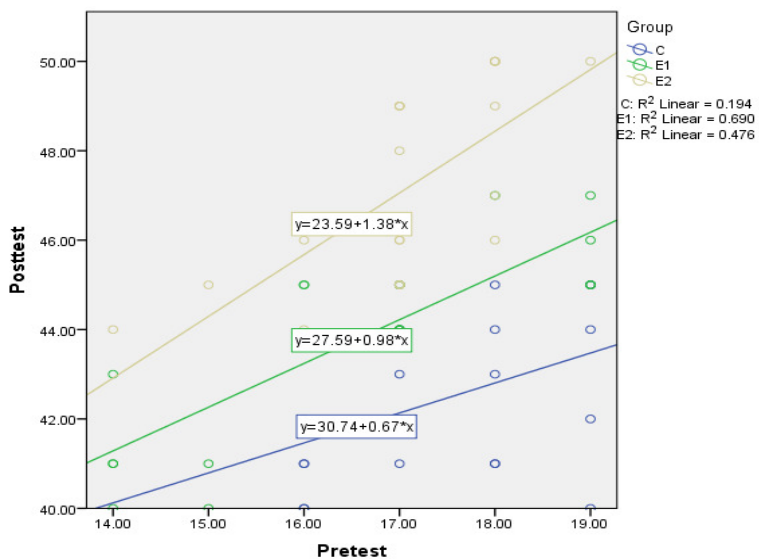
| Group | Mean    | Std. Deviation | N  |
|-------|---------|----------------|----|
| C     | 42.4091 | 1.73642        | 22 |
| E1    | 43.9091 | 2.06810        | 22 |
| E2    | 47.1818 | 2.21760        | 22 |
| Total | 44.5000 | 2.82434        | 66 |

#### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable: Posttest

| F     | df1 | df2 | Sig. |
|-------|-----|-----|------|
| 2.361 | 2   | 63  | .103 |

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.



**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Posttest

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F       | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|---------|------|
| Corrected Model | 385.548 <sup>a</sup>    | 5  | 77.110      | 34.799  | .000 |
| Intercept       | 250.009                 | 1  | 250.009     | 112.827 | .000 |
| Group           | 2.284                   | 2  | 1.142       | .515    | .600 |
| Pretest         | 101.076                 | 1  | 101.076     | 45.614  | .000 |
| Group * Pretest | 6.726                   | 2  | 3.363       | 1.518   | .227 |
| Error           | 132.952                 | 60 | 2.216       |         |      |
| Total           | 131215.000              | 66 |             |         |      |
| Corrected Total | 518.500                 | 65 |             |         |      |

a. R Squared = .744 (Adjusted R Squared = .722)

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Posttest

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F       | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|---------|------|
| Corrected Model | 378.821 <sup>a</sup>    | 3  | 126.274     | 56.050  | .000 |
| Intercept       | 305.037                 | 1  | 305.037     | 135.398 | .000 |
| Pretest         | 116.730                 | 1  | 116.730     | 51.814  | .000 |
| Group           | 284.572                 | 2  | 142.286     | 63.157  | .000 |
| Error           | 139.679                 | 62 | 2.253       |         |      |
| Total           | 131215.000              | 66 |             |         |      |
| Corrected Total | 518.500                 | 65 |             |         |      |

a. R Squared = .731 (Adjusted R Squared = .718)

### Estimated Marginal Means

#### Group

#### Estimates

Dependent Variable: Posttest

| Group | Mean                | Std. Error | 95% Confidence Interval |             |
|-------|---------------------|------------|-------------------------|-------------|
|       |                     |            | Lower Bound             | Upper Bound |
| C     | 42.062 <sup>a</sup> | .324       | 41.415                  | 42.709      |
| E1    | 44.286 <sup>a</sup> | .324       | 43.638                  | 44.934      |
| E2    | 47.152 <sup>a</sup> | .320       | 46.512                  | 47.791      |

a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Pretest = 17.0606.

### Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Posttest

| (I) Group | (J) Group | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. <sup>b</sup> | 95% Confidence Interval for Difference <sup>b</sup> |             |
|-----------|-----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
|           |           |                       |            |                   | Lower Bound   | Upper Bound |
| C         | E1        | -2.224 <sup>*</sup>   | .464       | .000              | -3.150  | -1.297      |
|           | E2        | -5.089 <sup>*</sup>   | .455       | .000              | -5.998  | -4.180      |
| E1        | C         | 2.224 <sup>*</sup>    | .464       | .000              | 1.297   | 3.150       |
|           | E2        | -2.866 <sup>*</sup>   | .456       | .000              | -3.777  | -1.954      |
| E2        | C         | 5.089 <sup>*</sup>    | .455       | .000              | 4.180   | 5.998       |
|           | E1        | 2.866 <sup>*</sup>    | .456       | .000              | 1.954   | 3.777       |

Based on estimated marginal means

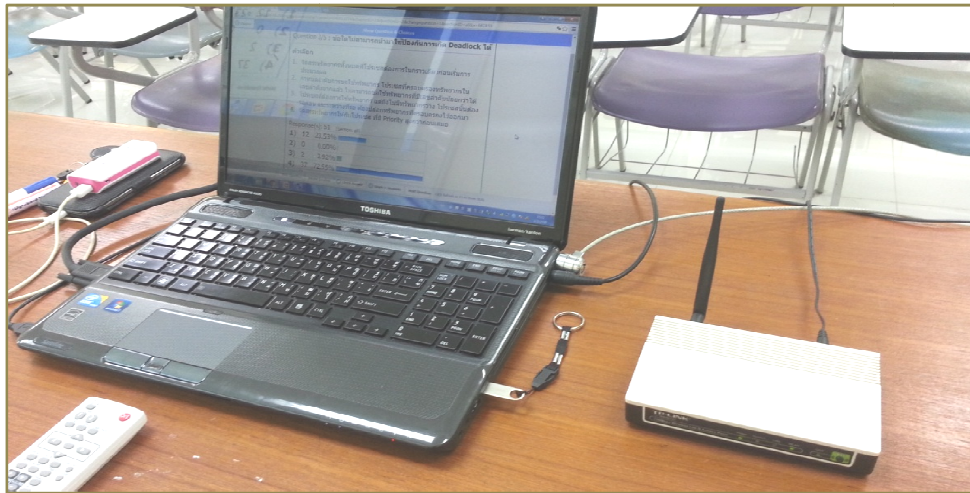
\*. The mean difference is significant at the .05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

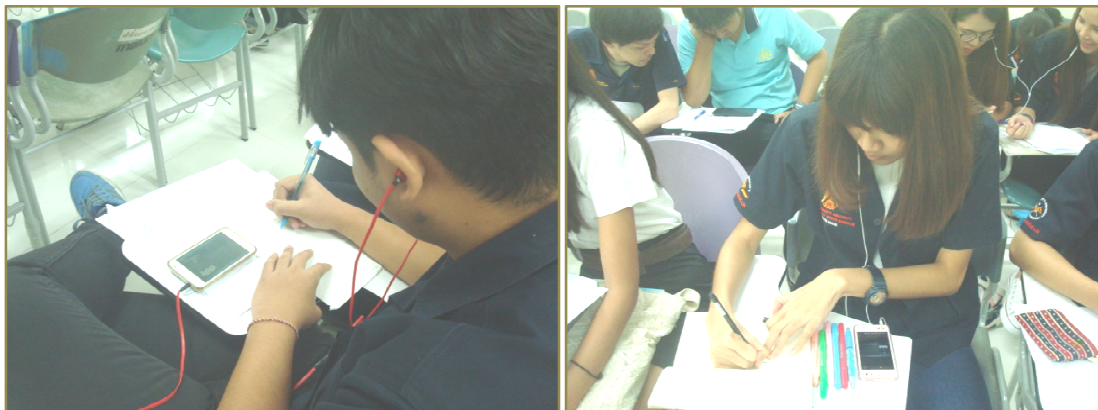
ภาคผนวก จ

- ภาพกิจกรรมการเรียน
- คู่มือการใช้งานระบบ

### ภาพกิจกรรมการเรียนรู้



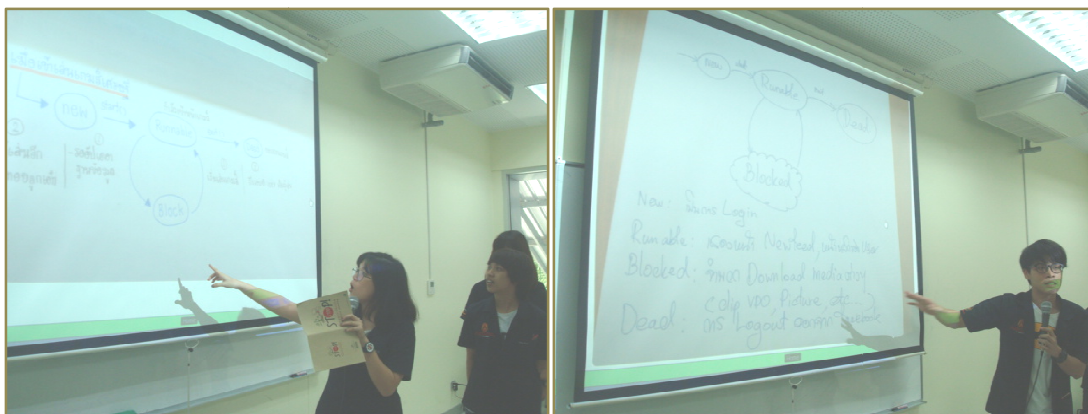
ภาพที่ จ-1 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็นทั้งเครื่องสำหรับผู้สอนและใช้เป็นทั้งเครื่องแม่ข่าย และอุปกรณ์ Access Point ใช้งานแบบไม่ต่ออินเทอร์เน็ต (Non-Internet mode)



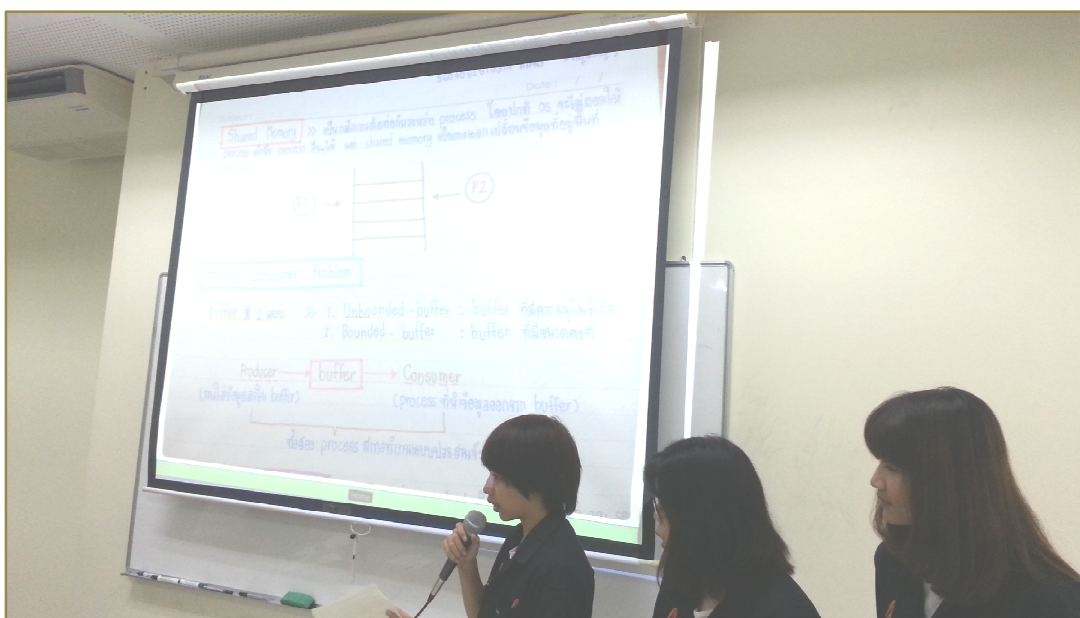
ภาพที่ จ-2 ขั้นการพัฒนางาน (ศึกษาและเขียนสิ่งที่ได้วิเคราะห์)



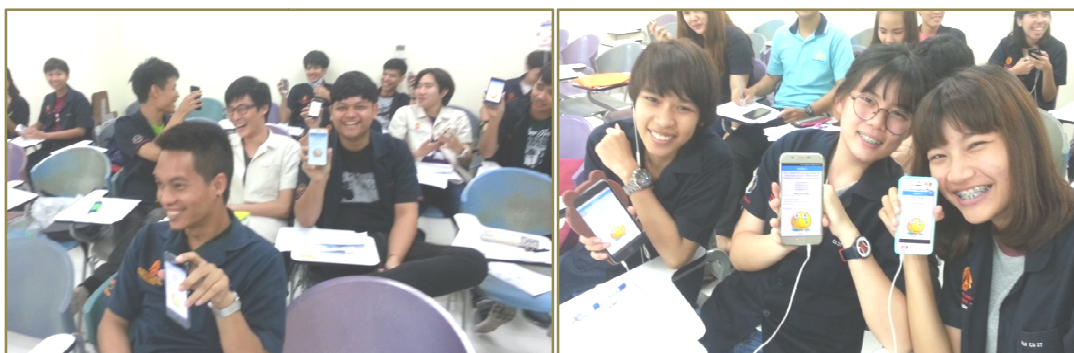
ภาพที่ จ-3 ขั้นการทดสอบ (นำเสนอ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างสมาชิกในกลุ่ม)



ภาพที่ จ-4 ขั้นการปรับแก้ นำเสนอสิ่งที่ได้วิเคราะห์ของกลุ่ม



ภาพที่ จ-5 ขั้นการตกผลึก และนำเสนอ

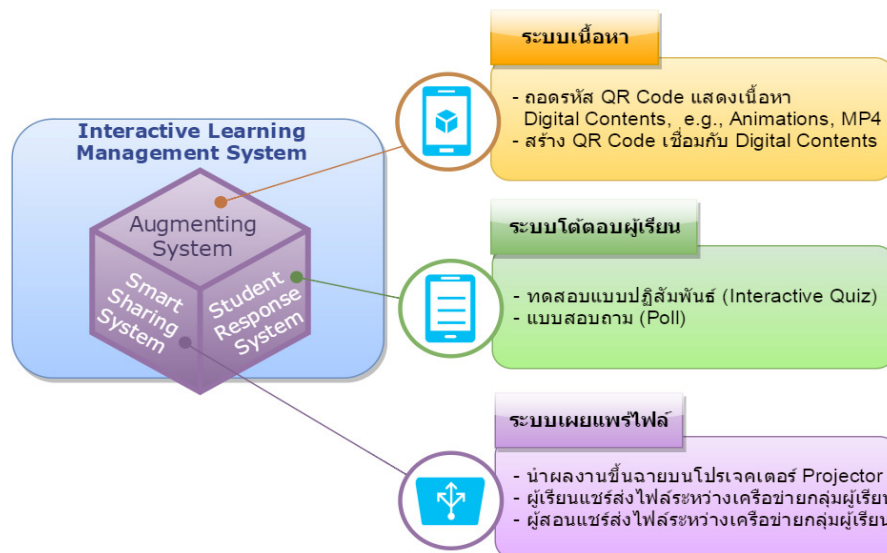


ภาพที่ จ-6 การทดสอบย่อย (Interactive Quiz)

## คู่มือการใช้งานระบบ

### บทนำ

ระบบจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ เป็นระบบบริหารจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive Learning Management System) ใช้สำหรับบริหารจัดการเรียนรู้ร่วมกับอุปกรณ์พกพา ซึ่งระบบดังกล่าวนี้ พัฒนาขึ้นโดยผู้วิจัย สามารถใช้งานแบบเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตหรือไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตก็ได้ ทำให้ยืดหยุ่น สะดวกต่อการใช้งานและประหยัดค่าใช้จ่าย (วิดีโอสรุปการทำงาน ดูได้ที่ <https://goo.gl/rEXtTs> หรือ <https://sites.google.com/site/thekobkiat/ilms>)



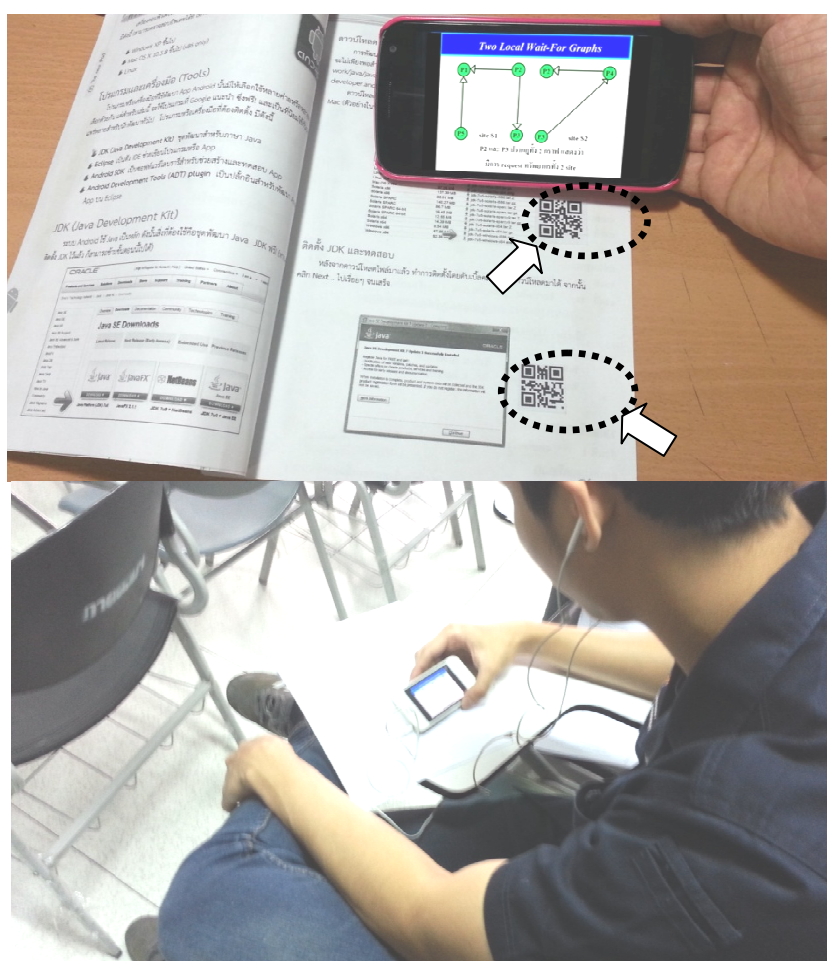
ภาพที่ จ-7 แสดงองค์ประกอบของระบบจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์

ภายในระบบประกอบด้วย

1. ระบบอ็อกเมนต์ (Augmenting System) ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับอ็อกเมนต์ที่บันทึก ได้แก่ การเปิดเนื้อหาดิจิทัล ได้แก่ แอนิเมชันหรือมัลติมีเดียและการสร้างอ็อกเมนต์ที่บันทึก (เชื่อมโยงเนื้อหาดิจิทัลเข้ากับหนังสือเล่มจริง)
2. ระบบโต้ตอบกับผู้เรียน (Student Response System) ทำหน้าที่จัดการโต้ตอบแบบทดสอบปฏิสัมพันธ์หรือแบบสอบถาม ด้วยอุปกรณ์พกพา (Interactive Quiz)
3. ระบบเผยแพร่ไฟล์ (Smart Sharing System) สำหรับนำผลงานของผู้เรียนส่งขึ้นแสดงบนเครื่องฉายโปรเจคเตอร์ คล้ายกับการใช้เครื่องฉายวิช่วลไลเซอร์ (Visualizer) นอกจากนี้ยังสามารถ

แชร์ส่งงานดังกล่าวให้อุปกรณ์พกพาเครื่องอื่น ๆ ในกลุ่มผู้เรียนด้วยกันได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่ต้องอาศัยอินเทอร์เน็ตแต่อย่างใด

อีออกเมนเท็ดบุ๊ก (Augmented Book) คือสื่อการเรียนรู้บนอุปกรณ์พกพา เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต ที่ใช้ร่วมกับหนังสือจริงหรือเอกสารประกอบคำสอนก็ได้ โดยใช้เทคโนโลยีอุปกรณ์พกพา (Mobile Technologies) ผู้เรียนจะใช้อุปกรณ์พกพาทำการปฏิสัมพันธ์กับหนังสือจริง โดยเล็งไปยัง QR Code บริเวณด้านข้างของรูปในส่วนเนื้อหาที่ต้องการศึกษา จากนั้นวิดีโอ แอนิเมชัน (Animation) หรือสื่อมัลติมีเดียของเนื้อหานั้นก็จะปรากฏขึ้นมาให้ผู้เรียนได้ศึกษา



ภาพที่ จ-8 แสดงการใช้งานอีออกเมนเท็ดบุ๊ก

#### การสร้างอีออกเมนเท็ดบุ๊ก

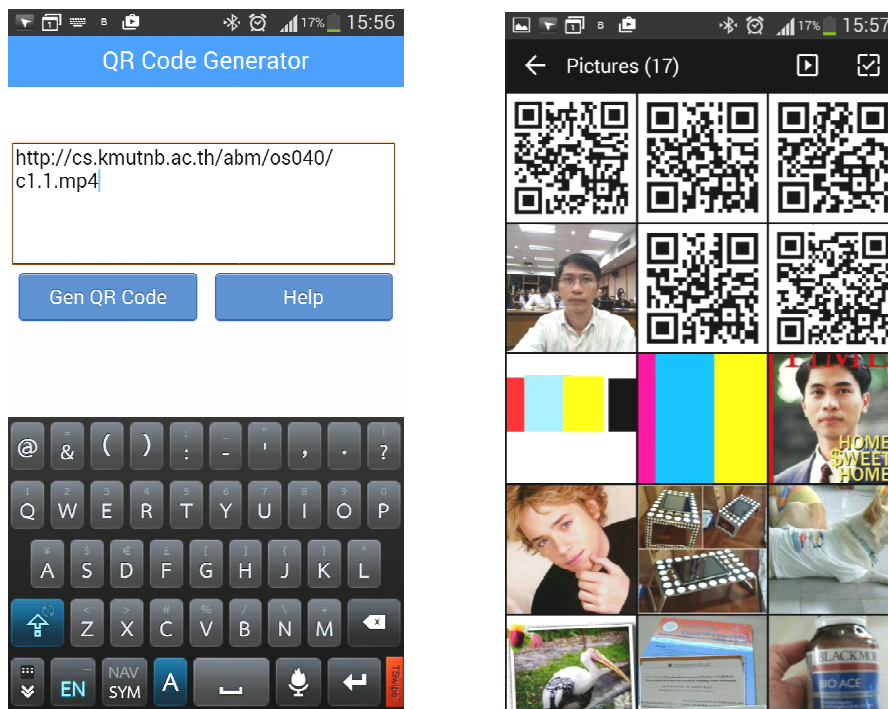
องค์ประกอบหลักของอีออกเมนเท็ดบุ๊กประกอบด้วย (1) หนังสือจริงหรือเอกสารประกอบคำสอนผู้สอน (2) อุปกรณ์พกพาเช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต และแอปพลิเคชัน Augmented Book ที่

ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น (3) รหัสแท่งสองมิติ และ (4) สื่อมัลติมีเดียสำหรับเนื้อหาอื่น ๆ วิธีการสร้างมีดังนี้

1. ผู้สอนทำการเตรียมไฟล์มัลติมีเดียในรูปแบบ MP4 สำหรับเนื้อหาที่ต้องการ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ใช้กล้องของอุปกรณ์พกพาทำการบันทึกเป็นไฟล์วิดีโอ MP4 หรือใช้โปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ เช่น PowerPoint Adobe Flash ฯลฯ จากนั้นนำไฟล์ดังกล่าวไปเก็บไว้ที่เว็บไซต์ขององค์กร หรือส่งเข้า YouTube แล้วเก็บ URI ของไฟล์ดังกล่าวไว้เพื่อนำไปสร้างรหัสแท่งสองมิติในขั้นตอนที่ 3

2. ติดตั้งแอปพลิเคชันสร้างรหัสแท่งสองมิติ QR Gen ลงในอุปกรณ์พกพา จากนั้นเปิดแอปพลิเคชันเพื่อสร้างรหัสแท่งสองมิติ

3. ใส่ URI ที่อยู่ของสื่อมัลติมีเดียไฟล์ MP4 เนื้อหาที่จะให้เปิดขึ้นมาเมื่อผู้เรียนใช้อุปกรณ์แล้้งไปยังรหัสแท่งสองมิติ แล้วกดปุ่ม [Gen QR Code] ซึ่ง URI ในที่นี้หมายถึงที่อยู่ซึ่งได้มาจากการสร้างรหัสแท่งสองมิติในขั้นตอนที่ 2 เช่น <http://www.youtube.com/code> หรือเว็บไซต์ของหน่วยงาน เช่น <http://cs.kmutnb.ac.th/os/ch4.1.mp4> ฯลฯ



ภาพที่ ๑-๙ การสร้างรหัสแท่งสองมิติสำหรับสื่อดิจิทัลของอีคอมเมิร์ซ

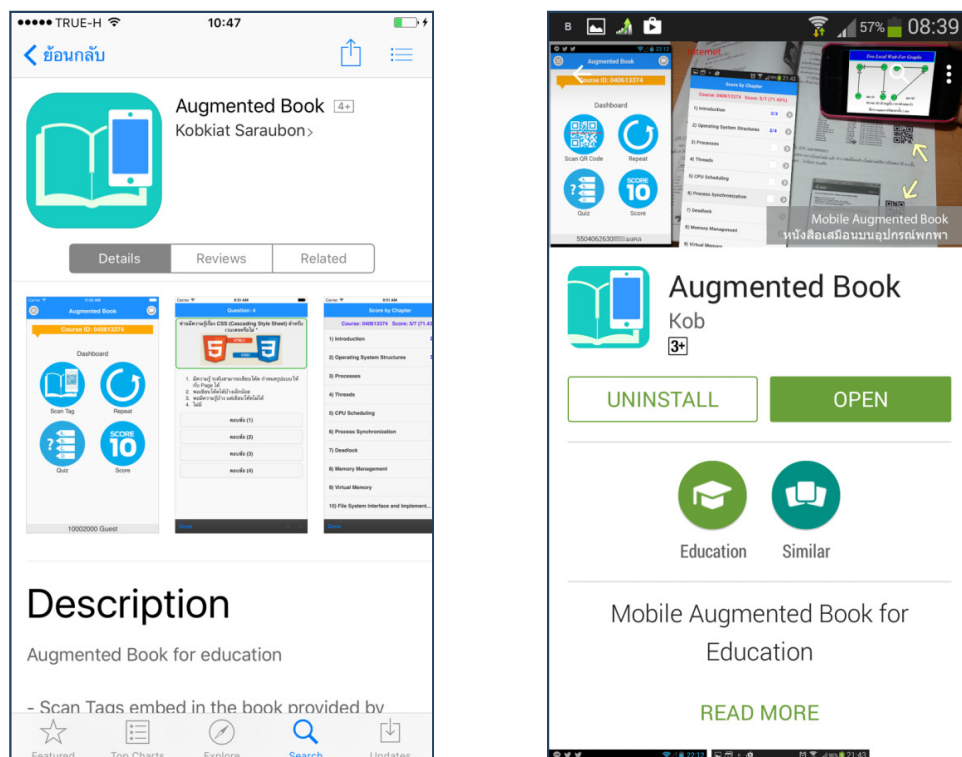
4. จะได้รับรหัสแท่งสองมิติซึ่งอยู่ในรูปแบบไฟล์ภาพ เก็บไว้ในอัลบั้มภาพของอุปกรณ์ (Gallery) ให้นำไฟล์รหัสแท่งสองมิตินี้ไปแปะติดลงในเอกสารประกอบคำสอนหรือหนังสือตรง

ส่วนที่ต้องการ โดยการฝังลงในไฟล์เอกสารแล้วทำการพิมพ์รวมเป็นชุดเอกสารพร้อมรหัสแท่งสองมิติ หรือจะพิมพ์เฉพาะรหัสแท่งสองมิติ แล้วนำมาติดในหน้าหนังสือหรือเอกสาร โดยใช้กาวยึดได้

### การใช้งานออกเมนเท็ดบุ๊กสำหรับผู้เรียน

การใช้งานแอปพลิเคชันออกเมนเท็ดบุ๊ก มีดังนี้

1. ติดตั้งแอปพลิเคชัน Augmented Book ผ่าน App Store สำหรับ iOS หรือ Google Play สำหรับ Android (คำค้นชื่อ App คือ Augmented Book ดังรูปต่อไปนี้)



ภาพที่ จ-10 การติดตั้งแอปพลิเคชันสำหรับ iOS และ Android จากสโตร์

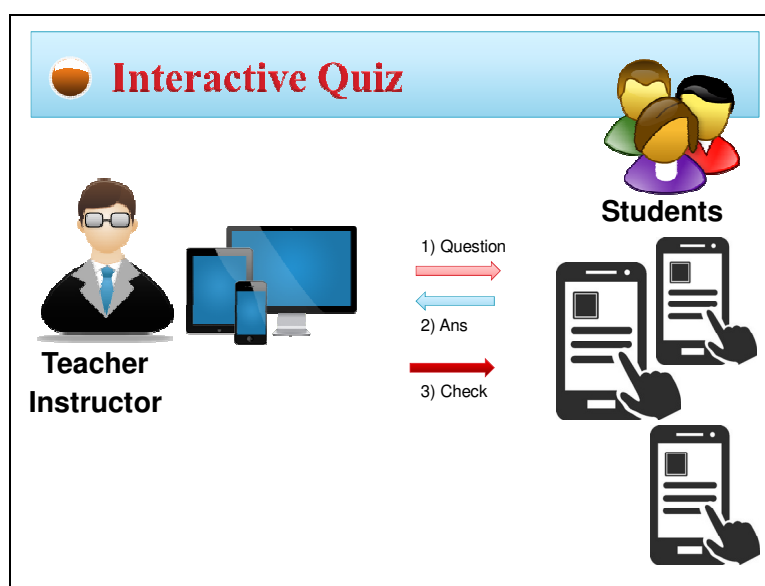
2. เปิดแอปพลิเคชันแล้วแตะปุ่ม Scan Tag จากนั้นเล็งกล้องของอุปกรณ์ไปยังรหัสแท่งสองมิติที่ต้องการ สื่อมัลติมีเดียก็จะเปิดขึ้นมาตามต้องการ

### ระบบเครื่องบริการสำหรับการทดสอบแบบปฏิสัมพันธ์บนออกเมนเท็ดบุ๊ก (Interactive Quiz)

ระบบการทดสอบแบบปฏิสัมพันธ์เป็นระบบถามตอบแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนหรือผู้บรรยายกับผู้ฟัง สามารถประยุกต์ใช้งานได้ 2 ลักษณะ ได้แก่

ระบบการทดสอบ (Quiz) เป็นระบบถามตอบแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนหรือผู้บรรยายกับผู้ฟัง สามารถประยุกต์ใช้งานได้ 2 ลักษณะ ได้แก่

1. การทำแบบทดสอบ (Quiz) ซึ่งจะคำถาม คำตอบ และมีการตรวจคำตอบให้คะแนนกับผู้เรียนแต่ละคน
2. การใช้เป็นระบบสำรวจ (Vote) ซึ่งกรณีนี้ไม่จำเป็นต้องมีการตรวจให้คะแนนแต่อย่างใด (ทั้งสองแบบ สามารถดูกราฟสถิติการเลือกตอบของผู้เรียนได้)



ภาพที่ จ-11 การทำงานของระบบทดสอบ (Quiz)

#### การทำงาน

ผู้สอนจะส่ง Interactive Quiz แต่ละข้อ โดยมีลำดับ ดังนี้ (การทำงานเป็นแบบ Real Time)

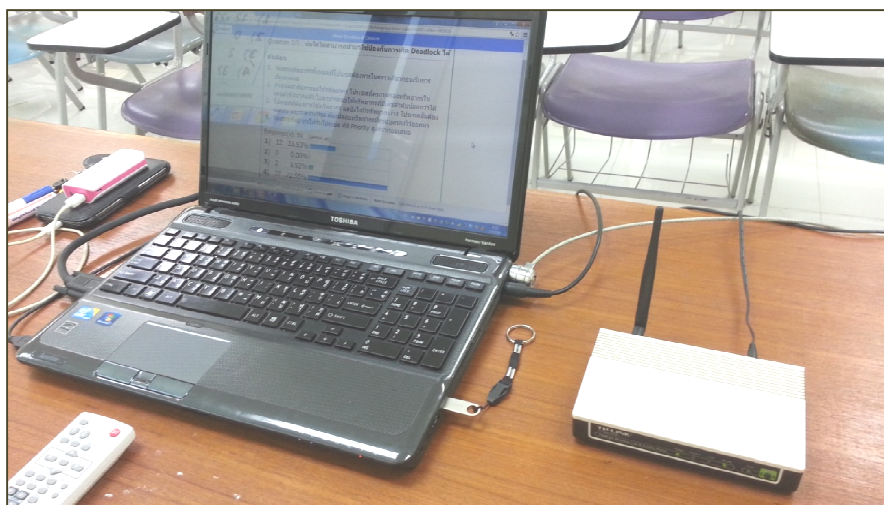
1. ผู้สอนส่งคำถาม : ผู้สอนกดปุ่ม (Feed) คำถาม ไปยังเครื่องผู้เรียนทุกคน
2. ผู้เรียนตอบคำถาม : กดปุ่มที่อุปกรณ์ของผู้เรียนเอง
3. ตรวจคำตอบ : ผู้สอนกดปุ่มควบคุม เพื่อสั่งให้อุปกรณ์ผู้เรียนทุกคนทำการตรวจคำตอบ และให้คะแนน (ปุ่มกดควบคุมอยู่ที่หน้าจอผู้สอน)
4. ผู้สอนส่งคำถามข้อต่อไป : ผู้สอนป้อนคำถามข้อต่อไป (ทำเช่นนี้วนไปเรื่อย ๆ จนจบ)

ที่หน้าจออุปกรณ์ของผู้เรียนจะไม่มี ปุ่มกดเพื่อเลือกคำถามข้อต่อไป แต่ผู้สอนจะเป็นผู้กดปุ่ม Feed ส่งคำถามไปให้ (แผงควบคุมอยู่ที่หน้าจอของผู้สอน)

### ความต้องการระบบ

ในกรณีที่หน่วยงานมีเครื่องแม่ข่ายหรือเว็บ ไซต์และระบบเครือข่ายไร้สายอยู่แล้ว ก็สามารถข้ามไปยังหัวข้อการติดตั้งระบบได้เลย แต่ถ้ายังไม่มี ให้เตรียมความพร้อมของระบบดังนี้

- 1 เครื่องคอมพิวเตอร์ PC หรือ Mac หน่วยประมวลผลความเร็ว 1.0GHz ขึ้นไป มีหน่วยความจำขนาด 2 GB ขึ้นไป
- 2 ระบบเครือข่ายไร้สาย (Access Point)



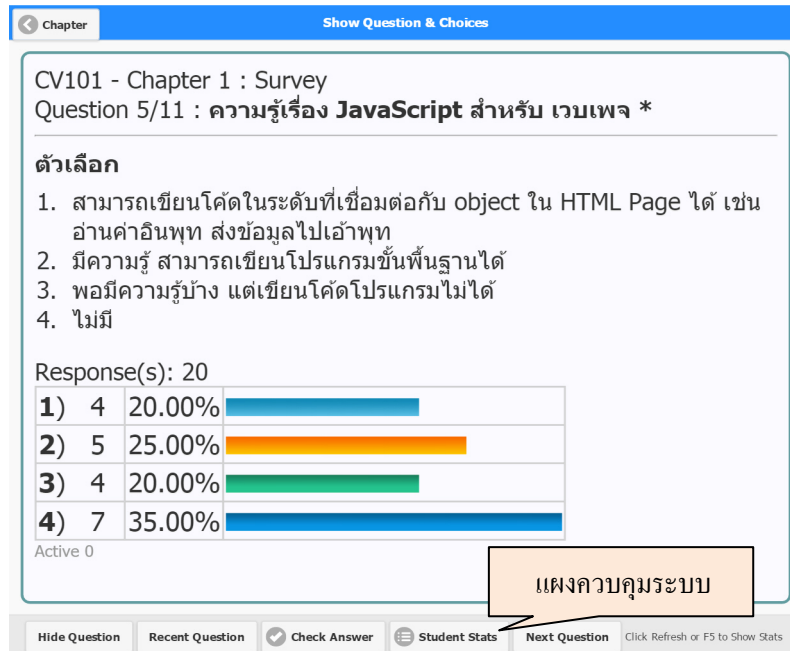
ภาพที่ จ-12 เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เครือข่าย (Access Point) สำหรับระบบฯ

### การติดตั้งระบบ

การติดตั้งระบบ มีดังนี้

1. ติดตั้ง Apache PHP และ MariaDB/MySQL ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยดาวน์โหลดได้จาก [apachefriends.org](http://apachefriends.org)
2. ติดตั้งไฟล์ระบบ Augmented Book ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

## การใช้งานระบบ



ภาพที่ จ-13 ภาพหน้าจอควบคุม (ฝั่งผู้สอน) และผลกราฟสถิติคำตอบที่ผู้เรียนส่งเข้าระบบฯ

### 1. การใช้งานระบบควบคุมและจัดการสำหรับ Interactive Quiz สำหรับผู้สอน แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน

1.1 การเตรียมข้อมูลก่อนการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ (Preparation) ขั้นตอนนี้เป็นการเพิ่มข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็น เข้าสู่ระบบ ได้แก่ ชื่อบทเรียน รายการคำถาม และตัวเลือกของแต่ละคำถาม (Choice)

1.2 การใช้งานจริง (Start Quiz) คือการรันระบบป้อนหรือส่งคำถามไปยังอุปกรณ์พกพาของผู้เรียนทุกคน ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหรือกดโหวด

#### 1.1 การเตรียมข้อมูล

ระบบได้มีการออกแบบเป็นลักษณะลำดับชั้น (Hierarchy) สามารถรองรับผู้สอนได้หลายคน คนละหลายวิชา โดยแต่ละวิชาที่สามารถมีแยกย่อยได้หลายบท ฯลฯ ดังนั้น การเพิ่มข้อมูลจะมีหลายขั้นตอน สรุปดังนี้

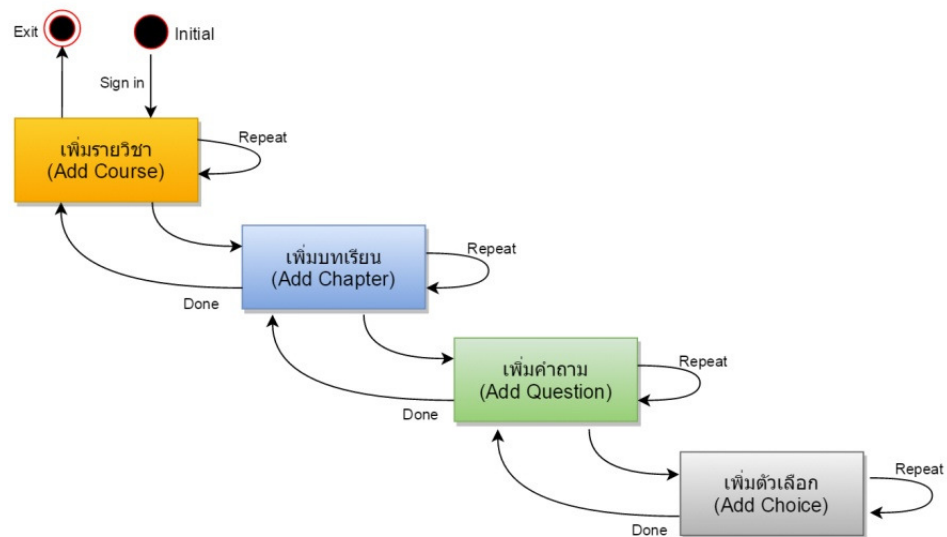
1.1.1 การเข้าสู่ระบบ (Login)

1.1.2 การเพิ่มรายวิชา (Add Course)

1.1.3 การเพิ่มบทเรียน (Add Chapter) เช่น บทที่ 1 Intro บทที่ 2 Installation และ 3 4 . .

1.1.4 การเพิ่มคำถามภายใต้แต่ละบทเรียน (Add Question)

1.1.5 การเพิ่มตัวเลือกของข้อคำถาม (Add Choice)



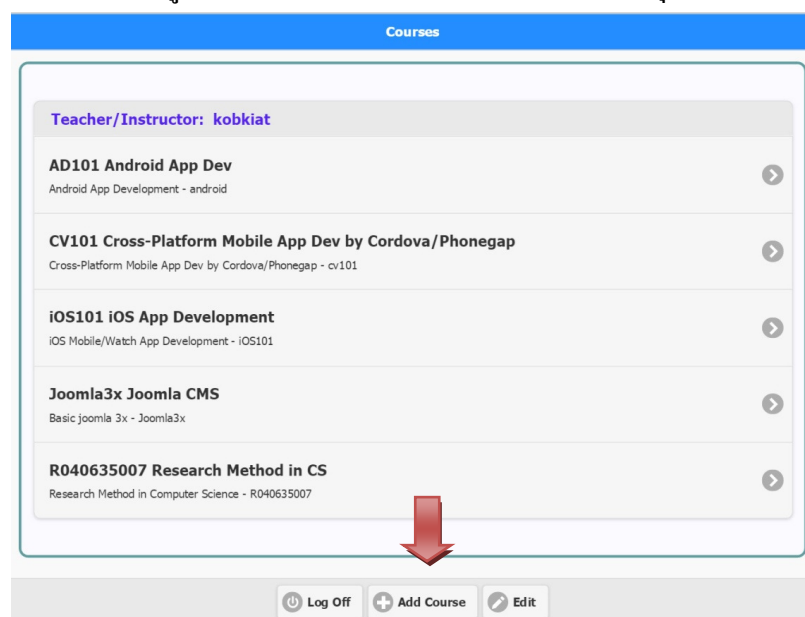
ภาพที่ จ-14 ผังการเพิ่มรายวิชา บทเรียน คำถาม และตัวเลือก

### 1.1.1 การเข้าสู่ระบบ

- 1.1.1.1 เปิดเว็บเบราว์เซอร์เข้าหน้าเว็บควบคุม localhost/abm/login
- 1.1.1.2 กรอกข้อมูลล็อกอิน

### 1.1.2 การเพิ่มรายวิชา

- 1.1.2.1 เมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว ทำการเพิ่มชื่อรายวิชา โดยคลิกปุ่ม [Add Course]



1.1.2.2 ใส่ข้อมูลชื่อรายวิชา และ รายละเอียดที่เกี่ยวข้อง เช่น 000714 หรือ ICTadmin จากนั้นกด [Save]

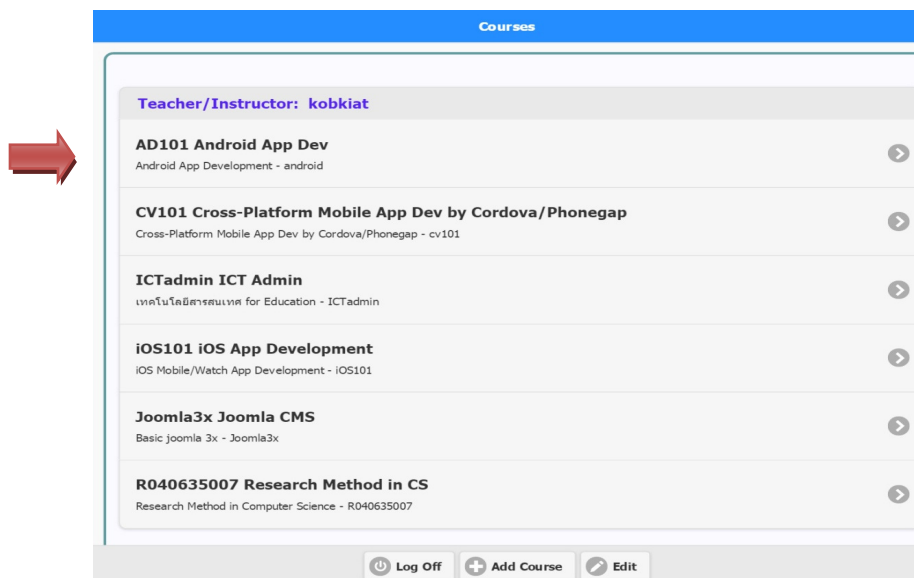
1.1.2.3 กด [List Courses] เพื่อเข้าสู่หน้าแสดงรายชื่อรายวิชาทั้งหมด จะปรากฏชื่อวิชาที่เพิ่มเข้าไป

1.1.2.4 หากต้องการเพิ่มรายวิชาอื่น ๆ อีก ให้ทำซ้ำเช่นเดียวกัน [Add Course] ใหม่ จนได้รายวิชาตามที่ต้องการ (ผู้สอนสามารถเพิ่มรายวิชาภายหลังได้อีก)

### 1.1.3 การเพิ่มข้อมูลของบทเรียน

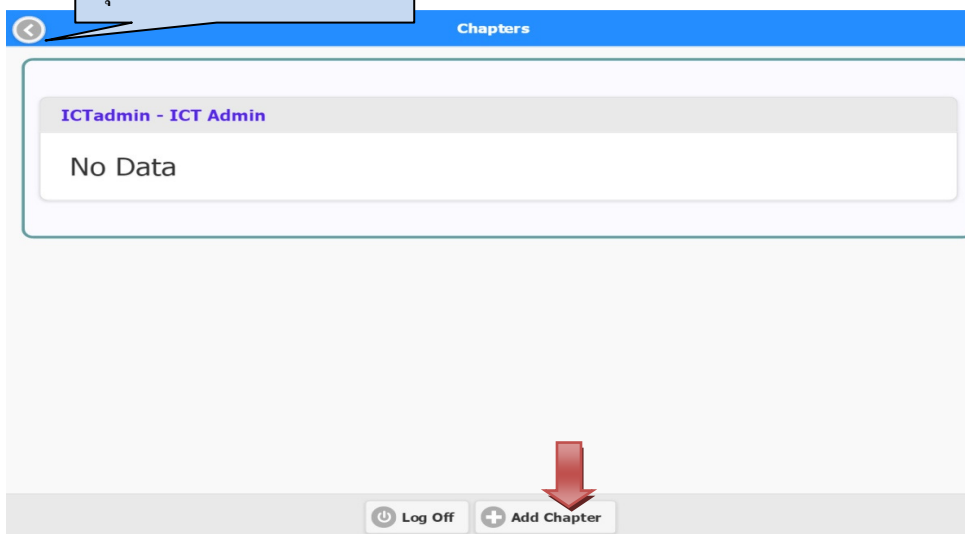
สำหรับเพิ่มหมายเลขและชื่อบทเรียน เช่น (1) Introduction บทนำ (2) การติดตั้งโปรแกรม (3) การเขียนโปรแกรมส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งาน ฯลฯ

1.1.3.1 ขณะอยู่ที่หน้าแสดงรายชื่อรายวิชา (Courses) ให้คลิกที่ชื่อรายวิชาเพื่อเข้าสู่วิชานั้น ๆ เสียก่อน เช่น ต้องการเพิ่มคำถามของวิชา Android App Dev ก็คลิกที่ชื่อ Android App Dev



### 1.1.3.2 ทำการเพิ่มข้อมูลบท โดยคลิกปุ่ม [Add Chapter]

ปุ่มย้อนกลับไปขึ้นก่อนหน้า



### 1.1.3.3 ใส่ข้อมูลเลขบท ใส่ชื่อบท และ รายละเอียดที่เกี่ยวข้อง จากนั้นกด [Save]

**Edit Chapter**

Course: AD101

Chapter ID (หมายเลขบท : ตัวเลขเท่านั้น เช่น 1 2 3 4 ฯลฯ)

1

Introduction

Introduction of Android Mobile App

Cancel Save

1.1.3.4 กด [List Chapters] เพื่อเข้าสู่หน้าแสดงรายชื่อบท หน้าจะปรากฏชื่อบทที่ได้เพิ่มเข้าไป

**Chapters**

**AD101 - Android App Dev**

**1) Introduction**  
Introduction of Android Mobile App **Start Quiz**

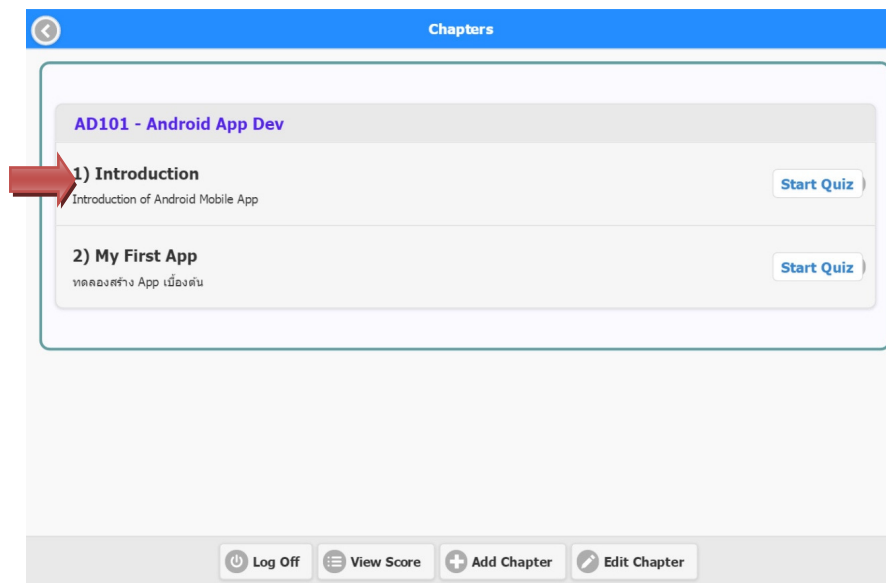
**2) My First App**  
ทดลองสร้าง App เบื้องต้น **Start Quiz**

Log Off View Score Add Chapter Edit Chapter

1.1.3.5 หากต้องการเพิ่มรายวิชาอื่น ๆ อีก ให้ กด [Add Chapter] ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1.1.3.2 ใหม่ จนจำนวนบทตามที่ต้องการ (ควรเรียงลำดับการใส่ข้อมูลบทจาก 1 2 3 ไปเรื่อย ๆ โดยผู้สอนสามารถเพิ่มบทภายหลังได้)

## 1.1.4 การเพิ่มคำถาม

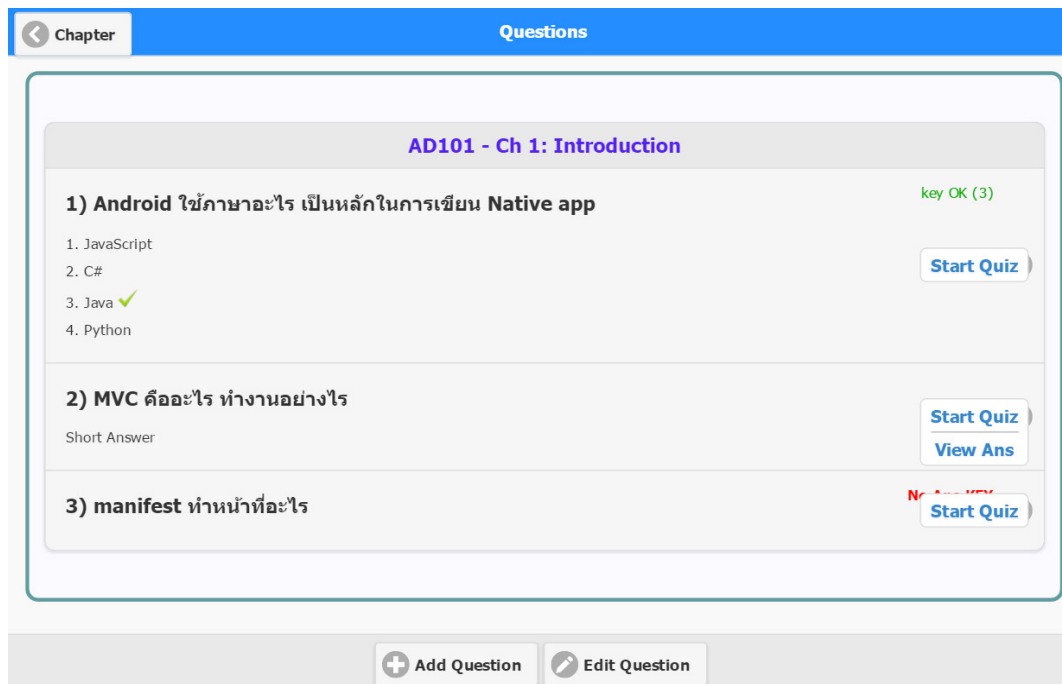
1.1.4.1 ขณะอยู่ที่หน้าแสดงรายชื่อบท (Chapters) ให้คลิกที่ชื่อบท เพื่อเข้าสู่ภายในบทนั้น ๆ เสียก่อน (จะเพิ่มคำถามของบทใด ให้คลิกเข้าไปยังบทนั้น) เช่น จากขั้นตอนก่อนหน้านี้ ต้องการเพิ่มคำถามของบทที่ 1 ก็คลิกที่ชื่อ 1) Introduction ฯลฯ



1.1.4.2 ทำการเพิ่มข้อมูลคำถาม โดยคลิกปุ่ม [Add Question]

1.1.4.3 ใส่ข้อมูลเลขคำถาม ใส่คำถาม และ เลือกชนิดคำถาม เช่น Multiple Choice/Short Answer จากนั้นกด [Save]

1.1.4.4 กด [List Questions] เพื่อเข้าสู่หน้าแสดงรายชื่อคำถาม



1.1.4.5 ทำการวนเพิ่มคำถามถัดไป (คำถามที่ 2 3 4 . . .) โดยกด [Add Question] เช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว (ควรเรียงลำดับที่ละคำถาม จาก 1 2 3 ไปเรื่อย ๆ)

### 1.1.5 การเพิ่มตัวเลือก (Choice)

1.1.5.1 ขณะอยู่ที่หน้าแสดงรายชื่อคำถาม (Questions) ให้คลิกที่ชื่อคำถามที่ต้องการใส่ตัวเลือก (จะเพิ่มตัวเลือกของคำถามของบทใด ให้คลิกเข้าไปยังคำถามนั้น)

1.1.5.2 ทำการเพิ่มตัวเลือก โดยคลิกปุ่ม [Add Choice]

1.1.5.3 ใส่ข้อมูลเลขตัวเลือก (ใช้ระบบตัวเลขแทนอักษร เช่น เลข 1 แทนข้อ ก. หรือข้อ a. ฯลฯ) ใส่ข้อความที่เป็นตัวเลือก จากตัวอย่าง ตัวเลือก 1) JavaScript ฯลฯ จากนั้นกด [Save] (สามารถใช้ภาษาไทยได้ตามปกติ)

Add Choice

Course: AD101  
Chapter: 1) Introduction  
Question: 1) Android ใช้ภาษาอะไร เป็นหลักในการเขียน Native app

---

**Choice No** (ตัวเลขเท่านั้น เช่น 1 2 3 4 ฯลฯ)



Cancel
Save

✕ Delete this Item

1.1.5.4 กด [List Choices] เพื่อเข้าสู่หน้าแสดงรายการตัวเลือก

1.1.5.5 ทำการวนเพิ่มตัวเลือกถัดไป (ตัวเลือกที่ 2 3 4 ...) โดยกด [Add Choice] เช่นเดียวกับที่กล่าวมา (แต่ละคำถามสามารถกำหนดให้มีกี่ตัวเลือกก็ได้ เช่น ข้อ 1 มี 2 ตัวเลือก คือ 1 และ 2 ส่วนข้อ 2 มี 5 ตัวเลือก คือ 1 2 3 4 และ 5 ฯลฯ)

← Questions
Choices

Ch 1 | Question:1 - Android ใช้ภาษาอะไร เป็นหลักในการเขียน Native app

|  |   |
|--|---|
| 1) JavaScript  | <span style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 5px; padding: 2px 5px; font-size: 0.8em;">Mark Key</span> |
| 2) C#  | <span style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 5px; padding: 2px 5px; font-size: 0.8em;">Mark Key</span> |
| 3) Java<br><span style="color: green; font-size: 1.5em; margin-left: 10px;">✓</span> | <span style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 5px; padding: 2px 5px; font-size: 0.8em;">Mark Key</span> |
| 4) Python  | <span style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 5px; padding: 2px 5px; font-size: 0.8em;">Mark Key</span> |

+ Add Choice
✎ Edit Choice

ปุ่มย้อนกลับ ไปขึ้นก่อนหน้า

กดเลือกคำตอบ (Key) ที่ถูกต้อง

1.1.5.6 เลือกตัวเลือกที่เป็นคำตอบ โดยกดปุ่ม [Mark Key] จะมีเครื่องหมายถูกปรากฏขึ้นที่ตัวเลือกนั้น ๆ (สามารถเปลี่ยนเป็นตัวเลือกใด ๆ ได้อีก โดยกดปุ่ม [Mark Key] ตามที่ต้องการ)

1.1.5.7 คลิกปุ่มย้อนกลับ (ปุ่มบนซ้าย) เพื่อกลับไปยังหน้าแสดงรายชื่อบท (Chapters) แล้วทำการเพิ่มคำถาม-ตัวเลือกสำหรับบทอื่น ๆ ต่อไป

## 1.2 การเริ่มปล่อยคำถามให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ (Start Quiz)

เป็นขั้นตอนที่ทำการทดสอบจริง (Interactive Quiz) โดยระบบจะส่งคำถามไปยังอุปกรณ์พกพาของผู้เรียนทุกคนที่ละคำถาม ตามการควบคุมหรือการกดสั่งโดยผู้สอน (ผู้สอนกดควบคุมสั่งที่แผงควบคุมของคอมพิวเตอร์)

1.2.1 เข้าสู่หน้าแสดงรายชื่อบท (Chapters) หรือหน้ารายการคำถาม (Questions) หากขณะนี้หน้าจอผู้สอนยังไม่แสดงรายชื่อบท หรือ หน้าแสดงรายการคำถาม ให้คลิกปุ่มย้อนกลับเสียก่อน (ปุ่มบนซ้าย)

1.2.2 คลิกปุ่ม [Start Quiz] บทที่ต้องการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ

1.2.3 อุปกรณ์พกพาของผู้เรียนทุกคนจะได้รับคำถาม และพร้อมที่จะกดเลือกส่งคำตอบ

1.2.4 ผู้สอนสามารถควบคุมระบบดังนี้

1.2.4.1 กด [F5] เพื่อแสดงกราฟสถิติการเลือกตอบของผู้เรียน

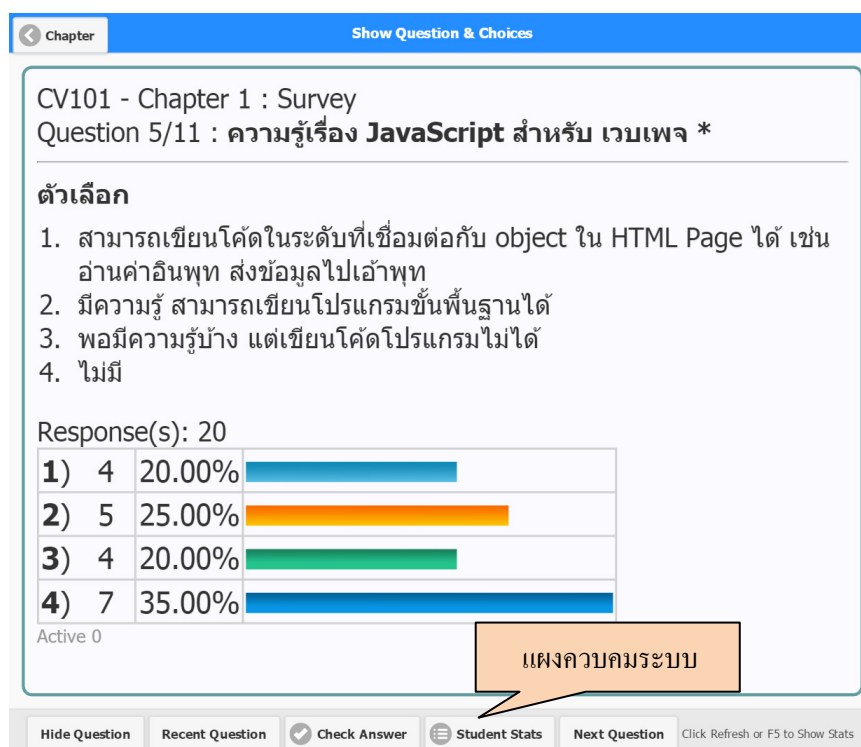
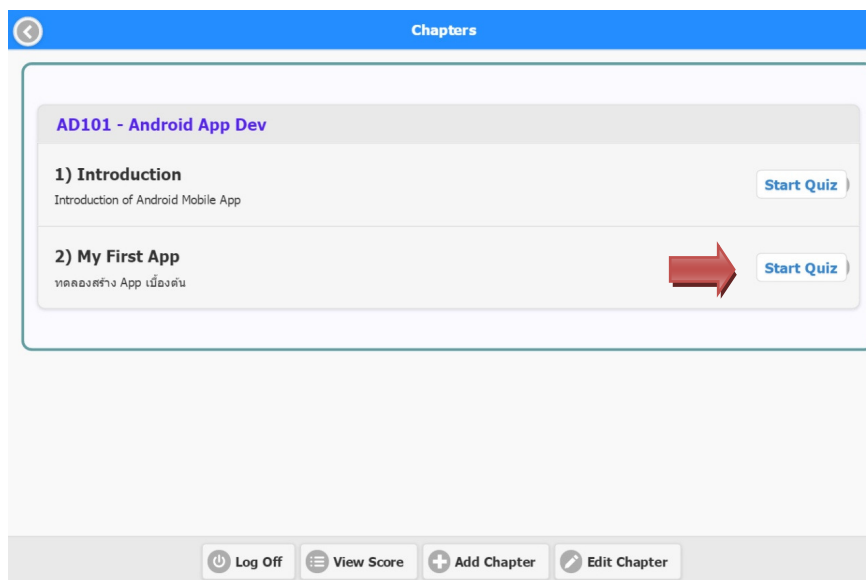
1.2.4.2 กด [Hide Question] เพื่อสั่งปิดคำถามที่หน้าจออุปกรณ์พกพาของผู้เรียน (ปิดเฉพาะที่หน้าจอผู้เรียนเท่านั้น ที่หน้าจอของผู้สอนยังแสดงคำถามอยู่)

1.2.4.3 กด [Recent Question] เพื่อย้อนกลับไปคำถามก่อนหน้า

1.2.4.4 กด [Next Question] เพื่อส่งคำถามถัดไป

1.2.4.5 กด [Check Answer] เพื่อให้ระบบทำการตรวจคำตอบ ผู้เรียนที่ตอบถูก จะปรากฏหน้ายิ้ม ส่วนผู้ที่ตอบผิด จะปรากฏหน้าร้องไห้

1.2.4.6 กด [Student Stats] เพื่อแสดงกราฟสถิติที่หน้าจออุปกรณ์พกพาของผู้เรียน



ภาพที่ จ-15 หน้าจอควบคุม (ฝั่งผู้สอน) และการแสดงผลกราฟสถิติคำตอบที่ผู้เรียนส่งเข้าระบบฯ

## 2. ส่วนของผู้เรียน

ผู้เรียนสามารถใช้อุปกรณ์พกพาสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ตที่เชื่อมต่อระบบ Interactive Quiz ได้ โดยระบบออกแบบให้รองรับหน้าจอของอุปกรณ์ทุกแพลตฟอร์ม ทั้ง Windows, iOS, Android และ BlackBerry

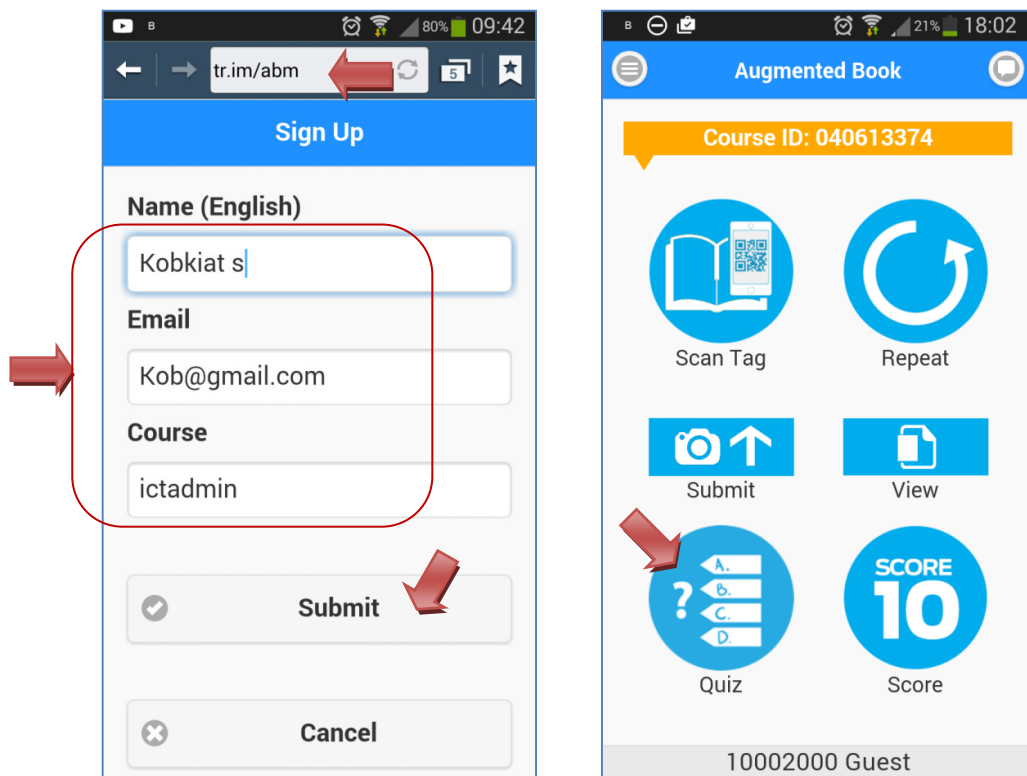
## 2.1 เข้าสู่ระบบ

2.1.1 ผู้ที่ไม่ได้ติดตั้ง App ให้ เปิดเว็บเบราว์เซอร์ เข้า <http://tr.im/abm> เข้าสู่หน้าลงทะเบียน (Sign Up) กรณีนี้ ให้ใส่ชื่อ และ เบอร์อีเมลเพื่อลงทะเบียนเข้าระบบครั้งแรก ในกรณีที่ผู้เรียนที่ไม่มีเบอร์อีเมล ให้ใช้รหัสประจำตัวนักเรียนหรือรหัสบัตรประชาชน

2.1.2 ผู้ที่ติดตั้ง App แล้ว ให้ Login เข้าสู่ระบบ โดยแตะบัตรนักศึกษาชนิด NFC (ต้องใช้กับอุปกรณ์พกพาที่รองรับ NFC) หรือเข้าระบบด้วยรหัสนักศึกษาร่วมกับรหัสผ่าน (Student ID and Password) จากนั้นแตะปุ่ม [Quiz] ที่หน้าหลักแอปพลิเคชัน

2.2 ใส่รหัสสาขาวิชา (Course) ที่จะลงทะเบียนเข้าทำแบบทดสอบ

2.3 กด [Submit] เพื่อส่งข้อมูลสมัครลงทะเบียน และเข้าสู่ระบบทดสอบ

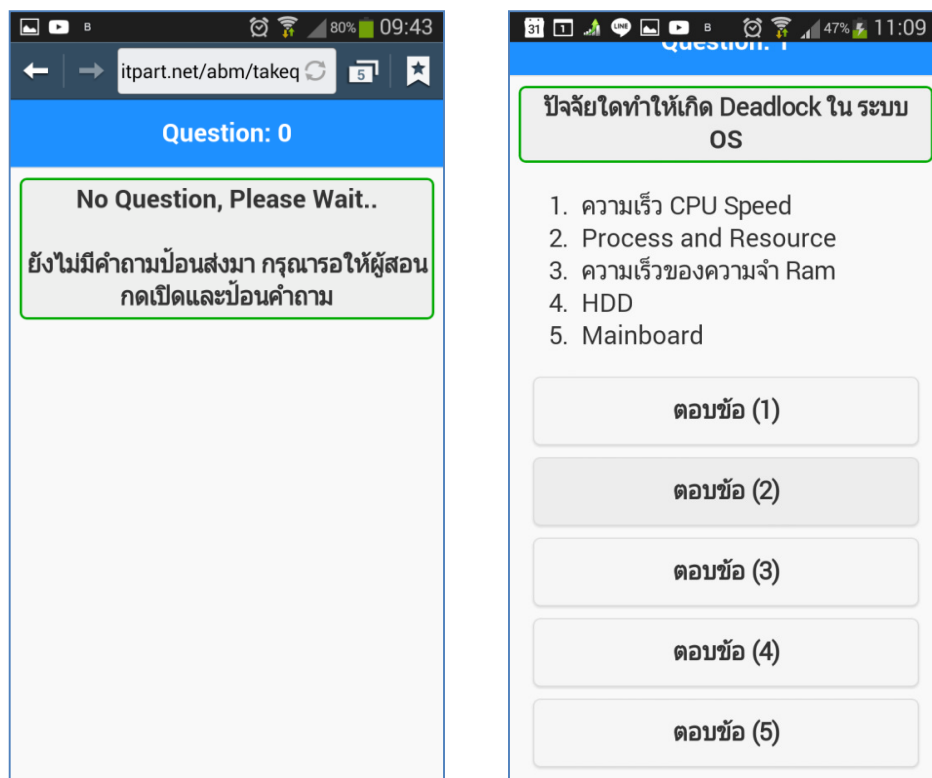


ภาพที่ จ-16 การเข้าสู่ระบบทดสอบ (Interactive Quiz)

2.4 ที่หน้าจออุปกรณ์ผู้เรียน หากยังไม่ปรากฏคำถาม ให้ทำดังนี้

2.4.1 ผู้สอนกดปุ่ม [Show Question] เพื่อทำการปล่อยคำถามออกมา

2.4.2 เครื่องผู้เรียน กดปุ่ม Refresh/Reload ที่เบราว์เซอร์ หรือปิดเบราว์เซอร์แล้วเปิดใหม่



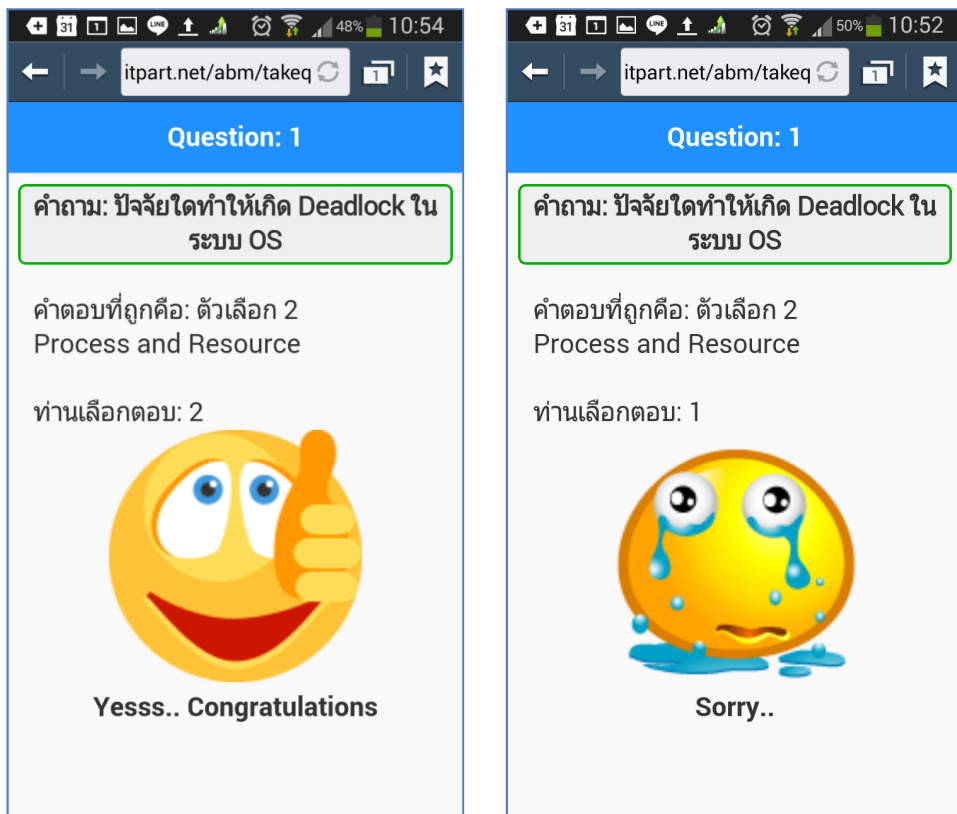
ภาพที่ จ-17 หน้าจอแสดงคำถามและปุ่มเลือกตอบ

2.5 การส่งคำตอบ ให้ผู้เรียนกดเลือกที่หน้าจออุปกรณ์พกพา

2.5.1 กดส่งคำตอบได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น

2.5.2 ที่หน้าจอผู้เรียนจะไม่มีปุ่มเลื่อนคำถาม โดยคำถามข้อต่อ ๆ ไป ผู้สอนจะเป็นผู้กดส่งเข้ามาเท่านั้น

2.6 กรณีที่ผู้สอนกดตรวจคำตอบ [Check Answer] ที่หน้าจอผู้เรียนจะแสดงผลเป็นรูปหน้ายิ้มเมื่อตอบถูก หรือหน้าร้องไห้เมื่อตอบผิดในข้อนั้น ๆ

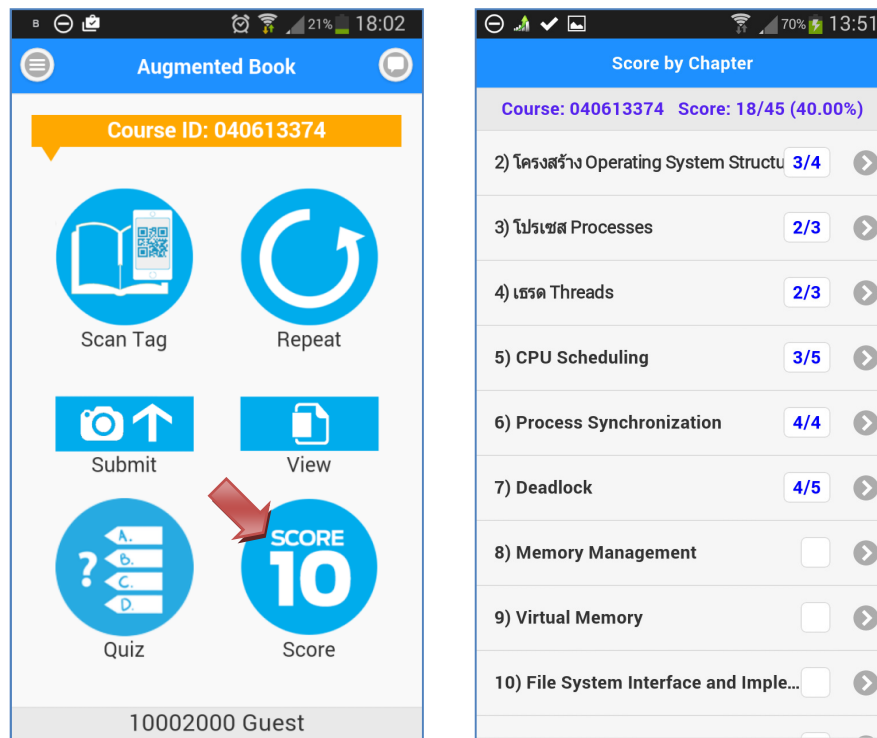


ภาพที่ จ-18 หน้าจอตรวจคำตอบ กรณีตอบถูก (ซ้าย) กรณีตอบผิด (ขวา)

### หมายเหตุ

ในกรณีที่หน้าจออุปกรณ์ของผู้เรียนไม่อัปเดตตามสถานะของระบบ เช่น ผู้สอนกดเปลี่ยนคำสั่งแล้วหน้าจออุปกรณ์ผู้เรียนไม่เปลี่ยนแปลงหรือไม่รับคำถามใหม่เข้ามา อาจเกิดจากก่อนหน้านี้อุปกรณ์ของผู้เรียน มีการพักหน้าจอชั่วขณะ (Sleep) ให้ผู้เรียนกด Refresh/Reload ที่เว็บเบราว์เซอร์ใหม่เพื่อรับคำถามหรือคำสั่งจากผู้สอน

### 2.7 การเปิดดูคะแนน สามารถทำได้โดยแตะปุ่ม [Score] ที่หน้าจอหลักของแอปพลิเคชัน



ภาพที่ จ-19 การเปิดดูผลคะแนนและหน้าแสดงรายงานผลคะแนนของแต่ละบท

2.8 การส่งเอกสารเข้าระบบ ทำได้โดยแตะปุ่ม [Submit] จากนั้นใช้กล้อง ทำการถ่ายภาพเอกสาร ภาพเอกสารดังกล่าวจะถูกส่งเข้าระบบทันที

2.9 การเปิดดูเอกสารที่ระบบเซิร์ฟเวอร์ส่งมาให้ ทำได้โดยแตะปุ่ม [View] ไฟล์ดังกล่าวจะปรากฏบนหน้าจอทันที

### 3. การส่งผลงานชิ้นฉบบนเครื่องโปรเจคเตอร์

3.1 แตะปุ่ม [Submit] เครื่องจะเข้าสู่โหมดกล้องถ่ายภาพ

3.2 กดถ่ายภาพผลงานที่จะส่ง จากนั้นระบบจะส่งไฟล์ภาพเข้าสู่เครื่องผู้สอนเพื่อนำชิ้นฉบบนโปรเจคเตอร์ และในขณะเดียวกัน อุปกรณ์พกพาของผู้เรียนคนอื่น ก็สามารถเปิดดูไฟล์นั้นบนหน้าจออุปกรณ์พกพาของตัวเองได้ทันที

ภาคผนวก จ

รายชื่อบทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

## รายชื่อบทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

### 1. ประเภทวารสารวิชาการระดับนานาชาติ (International Journal)

Kobkiat Saraubon, Prachyanun Nilsook and Panita Wannapiroon (2016). System Design of Mobile Augmented Book, International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM), 10(1), 52-59.



The screenshot shows the Scopus website interface. At the top, there is a navigation bar with the Scopus logo and links to SciVal and KMUTNB library catalogue. Below this is a menu with 'Search', 'Alerts', and 'My list'. The main content area displays the journal information for 'International Journal of Interactive Mobile Technologies'. The subject area is listed as 'Computer Science: Computer Networks and Communications' and 'Computer Science: Computer Science Applications'. The publisher is 'Kassel University Press GmbH', and the E-ISSN is '1865-7923'. The Scopus coverage years are 'from 2014 to Present'. Below this, there is a section for 'Journal Metrics' with a link to 'www.journalmetrics.com'. At the bottom, there is a table showing the number of documents available from 2014 and 2015.

| Documents available from |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| Latest issue:            | Volume 9, Issue 4 (2015) |
| 2015                     | 44 documents             |
| 2014                     | 30 documents             |

### 2. ประเภทเอกสารประชุมวิชาการระดับนานาชาติ (International Conference Proceedings)

Kobkiat Saraubon, Prachyanun Nilsook and Panita Wannapiroon (2015). Design of Crystal-based Learning on Mobile Augmented Book, The sixth TCU International e-Learning Conference 2015, (pp. 52-57), Bangkok, Thailand.

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายกอบเกียรติ สระอุบล  
ชื่อวิทยานิพนธ์ : ระบบจัดการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์แบบตกผลึกทางปัญญาด้วยอ็อกเมนเต็ดบุ๊ก  
เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์  
สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

### ประวัติ

#### ประวัติการศึกษา

2558 : สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาเทคโนโลยีสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ปีการศึกษา 2558 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2553 : สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (GPA 4.00) ปีการศึกษา 2553 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2532 : สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเครื่องกล (เกียรตินิยมอันดับ 1) ปีการศึกษา 2532 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

#### ประวัติการทำงาน

ปัจจุบัน : Project Director บริษัท PC Application จำกัด

#### ผลงานตำราวิชาการ

กอบเกียรติ สระอุบล. (2557). *พัฒนา Cross-platform Mobile App สำหรับ iOS Android.*

กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น

กอบเกียรติ สระอุบล. (2557). *พัฒนา App iPhone iPad.* กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น

กอบเกียรติ สระอุบล. (2556). *พัฒนา App Android.* กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น

กอบเกียรติ สระอุบล. (2551). *สร้างเทมเพลต โมดูล และ คอมโพเนนท์ สำหรับ Mambo*

*และ Joomla.* กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น

กอบเกียรติ สระอุบล. (2549). *กลเม็ดเทคนิค PHP สำหรับเว็บไซต์.* กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น

กอบเกียรติ สระอุบล. (2544). *Advanced AutoCAD การเขียนโปรแกรมภาษา AutoLISP*

*เล่ม 3.* กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น

กอบเกียรติ สระอุบล. (2542). *Advanced AutoCAD การเขียนโปรแกรมภาษา AutoLISP*

เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น

กอบเกียรติ สระอุบล. (2541). *Advanced AutoCAD การเขียนโปรแกรมภาษา AutoLISP*

เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น

กอบเกียรติ สระอุบล. (2540). *Advanced AutoCAD*. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น

กอบเกียรติ สระอุบล. (2537). *การเขียนแบบด้วย AutoCAD*. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น