



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา

THE DEVELOPMENT OF INTERACTIVE ONLINE LESSONS ON SYSTEM

THINKING AND PROBLEM ANALYSIS FOR BURAPHA UNIVERSITY

UNDERGRADUATE STUDENTS

ดร.วีระพันธ์ พานิชย์

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้
จากเงินรายได้คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา
สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา

THE DEVELOPMENT OF INTERACTIVE ONLINE LESSONS ON SYSTEM
THINKING AND PROBLEM ANALYSIS FOR BURAPHA UNIVERSITY
UNDERGRADUATE STUDENTS

ดร. วีระพันธ์ พานิชย์

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้
จากเงินรายได้คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

ประกาศคุณูปการ

งานวิจัยครั้งนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี แยมกสิกร
ที่ได้กรุณาแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่อง และให้ความช่วยเหลือด้านวิชาการ ตลอดระยะเวลา
ในการทำวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญในงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร.นคร ละลอกน้ำ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนะวัฒน์ วรรณะประภา ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร.อาจณรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา เรืองทิพย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร.วิลาวัลย์ โพธิ์ทอง ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ และ ดร.นราวิชญ์ ศรีเปารยะ ที่กรุณาให้คำปรึกษา
และประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ทุกท่าน
ที่ให้คำปรึกษา เป็นกำลังใจ และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยด้วยความจริงใจและเปี่ยมไปด้วย
ไมตรีเป็นอย่างยิ่ง

ท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครู อาจารย์ ที่ให้ความรัก ความเมตตาให้
การสั่งสอนอบรม และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา ทำให้การทำวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วง
ด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

วีระพันธ์ พานิชย์

เมษายน 2565

คำสำคัญ: บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์/ การคิดเชิงระบบ/ การวิเคราะห์ปัญหา

ดร.วีระพันธ์ พานิชย์: การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา (THE DEVELOPMENT OF INTERACTIVE ONLINE LESSONS ON SYSTEM THINKING AND PROBLEM ANALYSIS FOR BURAPHA UNIVERSITY UNDERGRADUATE STUDENTS) จำนวนหน้า 144 หน้า. ปี พ.ศ. 2565

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 (80/ 80) 3) เพื่อประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหาของนิสิต หลังจากเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา และ 4) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา เป็นการวิจัยและพัฒนาโดยใช้กระบวนการ ADDIE Model ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ (A: Analysis) 2) การออกแบบ (D: Design) 3) การพัฒนา (D: Development) 4) การใช้จริง (I: Implementation) และ 5) การประเมินผล (E: Evaluation) ประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาและการคิดเชิงระบบ จำนวน 5 คน กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ที่เรียนวิชาการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา 2) แบบประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ 3) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบประสิทธิภาพ E_1/E_2 และ t-test ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการพัฒนาได้บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ประกอบด้วยบทเรียน 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ 1) พื้นฐานการคิดเชิงระบบ 2) การคิดวิเคราะห์และเครื่องมือช่วยพัฒนาการคิด 3) องค์การเรียนรู้และกระบวนการคิดเชิงระบบ และ 4) การวิเคราะห์ปัญหาด้วยวิธีการคิดเชิงระบบ ผู้เชี่ยวชาญประเมินในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.15$, $S.D. = 0.23$)

2. บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 ดังนี้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 = 80.16/ 81.0, หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 = 82.71/ 81.75 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 = 89.79/ 80.25 และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 = 87.36/ 82.50 สรุปได้ว่าประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ทุกหน่วยการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

3. ทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหาของนิสิต หลังจากเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา เฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก (ร้อยละ 80.21)

4. การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

KEYWORD: INTERACTIVE ONLINE LESSONS/ SYSTEM THINKING/ PROBLEM ANALYSIS
 WEERAPUN PANICH (Ph.D.): THE DEVELOPMENT OF INTERACTIVE ONLINE
 LESSONS ON SYSTEM THINKING AND PROBLEM ANALYSIS FOR BURAPHA UNIVERSITY
 UNDERGRADUATE STUDENTS, NUMBER OF PAGES 144 P. YEAR 2022

Abstract

The purpose of this research were; 1) to develop an interactive online lessons on system thinking and problem analysis for undergraduate students at Burapha University, 2) to test the efficiency of the interactive online lessons to meet the E1/ E2 of 80/ 80 criteria, 3) to assess system thinking and problem analysis skills after learning with the interactive online lessons, and 4) to compare the difference of the learning achieving scores earned before and after studying through the interactive online lessons. This work was a research and development based on the ADDIE Model process which were; 1) analysis, 2) design, 3) development, 4) implementation, and 5) evaluation. Online lesson quality assessment by 5 educational technology and system thinking specialists. The population consisted of 49 undergraduate students in semester 1 of 2020 academic year at Burapha University which was obtained by cluster sampling. The research instruments were; 1) the interactive online lessons, 2) quality assessment form, 3) pre-test and post-test, and 4) assess student's systems thinking and problem analysis skills. The statistics used for the data analysis were percentage, mean, standard deviation, E1/ E2, and t-test. The results were that;

1. The interactive online lessons on system thinking and problem analysis for undergraduate students at Burapha university was developed which contains 4 units; 1) fundamentals of system thinking, 2) analytical thinking and tools for thinking development, 3) learning organizations and systems thinking processes, and 4) problem analysis by system thinking. The assessment by 5 educational technology and System thinking specialists at the high level ($\bar{X} = 4.15$, $S.D. = 0.23$).

2. The interactive online lessons on system thinking and problem analysis for undergraduate students at Burapha University met the E1/ E2 efficiency criteria that; unit 1 was at 80.16/ 81.0, unit 2 was at 82.71/ 81.75, unit 3 was at 89.79/ 80.25, and unit 4 was at 87.36/ 82.50 which more than the criterion set 80/80.

3. The students who learned with the interactive online lessons had system thinking and problem analysis skills at the highest level (80.21%)

4. The post test scores of the student after studying through the interactive online lessons was higher than the pre-test one with statistical significance at the level of .05.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของการวิจัย.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	5
สมมติฐานการวิจัย.....	5
ขอบเขตการวิจัย.....	5
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	8
ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย.....	9
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
แนวคิดการคิดเชิงระบบ.....	11
แนวคิดการแก้ปัญหา.....	24
แนวคิดบทเรียนออนไลน์.....	30
แนวคิดปฏิสัมพันธ์ในการเรียนรู้.....	40
การทดสอบประสิทธิภาพสื่อ.....	43
แนวคิด ADDIE Model.....	49
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	43
แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา.....	55
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	57
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	61
ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis).....	63
ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบ (Design).....	66

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนา (Development).....	72
ขั้นตอนที่ 4 การนำไปใช้จริง (Implementation).....	83
ขั้นตอนที่ 5 การประเมิน (Evaluation).....	84
4 ผลการวิจัย.....	86
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาคติเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบ กับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา.....	86
ตอนที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา.....	93
ตอนที่ 3 ผลประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหาของนิสิต จากการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการ วิเคราะห์ปัญหา.....	94
ตอนที่ 4 ผลเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียน ออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา.....	95
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	96
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	96
วิธีการดำเนินการวิจัย.....	96
สรุปผลการวิจัย.....	97
อภิปรายผล.....	97
ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลการวิจัยไปใช้.....	101
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป.....	102
บรรณานุกรม.....	103
ภาคผนวก.....	112
ภาคผนวก ก.....	113
ภาคผนวก ข.....	116
ภาคผนวก ค.....	124
ภาคผนวก ง.....	134

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	144

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 กิจกรรมหลักและกิจกรรมย่อยกระบวนการคิดเชิงระบบ.....	19
2 ผลการสังเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ และเนื้อหาการเรียนรู้.....	64
3 โครงสร้างเนื้อหาการเรียนรู้การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา.....	67
4 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับเนื้อหา (IOC) ของแบบ ประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์.....	74
5 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิด เชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา.....	75
6 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการ วิเคราะห์ปัญหา โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	76
7 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ฯ กลุ่มย่อย.....	78
8 แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะการคิดเชิงระบบและการวิเคราะห์ปัญหา.....	79
9 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ฯ.....	82
10 แสดงผลการประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา.....	83
11 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา.....	84
12 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์.....	135
13 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินทักษะ กระบวนการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา.....	137
14 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบ.....	138
15 ค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ.....	140
16 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ.....	142

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	8
2 กระบวนการแก้ปัญหา.....	26
3 ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา	27
4 การดำเนินการวิจัย.....	62
5 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับ การวิเคราะห์ปัญหา.....	70
6 โครงสร้างของเว็บไซต์บทเรียนออนไลน์.....	71
7 โครงสร้างบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา.....	87
8 ตัวอย่างหน้าหลักบทเรียนออนไลน์.....	88
9 หน้าหลักแสดงลิงก์รายการเลือก และคำอธิบายรายวิชา.....	88
10 หน้าหลักแสดงคำแนะนำขั้นตอนการเรียนรู้.....	89
11 แสดงรายการเนื้อหา สื่อการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้.....	89
12 แสดงแบบข้อสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้.....	90
13 แสดงคะแนนผลการเรียนในแต่ละหน่วย และคะแนนสอบก่อนเรียนหลังเรียน.....	90
14 แสดงรายการการตั้งคำถามและการตอบกลับ.....	91
15 แสดงระบบบริหารเว็บไซต์บทเรียนออนไลน์.....	91
16 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลบทเรียนออนไลน์.....	92
17 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลกระดานสนทนา.....	92
18 หน้าหลักเว็บไซต์บทเรียนออนไลน์.....	117
19 หน้าเว็บไซต์สมัครเรียน เข้าสู่ระบบ กระดานสนทนา.....	117
20 หน้าเว็บไซต์แสดงคำแนะนำขั้นตอนการเรียนรู้.....	118
21 เว็บไซต์แสดงรายการข้อมูลของบทเรียนออนไลน์.....	118
21 หน้าล็อกอินเข้าสู่บทเรียนออนไลน์.....	119
23 การนำเสนอเนื้อหาและสื่อประกอบการเรียนรู้.....	119
24 การทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนรู้.....	120
25 กระดานสนทนาออนไลน์.....	120

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
26 การแสดงข้อสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้.....	121
27 การแสดงข้อความเมื่อคะแนนสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60).....	121
28 การแสดงข้อความเมื่อคะแนนสอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60).....	122
29 การแสดงข้อสอบหลังเรียน.....	122
30 การแสดงคะแนนผลการสอบ.....	123

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาของการวิจัย

ความเปลี่ยนแปลงของโลกที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งด้านวิทยาการ สังคม ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้แต่ละประเทศไม่สามารถปิดตัวอยู่โดยลำพังจะต้องร่วมมือและพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน อีกทั้งการดำรงชีวิตของคนในแต่ละประเทศมีการติดต่อสื่อสารซึ่งกันและกันมากขึ้นเพื่อความร่วมมือในการปฏิบัติภารกิจและแก้ปัญหาต่าง ๆ ร่วมกัน (จินตวิโรจน์ คล้ายสังข์ และ เขมณัฏฐ์ มิ่งศิริธรรม, 2562) ในยุคศตวรรษที่ 21 ประเทศไทยก้าวเข้าสู่กระแสการเปลี่ยนแปลง ในยุคระบบเศรษฐกิจฐานความรู้จึงต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาทุนมนุษย์ การใช้และการต่อยอดองค์ความรู้ ดังนั้นการเตรียมความพร้อมของทรัพยากรมนุษย์เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตให้มีทักษะ การคิด มีวิธีการแสวงหาความรู้ สร้างความรู้ในโลกแห่งการเปลี่ยนแปลงได้อย่างต่อเนื่องและสร้างสรรค์จึงเป็นสิ่งสำคัญ (สุรรัตน์ อักษรกาญจน์, 2562) ทักษะที่สำคัญที่สุดในยุคศตวรรษที่ 21 คือ ทักษะการคิดและทักษะการใช้ชีวิต เพื่อจะได้ดำรงชีวิตได้อย่างสันติสุขในสังคมโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในทุกด้าน การคิดเป็นกลไกของสมองที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติของมนุษย์ เนื่องจากสมองเป็นต้นกำเนิดของการคิด เมื่อมนุษย์มีความสามารถในการคิด จึงทำให้เกิดการพัฒนาในด้านต่าง ๆ เพราะการคิดเป็นการแสดงออกถึงความเจริญของมนุษย์ เป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตและการปฏิบัติงานให้บรรลุเป้าหมายและประสบความสำเร็จ (วัชร เล่าเรียนดี, 2556) การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ให้มีความสามารถในการคิดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว โดยเฉพาะการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน และการพัฒนาความสามารถในการคิดที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ของการศึกษา ในศตวรรษที่ 21 (วิลาวรรณ ปั่นหุ่น และมนัสนันท์ น้ำสมบูรณ์, 2558) กระบวนการเรียนรู้และพัฒนา นักเรียนให้สามารถเรียนรู้สร้างองค์ความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยการแก้ปัญหาอย่างมีความหมาย ปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้บรรลุผลลัพธ์ที่สำคัญและจำเป็นต่อนักเรียนอย่างแท้จริง (ปรีชญนันท์ นิลสุข, 2560) ซึ่งทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 มีด้วยกัน 3 ด้าน คือ ด้านทักษะชีวิตและการทำงาน ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และด้านทักษะสารสนเทศ สื่อเทคโนโลยี ซึ่งทักษะทั้ง 3 ด้านดังกล่าว ต้องมีทักษะการคิดเป็นรากฐานสำคัญด้วยกันทั้งสิ้น (แสงรุ่ง พูลสุวรรณ, 2556) การจัดการศึกษาจึงต้องช่วยพัฒนาและเตรียมความพร้อมให้นักเรียนรู้ได้จักคิด เรียนรู้ ทำงาน แก้ปัญหาสื่อสาร และร่วมมือทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลไปตลอดชีวิต โดยเฉพาะทักษะการเรียนรู้และการคิดอย่างเป็นระบบ

(มกราพันธุ์ จุฑารส, 2556; Koenig, 2011) สมรรถนะที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาอย่างยั่งยืนในบริบทอุดมศึกษา ได้แก่ การคิดอย่างเป็นระบบ การทำงานอย่างบูรณาการ การคิดล่วงหน้า การมีความรับผิดชอบ และมีจริยธรรม การคิดเชิงวิเคราะห์และวิพากษ์ การทำงานร่วมกับบุคคลอื่น ความเห็นอกเห็นใจและการปรับเปลี่ยนมุมมอง การสื่อสารและการใช้สื่อ การปฏิบัติเชิงกลยุทธ์ การเข้าไปมีส่วนร่วม ทักษะการประเมิน ความอดทนต่อความคลุมเครือและไม่แน่นอน (Lozano, Merrill, Sammalisto, Ceulemans & Lozana, 2017)

การคิดเชิงระบบ (Systems thinking) เป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตที่มีความซับซ้อนในโลกปัจจุบัน เพราะการคิดเชิงระบบ ทำให้สามารถมองเห็นสถานการณ์ แบบแผนเกี่ยวกับแนวทางการปฏิบัติที่เป็นแนวใหม่ การคิดเชิงระบบเปรียบเสมือนเป็นภาษาพิเศษที่ช่วยทำให้เกิดการสื่อสารกับระบบรอบ ๆ ตัวที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ การคิดเชิงระบบเปรียบเสมือนเป็นชุดของเครื่องมือที่ทรงประสิทธิภาพในการช่วยทำให้มองเห็นภาพ และสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับระบบขององค์ประกอบและพฤติกรรมที่จะทำให้สามารถสื่อสารกับบุคคลอื่นได้อย่างเข้าใจ และยังช่วยออกแบบระบบเพื่อการจัดการสำหรับการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Kim, 2000) การคิดเชิงระบบเป็นแขนงวิชาที่มุ่งมองสิ่งต่าง ๆ แบบองค์รวม เป็นกรอบการทำงานที่มองแบบแผนและความเกี่ยวพันกัน สิ่งที่เป็นลักษณะพิเศษ คือ การมองโลกแบบองค์รวมที่มีความซับซ้อนมากขึ้น การคิดเป็นระบบทำให้ความซับซ้อนเป็นสิ่งที่สามารถจัดการได้ (Senge, 1990) การศึกษาในระดับอุดมศึกษาในศตวรรษที่ 21 สังคมต้องการบัณฑิตที่มีคุณลักษณะมีวิสัยทัศน์ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลและสารสนเทศ สามารถเลือกรับ ปฏิเสธและอธิบายได้ว่าจะหาประโยชน์อะไรได้จากข้อมูลสารสนเทศและเป็นผู้สร้างโลกทัศน์ อีกทั้งเป็นบุคคลใฝ่รู้ สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา มีสมรรถภาพในการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างเป็นระบบ (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2554)

มหาวิทยาลัยบูรพา ได้ให้ความสำคัญต่อการส่งเสริมให้นิสิตมีความรู้ และมีทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา เนื่องจากเป็นทักษะสำคัญที่นิสิตสามารถนำมาเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานในองค์กร หรือสามารถแก้ปัญหาส่วนตัวที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ มหาวิทยาลัยบูรพาจึงเปิดการสอนรายวิชาการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา โดยจัดอยู่ในกลุ่มหมวดวิชาการศึกษาทั่วไป กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์ ดำเนินการพัฒนารายวิชาและดำเนินการสอน โดยคณาจารย์ประจำภาควิชาวัฒนธรรมและเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ ในแต่ละภาคการศึกษา ได้เปิดให้นิสิตทุกสาขาในมหาวิทยาลัยสามารถลงทะเบียนเรียน และพบว่า แต่ละภาคการศึกษามีนิสิตลงทะเบียนประมาณ 1,000-1,200 คน จัดเป็นกลุ่มเรียน กลุ่มละ 40-50 คน เวลาเรียนจำนวน 2 คาบ ต่อสัปดาห์ จากประสบการณ์สอนของผู้วิจัย พบว่า การเรียนวิชาการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ผู้เรียนต้องเรียนรู้เชิงทฤษฎี และต้องฝึกปฏิบัติ ซึ่งการเรียน 2 คาบต่อสัปดาห์ ไม่เพียงพอต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

เพื่อให้มีทักษะการคิดเชิงระบบอย่างมีประสิทธิภาพได้ และในปัจจุบันยังไม่มีสื่อการสอน หรือ แหล่งเรียนรู้เสริมเพิ่มเติมนอกชั่วโมงเรียนปกติที่ ผู้เรียนสามารถเรียนและทำกิจกรรมที่มีการโต้ตอบ แบบทันที เสมือนการเรียนในชั้นเรียนปกติได้ ปัญหาดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และมีทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการเรียนที่กำหนดไว้ จากปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้วิจัย ได้ศึกษาเอกสารแนวคิดทฤษฎีเพื่อนำมาประยุกต์เพื่อแก้ปัญหา พบว่า แนวคิดการใช้บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ สามารถนำมาเป็นสื่อการเรียนเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้

การจัดการเรียนการสอนด้วยบทเรียนออนไลน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive online lesson) จัดเป็นช่องทางหนึ่ง ที่ถูกนำมาใช้ในระบบการศึกษาเพื่อนำเสนอองค์ความรู้อย่างเป็นระบบ และสนับสนุนให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้มากทุกเวลา รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยการนำเทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตและมัลติมีเดียมาใช้ในการพัฒนาสื่อการสอน เพื่ออธิบายเนื้อหาบทเรียนให้เข้าใจง่ายขึ้น ผู้เรียนมีความสุข เพลิดเพลิน ไม่เบื่อหน่าย และเรียนได้ด้วยตนเองโดยปราศจากผู้สอน หรือ เรียนตามอัธยาศัย การพัฒนาบทเรียนออนไลน์นั้น จะเป็นการเรียบเรียงและพัฒนาเนื้อหาเป็นอย่างดี เพื่ออธิบายให้เข้าใจโดยง่าย (Didactic content) ซึ่งจะประกอบด้วยการจำลองสถานการณ์ ให้เห็นจริง แทนการให้ผู้เรียนฝึกด้วยตนเองและสามารถโต้ตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์ เพื่อปรับแต่ง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสุข กระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ และเข้าใจเนื้อหา บทเรียนได้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเรียนทางเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือทางวิศวกรรม ที่ประกอบด้วยการบรรยายและการทดลอง ที่ต้องอาศัยสื่อเหล่านี้ ในการเสริมความเข้าใจให้ มากยิ่งขึ้น ดังนั้น การเรียนรู้ด้วยบทเรียนสมัยใหม่ จึงเป็นการพัฒนาไปสู่การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ มากยิ่งขึ้น (ณัฐกร สงคราม, 2554) (ริบอง กัลป์ติวณิชย์, 2556) บทเรียนออนไลน์ (On line) อีเลิร์นนิ่ง (e-Learning) คือ การใช้เทคโนโลยีในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่เป็นทางเลือกในการ ได้ผลการเรียนรู้อีกช่องทางหนึ่ง โดยมีการประสานการทำงานอยู่ในรูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียน การสอน การสร้างบรรยากาศในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน Ali and Rosli (2019) การปฏิสัมพันธ์ที่นำมาใช้ในกระบวนการเรียนการสอน เพื่อทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ ในรูปแบบการเรียนการสอนและในรูปแบบของการศึกษด้วยตนเองเป็นรายบุคคล หรือเป็นรายกลุ่ม โดยใช้การสื่อสารแบบสองทาง การปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ ด้วยการสื่อสารแบบ 2 ทาง ซึ่งเป็นไปได้ทั้งการสื่อสารที่เกิดจากตัวผู้เรียนเองกับผู้สอน หรือกับผู้เรียน อื่น หรือกับเครื่องมือเทคโนโลยีการสื่อสารใด ๆ ทำให้เกิดการโต้ตอบในรูปแบบต่าง ๆ อันจะนำไปสู่ การทำให้เกิดความรู้ ทักษะ และเจตคติตามเป้าหมายการศึกษา (สุรัชย์ สิกขาบัณฑิต, 2541) การเรียนรู้แบบออนไลน์ หรือ e-learning เป็นการศึกษาเรียนรู้ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ตหรืออินเทอร์เน็ต เป็นการเรียนรู้ด้วยตัวเองตามความสามารถและความสนใจของตน และ เป็นการเรียนสำหรับทุกคน เรียนได้ทุกเวลาและทุกสถานที่ (สุรสิทธิ์ วรรณไกรโรจน์, 2550)

แนวคิดบทเรียนออนไลน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ สามารถเป็นสื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้วยการที่บทเรียนออนไลน์เป็นสื่อที่ผู้เรียนสะดวกต่อการใช้งาน ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา และสามารถเข้าถึงบทเรียนออนไลน์ผ่านอุปกรณ์ได้หลายรูปแบบที่เชื่อมต่อสัญญาณ อินเทอร์เน็ต ได้แก่ คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต (Tablet) ไอแพด (iPad) หรือสมาร์ทโฟน (Smartphone) การเรียนผ่านบทเรียนออนไลน์สามารถย้อนกลับเพื่อทบทวนเนื้อหาการเรียน ในสื่อต่าง ๆ ที่บรรจุไว้ในบทเรียน และพบว่า มีงานวิจัยที่มีการใช้การเรียนออนไลน์ในการพัฒนาความสามารถทักษะ การแก้ปัญหาได้ ดังเช่นงานวิจัยของ เนาวนิตย์ สงคราม (2559) ได้ทำวิจัยเรื่องระบบการเรียน ด้วยอีเลิร์นนิ่งบนสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริง เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และการเรียนรู้เป็นทีมสำหรับนิสิต นักศึกษา ศึกษาศาสตรบัณฑิตในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ผลการวิจัย พบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบอีเลิร์นนิ่งบนสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริง มีคะแนน ความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างเรียนและหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และคะแนนความสามารถ ในการแก้ปัญหาลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ ศยามน อินสอาด (2553) ได้ทำการศึกษาพัฒนารูปแบบอบเจกต์การเรียนรู้ที่ส่งผลต่อการสร้าง ความรู้ และทักษะการคิดแบบมีวิจารณญาณของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ได้ให้ข้อสรุปจากการวิจัย ว่า การออกแบบบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง มีความเป็นไปได้และเหมาะสม ระดับมากที่สุดที่จะออกแบบบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง โดยใช้กลยุทธ์การสอน หรือจัดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ รวมถึงสามารถนำทั้งสองแนวคิดมาผสมผสานเพื่อออกแบบรวมกันเพื่อส่งเสริม ทักษะการคิดขั้นสูงของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ กุลธวัช สมารักษ์ และคณะ (2558) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนแบบผสมผสานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์โดยใช้กรณีศึกษา ด้วยวิดีโอแอชเริ่ง เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักศึกษาที่เรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบผสมผสานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์โดยใช้กรณีศึกษาด้วยวิดีโอแอชเริ่ง มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

จากความสำคัญของทักษะการคิดเชิงระบบของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ปัญหาการเรียน การสอนวิชาการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา และจากการศึกษาหลักการทฤษฎีใน การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงดำเนินการพัฒนบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบ กับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นรูปแบบการวิจัย และพัฒนา (Research & development) โดยมีขั้นตอนการวิจัยตามหลักการ ADDIE Model ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ (A: Analysis) 2) การออกแบบ (D: Design) 3) การพัฒนา (D: Development) 4) การใช้จริง (I: Implementation) และ 5) การประเมินผล

(E: Evaluation) (Seels & Richey, 1994) ผลของการวิจัยในครั้งนี้ ได้บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ที่มีประสิทธิภาพ สามารถเป็นสื่อการสอนและเป็นแหล่งเรียนรู้แบบออนไลน์ เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา อันจะส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบ และสามารถใช้ขั้นตอนการคิดเชิงระบบ เพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างซับซ้อนในศตวรรษที่ 21 และเลือกแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา

2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/ E_2 (80/ 80)

2.3 เพื่อประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหาของนิสิต จากการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

2.4 เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/ E_2 (80/ 80)

3.2 นิสิตที่เรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา มีทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา อยู่ในระดับมากขึ้นไป

3.3 นิสิตที่เรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา มีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา และการคิดเชิงระบบ และ 2) นิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพาที่เรียนวิชาการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 41 กลุ่มเรียน (จำนวนนิสิต 1,725 คน)

4.1.2 กลุ่มตัวอย่างใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา และการคิดเชิงระบบ จำนวน 5 คน ได้มาด้วยวิธีการเจาะจง และ 2) นิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ที่เรียนวิชาการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 40 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling)

4.2 เครื่องมือในการวิจัย

4.2.1 เครื่องมือในการพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ (Learning management system: LMS) และระบบจัดการเนื้อหา (Content management system: CMS) ประกอบด้วย

4.2.1.1 โปรแกรม Text Editor สำหรับสร้าง LMS และ LMS ได้แก่ Notepad++ และ Visual Studio Code

4.2.1.2 โปรแกรมสร้างฐานข้อมูลบทเรียนออนไลน์ และฐานข้อมูลกระดานสนทนา เป็นฐานข้อมูล MSQL สร้างด้วยโปรแกรม phpMyAdmin 3) ภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับเขียน โปรแกรม ได้แก่ PHP, HTML และ JavaScript และ 3) แอปพลิเคชันสำหรับสร้างสื่อประกอบ บทเรียนออนไลน์ ได้แก่ Google Drive, Google Forms และ YouTube

4.2.2 เครื่องมือสำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ได้แก่ แบบประเมินคุณภาพแบบมาตราส่วน ประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ

4.2.3 เครื่องมือในการวิจัยขั้นตอน Implementation ได้แก่

4.2.3.1 บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

4.2.3.2 แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

4.2.3.3 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (ชุดเดียวกัน)

4.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้ ใช้กรอบเนื้อหาตามคำอธิบายรายวิชาการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ ปัญหา (Systems thinking and problem analysis) ดังนี้ ความหมาย หลักการ ความสำคัญ และการคิดเชิงระบบกับองค์กรแห่งการเรียนรู้ การคิดที่ใช้ในกระบวนการคิดเชิงระบบ เครื่องมือ ช่วยในการจัดการความคิด การวิเคราะห์ สภาพการณ์ปัญหา การค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ ของปัญหา การเชื่อมโยงระหว่างสาเหตุกับผล การสร้างแผนภาพวงจรการคิดเชิงระบบ การนำหลักการการคิดเชิงระบบไปใช้กับสาขาวิชาต่าง ๆ ประยุกต์การคิดเชิงระบบกับการแก้ปัญหา ลักษณะต่าง ๆ

4.4 ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564

4.5 ตัวแปรที่ศึกษา

4.5.1 ตัวแปรในการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

4.5.1.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ ลักษณะประชากร สมรรถนะเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ลักษณะอุปกรณ์การเข้าถึงบทเรียนออนไลน์ รูปแบบการเรียนรู้รายบุคคล และเครื่องมือการประเมิน

4.5.1.2 ตัวแปรกลาง ได้แก่ กระบวนการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ฯ ตามหลักการ ADDIE Model

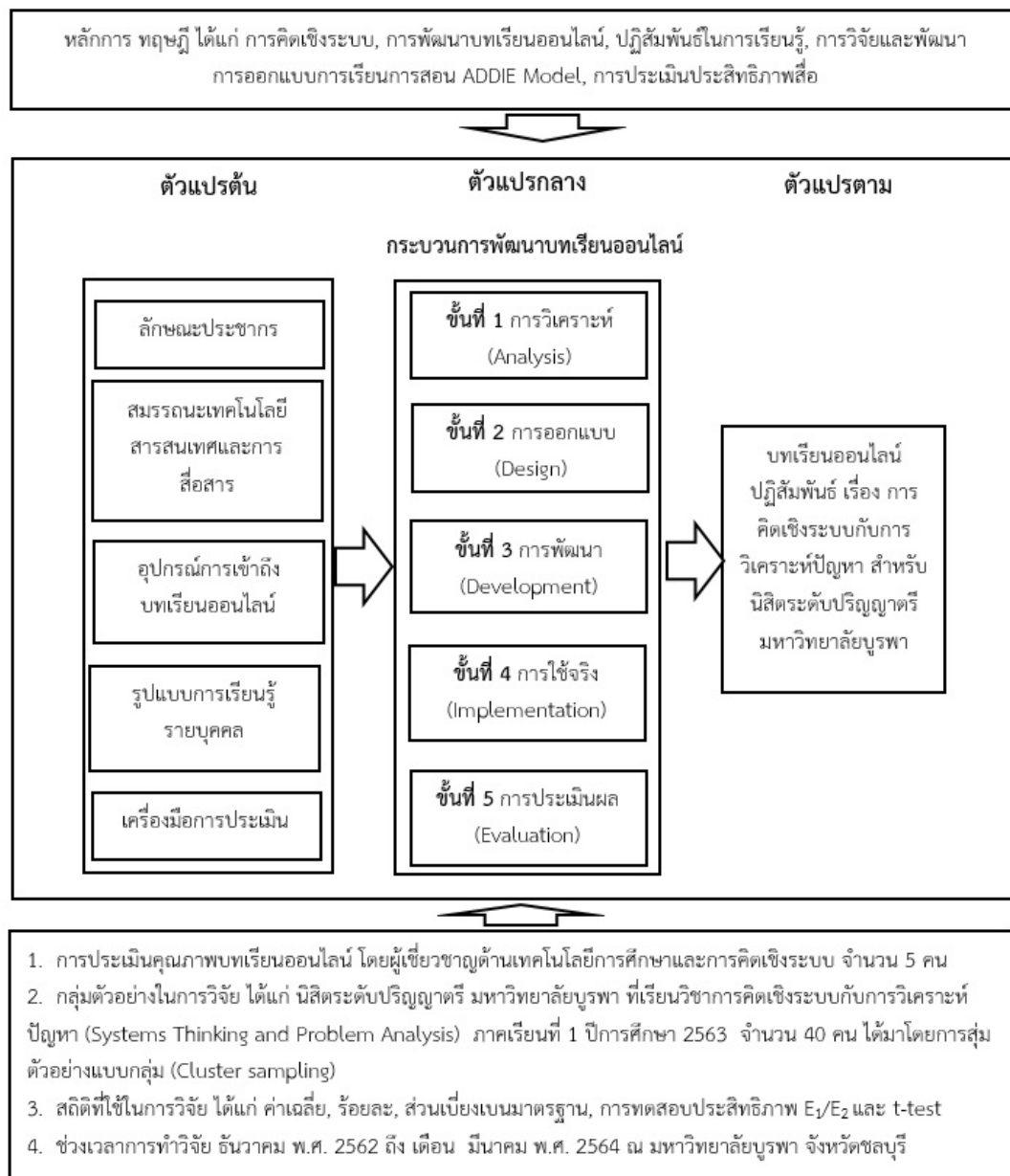
4.5.1.3 ตัวแปรตาม ได้แก่ บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

4.5.2 ตัวแปรที่ศึกษาในขั้นการใช้จริง (Implementation)

4.5.2.1 ตัวแปรต้นได้ แก่ การเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

4.5.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

5. กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

6. ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

6.1 ได้บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ที่มีคุณภาพ สามารถนำไปเป็นสื่อการสอนให้กับผู้เรียนในสถาบันการศึกษา หรือบุคคลทั่วไป เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

6.2 นิสิตมหาวิทยาลัยบูรพาได้รับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการดำรงชีวิตในยุคศตวรรษที่ 21

6.3 เป็นแนวทางสำหรับผู้สอนนำรูปแบบบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ ใช้ประยุกต์ ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ในสาขาวิชาอื่น ๆ

7. นิยามศัพท์เฉพาะ

7.1 บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ผ่านเว็บไซต์บนเครือข่าย อินเทอร์เน็ต นำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา การทำแบบฝึก ระหว่างเรียน การทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน ลักษณะสื่อประสม (Multimedia) ประกอบด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง มีกิจกรรมที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบหรือสื่อสารกับบทเรียน โดยใช้แป้นพิมพ์ การคลิกเมาส์ หรือการสัมผัสหน้าจอ และมีช่องทางการสื่อสารกับผู้สอน หรือสื่อสาร กับผู้เรียนกับผู้เรียน ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ กระดานความคิดเห็นและจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

7.2 การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ หมายถึง การดำเนินการสร้างเนื้อหาการเรียน สื่อการเรียน การสร้างระบบจัดการเรียนรู้บนเว็บไซต์ การสร้างเว็บไซต์บทเรียนที่มีองค์ประกอบ ของบทเรียน ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหา การบันทึกผลการทำกิจกรรมระหว่างเรียน การโต้ตอบ ของผู้เรียนกับบทเรียน ผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนกับผู้เรียน ให้มีคุณภาพตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ ที่กำหนดไว้ โดยนำบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และ ด้านเทคโนโลยีการศึกษาประเมินคุณภาพ จากนั้นนำไปทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ทดลองกับกลุ่ม ขนาดเล็ก และการใช้จริง

7.3 การคิดเชิงระบบ หมายถึง กระบวนการวิเคราะห์เพื่อหาตัวแปรของปัญหา และ โครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปร กระบวนการวิเคราะห์ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) จัดระเบียบแก่นของปัญหาให้มีความชัดเจน
- 2) บรรยายเรื่องราวพฤติกรรมปัญหาที่เกิดขึ้น
- 3) เลือกตัวแปรที่เป็นปัจจัยหลักของปัญหา
- 4) กำหนดชื่อตัวแปรให้ชัดเจน
- 5) เขียนกราฟแสดง พฤติกรรมของตัวแปรภายใต้ช่วงเวลาหนึ่ง
- 6) การระบุทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปร และ
- 7) เขียนแผนภูมิวงรอบเหตุและผล

7.4 ทักษะการคิดเชิงระบบกับวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถของผู้เรียน ในการดำเนินการวิเคราะห์ปัญหาจากกรณีศึกษาตามกระบวนการคิดเชิงระบบ ได้แก่

ความสามารถในการระบุแก่นของปัญหา ความสามารถในการเขียนบรรยายพฤติกรรมปัญหาที่เกิดขึ้น
 ความสามารถในการระบุตัวแปรที่เป็นปัจจัยหลักของปัญหา ความสามารถในการกำหนดชื่อตัวแปร
 ความสามารถในการเขียนกราฟแสดงพฤติกรรมของตัวแปรภายใต้ช่วงเวลาหนึ่ง ความสามารถ
 ในการการระบุทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปร และความสามารถการเขียนแผนภูมิวงรอบเหตุ
 และผล ประเมินผลโดยใช้แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับวิเคราะห์ปัญหา

7.5 เกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์
 ปฏิสัมพันธ์ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้และมีทักษะการคิดเชิงระบบกับวิเคราะห์ปัญหา การกำหนด
 เกณฑ์ประสิทธิภาพ โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง
 (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_1 = \text{Efficiency of process}$ (ประสิทธิภาพของ
 กระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_2 = \text{Efficiency}$
 of product (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่อง
 ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการทำ
 กิจกรรมที่ผู้สอนกำหนดไว้ในบทเรียนออนไลน์

การประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal behavior) คือประเมินผลลัพธ์ (Product)
 ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนของแต่ละหน่วยการเรียนรู้

7.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถในเรื่อง การคิดเชิงระบบ
 กับ การวิเคราะห์ปัญหาของผู้เรียน อันเป็นผลมาจากการเรียน หรือมวลประสบการณ์ทั้งหมด
 ที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์
 ปัญหา ประเมินโดยใช้แบบทดสอบหลังเรียน

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง พัฒนบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. แนวคิดการคิดเชิงระบบ
2. แนวคิดการแก้ปัญหา
3. แนวคิดบทเรียนออนไลน์
4. แนวคิดปฏิสัมพันธ์ในการเรียนรู้
5. การทดสอบประสิทธิภาพสื่อ
6. แนวคิด ADDIE Model
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
8. แบบวัดทักษะการคิด
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รายละเอียดการสังเคราะห์หลักการ แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. แนวคิดการคิดเชิงระบบ

1.1 ความหมายของการคิดเชิงระบบ

Senge (1990) อธิบายว่า วิธีคิดอย่างเป็นระบบ (Systems thinking) เป็นกระบวนการคิดขั้นสูงสำหรับองค์กรแห่งการเรียนรู้และบุคคลแห่งการเรียนรู้ เป็น 1 ใน 5 วินัยแห่งการเรียนรู้ เพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด ความเข้าใจคลาดเคลื่อน จนนำไปสู่การสร้างปัญหาที่ทำให้ไม่สามารถไปถึงสภาพอนาคตที่พึงปรารถนาได้ ดังนั้น การคิดอย่างเป็นระบบจึงมีความสำคัญที่เกี่ยวพันกับการคิดในลักษณะเชื่อมโยง คิดแบบภาพรวมมองเห็นภาพทั้งหมด รู้จักสังเคราะห์ และมองเห็นปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ ของระบบ ให้ความสัมพันธ์เชิงลึกและความสัมพันธ์แนวกว้าง รวมทั้งความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน เป็นการเน้นการคิดแบบกระบวนการหรือวิธีคิดแบบที่ชนะทั้งหลาย เรียกว่า “วิธีคิดแบบองค์รวม”

Pegasus communication (2013) อธิบายว่า การคิดเชิงระบบ เป็นมุมมองที่ทำให้สามารถมองเห็นสถานการณ์ แบบแผนเกี่ยวกับแนวทางการปฏิบัติที่เป็นแนวใหม่ และตอบสนองต่อสถานการณ์ และแบบแผนด้วยวิถีทางที่มีระดับดีขึ้น ทำให้มีการปรับปรุงกระบวนการที่มีคุณภาพ

มากขึ้นเรื่อย ๆ การคิดเชิงระบบเปรียบเสมือนเป็นภาษาพิเศษที่ช่วยทำให้เกิดการสื่อสารกับระบบรอบ ๆ ตัวที่เกี่ยวข้อง ได้อย่างมีคุณภาพ การคิดเชิงระบบเปรียบเสมือนเป็นชุดของเครื่องมือที่ทรงประสิทธิภาพ ในการช่วยทำให้มองเห็นภาพและสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับระบบขององค์ประกอบและพฤติกรรมที่จะสามารถทำให้สื่อสารกับบุคคลอื่นได้อย่างเข้าใจและยังช่วยออกแบบระบบ เพื่อการจัดการสำหรับการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Organization for economic co-operation and development (2006) อธิบายว่าการคิดที่เป็นระบบ คือ การคิดที่มีลำดับขั้นตอนและเป็นเหตุเป็นผลต้องมีเป้าหมายที่ชัดเจน แล้วเขียนภาพ ในใจอย่างมีลำดับขั้นตอนเป็นเหตุเป็นผล โดยการเขียนภาพ (Scenario) จะต้องให้สามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

มนตรี แยมกสิกร (2546) อธิบายว่า การคิดเชิงระบบ เป็นแขนงวิชาที่มองปัญหาแบบองค์รวม และยอมรับการมีพลวัต ความสลับซับซ้อนและความเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงขององค์ประกอบย่อย ๆ เพื่อค้นหาและสร้างแบบแผนที่จะนำสู่การเปลี่ยนแปลง พัฒนาการแก้ปัญหาหรือภารกิจให้มีความสมบูรณ์มากที่สุด การคิดเชิงระบบสามารถช่วยให้การออกแบบการแก้ปัญหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

Anderson and Johnson (1997) อธิบายว่า การคิดเชิงระบบ เป็นภาษาชนิดหนึ่งที่เสนอแนวทางการสื่อสารเกี่ยวกับพลวัต (Dynamic) ของการเกี่ยวพันซึ่งกันและกันกับความซับซ้อน ทั้งนี้เพราะว่าปัญหา ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันมิใช่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเพียงแบบเป็นเชิงเส้นตรง หากแต่ว่า ปัญหาส่วนใหญ่จะมีเหตุที่โยงใยเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน เป็นความสัมพันธ์ที่เป็นวงรอบ (Circular relationships)

Hester (1994) อธิบายว่า การคิดเชิงระบบ เป็นกรอบแนวคิดพื้นฐาน องค์ความรู้ และเครื่องมือซึ่งได้ถูกพัฒนาขึ้นภายใต้ช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อทำให้วัตถุประสงค์และวิธีการแก้ปัญหา หรือสร้างสรรค์งานมีความชัดเจน และช่วยทำให้มองเห็นการเปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ การคิดเชิงระบบมิได้ละเลยต่อปัญหาความซับซ้อน แต่จะเข้าไปจัดการกับความสลับซับซ้อนในลักษณะที่ใกล้ชิด สะท้อนให้เห็นถึงสาเหตุแห่งปัญหาและวิธีการที่จะช่วยแก้ไขปัญหานั้นในแนวทางที่เป็นไปได้

จากแนวคิดเชิงระบบที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การคิดเชิงระบบเป็นการมองปัญหาแบบองค์รวมและยอมรับความมีพลวัต ความสลับซับซ้อน และความเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงขององค์ประกอบย่อย ๆ ของปัญหาที่ปัจจุบัน มิใช่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเพียงแบบเป็นเชิงเส้นตรง หากแต่ว่าปัญหาส่วนใหญ่จะมีเหตุที่โยงใยเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน เป็นความสัมพันธ์ที่เป็นวงรอบ (Circular relationships) การคิดเชิงระบบสามารถค้นหาและสร้างแบบแผน (Pattern) ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ความสำคัญของการคิดเชิงระบบ

Senge (1999) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดเชิงระบบ (System thinking) ที่มีต่อองค์กรแห่งการเรียนรู้ไว้ในหนังสือ “The Fifth Discipline” ว่าเป็นวินัยประการที่ 5 ของวินัยทั้งหมด 5 ประการ สำหรับการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning organization) เนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1.2.1 การคิดเชิงระบบเป็นวินัยที่บูรณาการวินัยทั้งหมดเข้าด้วยกัน เป็นวินัยที่เชื่อมโยงองค์ความรู้ทางทฤษฎีกับการปฏิบัติ ถ้าปราศจากการคิดเชิงระบบจะทำให้ขาดแรงจูงใจในการเชื่อมโยงวินัยทั้งหมดในลักษณะของความเป็นองค์รวม และขาดความเข้าใจเรื่องการก้าวไปสู่อนาคตจากภาวะที่เป็นอยู่

1.2.2 หัวใจขององค์กรแห่งการเรียนรู้ คือ การเปลี่ยนความคิดจากการมองตนเองแยกจากโลกมาสู่การเชื่อมโยงตนเองเข้าหาโลก และเปลี่ยนจากการมองว่าปัญหาเกิดจากใครบางคนหรือบางสิ่ง มาเป็นการมองว่าการกระทำที่มาจากความคิดของตนเป็นตัวทำให้เกิดปัญหาได้อย่างไร

1.2.3 การคิดเชิงระบบทำให้บุคคลก้าวเข้าไปสู่ความเป็นองค์รวมที่มีความซับซ้อนตามธรรมชาติแล้ว มนุษย์มีความสามารถในการสร้างข่าวสารมากกว่าการรับข่าวสาร มีความต้องการที่จะสร้างความสัมพันธ์กับผู้อื่นมากกว่าจะบริหารจัดการแต่เพียงผู้เดียว และมีความพยายามที่จะเปลี่ยนแปลงมากกว่าการคงสภาพเดิมไว้ ดังนั้น การคิดเชิงระบบ คือ แนวทางการแก้ไขปัญหาโดยการพึ่งพาซึ่งกันและกัน การคิดเชิงระบบ คือ การมองภาพโครงสร้าง (Structure) ในสถานการณ์ซับซ้อน และการทำความเข้าใจกับพลังการเปลี่ยนแปลงระดับสูงซึ่งเป็นผลมาจากพลังแห่งการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

1.2.4 สาเหตุที่การคิดเชิงระบบเป็นวินัยประการที่ 5 เนื่องจากการคิดเชิงระบบเป็นรากฐานที่นำไปสู่ทุกวินัยแห่งการเรียนรู้ ซึ่งต้องตระหนักถึงการเปลี่ยนความคิดจากการมองแยกส่วน เป็นการมองภาพรวม เปลี่ยนจากการมองว่าบุคคล คือ ผู้ที่ต้องการความช่วยเหลือมาเป็นการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในความเป็นจริง จากการมีปฏิกิริยาตอบสนองมาเป็นการนำเสนอภาพอนาคต การคิดเชิงระบบจึงเป็นหลักการพื้นฐานขององค์กรแห่งการเรียนรู้ว่าคิดเกี่ยวกับโลกอย่างไร

1.2.5 การคิดเชิงระบบเป็นภาษาสากล เป็นเครื่องมือการแก้ปัญหาที่ทรงพลังสำหรับการสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดในเรื่องราวหรือประเด็นที่ซับซ้อน ภาษาสำหรับการคิดเชิงระบบเป็นภาษาวางกลมที่แสดงถึงเหตุและผล โดยที่ปัจจัยทั้งหลายนั้นอาจเป็นทั้งเหตุและผลในตัวเอง เครื่องมือของการคิดเชิง ระบบทั้ง Causal loop diagram, Archetypes และ Computer model จึงเป็นการนำเสนอเกี่ยวกับความสัมพันธ์ทั้งสิ้น

1.2.6 การคิดเชิงระบบ เป็นทั้งวิธีการ หลักการ และเครื่องมือที่ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ของสรรพสิ่ง และมองว่าแต่ละสิ่งนั้น คือส่วนหนึ่งของกระบวนการ

สรุปได้ว่า การคิดเชิงระบบเป็นวินัยประการที่ 5 ขององค์กรแห่งการเรียนรู้ เนื่องจากการคิดเชิงระบบ เป็นรากฐานนำไปสู่ทุกวินัยแห่งการเรียนรู้ การคิดเชิงระบบเป็นภาษาสากล การคิดเชิงระบบเป็นทั้งวิธีการ หลักการ และเครื่องมือที่ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ของสรรพสิ่ง เป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยการพึ่งพาซึ่งกันและกัน การคิดเชิงระบบ คือ การมองภาพโครงสร้าง (Structure) ในสถานการณ์ซับซ้อน

1.3 หลักการของการคิดเชิงระบบ

การคิดเชิงระบบ มีคุณลักษณะที่เป็นหลักการสำคัญ ดังนี้ (Anderson & Johnson, 1997)

1.3.1 เป็นการคิดที่มอง “องค์รวม”

การคิดแบบมอง “องค์รวม” เปรียบเทียบได้กับว่าเมื่อเวลาที่เกิดปัญหาขึ้นคนทั่วไป มักจะมุ่งความสนใจไปที่เหตุการณ์เฉพาะหน้าที่เกิดขึ้น ณ เวลานั้น การมองในลักษณะดังกล่าว เป็นมุมมองที่แคบ ทำให้สามารถรับรู้ได้เพียงผลของความเปลี่ยนแปลงว่า เกิดขึ้นจากส่วนไหน ที่เป็นผลโดยตรงเท่านั้น แต่หลักการคิดเชิงระบบ จะเสนอให้มีการมองย้อนหลังไปจาก ณ จุดที่เกิดปัญหา และมองเป็นภาพใหญ่หรือมองภาพแบบองค์รวม ทั้งนี้ เพราะปัญหาที่เกิดขึ้นอาจจะเกี่ยวข้องกับส่วนอื่น ๆ ในระบบ การพยายามค้นหาแหล่งของปัญหาที่อาจจะเกี่ยวโยงมาจากส่วนอื่น จะเป็นการมองที่ครอบคลุมรอบคอบรอบด้าน

1.3.2 เป็นการสร้างความสมดุลระหว่างมุมมองระยะสั้นและระยะยาว

ความคาดหวังในการสำเร็จของการแก้ปัญหา หรือสร้างสรรค์งาน บางครั้งอาจมีมุมมองว่า ควรจะคาดหวังให้กิจกรรมให้กิจกรรมนั้น เสร็จในระยะเวลาอันสั้น หรือสำเร็จในระยะยาว การคิดเชิงระบบมีแนวคิดว่าการพิจารณาว่าพฤติกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในระยะสั้น หรือความสำเร็จ ในระยะสั้นที่ถูกทำให้เกิดขึ้นในทันทีทันใดนั้น บางครั้งอาจจะเป็นสิ่งที่กลับไปทำลายความสำเร็จในระยะยาวก็ได้ แต่ในที่นี้ มิได้หมายความว่า การสร้างสรรค์หรือการแก้ปัญหามุ่งหวังสู่ความสำเร็จระยะยาวมากกว่า หากแต่ว่า การพยายามพิจารณาสร้างความสมดุลระหว่างการยอมที่จะมีผลของความสำเร็จที่น้อยกว่าในระยะสั้น เพื่อหวังผลความสำเร็จในระยะยาวอาจจะเป็นสิ่งที่ต้องพยายามสร้างความสมดุลให้ได้

1.3.3 ยอมรับในความมีพลวัต ความสลับซับซ้อนและความเกี่ยวพันกันของธรรมชาติของระบบ

สรรพสิ่งในโลกล้วนมีระบบความซับซ้อน มีพลวัตและมีความเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงกัน หรืออาจกล่าวอีกในหนึ่งว่าสิ่งต่าง ๆ มีความเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ชีวิตมีแต่ความยุ่งเหยิง และทุกสิ่งมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน การแก้ปัญหาหรือการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ผู้ปฏิบัติยินยอม

มีความตั้งใจที่จะทำให้ง่าย ไม่ซับซ้อน จัดลำดับหรือทำงานกับปัญหาทีละปัญหา สร้างความสัมพันธ์ในลักษณะที่พิจารณาถึงความเชื่อมโยงอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งจะเป็นการใช้ความคิดในเชิงสังเคราะห์อย่างมีเหตุ มีผล ยอมรับในความสัมพันธ์ของระบบต่าง ๆ

1.3.4 ยอมรับและใช้ข้อมูลทั้งจากปัจจัยที่วัดได้จากเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

การคิดเชิงระบบ จะถือว่าทุกส่วนของระบบล้วนแต่มีความสำคัญต่อภาพรวมทั้งหมดของระบบ แต่ละส่วนย่อยจะต้องปฏิบัติตามภารกิจของส่วนตนอย่างเต็มกำลังความสามารถ โดยพึงระลึกเสมอว่า ทุกส่วนที่เป็นองค์ประกอบย่อยของระบบ มีความสำคัญและการทำหน้าที่ของแต่ละส่วนย่อยจะมีผลต่อส่วนรวม แม้ว่าส่วนรวมจะส่งผลกลับมายังแต่ละส่วนย่อยด้วย ก็ตามสรุปได้ว่า การคิดเชิงระบบเป็นการคิดที่มอง “องค์รวม” เป็นการสร้างความสมดุลระหว่างมุมมองระยะสั้นและระยะยาว และยอมรับในความมีพลวัต ความสลับซับซ้อนและความเกี่ยวพันกันของธรรมชาติของระบบ

1.4 ความคิดรวบยอดที่สำคัญของการคิดเชิงระบบ

ความคิดรวบยอดที่สำคัญของการคิดเชิงระบบ คือ กฎธรรมชาติ ซึ่งเป็นระบบองค์รวม มีรายละเอียดความคิดรวบยอดที่สำคัญดังนี้ (Centre for strategic management 1997 อ้างถึงใน มนตรี แยมกสิกร, 2547)

1.4.1 องค์รวมและการเสริมซึ่งกันและกัน ซึ่งผลรวมของส่วนย่อยให้ผลรวมมากกว่าการนำส่วนย่อย ๆ มารวมกันเสียอีก

1.4.2 เป็นการมองแบบระบบเปิด เพราะระบบสามารถพิจารณาได้เป็นสองแนวทาง คือ ระบบปิด (Closed systems) และระบบเปิด (Open systems) ระบบเปิดสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลพลังงาน หรือวัสดุกับสิ่งแวดล้อมได้ ระบบทางสังคมและระบบทางชีวภาพจัดได้ว่าเป็นระบบเปิด ความคิดรวบยอดของระบบปิด ระบบกลไก อาจเป็นได้ทั้งระบบระบบปิดและระบบเปิด ความคิดรวบยอดของระบบปิดและระบบเปิด ยากที่จะระบุลงไปได้อย่างเด็ดขาด หากแต่่ามักจะพิจารณาว่าระบบแต่ละอย่างมีทิศทางไปในทางระบบปิดหรือระบบเปิด

1.4.3 ขอบเขตระบบ ทั้งนี้ เพราะระบบจะมีขอบเขตของตนเองที่แยกจากสภาพแวดล้อม ความคิดเกี่ยวกับขอบเขตช่วยให้เราเข้าใจถึงความแตกต่างระหว่างระบบปิดและระบบเปิดแนวโน้มความสัมพันธ์ของระบบปิดจะแข็งตัวมีขอบเขตที่กำหนดได้ยาก ในขณะที่ระบบเปิดจะมีขอบเขตที่เข้าใจได้ชัดเจนระหว่างตัวเองและความสัมพันธ์กับระบบใหญ่

1.4.4 แบบจำลองปัจจัยนำเข้า-การแปรรูป-ผลลัพธ์ ระบบเปิดสามารถถูกมองในลักษณะของแบบจำลองการแปรรูป โดยในความเป็นพลวัตมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ทำให้ได้รับปัจจัยนำเข้าแล้วแปรรูปไปในทิศทางหนึ่ง จากนั้นจะนำผลลัพธ์ออกมา

1.4.5 ปฏิกริยาย้อนกลับ ความคิดรวบยอดที่สำคัญของปฏิกริยาย้อนกลับคืน เป็นสิ่งที่ทำให้ระบบสามารถปรับซ่อมตนเองได้ อันจะนำไปสู่ความมีเสถียรภาพของระบบปฏิกริยาย้อนกลับสามารถเป็นไปได้ทั้งเชิงบวกและเชิงลบ แม้ว่าในสาขาวิชาของศาสตร์ที่ว่าด้วยการควบคุมและการติดต่อสื่อสาร (Cybernetics) จะตั้งอยู่บนพื้นฐานปฏิกริยาย้อนกลับทางลบ ซึ่งปฏิกริยาย้อนกลับทางลบ เป็นข้อมูลข่าวสารนำเข้าสู่ที่เป็นตัวดัชนี แสดงว่า ระบบเบี่ยงเบนจากแนวทางที่ควรจะเป็นและควรจะปรับไปในทิศทางใหม่อย่างไร

1.4.6 การค้นหาเป้าหมายที่หลากหลาย ซึ่งระบบทางชีวภาพและระบบทางสังคมเป็นระบบที่มีวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่หลากหลาย

สรุปได้ว่า ความคิดรวบยอดที่สำคัญของการคิดเชิงระบบ เป็นองค์รวมและการเสริมซึ่งกันและกัน เป็นการมองแบบระบบเปิด ต้องเข้าใจความแตกต่างระหว่างระบบปิดและระบบเปิด การคิดเชิงระบบเป็นแบบจำลองปัจจัยนำเข้า-การแปรรูป-ผลลัพธ์ ที่แสดงปฏิกริยาย้อนกลับและมีการค้นหาเป้าหมายที่หลากหลาย

1.5 กระบวนการคิดเชิงระบบ

การคิดเชิงระบบ เป็นแขนงวิชาที่มองปัญหาแบบองค์รวมและทำความเข้าใจกับการสร้างสรรค์รูปแบบระบบและเหตุการณ์รอบตัว การคิดเชิงระบบยังเสนอกรอบการทำงานสำหรับการนิยามปัญหา การตั้งคำถามและการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพเพราะการการคิดเชิงระบบใช้เครื่องมือที่ทรงพลังในการวิเคราะห์และสังเคราะห์ปัญหา แต่จำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนอย่างมาก (Sweeney, 1999 อ้างถึงใน มนตรี แยมกสิกร, 2547)

การคิดเชิงระบบ มีกิจกรรมหลัก 2 กิจกรรม ดังนี้ (Anderson & Johnson, 1997)

1.5.1 การกำหนดโครงสร้างเชิงระบบ มีขั้นตอนย่อย คือ การกำหนดรูปแบบของปัญหา การบ่งชี้ตัวแปรหลักในสถานการณ์ และการสร้างกราฟพฤติกรรมตลอดช่วงเวลาของตัวแปร

1.5.1.1 การกำหนดรูปแบบของปัญหา

ปัญหาที่นำมากำหนดต้องมีลักษณะ 1) เป็นปัญหาเรื้อรังและเกิดขึ้นซ้ำแล้วซ้ำอีก 2) เป็นปัญหาที่มีระยะเวลายาวนานเพียงพอที่จะมีปุมหลัง 3) เป็นปัญหาที่หลาย ๆ คน พยายามแก้ไขแต่ไม่ได้ผล หรืออาจหยุดลงชั่วคราว 4) เป็นปัญหาที่ไม่สามารถบ่งชี้เหตุผลที่เห็นได้อย่างชัดเจน กับรูปแบบพฤติกรรมตลอดช่วงเวลานั้น และ 5) รูปแบบพฤติกรรมของปัญหาตลอดช่วงเวลา เป็นรูปร่างใดรูปร่างหนึ่งที่มีมักพบกัน สำหรับข้อความของปัญหา มักประกอบด้วย 1) พฤติกรรม 2) ลักษณะของพฤติกรรมตลอดช่วงเวลา 3) หน่วยวัดพฤติกรรมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรตลอดช่วงเวลา 4) กรอบเวลาของพฤติกรรม ตัวอย่างเช่น ณ ห้องปฏิบัติการตรวจเลือด ความผิดพลาดในการวิเคราะห์ตัวอย่างเพิ่มเป็น 2 เท่า ตลอด 8 เดือนที่ผ่านมา

1.5.1.2 การบ่งชี้ตัวแปรหลักในสถานการณ์

ตัวแปรเป็นองค์ประกอบของปัญหาซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา มีแนวทางในการสร้าง คือ 1) ทำรายการตัวแปรทั้งหมดที่สมเหตุสมผล ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ให้มากที่สุด และนำมาจัดเป็นกลุ่ม และ 2) ตัดรายการตัวแปรที่ไม่สำคัญออก ให้เหลือตัวแปรที่สำคัญ โดยการรวมตัวแปรบางส่วนไว้ด้วยกันได้ หรือตัดตัวแปรที่ไม่ได้เชื่อมโยงกับปัญหาออก และพิจารณาตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหามากที่สุด ซึ่งตัวแปรเหล่านี้ มักจะมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน จากนั้น ตัวแปรโดย 1) ใช้คำนามหรือนามวลี ไม่ใช่คำกริยาหรือกริยาวิเศษณ์ เช่น รายได้ ระดับ ประสิทธิภาพของนักวิชาการสาธารณสุข 2) ชื่อของตัวแปรมีความเหมาะสมกับวลี เช่น ระดับ ของ ปริมาณของ 3) ชื่อตัวแปรต้องมีความเป็นบวกหรือเป็นกลาง เช่น ความพึงพอใจต่อการทำงาน ขวัญกำลังใจ และ 4) ตัวแปร ที่กำหนดอาจเป็นตัวแปรเชิงรูปธรรมหรือตัวแปรนามธรรมก็ได้

1.5.1.3 การสร้างกราฟพฤติกรรมของตัวแปรตลอดเวลา (Behavior over time: BOT) กราฟสามารถนำไปสู่สมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ และสามารถนำไปสร้างกราฟเพิ่มเติม ที่นำไปสู่ความเข้าใจปัญหาที่ลึกซึ้ง ขั้นตอนการสร้างกราฟ มีดังนี้

1) การเลือกขอบเขตของเวลา ขอบเขตของเวลามีความสำคัญ เนื่องจากมีผลกระทบต่อปริมาณและประเภทของข้อมูลในการสร้างกราฟ ดังนั้น จึงควรเลือกตัวแปรด้วยวัฏจักรของเวลาที่ยาวนานที่สุด และกำหนดแกนของเวลาเป็นช่วง คือ ช่วงเวลาปัจจุบัน ช่วงเวลา ก่อนหน้านี้ ซึ่งเป็นช่วงที่เริ่มติดตามพฤติกรรมของตัวแปร และช่วงเวลาก่อนหน้าที่มากขึ้น และทำนายลักษณะแนวโน้มของกราฟที่จะเกิดขึ้นในอนาคตถ้าหากสิ่งแวดล้อมไม่มีการเปลี่ยนแปลง

2) การวาดภาพร่างของกราฟ ผู้สร้างกราฟควรสร้างกราฟตัวแปรหลัก ๆ ไว้ในกราฟเดียวกัน เพื่อให้มองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ เช่น การแปรผันที่ขนานกัน การแปรผกผัน และผลกระทบที่มีการหน่วงของเวลา และระบุชื่อกำกับเส้นให้ชัดเจน และจัดให้ขอบเขตของเวลาอยู่ในแกนนอน

3) การตั้งสมมติฐานความสัมพันธ์ของตัวแปร หลังจากการสร้างกราฟจะทำให้เห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมด อาจทำให้เกิดการสร้างกราฟตัวแปรใหม่เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมดให้ชัดเจนขึ้น

1.5.2 การสร้างแผนภูมิวงจรเหตุและผล (causal loop diagrams: CLD)

เมื่อจะสร้างแผนภูมิต้องทำความเข้าใจกับวงจรการป้อนกลับ (Feedback loop) ดังนี้

1.5.2.1 การป้อนกลับ (Feedback) คือ การตอบสนองจากผลการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง เป็นการเชื่อมต่อ 2 ทาง (Two-way link) การป้อนกลับ จึงเป็นวงจรการคิดเชิงระบบ มีลักษณะเป็นการป้อนกลับแบบวงกลม (Thinking in circles) (O' Conner & McDermott, 1997) การป้อนกลับนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงหลายรูปแบบ เช่น การทบทวน หรือการประเมินผลงาน

ประจำปี เป็นการผลสะท้อนอย่างหนึ่งที่ทำให้บุคคลเปลี่ยนวิธีการทำงาน หรืออาจเป็นแรงจูงใจให้บรรลุความสำเร็จในขั้นที่สูงขึ้น หรืออาจทำให้ท้อใจได้เช่นกัน วงจรการป้อนกลับ จึงมีความสำคัญต่อชีวิตของบุคคล การป้อนกลับเป็นพื้นฐานของระบบ เนื่องจากหากไม่มีการป้อนกลับจะไม่มีระบบ การป้อนกลับก่อให้เกิดห่วงโซ่ หรือวัฏจักรแห่งเหตุและผล (Cause and effect) ซึ่งเป็นสิ่งที่จะสร้างแนวโน้มให้เกิดการกระทำใด ๆ ที่ตามมา และผลที่ได้ออกมาจะกลายเป็นเหตุอีกครั้งเป็นวัฏจักร ทำให้สามารถสรุปได้ว่า เหตุนั้นก็ก่อให้เกิดผลตามมาในอนาคต การป้อนกลับมีหลายลักษณะ ดังนี้

1.5.2.2 การป้อนกลับเสริมแรง (Reinforcing feedback) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงใดเข้าไปสู่ระบบ จะกลับไปทำให้ระบบเกิดความเปลี่ยนแปลงมากขึ้นกว่าเดิมในทิศทางเดียวกัน การป้อนกลับเสริมแรงเป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งในทิศทางเฉพาะ ในลักษณะเมื่อตัวแปรหนึ่งเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากเท่าใด ตัวแปรอีกตัวหนึ่งจะเปลี่ยนแปลงมากขึ้นอีก การเสริมขับเคลื่อนระบบไปในทิศทางที่อาจดีขึ้น (Virtuous cycle) หรือเลวลง (Vicious cycle) ได้

1.5.2.3 การป้อนกลับสมดุล (Balancing feedback) เป็นสิ่งที่สกัดกัน ความเปลี่ยนแปลงภายใต้สถานการณ์หนึ่ง และกลายเป็นความเปลี่ยนแปลงในอีกรูปแบบหนึ่ง แผ่ไปยังส่วนที่เหลือของระบบ เป็นวงจรที่ยับยั้งการเปลี่ยนแปลง (Resist change) และทำให้ระบบมีเสถียรภาพ หรือสมดุลความสมดุลของระบบเกิดจาก 1) สิ่งที่มีอยู่ในระบบ 2) สภาพการณ์ในปัจจุบัน และ 3) สิ่งที่ระบบต้องการเพื่อความสมดุล กล่าวได้ว่า วงสมดุล (Balancing feedback loop) คือ การกระทำที่ลดความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ระบบเป็นอยู่กับสิ่งที่ระบบควรจะเป็น หรือต้องการให้เป็น

1.5.2.4 ความหน่วงของเวลา (Delay) เป็นสิ่งสำคัญที่แฝงอยู่ในระบบ ไม่ใช่ทั้งสิ่งดี และทั้งสิ่งร้าย ความหน่วงของเวลาทำให้ไม่สามารถคาดการณ์พฤติกรรมของระบบได้

แผนภูมิวงจรเหตุและผล (Causal loop diagrams: CLD) มีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

1) วงรอบการป้อนกลับ 1 วงรอบ หรือมากกว่านั้น ซึ่งเป็นได้ทั้งกระบวนการเสริมแรงและกระบวนการสร้างสมดุล แผนภูมิวงจรเหตุและผล ประกอบด้วยตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ติดต่อเชื่อมโยงกันด้วยเส้นเชื่อมโยง ซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของลูกศร วงกลมปิดของตัวแปร และเส้นเชื่อมโยงสร้างวงรอบการป้อนกลับ (Feedback loop) ขึ้นมา การป้อนกลับเสริมแรง (Reinforcing feedback) ใช้สัญลักษณ์ตัวอักษร “R” การป้อนกลับสมดุล (Balancing feedback) ใช้สัญลักษณ์ตัวอักษร “B”

2) ความสัมพันธ์ของเหตุและผลกระทบบetween ตัวแปรต่าง ๆ สามารถใช้เครื่องหมาย เพื่อสื่อถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ลักษณะความสัมพันธ์จะมี 2 ประเภท ได้แก่ ความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน (Same direction: S) และทิศทางตรงข้ามกัน (Opposite direction: O)

3) ความหน่วงของเวลา (Delays) จะใช้สัญลักษณ์ด้วยเส้นคู่ “//”

จากกิจกรรมการคิดเชิงระบบ จิรนนท์ ขาดิชัยนันท์ (2557) ได้สรุป เป็นกิจกรรมหลัก และกิจกรรมย่อย ดังแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 กิจกรรมหลักและกิจกรรมย่อยกระบวนการคิดเชิงระบบ

กิจกรรมหลัก	กิจกรรมย่อย
1. การกำหนดรูปแบบของปัญหา	1. กำหนดรูปแบบของปัญหา
2. การบ่งชี้ตัวแปรหลักในสถานการณ์	1. ทำรายการตัวแปรทั้งหมดที่สมเหตุสมผล ที่จะรวมเข้าไว้ในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพให้มากที่สุด และจัดเป็นกลุ่ม 2. ตัดรายการตัวแปรที่ไม่สำคัญออก ให้เหลือตัวแปรที่สำคัญ โดยการรวมตัวแปรบางส่วนไว้ด้วยกันได้ หรือตัดตัวแปรที่ไม่ได้เชื่อมโยงกับปัญหาออก และพิจารณาตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหามากที่สุด ซึ่งตัวแปรเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กัน 3. กำหนดชื่อตัวแปร (สามารถใช้เป็นตัวแปรเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ)
3. การสร้างกราฟพฤติกรรมของตัวแปรตลอดช่วงเวลา	1. การเลือกขอบเขตของเวลา 2. การวาดภาพร่างของกราฟ 3. ตั้งสมมุติฐานความสัมพันธ์ของตัวแปร
4. การสร้างวงรอบเหตุและผลของปัญหา	1. การสร้างวงรอบป้อนกลับ (ตัวแปรและเส้นเชื่อมโยงตัวแปร) 2. กำหนดความสัมพันธ์ของเหตุและผลระหว่างตัวแปรต่าง ๆ (สัญลักษณ์ S และ O) 3. กำหนดความหน่วงเวลา

สรุปได้ว่า กิจกรรมหลักการคิดเชิงระบบ ได้แก่ 1) การกำหนดรูปแบบของปัญหา 2) การบ่งชี้ตัวแปรหลักในสถานการณ์ 3) การสร้างกราฟพฤติกรรมของตัวแปรตลอดช่วงเวลา และ 4) การสร้างวงรอบเหตุและผลของปัญหา ผู้วิจัยนำข้อสรุปนี้ ไปสู่การออกแบบกิจกรรมในบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เพื่อฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการวิเคราะห์ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ โดยมี 7 ขั้นตอน ได้แก่ ได้แก่ 1) จัดระเบียบแก่นของปัญหาให้มีความชัดเจน 2) บรรยายเรื่องราวพฤติกรรมปัญหาที่เกิดขึ้น 3) เลือกตัวแปรที่เป็นปัจจัยหลักของปัญหา 4) กำหนดชื่อตัวแปรให้ชัดเจน

5) เขียนกราฟแสดงพฤติกรรมของตัวแปรภายใต้ช่วงเวลาหนึ่ง 6) การระบุทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปรและ 7) เขียนแผนภูมิวงจรเหตุและผล

1.6 การคิดที่เกิดขึ้นในกระบวนการคิดเชิงระบบ

กระบวนการคิดเชิงระบบที่เกิดขึ้น จำเป็นต้องอาศัยทักษะการคิดย่อย ๆ 7 ทักษะ (Richmond, 2000) ประกอบด้วย

ขั้นกำหนดประเด็นหรือการกำหนดปัญหา จะต้องอาศัยทักษะการคิด 3 ทักษะย่อย คือ

- 1) การคิดแบบพลวัต (Dynamic thinking)
- 2) การคิดแบบระบบแห่งสาเหตุ (System-as-cause thinking)
- 3) การคิดมองแบบภาพรวม (Forest thinking)

ขั้นสังเคราะห์แบบจำลอง จะต้องอาศัยทักษะการคิด 3 ทักษะย่อย คือ

- 1) การคิดแบบปฏิบัติการ (Operational thinking)
- 2) การคิดแบบวงจรสัมพันธ์ (Close-loop thinking)
- 3) การคิดแบบเชิงปริมาณ (Quantitative thinking)

ขั้นการทดสอบแบบจำลอง จะต้องอาศัยทักษะการคิดกระบวนการเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific thinking)

1.6.1 การคิดแบบพลวัต

การคิดแบบพลวัต เป็นทักษะการคิดชนิดแรกตามความเชื่อพื้นฐานของการคิดเชิงระบบ เพราะการคิดแบบพลวัตสามารถช่วยทำให้อธิบายประเด็นและกำหนดแบบแผนของประเด็นได้อย่างชัดเจน นอกจากนั้น ยังจะช่วยให้รู้ว่า ณ จุดสถานการณ์ปัจจุบันภายใต้บริบทเช่นนี้ ประเด็นดังกล่าว มีที่มาจากทิศทางใดและกำลังจะไปทิศทางไหน

การคิดแบบพลวัต เป็นทักษะการคิดในกระบวนการการคิดเชิงระบบที่ถือว่าง่ายที่สุด แต่มันก็ไม่สามารถจะพัฒนาขึ้นมาได้โดยธรรมชาติ เพราะมีคนจำนวนหนึ่งที่ยังใช้การคิดแบบหยุดนิ่งอยู่กับที่ (Static thinking) คือ มองประเด็นทั้งหลายทั้งปวงว่า ความเปลี่ยนแปลงมาจากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่งนั้น มีสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างสองจุดของความแตกต่างนั้นน้อยมาก ถ้าจะแสดงเส้นกราฟตามแนวคิดของนักคิดแบบหยุดนิ่งอยู่กับที่ ก็เปรียบเสมือนเป็นเส้นตรง

เครื่องมือที่มีคุณค่ามากสำหรับการคิดแบบพลวัต คือ แบบแผนพฤติกรรมอ้างอิง (Reference behavior: RBP) ซึ่งแสดงด้วยกราฟแสดงพฤติกรรมภายใต้ช่วงเวลา (Behavior-over: BOT) โดยกราฟแสดงพฤติกรรมจะแสดงให้เห็นถึงตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่สนใจศึกษา ทำให้สามารถมองเห็นเส้นทางของประวัติความเป็นมาของประเด็นและยังสามารถสร้างแนวทางสำหรับอนาคตได้ด้วย

รูปแบบของพฤติกรรมที่เป็นประเด็นหรือปัญหา จะมีลักษณะแบบแผนพฤติกรรม 6 แบบ (Anderson & Johnson, 1997)

- 1) เพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่งแล้วมีแนวโน้มคงที่
- 2) เพิ่มขึ้นอย่างสูงชัน
- 3) ลดลงอย่างรวดเร็ว
- 4) เพิ่มขึ้น-ลดลง แบบแกว่ง
- 5) เพิ่มขึ้น-ลดลง แบบรวดเร็ว
- 6) ไม่เปลี่ยนแปลงแบบชัดเจนหลังมีการแทรกแซงบางอย่าง

1.6.2 การคิดแบบระบบแห่งสาเหตุ (System-as-cause thinking)

การใช้การคิดแบบพลวัต จะช่วยทำให้ได้แบบแผนของพฤติกรรมภายใต้ช่วงเวลาหนึ่งออกมา เมื่อการสกัดโครงสร้างแบบแผนกระทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก็จะทำให้ได้แบบแผนที่ช่วยให้มองเห็นชุดของความสัมพันธ์ ที่อาจจะเป็นรากฐานของแบบแผนหรือรูปแบบได้

การคิดแบบที่ 2 ที่เป็นทักษะที่จะทำให้เกิดความก้าวหน้าขึ้น การคิดแบบปัจจัยเหตุของระบบ ที่สามารถช่วยทำให้เรียนรู้ชุดของความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องมากที่สุด อันจะนำไปสู่การพัฒนาแบบแผนพฤติกรรมที่เรากำลังสนใจได้ หรืออาจกล่าวได้ในอีกลักษณะหนึ่งว่า การคิดแบบระบบแห่งสาเหตุนั้น เป็นการมองความสัมพันธ์ที่ไม่ได้อยู่ภายใต้การควบคุมของผู้ทำการตัดสินใจที่อยู่ในระบบ หากแต่มองว่าภายในตัวของระบบเองนั้น เป็นสาเหตุของพฤติกรรมทั้งปวงที่ได้แสดงออกมา

การคิดแบบระบบแห่งสาเหตุเป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่สุด เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับ การคิดแบบระบบแห่งผล (System-effect thinking) เพราะการคิดแบบระบบแห่งผล เป็นการมองพฤติกรรมระบบที่เป็นผล สืบเนื่องมาจากชุดของแรงกดดันที่มาจากการควบคุมจากภายนอกของผู้ตัดสินใจในระบบ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า การคิดแบบระบบแห่งสาเหตุนั้น ส่งเสริมให้มองระบบว่า พฤติกรรมระบบทั้งหมดนั้น มีสาเหตุมาจากภายในตัวระบบเองเป็นสำคัญ

ข้อดีของการคิดแบบระบบแห่งสาเหตุ มี 2 ประการหลัก คือ

ประการที่ 1 ผู้ที่ทำการตัดสินใจที่เป็นบุคคลที่ยอมรับ “การขับเคลื่อน” ด้วยตนเอง มากกว่า การถูกขับเคลื่อนจากภายนอก จะมีความพยายามค้นหาปฏิบัติการที่อาจจะช่วยทำให้แบบแผนหรือรูปแบบพฤติกรรมที่ปรารถนาเกิด ขึ้นได้มากกว่าที่จะไปทำนายรูปแบบที่จะเกิดขึ้น

ประการที่ 1 เพราะว่า การคิดแบบระบบแห่งสาเหตุ จะเป็นทางเชื่อมต่อการทำให้สามารถเพ่งเล็ง ให้ความสนใจกับรูปแบบที่ชัดเจนมากขึ้น อันจะทำให้รูปแบบของประเด็นหรือปัญหา มีความชัดเจนและเป็นรูปแบบที่ง่ายต่อการเข้าใจมากขึ้น ทำให้มีเวลาที่จะไปพิจารณาในประเด็นที่สูงขึ้นไปได้ง่ายขึ้น (Richmond, 2000)

1.6.3 การคิดแบบภาพรวม (Forest thinking)

การคิดแบบภาพรวม เป็นการคิดที่จะช่วยให้สามารถสรุปประเด็น หรือปัญหา ได้อย่างกว้างขวางและลุ่มลึกมากขึ้น เพราะการคิดแบบภาพรวม เป็นการมองเป็นภาพใหญ่ เปรียบเสมือนกับการเดินทางเข้าไปในป่า จะมองเห็นภาพป่าในภาพรวมก่อนที่จะมุ่งกลับมาพิจารณา รายละเอียด ต้นไม้แต่ละต้น การคิดแบบภาพรวม เป็นความพยายามที่จะมองผลแบบกว้าง เป็นแบบจำลองที่มีความเป็นเอกภาพสูงด้วยตัวแปรที่มีจำนวนน้อยในแต่ละความสัมพันธ์ ในขณะที่ การคิดแบบมองต้นไม้ทีละต้น เป็นความพยายามที่จะกระทำในลักษณะตรงกันข้าม คือ เป็นการมอง ในมุมที่แคบ เป็นแบบจำลองที่มีความเป็นเอกภาพน้อยแต่ด้วยการมีตัวแปรในรายละเอียดมากในแต่ละ ความสัมพันธ์ (Richmond, 2000)

1.6.4 การคิดแบบปฏิบัติการ (Operational thinking)

การคิดใน 3 แบบแรก เป็นส่วนช่วยให้การคิดเชิงระบบสามารถกำหนดความกว้าง (Breadth) ความลึก (Depth) และความเข้มข้นหรือความหนาแน่น (Density) ของรูปแบบ ทักษะ การคิดสามประการถัดไป อันประกอบด้วยการคิดแบบปฏิบัติการ (Operational thinking) การคิด แบบวงจรความสัมพันธ์ (Closed-loop thinking) และการคิดแบบเชิงปริมาณ (Quantitative thinking) จะช่วยให้ระบุมุมความสัมพันธ์อันเป็นเสมือนวงจรในวิถีชีวิตปกติ

ประเด็นที่เป็นประเด็นสำคัญสำหรับทักษะการคิดแบบปฏิบัติการ คือ กระบวนการ (Process) ซึ่งส่วนมากจะมุ่งไปพิจารณาเรื่องปัจจัย (Factor) มาก จนลืมกระบวนการการคิด แบบปฏิบัติการ เป็นทักษะการคิดที่ทรงพลังมากที่สุดแบบหนึ่งในกระบวนการคิดเชิงระบบ แต่ก็ เป็นทักษะที่ต้องใช้เวลาฝึกฝน ทั้งนี้ เนื่องจากการติดยึดกับแนวคิดความเชื่อพื้นฐานมักจะเริ่มคิดที่ปัจจัย หรือความสัมพันธ์ และเป็นการคิดที่ติดยึดกับความเชื่อเดิมอย่างเหนียวแน่นลึกซึ้ง โดยส่วนใหญ่จะเริ่ม ตั้งคำถามว่า “อะไร คือ ปัจจัยที่มีอิทธิพล” หรือ “อะไร คือ ปัจจัยที่จะเป็นตัวขับเคลื่อนไปสู่ ความสำเร็จ” แต่ถ้าได้พยายามคิดในแนวทางใหม่ตามทิศทางของการคิดแบบปฏิบัติการ จะเป็น การมุ่งตอบคำถาม “อะไรเป็นสาเหตุของผลผลิต (Outcome) นี้” หรือ “กิจกรรมนี้ มีการทำงาน จริง ๆ เป็นอย่างไร” ซึ่งทั้ง 2 ประเด็นคำถามนี้ เป็นการคิดในลักษณะที่แตกต่างกัน กล่าว คือ เป็นการคิดถึงความสัมพันธ์กับการคิดถึงสาเหตุ คุณค่าของการคิดแบบปฏิบัติการ ถือว่ามีความสำคัญ อย่างน้อย 2 ประการ คือ เป็นส่วนช่วยสนับสนุนให้มีการสื่อสารการคิดได้อย่างประสิทธิภาพ และ ช่วยทำให้สามารถจำแนกแยกแยะและพัฒนาผลของการแสดงออกที่มีความชัดเจนมากขึ้น (Richmond, 2000)

การพัฒนาการคิดแบบปฏิบัติการ จำเป็นต้องมีการฝึกฝนใน 2 ประเด็น คือ ประการแรก จะต้องระมัดระวังและตระหนักอยู่เสมอว่า จะต้องฝึกตั้งคำถามว่าอะไร คือสาเหตุของปรากฏการณ์นี้ และปรากฏการณ์นี้ มีการปฏิบัติหรือการทำงานจริงอย่างไร สิ่งเหล่านี้ คือ การตั้งคำถามเพื่อจะคิด

ค้นหากระบวนการมากกว่าปัจจัย ประการที่ 2 ที่จะต้องฝึกฝน คือ การสร้างเส้นทาง (Flow-generated) เสมือนเป็นเส้นทางของกระบวนการเกิดกิจกรรมและผลลัพธ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นว่า มีปัจจัยหรือกิจกรรมอะไรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์ หรือเป็นแรงบีบบังคับทำให้เกิดผลดังกล่าวอย่างเป็นขั้นตอนหรือเป็นกระบวนการ

1.6.5 การคิดแบบวงจรสัมพันธ์ (Closed-loop thinking)

ระหว่างการใช้การคิดแบบปฏิบัติการและการคิดเชิงปริมาณ การคิดแบบวงจรสัมพันธ์จะช่วยให้ระบุมุมความสัมพันธ์ภายในของแบบจำลองได้ ถ้าจะเปรียบเทียบการคิดเชิงปฏิบัติการเสมือนเป็นโครงกระดูกสันหลังแล้ว การคิดแบบวงจรสัมพันธ์ จะเสมือนเป็นเส้นใยประสาทที่แผ่ขยายสัญญาณออกไปในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายและเป็นตัวนำสัญญาณกลับมาเพื่อประมวลที่สมอง

การคิดแบบวงจรสัมพันธ์ หมายถึง การมองความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในรูปของวงจร เป็นลักษณะแบบ 2 ทางมากกว่าที่เป็นความสัมพันธ์แบบทางเดียว ซึ่งจะมีลักษณะเป็น “เหตุและผล” (Cause and effect)

การคิดแบบวงจรสัมพันธ์ ช่วยทำให้ต้องหยุดมองปัญหาหรือประเด็นหรือสถานการณ์ โดยมุ่งให้ความสนใจอย่างตั้งใจว่า สิ่งใดที่จะเป็นสาเหตุและส่งผลอย่างไร ลักษณะการคิดแบบวงจรสัมพันธ์เป็นทักษะที่สามารถฝึกได้ง่ายและพัฒนาได้ เพราะว่า โอกาสที่จะเรียนรู้และศึกษาหาข้อมูลปัจจัยเหตุและผล อาจได้รับการพูดคุยการประชุมหรือจากสื่อมวลชนต่าง ๆ การได้รับข้อมูลสถานการณ์ หรือการทำความเข้าใจกับสถานการณ์จะช่วยให้มีความเข้าใจกับสถานการณ์ จะช่วยให้มีความเข้าใจวงจรความสัมพันธ์ได้อย่างลึกซึ้งมาก

สิ่งที่ปรารถนาของทักษะการคิดแบบวงจรสัมพันธ์ คือ การพยายามรับฟังอย่างระมัดระวังเกี่ยวกับสาเหตุของประเด็นและเริ่มต้นด้วยการเขียนวงจรสัมพันธ์แบบทางเดียวไปก่อน จากนั้นพัฒนาไปสู่การพิจารณาสาเหตุแบบสองทาง

1.6.6 การคิดเชิงปริมาณ (Quantitative thinking)

การคิดเชิงปฏิบัติการคิดแบบวงจรสัมพันธ์ ช่วยทำให้สามารถกำหนดโครงสร้างแบบจำลองความคิดได้ การคิดเชิงปริมาณจะเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยสร้างความมั่นใจและยืนยันผลของแบบจำลองดังกล่าว

การคิดเชิงปริมาณมุ่งจะให้ข้อมูลในเชิงตัวเลข และมุ่งสร้างทิศทางแนวโน้มให้เห็นในลักษณะของเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ ลักษณะของการคิดเชิงปริมาณเกี่ยวข้องกับจำนวนตัวเลข แต่ไม่จำเป็นว่าจะต้องได้มาจากการวัดอย่างชนิดถูกต้องเที่ยงตรงเสียทีเดียว แต่อาจจะได้จากการประมาณการที่คาดว่าจะใกล้เคียงที่สุด

การคิดเชิงปริมาณเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งที่จะทำให้การคิดต่อเนื่อง ซึ่งขั้นของการคิดเชิงปริมาณ มักจะนิยมใช้การสร้างสถานการณ์จำลองในคอมพิวเตอร์แล้วทำการทดสอบด้วยระบบคอมพิวเตอร์

1.6.7 การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific thinking)

การคิดใน 6 ลักษณะที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น เป็นกระบวนการคิดที่ใช้ในกระบวนการสร้างแบบจำลอง ทักษะการคิดสุดท้ายที่ใช้ในการประยุกต์มากที่สุดหลังจากที่ได้สร้างแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้แบบจำลองสามารถพัฒนาได้ดียิ่งขึ้น ช่วยทำให้เกิดความเข้าใจในตัวแบบจำลองมากขึ้น

การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการค้นหาแนวทางการพัฒนาระบบที่จะทำให้เกิดความมั่นใจได้ว่า ระบบนั้นเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งการคิดเชิงวิทยาศาสตร์จะเป็นการนำไปสู่การทดลองทางสถิติที่จะทำให้เกิด “Goodness of fit” ทั้งนี้ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับการวัดคุณภาพของแบบจำลองใน 2 ด้าน คือ ความเที่ยงตรงภายนอก (Face validity) และความแข็งแกร่งของแบบจำลอง (Robustness) ทั้งนี้ ความเที่ยงตรงภายนอกเป็นการประเมินโครงสร้างของแบบจำลองว่า มีความเหมาะสมกับโครงสร้างของแบบจำลองในสถานการณ์จริงเพียงใด ส่วนความแข็งแกร่งของระบบ เป็นการประเมินพฤติกรรมของแบบจำลองเมื่ออยู่ภายใต้สถานการณ์จริงได้มั่นคง แสดงว่า แบบจำลองนั้น มีความทนทานมาก แต่ถ้าทนอยู่ไม่ได้แสดงว่า แบบจำลองนั้นขาดความแข็งแกร่งของแบบจำลอง

สรุปได้ว่า กระบวนการคิดเชิงระบบที่เกิดขึ้น จำเป็นต้องอาศัยทักษะการคิดย่อย ๆ 7 ทักษะ ประกอบด้วย 1) การคิดแบบพลวัต (Dynamic thinking) 2) การคิดแบบระบบแห่งสาเหตุ (System-as-cause thinking) 3) การคิดมองแบบภาพรวม (Forest thinking) 4) การคิดแบบปฏิบัติการ (Operational thinking) 5) การคิดแบบวงจรสัมพันธ์ (Close-loop thinking) 6) การคิดแบบเชิงปริมาณ (Quantitative thinking) และ 7) การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific thinking)

2. แนวคิดการแก้ปัญหา

อริชาติ แสงอัมพร (2544) กล่าวว่า ปัญหาหมายถึงสภาพไม่พึงปรารถนา หรือ ความแตกต่างระหว่างสภาวะที่เกิดขึ้นจริงกับสภาวะที่ตั้งเป้าหมายว่าควรจะเป็น ส่วนปัญหานั้นจะเป็นปัญหาระดับใด กว้างขวางขนาดไหน มีผลกระทบอย่างไรนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหานั้น ๆ เอง ปัญหาบางอย่างเป็นปัญหาต่อเนื่อง ถ้าไม่แก้ไขปัญหาก็จะเกิดปัญหาเกี่ยวเนื่องเป็นลูกโซ่ ปัญหาบางอย่างเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเฉพาะจุด หรือเฉพาะบุคคล ฯลฯ แต่โดยทั่วไป ปัญหาที่เกิดขึ้น มักจะมีองค์ประกอบ ซึ่งมีลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ

- 1) ความเปี่ยงเบน เป็นลักษณะที่สภาพเกิดขึ้นจริง ไม่เป็นไปตามสภาพที่ควรจะเป็นตามเป้าหมาย
- 2) เหตุการณ์ในอนาคต เมื่อสภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ได้เริ่มเปี่ยงเบนไปจากเป้าหมาย ความต่างนั้นมีแนวโน้มว่าจะต้องปรากฏในอนาคต การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้น ถือได้ว่าเป็นปัญหา เพราะถ้าในอนาคตไม่มีการเปี่ยงเบนอย่างแนบเนียน แสดงว่า ปัญหาได้รับการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว แม้ว่าในอดีตเคยมีการเปี่ยงเบนก็ตามแต่ก็เชื่อว่าปัญหาจะไม่เกิดขึ้นอีก
- 3) ความไม่แน่นอน เนื่องจากเหตุการณ์ในอนาคตเป็นสิ่งที่คาดหวังให้เป็นไปตามเป้าหมายได้โดยยาก

องค์ประกอบของทั้ง 3 ประการนี้ จะเป็นตัวกำหนดระดับความกว้างขวาง ผลกระทบของปัญหานั้น ๆ แต่อย่างไรก็ตาม ภาพโดยรวมปัญหานั้น คือ สิ่งที่ต้องแก้ไขหรือทำให้หมดไป

1.2 กระบวนการแก้ปัญหา

กระบวนการแก้ปัญหา มีลักษณะเป็นกระบวนการเป็นขั้นตอน ดังที่ วคิน อังศุพานิช (2546 อ้างถึงใน ธัญพร สายชมพู, 2550) กล่าวว่า การแก้ปัญหา (Problem solving) หมายถึง กระบวนการพิสูจน์ ดูข้อแตกต่างระหว่างสภาพที่เกิดขึ้นจริงกับที่ต้องการ และดำเนินการแก้ไขข้อแตกต่างให้หมดสิ้นไป ทั้งนี้ เพื่อให้งานสำเร็จ สอดคล้องกับ สมนึก ปัญญาสิงห์ (2537) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาว่า หมายถึง ขั้นตอนของการกระทำที่ต่อเนื่อง เพื่อเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงสภาพที่ไม่พึงประสงค์ให้ดีขึ้น และได้กล่าวถึงคำตรงข้ามกับคำว่า “กระบวนการแก้ปัญหา” คือ “กระบวนการสร้างปัญหา หรือสร้างสถานการณ์” และสอดคล้อง บุตรี จารุโรจน์ (2548) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการของความพยายามที่ผู้นำ หรือสมาชิกของทีมงานร่วมพิจารณาอย่างสุขุมรอบคอบ เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ จนทำให้การดำเนินการบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ โดยทั่วไปแล้ว กระบวนการแก้ปัญหามีด้วยกันทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1.2.1 จำแนกแยกแยะปัญหาหรือเป้าหมาย (Identify the Problem or goal) ในขั้นนี้จะเป็นการกำหนดปัญหาขึ้นมา ด้วยการตั้งคำถาม (Questioning) เพื่อค้นหาปัญหาจากนั้น จะทำการแบ่งประเภท (Labeling) เพื่อทราบถึงความจำเป็นและความสำคัญของปัญหาแต่ละประเภท

1.2.2 กำหนดทางเลือกของปัญหา (Generate alternative solution) ในขั้นตอนนี้เป็นการระบุนแนวทางที่เป็นไปได้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถกระทำได้โดยจะเริ่มจากการระดมสมอง (Brainstorming) เพื่อหาแนวทางต่าง ๆ จากนั้นจะทำการจัดหมวดหมู่ (Clustering) เพื่อง่ายในการเลือกแนวทางแก้ปัญหาในขั้นตอนต่อ ๆ ไป

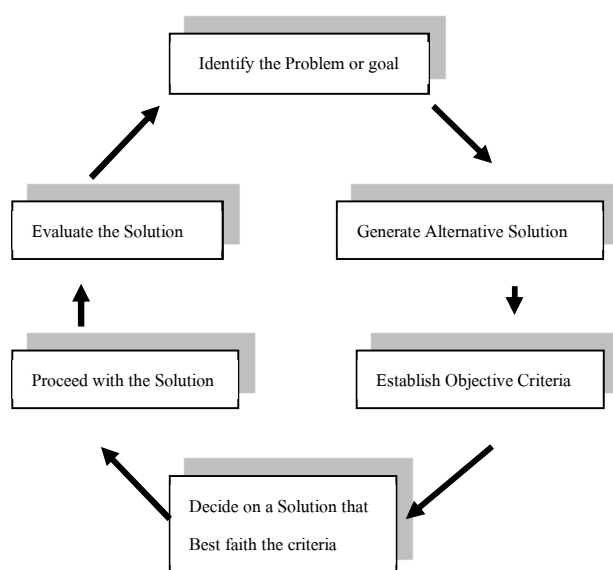
1.2.3 จัดตั้งวัตถุประสงค์ของบรรทัดฐาน (Establish objective criteria) ในขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของบรรทัดฐานที่จะใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีลักษณะของบรรทัดฐาน

2 ลักษณะ คือ บรรทัดฐานสำคัญในการแก้ปัญหา (Essential criteria) และบรรทัดฐานที่ต้องการ (Desirable criteria)

1.2.4 ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับบรรทัดฐานมากที่สุด (Decide on a solution that best faith the criteria) ในขั้นตอนนี้ เป็นการตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา โดยมีความสอดคล้องกับบรรทัดฐานที่มี ซึ่งการเลือกแนวทางในการแก้ปัญหานี้ บางครั้งแนวทางที่ดี อาจไม่ได้รับเลือกเพราะไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

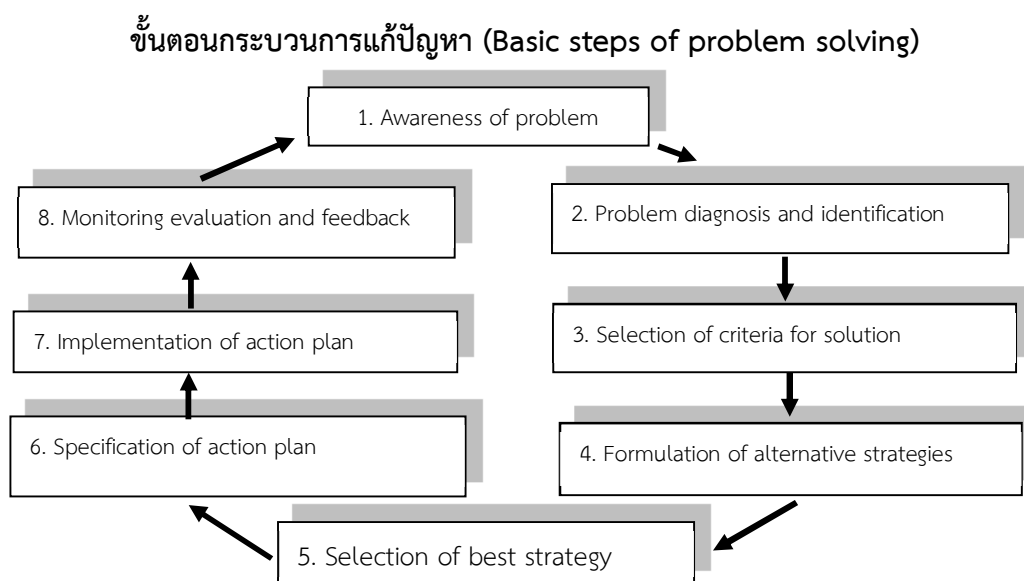
1.2.5 การดำเนินการแก้ไข (Proceed with the Solution) ขั้นตอนนี้ จะดำเนินการหลังจากเลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหาลแล้ว โดยการดำเนินการแก้ปัญหา จะต้องมีการควบคุมให้การดำเนินการเป็นไปตามแนวทางที่ได้เลือกขึ้นมา

1.2.6 ประเมินผลการแก้ปัญหา (Evaluate the solution) การดำเนินในขั้นตอนนี้ จัดเป็นการติดตามการดำเนินที่เลือกขึ้นด้วยการประเมินผล โดยการประเมินผลนั้นจะช่วยให้ทราบถึงสัมฤทธิ์ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ นอกจากนี้ ยังใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดแนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไปดังภาพที่ 2 ดังนี้



ภาพที่ 2 กระบวนการแก้ปัญหา (บุตรี จารุโรจน์, 2548)

นอกจากนั้น Francis, Lesli and Peter (1981) ได้แสดงให้เห็นว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ โดยได้แบ่งกระบวนการแก้ปัญหาออกเป็นขั้นตอน ซึ่งในความเป็นจริงขั้นตอนต่าง ๆ นั้นอาจต่อเนื่องและกลมกลืนกันจนเป็นกระบวนการเดียว หรืออาจเกิดขึ้นในระยะเวลาใกล้เคียงกันได้ ดังภาพที่ 3 ดังนี้



ภาพที่ 3 ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา (Basic steps of problem solving)

(Francis, Leslie & Peter, 1981)

โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดประกอบดังนี้

ระยะที่ 1 การรับรู้ปัญหา (Awareness of a problem)

จุดเริ่มต้นของการแก้ไขปัญหาใด ๆ ก็ตาม จะเริ่มด้วยความรู้สึกว่ามีบางอย่างไม่ถูกต้อง ในแต่ละบุคคล มักจะรู้ว่ามีปัญหา ซึ่งเขาอาจจะรู้สึกตกใจ วิตกกังวลหรือไม่สบายใจ แล้วจึงสำนึกได้ว่า มีบางอย่างผิดปกติเกิดขึ้นกับตัวเองหรือกลุ่ม ในที่นี้ ชุมชนจะต้องมีความรู้สึกยอมรับ และเห็นพ้องว่าเป็นปัญหาร่วมกัน ซึ่งปัญหาจะเกิดขึ้นเมื่อมีช่องว่างระหว่าง สถานการณ์ที่เป็น กับสถานการณ์ที่คาดหวังว่าควรจะเป็น

A $\longrightarrow$ B

What is what should be

ระยะที่ 2 การวิเคราะห์แยกแยะประเด็นปัญหา (Problem diagnosis and identification)

เป้าหมายระยะนี้ก็คือ การได้มาซึ่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับปัญหา เพื่อที่จะดูว่าปัญหานั้นคืออะไร เกิดความเข้าใจในสถานการณ์ สาเหตุและรากเหง้าของปัญหา ซึ่งจะทำให้สามารถกำหนดเกณฑ์ในการแก้ไขปัญหาลงไป

ระยะที่ 3 เกณฑ์หรือเป้าหมายในการแก้ไขปัญห (Criteria for solution)

ส่วนสำคัญที่สุดของวงจรการแก้ไขปัญหาคือ การนิยามสถานการณ์ B ว่า ควรจะเป็นเช่นไร สถานการณ์ B นี้ จะต้องวัดได้และชี้เฉพาะ ซึ่งสมาชิกในชุมชนจะต้องเห็นด้วยสถานะเหล่านี้ เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงความขัดแย้งที่อาจเกิดขึ้นได้ในภายหลัง ดังนั้น เกณฑ์ หรือเป้าหมายของการแก้ไขปัญหาก็ต้องนำเสนอต่อสมาชิกในชุมชน

ระยะที่ 4 การแสวงหาทางเลือกหรือวิธีการแก้ไขปัญห (Formulation of alternative)

ในช่วงนี้ จะต้องวิเคราะห์ถึงวิธีหรือทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญห ชุมชนจะต้องค้นหาวิธียุทธศาสตร์และแหล่งทรัพยากรเพื่อที่จะบรรลุเป้าหมายของการแก้ไขปัญห สิ่งสำคัญคือ สมาชิกจะต้องรับผิดชอบต่อการรวมข้อมูลร่วมกัน เพราะนอกจากจะเป็นการได้มาซึ่งหนทางแก้ไขที่หลากหลายแล้ว ยังเป็นการสร้างการยอมรับและความรู้สึกที่มีส่วนในวิธีแก้ปัญหาระหว่างสมาชิกด้วย

ระยะที่ 5 การเลือกวิธีแก้ปัญหที่ดีที่สุด (Selection of the best strategy)

ในระยะนี้ วิธีการแก้ปัญหาก็ได้มาหลายทางจะถูกประเมินเปรียบเทียบกัน วิธีแก้ปัญหาคือที่เข้ากับเกณฑ์หรือเป้าหมายของการแก้ปัญหาก็จะถูกเลือกมาใช้ในการแก้ไขปัญห ทั้งนี้ ผลของการประเมินอาจออกมาได้หลายรูปแบบ เช่น อาจมีวิธีการแก้ปัญหามากมาย วิธีที่เหมาะสมกับเกณฑ์การแก้ปัญหาก็แก้ไขได้โดยเพิ่มเกณฑ์ขึ้นมาอีก เพื่อจำกัดทางเลือกให้ลดลง หรือมีวิธีที่ได้ อาจเหมาะสมกับเกณฑ์ทั้งหมด ก็สามารถใช่วิธีแก้ปัญหานั้นได้ หรือวิธีแก้ปัญหาก็ได้ อาจเหมาะสมกับเกณฑ์เพียงเล็กน้อยหรือไม่สอดคล้องเลย ถ้าเป็นเช่นนี้ วิธีแก้ปัญหานั้นก็จะไม่ถูกยอมรับ และในบางครั้งต้องใช้วิธีแก้ปัญหามากมาย วิธีด้วยกัน จึงจะสามารถแก้ไขได้สำเร็จ และถ้าไม่สามารถพบวิธีแก้ปัญหาก็เหมาะสมได้เลย จะต้องย้อนกลับไปในระยะที่ 2 เพื่อวิเคราะห์สาเหตุปัญหาอีกครั้ง และกระทำซ้ำในระยะที่ 3

ระยะที่ 6 การกำหนดแผนปฏิบัติการ (Specify the action plan)

ทันทีที่วิธีการแก้ปัญหาก็ได้ถูกเลือก จะต้องมีการวางแผนในรายละเอียดว่าใคร จะทำอะไร ทำเมื่อไรและทำอย่างไร

ระยะที่ 7 ลงมือปฏิบัติการ (Implement the action plan)

เป็นช่วงของการดำเนินตามแผนปฏิบัติการที่ได้เลือกไว้ สมาชิกจะต้องกระทำในส่วนที่ตนรับผิดชอบด้วยความระมัดระวัง และสามารถรู้สึกได้ถึงความสำเร็จที่ได้รับร่วมกัน

ระยะที่ 8 การดำเนินการประเมินผลและการสะท้อนกลับ (Monitoring, evaluation, and feedback)

เมื่อแผนปฏิบัติได้ดำเนินมาถึงในระยะเวลาของสถานะที่คาดหวังแล้ว ผลที่ออกมาจะต้องมีการตรวจสอบว่า เป้าหมายของการแก้ปัญหาได้บรรลุแล้ว และปัญหาได้ถูกแก้ไขหรือไม่ ทั้งแผนปฏิบัติการ วิธีการแก้ไข และการดำเนินการจะต้องเป็นไปอย่างมั่นคง เพื่อที่จะแน่ใจว่าเป้าหมายที่ต้องการกำลังจะบรรลุ ถ้าสมาชิกยังคงเกิดความรู้สึกไม่สบายต่อแนวทางที่ทำไป ก็จะต้องย้อนกลับไปเริ่มในระยะที่ 1 ใหม่อีกครั้ง

จากกระบวนการแก้ปัญหาที่กล่าวมา สรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหา มีลักษณะเป็นกระบวนการเป็นขั้นตอน ซึ่งตามแนวคิดของ บุตรี จารุโรจน์ (2548) กระบวนการแก้ปัญหา มี 6 ขั้นตอน คือ 1) จำแนกแยกแยะปัญหาหรือเป้าหมาย (Identify the problem or goal) 2) กำหนดทางเลือกของปัญหา (Generate alternative solution) 3) จัดตั้งวัตถุประสงค์ของบรรทัดฐาน (Establish objective criteria) 4) ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับบรรทัดฐานมากที่สุด (Decide on a solution that best faith the criteria) 5) การดำเนินการแก้ไข (Proceed with the solution) 6) ประเมินผลการแก้ปัญหา (Evaluate the solution) สอดคล้องตามแนวคิดของ Francis (1981) ซึ่งมีความใกล้เคียงกันได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหา มี 8 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การรับรู้ปัญหา (Awareness of a problem) ระยะที่ 2 การวิเคราะห์แยกแยะประเด็นปัญหา (Problem diagnosis and identification) ระยะที่ 3 เกณฑ์ หรือเป้าหมายในการแก้ไขปัญหา (Criteria for solution) ระยะที่ 4 การแสวงหาทางเลือก หรือวิธีการแก้ไขปัญหา (Formulation of alternative) ระยะที่ 5 การเลือกวิธีแก้ไขปัญหาคือดีที่สุด (selection of the best strategy) ระยะที่ 6 การกำหนดแผนปฏิบัติการ (Specify the action plan) ระยะที่ 7 ลงมือปฏิบัติการ (Implement the action plan) และ ระยะที่ 8 การดำเนินการประเมินผลและการสะท้อนกลับ (Monitoring, evaluation, and feedback)

ในการศึกษากระบวนการแก้ปัญหา ผู้วิจัยต้องคํานึงถึงความรู้ของการแก้ปัญหว่า การแก้ปัญหาคือเป็นกระบวนการที่ต้องการที่ต้องอาศัยขั้นตอนเริ่มต้นด้วยการรับรู้ปัญหา และดำเนินการจำแนกแยกแยะประเด็นปัญหา ก่อนที่จะดำเนินการในขั้นตอนต่อไป ซึ่งในการเริ่มต้นด้วยกิจกรรมดังกล่าว มีความสอดคล้องกับกระบวนการคิดเชิงระบบ ที่ให้ความสำคัญต่อการมองปัญหาที่องค์รวม ก่อนที่จะพิจารณาตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา จนถึงเขียนวงจรเหตุและผลของปัญหา ดังนั้น

ในการดำเนินการแก้ไขปัญหาใด ๆ หากได้นำกระบวนการคิดเชิงระบบมาเป็นจุดเริ่มต้นของการวิเคราะห์ปัญหา จนเห็นมองเห็นระดับโครงสร้างของปัญหาแล้ว การดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนต่อไป จะสามารถแก้ปัญหาได้ตรงกับสาเหตุของปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. แนวคิดบทเรียนออนไลน์

การใช้สิ่งอำนวยความสะดวกและโครงสร้างพื้นฐานในการเรียนรู้ตัวอย่างหนึ่ง คือ การใช้ประโยชน์ของอินเทอร์เน็ตในกระบวนการเรียนรู้ รูปแบบของการเรียนรู้ที่ใช้การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่เรียกว่า รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ระบบเว็บเป็นฐาน รูปแบบการเรียนรู้ด้วยเว็บทั่วไประดับที่เรียกว่า การอบรมผ่านเว็บ (Web-based training: WBT) การศึกษาผ่านเว็บ (Web-based education: WBE) หรือที่ได้รับความนิยมมากกว่า เช่น อีเลิร์นนิง (e-Learning) (Hendra, Nasrun & Wakhinuddin, 2018)

ในปัจจุบันคำว่า “บทเรียนออนไลน์” ได้ถูกนำมาใช้เป็นชื่อในกิจกรรมออกแบบการเรียนการสอนผ่านอินเทอร์เน็ต โดยนำเสนอเนื้อหาผ่านเว็บไซต์กันอย่างแพร่หลาย และการพัฒนาบทเรียนออนไลน์มีการพัฒนาให้รองรับการใช้งานได้ในอุปกรณ์หลายชนิด เช่น คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (Notebook) แท็บเล็ต (Tablet) ไอแพด (iPad) โทรศัพท์อัจฉริยะ (Smart phone) ทำให้รองรับผู้เรียนจำนวนมากได้ โดยที่ผู้เรียนสามารถเรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา ตามความพร้อมของแต่ละบุคคล ดังนั้น การใช้บทเรียนออนไลน์เป็นสื่อการสอน จึงเป็นการออกแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพในศตวรรษที่ 21 จากการศึกษา พบว่า “บทเรียนออนไลน์” มีความหมายใกล้เคียงกับคำว่า การเรียนผ่านเว็บ (Web based learning) การเรียนรู้ออนไลน์ (Online learning) หรืออีเลิร์นนิง (e-Learning) ดังที่ Javed, Sunil, Imshad, and Jamshed (2014) ได้กล่าวว่า การเรียนผ่านเว็บ (Web based learning) อาจถูกเรียกเป็นการเรียนรู้ออนไลน์ (Online learning) หรือ อีเลิร์นนิง (e-Learning) เนื่องจากมีเนื้อหาการเรียนมีการนำเสนอออนไลน์ มีการสื่อสารสองทางผ่านอีเมล หรือการประชุมทางวิดีโอ และการบรรยายสด (Streaming) ทั้งหมดทำได้ผ่านเว็บเช่นเดียวกัน คุณค่าอย่างหนึ่งของการใช้เว็บเพื่อเข้าถึงสื่อการเรียนการสอน คือ หน้าเว็บมีไฮเปอร์ลิงก์ไปยังส่วนอื่น ๆ ของเว็บทำให้สามารถเข้าข้อมูลต่าง ๆ บนเว็บได้เป็นจำนวนมาก

สรุปได้ว่า บทเรียนออนไลน์ เป็นการจัดการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายสัญญาณอินเทอร์เน็ต นำเสนอเนื้อหาสาระ การทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน การทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน ผ่านเว็บไซต์ในลักษณะสื่อประสม (Multimedia) ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบหรือสื่อสารกับบทเรียน และมีช่องทาง

การสื่อสารกับผู้สอน หรือสื่อสารกับผู้เรียนกับผู้เรียน ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ กระดานความคิดเห็น และจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

งานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยบูรณาการแนวคิดบทเรียนออนไลน์ การเรียนรู้ออนไลน์ (Online learning) หรือ อีเลิร์นนิง (e-Learning) และแนวคิดการสอนออนไลน์แบบเปิดสำหรับมวลชน (Massive open online course: MOOC) เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น การศึกษาเอกสารทั้งสองแนวคิด ดังนี้

3.1 อีเลิร์นนิง (E-Learning)

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา (2553) พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน บัญญัติศัพท์ภาษาไทยของคำ Electronic learning (e-Learning) ว่า “การเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์” หรือ “อีเลิร์นนิง” หมายถึง การศึกษาทางไกลรูปแบบหนึ่ง ซึ่งผู้เรียนไม่จำเป็นต้องไปยังสถานศึกษา ด้วยตนเอง สามารถเรียนได้ตามเวลาที่สะดวก เรียนได้ตามความถนัด และความสนใจ แต่ต้องอาศัย เรียกเนื้อหาสาระ แบบฝึกหัด ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต สามารถโต้ตอบกับผู้สอน แลกเปลี่ยนความรู้ หรือแนวคิดกับผู้เรียนจากสถานที่อื่นผ่านระบบเครือข่ายเช่นกัน รวมทั้ง มีระบบ การวัดและประเมินผลเพื่อให้ได้คุณภาพและมาตรฐานตามที่สถาบัน หรือหน่วยจัดการศึกษากำหนด

ฐานิย์ ธรรมเมธา (2557) กล่าวถึง การเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิงไว้ว่า การเรียน การสอน อีเลิร์นนิง หมายถึง การใช้อินเทอร์เน็ตเป็นช่องทางการสื่อสารการเรียนการสอน โดยมีการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ และการสอนที่ออกแบบด้วยวิธีการสอนที่หลากหลาย มีการนำเสนอเนื้อหา สื่อแบบดิจิทัล การสื่อสาร การมีปฏิสัมพันธ์ และการวัดประเมินผลผ่านระบบ เครือข่ายคอมพิวเตอร์

จินตวิทย์ คล้ายสังข์ (2554) ได้ให้ความหมายว่า บทเรียน e-Learning เป็นรูปแบบการเรียนรู้ การสอนผ่านทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่มีประสิทธิภาพ ในการพัฒนาการศึกษา เรียนรู้และฝึกอบรม บุคลากร เนื่องจากการเรียนแบบออนไลน์มีความยืดหยุ่นสูง

อาณัติ รตนธิกุล (2553) ได้ให้ความหมายของคำว่า e-Learning ย่อมาจากคำว่า Electronic learning เป็นการเรียนการสอนผ่านทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ไม่ว่าจะเป็นวิทยุกระจายเสียง โทรศัพท์ ซีดีรอม/ดีวีดีรอม เครือข่ายอินทราเน็ต เครือข่ายเอ็กซ์ทราเน็ต เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดาวเทียม โทรศัพท์มือถือเครื่องพีดีเอ หรืออุปกรณ์ไร้สายต่าง ๆ โดยที่ผู้เรียนสามารถเข้าเรียนรู้ เพื่อพัฒนาตนเองได้ตามอัธยาศัย ได้ทุกที่ทุกเวลา ผ่านทางหน้าเว็บไซต์ในรูปแบบสื่อมัลติมีเดีย ไม่ว่าจะเป็นข้อความเสียง ภาพนิ่งภาพเคลื่อนไหวและวิดีโอ อีกทั้งผู้ใช้งานสามารถทำการโต้ตอบได้

เสมือนการนั่งเรียนในห้องเรียนปกติ นับเป็นการลดช่องว่างทางการศึกษาอย่างแท้จริง ทำให้ทุกคนสามารถเข้าเรียนรู้ได้เท่าเทียมกันตลอด 24 ชั่วโมง

Najeeb, Rifat, Josip, Azeem and Wheeler (2015) กล่าวว่า บทเรียน e-Learning หมายถึง แนวทางในการสอนและการเรียนรู้ที่นำเสนอรูปแบบการศึกษาทั้งหมด หรือบางส่วนที่ใช้อยู่ ซึ่งการใช้สื่อและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นเครื่องมือในการปรับปรุงการเข้าถึงการฝึกอบรม การติดต่อสื่อสารและการปฏิสัมพันธ์ และการอำนวยความสะดวกในการยอมรับวิธีการใหม่ ในการทำความเข้าใจและพัฒนาการเรียน

สรุปได้ว่า e-Learning การใช้เครือข่ายอิเล็กทรอนิกส์ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดาวเทียม คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องพีดีเอ หรืออุปกรณ์ไร้สายต่าง ๆ เป็นช่องทางการสื่อสาร การเรียนการสอน โดยมีการกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนเนื้อหาแบบดิจิทัล มีการสื่อสาร การ มีปฏิสัมพันธ์ และการวัดประเมินผลผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สื่อที่ใช้เป็นรูปแบบ สื่อมัลติมีเดีย ได้แก่ ข้อความเสียง ภาพนิ่งภาพ เคลื่อนไหว และวีดิทัศน์ ผู้ใช้งานสามารถ ทำการโต้ตอบได้เสมือนการนั่งเรียนในห้องเรียนปกติ

3.1.1 ข้อดีของการเรียนการสอนด้วยบทเรียน e-Learning (ฐานิย์ ธรรมเมธา, 2557)

3.1.1.1 ความยืดหยุ่น ความสะดวกสบายและการเข้าถึงข้อมูล ผู้เรียนสามารถเข้าถึง เนื้อหาบทเรียนตามความต้องการได้อย่างสะดวก รวดเร็ว ผ่านอินเทอร์เน็ตโดยไม่จำกัดสถานที่ และเวลา ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงและเข้าถึงข้อมูลที่หลากหลายทางอินเทอร์เน็ต ที่เป็น แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้อันมหาศาล ผู้เรียนสามารถกำกับการเรียนด้วยตนเองตามอัตราความเร็ว ขำ หรือความก้าวหน้าความสนใจของตนเอง ดังนั้น วิธีเรียน e-Learning จึงช่วยเพิ่มความพึงพอใจ และลดความเครียดของผู้เรียนได้ทางหนึ่ง

3.1.1.2 ผู้สอนสามารถปรับปรุง เปลี่ยนแปลงแก้ไขเนื้อหา และสื่อการสอนได้ง่าย และสะดวกผ่านบทเรียน e-Learning ทำให้นำเสนอข้อมูลที่ทันสมัยอยู่เสมอ

3. 1.1.3 การเรียนบทเรียน e-Learning ให้ผลย้อนกลับต่อการเรียน สามารถ แสดงผลจากการวัดและการประเมินผลได้ทันที

3.1.1.4 ระยะเวลาการเรียนบทเรียน e-Learning ช่วยประหยัดเวลา ช่วยลดเวลา ในการเดินทางของผู้เรียน โดยไม่ต้องเดินทางมาสถานที่ศึกษาและห้องเรียน นอกจากนี้ ยังสามารถ กำหนดเวลาการเรียนและกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเองได้อีกด้วย

3.1.1.5 การเงินและค่าใช้จ่าย การเรียนบทเรียน e-Learning ช่วยผู้เรียนประหยัด ค่าใช้จ่ายของการเดินทาง ค่าที่พักและอาหาร ตลอดจนค่าวัสดุ อุปกรณ์ และคู่มือการเรียนการสอน

สถาบันการศึกษาสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านอาคารสถานที่ เงินเดือนของผู้สอน รวมถึงเจ้าหน้าที่ในสถาบัน

3.1.1.6 การสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ทางการเรียน การเรียนบทเรียน e-Learning ทำให้การติดต่อสื่อสารผ่านช่องทางอินเทอร์เน็ตระหว่างผู้สอนและผู้เรียนสะดวกขึ้น ทั้งนี้ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียนจะดีกว่าเรียนในห้องบรรยายใหญ่ ซึ่งปฏิสัมพันธ์ในการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning ช่วยให้ผู้สอนและผู้เรียนใกล้ชิดกันผ่านเทคโนโลยี โดยปัจจัยปฏิสัมพันธ์นั้น มีความสำคัญต่อการสร้างความสำเร็จในการเรียนของผู้เรียนด้วย

3.2.2 องค์ประกอบการเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิ่ง (ฐาปนีย์ ธรรมเมธา, 2557)

อีเลิร์นนิ่งมี 6 องค์ประกอบที่สำคัญ คือ 1) เนื้อหาและสื่อการเรียน 2) ระบบนำส่งสารสนเทศและการสื่อสาร 3) ระบบการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ทางการเรียน 4) ระบบการวัดและการประเมินผล 5) ระบบสนับสนุนการเรียน 6) ผู้สอนและผู้เรียน โดยแสดงรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบตามลำดับ ดังนี้

3.2.2.1 เนื้อหาและสื่อการเรียน

เนื้อหา (Content) และสื่อการเรียน (Instructional media) เนื้อหา และสื่อการเรียนเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนอีเลิร์นนิ่ง คุณภาพของการเรียนอีเลิร์นนิ่งเกิดจากสิ่งสำคัญคือ เนื้อหา ที่ผู้สอนได้จัดรวบรวมไว้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้เวลาส่วนใหญ่ได้ศึกษา และค้นคว้าได้ด้วยตนเอง ด้วยการคิดเชิงวิเคราะห์อย่างมีหลักการและเหตุผล ตามเนื้อหาที่จัดเตรียมไว้ให้ โดยเนื้อหาต้องถ่ายทอดเป็นสื่อการเรียน ในการเรียนอีเลิร์นนิ่งต้องใช้เนื้อหาและสื่อการเรียนเป็นแหล่งความรู้หลัก แทนการเรียนจากผู้สอนในชั้นเรียน ดังนั้น การออกแบบอีเลิร์นนิ่งต้องให้ความสำคัญกับเนื้อหาและสื่อการเรียนในลักษณะสื่อดิจิทัล โดยมีการออกแบบเนื้อหาและสื่อการเรียนที่ยึดหลักสำคัญอย่างน้อย 3 ประการ คือ

- 1) เนื้อหาและสื่อการเรียนต้องชัดเจน สมบูรณ์จบในตัวเอง ไม่จำเป็นต้องพึ่งพาผู้สอนให้มาอธิบายอีก
- 2) เนื้อหาสื่อการเรียนต้องออกแบบให้ผู้เรียน สามารถวัดความรู้ ความเข้าใจของตนเองได้เป็นระยะ และประเมินความเข้าใจของตนเองในภาพรวมได้
- 3) เนื้อหาและสื่อการเรียนต้องออกแบบให้เหมาะสมกับผู้เรียน และทำงานได้ดีในระบบนำส่งสารสนเทศ

3.2.2.2 ระบบการนำส่งสารสนเทศและการสื่อสาร

ระบบนำส่งสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนอีเลิร์นนิ่ง มีหลายรูปแบบ ทั้งแบบที่ใช้เทคโนโลยีจำนวนน้อย จนถึงระบบที่ใช้เทคโนโลยีจำนวนมากชนิด หากสถาบันการศึกษา หรือผู้สอนเลือกใช้ระบบการนำส่งสารสนเทศและการสื่อสารที่เหมาะสมกับลักษณะผู้เรียน และ มีความเสถียร ย่อมจะช่วยส่งเสริมให้เกิดคุณภาพในการจัดการเรียนแบบอีเลิร์นนิ่งได้อย่างดี ระบบนำส่งสารสนเทศในที่นี้ ได้แก่ ระบบบริหารจัดการเรียนการสอน (Learning management system) เครื่องมือนำส่งสารในอินเทอร์เน็ต อุปกรณ์และเครื่องมือในการเรียนอีเลิร์นนิ่ง เป็นต้น

3.2.2.3 ระบบการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ทางการเรียน

การสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ทางการเรียน เป็นหัวใจสำคัญของการศึกษาทุกประเภท การสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากขึ้น ขณะเดียวกัน ผู้สอนก็จะได้ทราบถึงความก้าวหน้าของผู้เรียน รวมทั้งสามารถวินิจฉัย ความคลาดเคลื่อนในการรับรู้ของผู้เรียนและให้ความรู้ที่ถูกต้องได้ การสื่อสารและการสร้าง ปฏิสัมพันธ์ในการเรียนแบบ อีเลิร์นนิ่งนั้น ต้องใช้เทคโนโลยีการนำส่งสารสนเทศและการสื่อสาร ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สามารถเชื่อมผู้เรียนและผู้สอนที่อยู่ไกลกันให้สามารถสื่อสาร และปฏิสัมพันธ์กันเสมือนอยู่ในสถานที่เดียวกัน ได้เข้ามาเพิ่มคุณภาพการศึกษาทางไกลได้อย่างดี ระบบการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนอีเลิร์นนิ่ง มี 2 รูปแบบ คือ 1) ปฏิสัมพันธ์แบบประสาน เวลา หรือทันทีทันใด (Synchronize) และ 2) ปฏิสัมพันธ์แบบไม่ประสานเวลา หรือ ไม่ทันทีทันใด (Asynchronize)

3.2.2.3 ระบบการวัดและการประเมินผล

การวัดและการประเมินผลในการเรียนแบบอีเลิร์นนิ่ง ที่ต้องใช้หลักการประเมิน ตามแนวทางการจัดการศึกษาแบบ “เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ” โดยมีการประเมินระหว่างการเรียนรู้ (Formative evaluation) นั้น ผู้เรียนจะเป็นผู้ประเมินตัวเองเป็นหลัก และผู้สอนจะเป็นผู้ให้ คำแนะนำและความช่วยเหลือ และรวมถึงการประเมินหลังเรียน (Summative evaluation) ซึ่งเป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งส่วนใหญ่ประเมินโดยผู้สอน

วิธีการประเมินผลในการเรียนอีเลิร์นนิ่ง สามารถประเมินจากการตอบคำถาม การทำแบบทดสอบ การประเมินจากผลการเรียนรู้ของผู้เรียน และอาจจะให้ผู้เรียนประมวลความรู้ความเข้าใจออกมาในรูปแบบรายงาน หรือการนำเสนองาน ซึ่งสามารถใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีนำเสนอและการสื่อสาร เพื่อแสดงผลการวัดและการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน เช่นเดียวกับการเรียนในชั้นเรียน

3.2.2.4 ระบบสนับสนุนการเรียน

ระบบสนับสนุนการเรียนอีเลิร์นนิ่ง แบ่งเป็น 3 ระบบ คือ

1) ระบบสนับสนุนการเรียนด้านเทคนิค (Technical support) เนื่องจากการเรียนอีเลิร์นนิ่งต้องใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่าย เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน หากเทคโนโลยีหยุดชะงัก ก็จะทำให้การเรียนการสอนมีปัญหาอย่างยิ่ง

2) ระบบสนับสนุนการเรียนด้านวิชาการ (Academic support) เพื่อให้ความช่วยเหลือ และคำแนะนำด้านการเรียนการสอนและหลักสูตร

3) ระบบสนับสนุนด้านสังคม (Social support) เพื่อทดแทนสังคมในการเรียนแบบปกติ (Tradition) ที่ขาดหายไปของผู้เรียน รวมทั้งช่วยให้กำลังใจ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจ เกิดความมุ่งมั่น ที่จะเรียนต่อจนจบรายวิชา หรือจบตามหลักสูตร

3.2.2.5 ผู้สอนและผู้เรียน

ผู้สอนและผู้เรียนมีความสำคัญกับการเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิ่ง ซึ่งเป็นระบบการศึกษาทางไกล ความพร้อมของผู้สอนและผู้เรียน เจตคติ (ทัศนคติ) ความรู้ ความเข้าใจในบริบทการเรียนการสอนทางไกลของผู้เรียน และผู้สอนแบบอีเลิร์นนิ่ง และการปฏิบัติตัวที่ถูกต้อง จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนการสอนได้ดี

จากการศึกษา สรุปได้ว่า การเรียนอีเลิร์นนิ่งเป็นการเรียนการสอนผ่านทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เครือข่ายเอ็กซ์ทราเน็ต เครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีสายเชื่อมต่อ หรือไร้สาย โดยที่ผู้เรียนสามารถเข้าเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองได้ตามอัธยาศัย ได้ทุกที่ทุกเวลา ผ่านทางเว็บไซต์ในรูปแบบสื่อมัลติมีเดีย ไม่ว่าจะเป็นข้อความเสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและวิดีโอ อีกทั้งผู้ใช้งานสามารถทำการโต้ตอบได้เสมือนการนั่งเรียนในห้องเรียนปกติ โดยมี 6 องค์ประกอบ คือ 1) เนื้อหาและสื่อการเรียน 2) ระบบนำเสนอสารสนเทศและการสื่อสาร 3) ระบบการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ทางการเรียน 4) ระบบการวัดและการประเมินผล 5) ระบบสนับสนุนการเรียน 6) ผู้สอนและผู้เรียน ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำแนวคิดบทเรียนออนไลน์กับแนวคิดการเรียนอีเลิร์นนิ่ง เป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์

3.2 การสอนออนไลน์แบบเปิดสำหรับมวลชน (Massive open online course: MOOC)

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (2561) การสอนออนไลน์แบบเปิดสำหรับมวลชน (Massive open online course: MOOC) หมายถึง การสอนด้วยวิธีการสอนออนไลน์ ที่เน้นการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มผู้เรียนจำนวนมาก ที่เรียนร่วมกันในห้องเรียนออนไลน์ หรือเรียนด้วยตนเอง สื่อที่ใช้อยู่ในรูปแบบของวิดีโอทัศน์สตรีมมิงมีเดียและแหล่งทรัพยากรแบบเปิดในอินเทอร์เน็ต โดยการจัดกิจกรรมและการประเมินผล เน้นการส่งเสริมความท้าทายให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ การกำกับควบคุมการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนผ่านเครื่องมือในอินเทอร์เน็ต การสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้เรียน ตลอดจนการประเมินตามสภาพจริงในบริบทการเรียนรู้ร่วมกัน

Coryell (2013) ได้ให้ความหมายและลักษณะการเรียนรู้ของ Massive open online course ที่ใช้หลักการนำเสนอแบบ Anyone anywhere “ใครก็ได้ อยู่ที่ไหนก็เรียนได้” บนพื้นฐานของเป้าหมายการศึกษาที่ว่า การเรียนรู้ตลอดชีวิต Lifelong learning โดยสามารถอธิบายความหมายตามตัวอักษรย่อได้ดังนี้ Massive ผู้เรียนจำนวนมาก Open เปิดให้เข้าถึงโดยเสรี มีการแชร์ข้อมูลระหว่างกัน และไม่มีค่าใช้จ่ายหรืออาจมีค่าใช้จ่ายในหลักสูตรที่ให้ประกาศนียบัตร Online เป็นการเรียนการสอนผ่านระบบ Network ที่มีการนำรูปแบบการนำเสนอข้อมูลหลากหลาย เช่น Blog, Twitter, VDO, Text หรือ Facebook มีการประชุม หรืออภิปรายบนเครือข่ายที่เป็น Real time Courses เป็นเนื้อหาที่น่าสนใจ หรือประเด็นที่เป็น Hot issue โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือ การเชื่อมต่อความรู้ในจุดต่าง ๆ ทุกคนนำความรู้ไปต่อยอด หรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ได้

Tosh (2014) ได้ให้ความหมายของ MOOC ดังนี้ “MOOC” เป็นคำย่อของหลักสูตรออนไลน์ ที่มีเป้าหมายอยู่ที่การมีส่วนร่วมอย่างไม่จำกัดจำนวนของผู้เรียน เป็นการเรียนแบบเปิด โดยเน้นให้ผู้เรียนที่ต้องการเรียนรู้ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตัวเองสนใจ โดยใช้สื่อที่หลากหลาย มีนำเสนองาน และเน้นการโต้ตอบกับผู้เรียนในหลักสูตร รวมทั้งเปิดโอกาสในการสร้างชุมชนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนและผู้สอน ต่างก็ถือได้ว่าเป็นผู้มีส่วนร่วมทั้งหมดในการศึกษาในหลักสูตรนี้

สรุปได้ว่า Massive open online course (MOOC) เป็นการเรียนเพื่อทุกคน ทุกที่ ทุกเวลา เน้นการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มผู้เรียนจำนวนมาก ในห้องเรียนออนไลน์ หรือเรียนด้วยตนเอง การจัดกิจกรรมและการประเมินผล เน้นการส่งเสริมความท้าทายให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ การกำกับควบคุมการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนผ่านเครื่องมือในอินเทอร์เน็ต การสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้เรียน มีการนำรูปแบบการนำเสนอข้อมูลหลากหลาย เช่น Blog, Twitter, VDO, Text หรือ Facebook มีการประชุม หรืออภิปรายบนเครือข่ายที่เป็น Real time

3.2 องค์ประกอบ massive open online course (MOOC)

จุฬารัตน์ นกแก้ว (มปป.) กล่าวว่า รายวิชาแบบ MOOCs เป็นรายวิชาที่เรียนผ่านสื่อออนไลน์ ทั้งที่เป็นรายวิชาเอกเทศและรายวิชาที่เป็นรายวิชาหนึ่งในหลักสูตรการเรียนการสอนของสถาบันการศึกษา องค์ประกอบของรายวิชา MOOCs ประกอบด้วย

1) เนื้อหาบทเรียน (Lecture) ประกอบด้วยวีดิทัศน์ประมาณ 5-15 นาที มีอาจารย์อธิบายเนื้อหาพร้อมภาพหรือกราฟ ตารางที่ทำให้เข้าใจได้ง่าย และการเชื่อมโยงทรัพยากรสารสนเทศบนเว็บที่เรียกว่า ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด หรือโออีอาร์ (Open educational resources-OER) ที่เป็นสื่อการเรียนรู้ สื่องานวิจัย ในรูปสื่อดิจิทัลที่เป็นสาธารณสมบัติ ได้รับการเผยแพร่ด้วยใบอนุญาตแบบเปิด ที่อนุญาตให้สามารถเข้าถึง ใช้งาน ดัดแปลง เปลี่ยนแปลง และเผยแพร่โดยปราศจากค่าใช้จ่าย การอนุญาตแบบเปิดนี้ อยู่ภายใต้กรอบของสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาที่ได้กำหนดไว้โดยอนุสัญญาระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องและความเคารพต่อผู้ที่เป็นเจ้าของผลงานนั้น ๆ

2) แบบฝึกหัด (Assignment) เป็นคำถามสั้น ๆ เพื่อให้เข้าใจบทเรียน บางรายวิชามีการบ้านที่ผู้เรียนต้องทำแบบฝึกหัด โดยใช้เวลาประมาณ 30 นาที เมื่อส่งแบบฝึกหัด จะมีผู้เรียนคนอื่นให้คะแนน โดยผู้สอนได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ล่วงหน้า

3) กระดานสนทนา หรือฟอรัม (Forum) อาจมีการตั้งคำถามจากผู้เรียน โดยจะมีการโหวตคำถามที่มีความสำคัญอันดับต้น ๆ ผู้สอนและผู้เรียนจะเข้ามาตอบคำถาม เพื่อให้มีส่วนร่วมในการเรียน

4) เอกสารหนังสือรับรอง (Certificate) เมื่อผ่านการทดสอบ หรือเรียนจบรายวิชา Tosh (2014) กล่าวว่า องค์ประกอบในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ระบบเปิดประกอบด้วย

1. วิดีโอแบบสั้น ๆ หลาย ๆ ชุด เช่น การพูดให้ข้อมูล การยกตัวอย่างงาน การทดลอง
2. เอกสารประกอบออนไลน์
3. การสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
4. กิจกรรมออนไลน์
5. การประเมินผลการเรียน
6. การทดสอบความเข้าใจ เช่น แบบเลือกตอบ แบบจับกลุ่ม แบบประเมินตนเอง

ดังนั้น การสร้าง MOOC จึงประกอบด้วย อาจารย์ที่สอนรายวิชานั้น นักออกแบบเนื้อหาบทเรียนออนไลน์ในรูปวิดีโอพร้อมแบบฝึกหัด และฟอรัม โปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ที่เป็น MOOC แพลตฟอร์มและระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจากการสำรวจของ Chronicle of higher education พบว่า ศาสตราจารย์ในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ จำนวน 103 คน ที่สอนโดยใช้ MOOC จะใช้เวลามากกว่า 100 ชั่วโมง ในการบันทึกวิดีโอบทเรียนออนไลน์และการเตรียมตัวอื่น ๆ อีกทั้งใช้เวลา

ในแต่ละรายวิชา -10 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ รวมถึงการมีส่วนร่วมในกิจกรรมตอบคำถามในฟอรัม (Kolowich, 2013)

ซโรนีย์ ซัยมินทร์ (2562) กล่าวว่า การเรียนของรายวิชา MOOC จะประกอบไปด้วย

- 1) การบรรยายเนื้อหาบทเรียน (Lectures) ซึ่งประกอบด้วยวิดีโอประมาณ 5-10 นาที มีอาจารย์อธิบายเนื้อหาพร้อมภาพ กราฟ หรือตารางที่ทำให้เข้าใจได้ง่าย ยกตัวอย่างเช่น รูปแบบของ MOOC ที่มีการเรียนการสอนประมาณ 7 สัปดาห์ หรือมากกว่า จะใช้เวลาในการบรรยาย 2 ชั่วโมง โดยมีวิดีโอ 5-10 เรื่อง แต่ละเรื่องมีความยาว 10-12 นาที เริ่มต้นโดยอาจารย์แนะนำเรื่องที่จะเรียน หลังจากนั้นจะเน้นสิ่งที่อาจารย์เขียนบนกระดานในขณะที่บรรยาย โดยหลีกเลี่ยงการใช้พาวเวอร์พอยท์ หลังจากนั้นจะมีการทดสอบให้ผู้เรียนตอบ แล้วจึงจะมีวิดีโอต่อ
- 2) แบบฝึกหัด (Assignments หรือ Finger exercises) ส่วนใหญ่จะเป็นคำถามแบบสั้น ๆ เพื่อความเข้าใจในบทเรียน ถ้าเป็นการคำนวณตัวเลข มักเป็นคำตอบแบบตัวเลือก พร้อมอธิบายที่มาของคำตอบนั้น ๆ บางวิชาอาจมีการบ้าน (Homework) ซึ่งผู้เรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดทุกสัปดาห์ โดยใช้เวลาครึ่งวันสำหรับทำแบบฝึกหัด เมื่อส่งแบบฝึกหัดจะมีผู้เรียนคนอื่นให้คะแนนโดยอาจารย์ ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้
- 3) กระดานสนทนาหรือฟอรัม (Discussion forums) เป็นกระดานสนทนา หรืออาจเป็นการตั้งคำถามของผู้เรียน โดยจะมีการโหวต (Vote) คำถามที่มีความสำคัญอันดับต้น ๆ อาจารย์และผู้เรียนด้วยกัน จะเข้ามาตอบคำถามเหล่านั้น ถือเป็นการมีส่วนร่วมของผู้เรียนจากประสบการณ์
- 4) ประกาศนียบัตร (Certification) ผู้เรียนจะได้รับเมื่อผ่านการทดสอบ หรือเรียนจบรายวิชานั้น ๆ การพัฒนา MOOC ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือและความเข้าใจในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ ผู้เรียนควรทำหน้าที่เป็นผู้สร้างสรรค์เนื้อหาบทเรียนร่วมกัน ทุกคนต้องใช้เวลาและเติมกำลังเพื่อขับเคลื่อนกระบวนการเรียนการสอนไปด้วยกัน ผู้เรียนควรมีความรู้ด้าน Digital and information literacy และผู้เรียนต้องกำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้ของตนเองให้ชัดเจน

จินตวีร์ คล้ายสังข์ (2556) ได้กล่าวถึง แนวทางการออกแบบสื่อสำหรับ MOOC ดังนี้ การออกแบบสื่อสำหรับการเรียนรู้ในรูปแบบ MOOC มีแนวทางที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

หน้าแรกประกอบด้วยการดึงดูดความสนใจจากผู้เรียน การแจ้งเนื้อหารายวิชา และวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในรูปแบบของสื่อข้อความและสตรึงมีเดีย สิ่งที่น่าสนใจของ MOOC และถือเป็นจุดเด่น คือ การให้ผู้เรียนได้ลงชื่อใน “Honor code” เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกถึงการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอย่างจริงจัง ซึ่งเป็นหนึ่งในกลยุทธ์การเรียนการสอนแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed learning) เน้นการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น การตั้งเป้าหมายในการเรียน การแสวงหาแหล่งความรู้ และประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง ในขณะที่ Udacity มีจุดเด่นในการนำ

แนวคิดให้ใช้ข้อบัญญัติที่ผ่านเกี่ยวกับเฟซบุ๊กหรือกูเกิล เพื่อล่อคินเข้ามาในระบบได้ เป็นการเอื้อประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ด้วยการใช้เทคโนโลยีและการเชื่อมโยงสารสนเทศต่าง ๆ

ส่วนเนื้อหาการเรียนการสอน เมื่อพิจารณาการใช้สื่อการสอนในส่วนของเนื้อหา จะพบว่าสามารถแบ่งสื่อการสอนได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) สื่อการสอนที่ใช้ในการเผยแพร่เนื้อหา มักอยู่ในรูปแบบของสตรึมมิงมีเดีย เน้นผู้สอนบรรยายประกอบสไลด์นำเสนอหรือวิดีโอคลิป ทั้งในรูปแบบที่มีผู้สอนปรากฏในวิดีโอในบางช่วง บางตอน นอกจากนี้ในบางคลิปยังมีปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบของการถามคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนคลิกตอบ บางครั้งเป็นการจับภาพหน้าจอ หรืออาจอยู่ในรูปแบบของแอนิเมชัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับบริบทของเนื้อหาวิชาโดยความยาวจะอยู่ที่ประมาณ 10-15 นาที

2) สื่อการสอนที่ใช้เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาของผู้เรียนเอง ทั้งในรูปแบบแบบทดสอบ และรูปรีสำหรับประเมินตนเอง และในบางครั้งจะให้เพื่อนช่วยประเมิน โดยส่วนใหญ่แล้วแบบทดสอบนั้นจะเป็นการให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหามาก่อน จากนั้นทำแบบทดสอบเพื่อตรวจสอบความเข้าใจซึ่งมักจะอยู่ในรูปแบบของกิจกรรมรายสัปดาห์

3) สื่อการสอนที่ใช้ในการจัดกิจกรรม มักอยู่ในรูปแบบเครื่องมือสื่อสารที่มีอยู่แล้วในระบบ ได้แก่ กระดานสนทนาและสื่อสังคมออนไลน์ โดยใช้เฟซบุ๊กกรุ๊ป นอกจากนี้หลาย ๆ MOOC ได้มีการสนับสนุนการเรียนรู้ผ่านเครือข่าย เช่น Coursera มีระบบ Meetup coursera communities เพื่อช่วยในการนัดหมายระหว่างกลุ่มผู้เรียน

สรุปจากการศึกษาได้ว่า Massive open online course (MOOC) มีองค์ประกอบหลักคือ คำอธิบายรายวิชา เนื้อหาบทเรียน (Lecture) แบบฝึกหัด (assignment) กระดานสนทนา หรือฟอรัม การประเมินผลการเรียนและประกาศนียบัตร (Certification) การออกแบบต้องดึงดูดความสนใจจากผู้เรียน การแจ้งเนื้อหาวิชาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในรูปแบบของสื่อ ข้อความและสตรึมมิงมีเดีย เนื้อหาการเรียนการสอนอยู่ในรูปแบบของสตรึมมิงมีเดีย มีปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบของการถามคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนคลิกตอบ มีการทำแบบทดสอบเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ การจัดกิจกรรมและตอบผ่านเครื่องมือสื่อสาร เช่น กระดานสนทนาและสื่อสังคมออนไลน์ ผู้วิจัยนำข้อสรุปดังกล่าว ประยุกต์ใช้ในการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ในขั้นตอนต่อไป

4. แนวคิดปฏิสัมพันธ์ในการเรียนรู้

การตอบสนองและโต้ตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้ใช้งานสื่อกับตัวสื่อ เรียกว่า ระบบปฏิสัมพันธ์ (Interaction) และเมื่อสื่อนั้นถูกใช้เป็นตัวกลางเพื่อการสื่อสาร พุทธคุณแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้ใช้สื่อด้วยกัน จะเห็นวาระบบปฏิสัมพันธ์ในการสื่อสาร (Communication interactive system) ดังกล่าว มีบทบาทและเป็นสิ่งกระตุ้นแรงขับให้คนติดต่อสื่อสารกันผ่านระบบสังคมเครือข่ายมากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้ใช้รู้สึกเสมือนการได้ติดต่อพูดคุยกับบุคคลอื่น เหมือนการสื่อสารแบบเผชิญหน้า ทั้งนี้ ระบบปฏิสัมพันธ์สามารถกระทำได้ ก็เนื่องมาจากผลพวงของการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ของโลกนั่นเอง (นิคม ชัยขุนพล, 2560)

สุรัชย์ สิกขาบัณฑิต (2541) กล่าวว่า การปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนรู้ (Learning interaction) หมายถึง การปฏิสัมพันธ์ที่นำมาใช้ในกระบวนการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ ในรูปแบบการเรียนการสอนและในรูปแบบของการศึกษาด้วยตนเอง เป็นรายบุคคล หรือเป็นรายกลุ่ม โดยใช้การสื่อสารแบบ 2 ทาง การปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนรู้ เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยการสื่อสารแบบ 2 ทาง ซึ่งเป็นไปได้ ทั้งการสื่อสารที่เกิดจากตัวผู้เรียนเองกับผู้สอน หรือกับผู้เรียนอื่น หรือกับเครื่องมือเทคโนโลยีการสื่อสารใด ๆ ทำให้เกิดการโต้ตอบในรูปแบบต่าง ๆ อันจะนำไปสู่การทำให้เกิดความรู้ ทักษะ และเจตคติ ตามเป้าหมายการศึกษา

Langdon (1973) การสอนแบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive instruction) เป็นการสอนโดยใช้การสื่อสารแบบสองทาง (Two-way communication) ที่มีการโต้ตอบจากผู้สอน หรือสื่อไปยังผู้เรียน และจากผู้เรียนไปยังผู้สอนหรือสื่อในชั้นเรียนทั่วไปนั้น ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้ โดยการซักถามหรือตอบคำถามของผู้สอน ส่วนปฏิสัมพันธ์กับสื่ออื่นนั้นเกิดขึ้นได้ เพราะสื่อสามารถถามคำถามผู้เรียนด้วยตัวสื่อเอง ในรูปของข้อความ เสียงหรือภาพ เมื่อผู้เรียนตอบสนอง สื่อปฏิสัมพันธ์จะให้ผลย้อนกลับทันที และยังสามารถแตกสาขาไปยังคำถามและข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนสามารถตอบสนองได้ ซึ่งก็ช่วยให้เกิดปฏิสัมพันธ์ได้

การสอนแบบปฏิสัมพันธ์ในการสอน แบ่งโดยยึดพฤติกรรมปฏิสัมพันธ์ ได้ 2 รูปแบบ ดังนี้

1. ปฏิสัมพันธ์ในการสอนแบบเผชิญหน้า หมายถึง การที่ผู้สอนและผู้เรียนอยู่ต่อหน้ากัน ความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนเป็นไปอย่างใกล้ชิด สามารถโต้ตอบปฏิสัมพันธ์กันได้ทันที เช่น การสอนในชั้นเรียนแบบเผชิญหน้า หรือการสอนแบบตัวต่อตัว

2. ปฏิสัมพันธ์ในการสอนแบบไม่เผชิญหน้า หมายถึง การที่ผู้สอนและผู้เรียนไม่อยู่เผชิญหน้ากัน ความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนทำผ่านสื่อปฏิสัมพันธ์ ปฏิสัมพันธ์แบบไม่เผชิญหน้า ยังแบ่งออกได้เป็นปฏิสัมพันธ์แบบทันที (Real time interaction) และปฏิสัมพันธ์แบบยืดยุ่นเวลา (Delay interaction) ตัวอย่างของปฏิสัมพันธ์แบบทันที เช่น การสอนทางโทรทัศน์

การสอนทางวิทยุปฏิสัมพันธ์ และการสอนทางโทรทัศน์ปฏิสัมพันธ์ ตัวอย่างของปฏิสัมพันธ์แบบยืดหยุ่นเวลา เช่น ระบบรับโทรทัศน์อัตโนมัติบนที่กองเทปเสียง ระบบไปรษณีย์เสียง

4.1 รูปแบบการปฏิสัมพันธ์

การปฏิสัมพันธ์ เป็นกิจกรรมที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ แต่จะต้องมีการวางแผน ออกแบบและเตรียมการไว้ล่วงหน้า กิจกรรมปฏิสัมพันธ์ อาจจัดทำได้

4 รูปแบบ (สรุชัย สิกขาบัณฑิต, 2541) คือ

1) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน (Learner-to-instructor interaction) เป็นการปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการสอน โดยผู้สอนอาจตั้งประเด็นคำถามให้ผู้เรียนตอบ ผู้เรียนอาจถามคำถามที่ตนไม่เข้าใจ หรือผู้เรียนและผู้สอนอาจอภิปราย วิเคราะห์ปัญหาร่วมกัน

2) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน (Learner-to-learner interaction) เป็นการปฏิสัมพันธ์ที่ผู้เรียนร่วมกันทำกิจกรรมทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ในรูปแบบของการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสนทนา

3) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเทคโนโลยี (Learner-to-technology interaction) เป็นการปฏิสัมพันธ์เพื่อการเสาะแสวงหาความรู้ โดยการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษาต่าง ๆ เป็นต้นว่า การศึกษาเนื้อหาจากสื่อ โดยใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษาศึกษาด้วยตนเอง การใช้คอมพิวเตอร์ค้นหาความรู้ทางอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

4) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับเทคโนโลยี (Instructor-to-technology interaction) เป็นการปฏิสัมพันธ์กับเครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษาที่ผู้สอนนำมาใช้ เพื่อการจัดการเรียนการสอน การออกแบบ และผลิตบทเรียน เป็นต้น

นิคม ชัยชุมพล (2560) กล่าวว่า บทบาทในการปฏิบัติการ เสมือนหนึ่งว่าเป็นการสื่อสารระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสารนั้น อาศัยระบบการปฏิสัมพันธ์ในตัวสื่อ ซึ่งมีทั้งการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้ ทั้งแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to one) แบบหนึ่งต่อกลุ่ม (One to many) และกลุ่มต่อกลุ่ม (Many to many) ตลอดจนการโยงใยกันเป็นเครือข่าย (Network) โดยแนวคิดที่ว่าด้วยรูปแบบของการปฏิสัมพันธ์ในการสื่อสารนั้น Schwier and Misanchuk (1993) สรุปว่า การปฏิสัมพันธ์ในการสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการสื่อสาร รวมถึงในสื่อใหม่นั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบ คือ การปฏิสัมพันธ์แบบผิวเผิน (Reactive) การปฏิสัมพันธ์แบบมีบทบาทแลกเปลี่ยน (Proactive) และการปฏิสัมพันธ์แบบมีส่วนร่วมและตัดสินใจ (Mutual)

1) รูปแบบการปฏิสัมพันธ์แบบผิวเผินในการสื่อสาร เป็นการปฏิสัมพันธ์ที่โต้ตอบของผู้ใช้กับสิ่งเร้า ซึ่งหมายถึง จุดที่สามารถโต้ตอบปฏิสัมพันธ์ได้ของสื่อแบบทั่วไป เช่น จุดเริ่มต้นเรื่อง (Enter) จุดเชื่อมโยง (Hyperlink)

2) รูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์ในการสื่อสารแบบแลกเปลี่ยน เป็นการปฏิสัมพันธ์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เข้ามามีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือร่วมกิจกรรมอื่น ๆ เช่น การตั้งกระทู้ถาม-ตอบ การมีส่วนร่วมในการเล่นเกมน หรือตอบคำถามการประเมินผลภายในตัวสื่อ

3) รูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์ในการสื่อสารแบบมีส่วนร่วมและตัดสินใจนั้น เป็นการปฏิสัมพันธ์ที่อนุญาตให้ผู้ใช้งานสามารถเป็นส่วนหนึ่งในการเล่าเรื่อง (Narration) ตั้งกระทู้ถาม-ตอบ สร้างหรือลบข้อความ หรือบทความของตน นำเสนอเรื่องราวของสถานที่ท่องเที่ยว ในมุมมองของตน รวมถึงการอัปโหลดข้อมูลข้อความ ข้อมูลภาพและข้อมูลเสียงต่าง ๆ เพื่อประกอบเรื่องราว ตลอดจนสามารถสร้างภาพแทนตัวตน (Avatar) เพื่อระบุความเป็นตัวตนในสื่อได้ ทั้งนี้ ตัวช่วยที่จะทำให้ระบบการปฏิสัมพันธ์ทำงานได้ก็คือ ระบบการยืนยันการใช้งาน (Confirmation) การควบคุมผู้ใช้งานให้ดำเนินตามสิ่งที่กำหนดไว้ (Pacing) การตั้งคำถามและมีคำตอบ (Inquiry) การที่ผู้ใช้งานสามารถควบคุมสื่อให้เป็นไปตามทิศทางที่ต้องการ (Navigation) และการได้เรียนรู้ (Elaboration)

จากการศึกษาปฏิสัมพันธ์ในการเรียนรู้ สรุปได้ว่า การปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนรู้ เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยการสื่อสารแบบ 2 ทาง ซึ่งเป็นไปได้ทั้งการสื่อสารที่เกิดจากตัวผู้เรียนเองกับผู้สอน หรือกับผู้เรียนอื่น หรือกับเครื่องมือเทคโนโลยีการสื่อสาร สื่อปฏิสัมพันธ์จะให้ผลย้อนกลับทันที และยังสามารถแตกสาขาไปยังคำถามและข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนสามารถตอบสนองได้ รูปแบบการปฏิสัมพันธ์ มี 4 รูปแบบ ได้แก่ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเทคโนโลยี และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับเทคโนโลยี การปฏิสัมพันธ์ในตัวสื่อคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้งาน เป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to one) แบบหนึ่งต่อกลุ่ม (One to many) และกลุ่มต่อกลุ่ม (Many to many) ตลอดจนการโยงใยกันเป็นเครือข่าย (Network) ซึ่งการมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อคอมพิวเตอร์ มี 3 แบบ ได้แก่ การปฏิสัมพันธ์แบบผิวเผิน (Reactive) การปฏิสัมพันธ์แบบมีบทบาทแลกเปลี่ยน (Proactive) และการปฏิสัมพันธ์แบบมีส่วนร่วมและตัดสินใจ (Mutual) ผลจากการศึกษา ผู้วิจัยได้นำความรู้เรื่องปฏิสัมพันธ์ในการเรียนรู้ ไปพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ให้มีประสิทธิภาพในขั้นตอนต่อไป

5. การทดสอบประสิทธิภาพสื่อ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ได้นำเสนอเรื่อง การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน ในวารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย ดังนี้

การผลิตสื่อหรือชุดการสอนนั้น ก่อนนำไปใช้จริง จะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อดูว่า สื่อหรือชุดการสอนทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากสื่อ หรือชุดการสอนในระดับใด ดังนั้น ผู้ผลิตสื่อการสอนจำเป็นจะต้องนำสื่อ หรือชุดการสอนไปหาคุณภาพ เรียกว่า การทดสอบประสิทธิภาพ

5.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

5.1.1 ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะ ในการดำเนินงาน เพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายาม และค่าใช้จ่ายคุ้มค่า ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วน หรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้ากระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio between input, process and output) ประสิทธิภาพ เน้นการดำเนินการ ที่ถูกต้องหรือกระทำสิ่งใด ๆ อย่างถูกวิธี (Doing the thing right) คำว่า ประสิทธิภาพมักสับสนกับคำว่าประสิทธิผล (Effectiveness) ซึ่งเป็นคำที่คลุมเครือไม่เน้นปริมาณ และมุ่งให้บรรลุวัตถุประสงค์ และเน้นการกระทำสิ่งที่ถูกที่ควร (Doing the right thing) ดังนั้น 2 คำนี้ จึงมักใช้คู่กัน คือ ประสิทธิภาพและประสิทธิผล

5.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อ หรือชุดการสอน จึงหมายถึง การหาคุณภาพ ของสื่อหรือชุดการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อ หรือชุดการสอนแต่ละขั้น ตรงกับ ภาษาอังกฤษว่า “Developmental testing” คือ การทดสอบคุณภาพตามพัฒนาการของ การผลิตสื่อ หรือชุดการสอนตามลำดับขั้น เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของ ต้นแบบชิ้นงาน ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการผลิตสื่อและชุดการสอน การทดสอบ ประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียน มีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก

5.1.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น (Try out) เป็นการนำสื่อ หรือ ชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดสอบประสิทธิภาพ ใช้ตามขั้นตอนที่กำหนด

ไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

5.1.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial run) เป็นการนำสื่อ หรือชุดการสอนที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพใช้และปรับปรุง จนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วยทุกหน่วยในแต่ละวิชา ไปสอนจริงในชั้นเรียน หรือในสถานการณ์การเรียนรู้ที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษาเป็นอย่างน้อย เพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้าย ก่อนนำไปเผยแพร่ และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การทดสอบประสิทธิภาพทั้ง 2 ขั้นตอน จะต้องผ่านการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and development: R & D) โดยต้องดำเนินการวิจัยในขั้นทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น และอาจทดสอบประสิทธิภาพซ้ำในขั้นทดสอบประสิทธิภาพใช้จริงด้วยก็ได้

5.2 ความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อ หรือชุดการสอนมีความจำเป็นด้วยเหตุผล 3 ประการ คือ

5.2.1 สำหรับหน่วยงานผลิตสื่อ หรือชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพช่วยประกันคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอนว่าอยู่ในขั้นสูง เหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนแล้ว เมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดี ก็จะต้องผลิตหรือทำขึ้นใหม่ เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลาแรงงานและเงินทอง

5.2.2 สำหรับผู้ใช้สื่อหรือชุดการสอน สื่อหรือชุดการสอนที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพ จะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ดี ในการสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งชุดการสอนต้องช่วยครูสอน บางครั้งต้องสอนแทนครู (อาทิ ในโรงเรียนครูคนเดียว) ดังนั้น ก่อนนำสื่อหรือชุดการสอนไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่า ชุดการสอนมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนจริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้น จะช่วยให้ได้สื่อหรือชุดการสอนที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5.2.3 สำหรับผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุลงในสื่อหรือชุดการสอนมีความเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจอันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงสมอง แรงงาน เวลาและเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

5.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

5.3.1 ความหมายของเกณฑ์ (Criterion) เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่าสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้ การตั้งเกณฑ์ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียว เพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวตั้งเกณฑ์ไว้ 60/ 60 แบบกลุ่มตั้งไว้ 70/ 70 ส่วนแบบสนาม ตั้งไว้ 80/ 80 ถือว่า เป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง อนึ่งเนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้

เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้น หากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใด หรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีก 1 ชั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุง และนำไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด

5.3.2 ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อ หรือ ชุดการสอน ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผลิตสื่อหรือชุดการสอน จะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้น ก็มีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน และคุ้มค่าการลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ ประสิทธิภาพ กระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 = Efficiency of process (ประสิทธิภาพของ กระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_2 = Efficiency of product (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

5.3.2.1 ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional behavior) คือ ประเมินผล ต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

5.3.2.2 ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่ ประสิทธิภาพของสื่อ หรือชุดการสอน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละ ของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่น คือ E_1/E_2 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพ ของผลลัพธ์

ตัวอย่าง 80/ 80 หมายความว่า เมื่อเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนจะ สามารถทำแบบฝึกปฏิบัติหรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และประเมินหลังเรียน และงานสุดท้ายได้ผล เฉลี่ย 80% การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยพิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นวิทยพิสัย (Cognitive domain) จิตพิสัย (Affective domain) และทักษะพิสัย (Skill domain) ในขอบข่ายวิทยพิสัย (เดิมเรียกว่า พุทธิพิสัย) เนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำมักจะตั้งไว้สูงสุดแล้วลดต่ำลงมา คือ 90/ 90, 85/ 85 และ 80/ 80 ส่วนเนื้อหา สาระที่เป็นจิตพิสัยจะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ใน ห้องเรียน หรือในขณะที่เรียน จึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง นั่นคือ 80/ 80 และ 75/ 75 แต่ไม่ต่ำกว่า 75/ 75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด จึงไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำกว่านี้ หากตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็มักได้ผล

เท่านั้น ดังจะเห็นได้จากระบบการสอนของไทย ปัจจุบันได้กำหนดเกณฑ์โดยไม่เขียนเป็นลายลักษณ์อักษรไว้ 0/50 นั้น คือ ให้ประสิทธิภาพกระบวนการมีค่า 0 เพราะครูมักไม่มีเกณฑ์เวลาในการให้งาน หรือแบบฝึกปฏิบัติแก่นักเรียน ส่วนคะแนนผลลัพธ์ที่ให้ผ่าน คือ 50% ผลจึงปรากฏว่า คะแนนวิชาต่าง ๆ ของนักเรียนต่ำในทุกวิชา เช่น คะแนนภาษาไทยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยเฉลี่ยแต่ละปี เพียง 51% เท่านั้น

5.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ กระทำได้ 2 วิธี คือ โดยใช้สูตรและโดยการคำนวณธรรมดา

- 1) การคำนวณโดยใช้สูตร กระทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{x}}{A}$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ คือ คะแนนรวมของแบบฝึกหัดปฏิบัติกิจกรรม หรืองานที่ทำระหว่างเรียน ทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียนหรือออนไลน์

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน

B คือ จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{x}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย ประกอบด้วย ผลการสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย

N คือ จำนวนผู้เรียน

2) วิธีการคำนวณโดยไม่ใช้สูตร หากจำสูตรไม่ได้หรือไม่อยากใช้สูตรผู้ผลิตสื่อ หรือชุดการสอน ก็สามารถใช่วิธีการคำนวณธรรมดาหาค่า E_1 และ E_2 ได้ด้วยวิธีการคำนวณธรรมดา สำหรับ E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของงาน และแบบฝึกปฏิบัติกระทำได้ โดยการนำคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

สำหรับค่า E_2 คือ ประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนของแต่ละสื่อ หรือชุดการสอน กระทำได้โดยการเอาคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมด รวมกัน หาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อยเพื่อหาค่าร้อยละ

5.5 การตีความหมายผลการคำนวณ

หลังจากคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 ได้แล้ว ผู้หาประสิทธิภาพต้องตีความหมายของผลลัพธ์ โดยยึดหลักการและแนวทาง ดังนี้

ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ ให้มีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ ได้ไม่เกิน .05 (ร้อยละ 5) จากช่วงต่ำไปสูง = ± 2.5 นั้นให้ผลลัพธ์ของค่า E_1 หรือ E_2 ที่ถือว่า เป็นไปตามเกณฑ์ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% และสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5% หากคะแนน E_1 หรือ E_2 ห่างกันเกิน 5% แสดงว่า กิจกรรมที่ให้นักเรียนทำกับการสอบหลังเรียนไม่สมดุลกัน เช่น ค่า E_1 มากกว่า E_2 แสดงว่างานที่มอบหมายอาจจะง่ายกว่าการสอบ หรือ หากค่า E_2 มากกว่าค่า E_1 แสดงว่า การสอบง่ายกว่า หรือไม่สมดุลกับงานที่มอบหมายให้ทำ จำเป็นที่จะต้องปรับแก้หากสื่อ หรือชุดการสอนได้รับการออกแบบ และพัฒนาอย่างมีประสิทธิภาพ ค่า E_1 หรือ E_2 ที่คำนวณได้จากการทดสอบประสิทธิภาพจะต้องใกล้เคียงกัน และห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวชี้ที่จะยืนยันได้ว่า นักเรียนได้มีการเปลี่ยนพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้น หรือไม่ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนพฤติกรรม ขั้นสุดท้าย หรืออีกนัยหนึ่ง ต้องประกันได้ว่า นักเรียนมีความรู้จริง ไม่ใช่ทำกิจกรรมหรือทำข้อสอบได้ เพราะการเดา การประเมินในอนาคตจะเสนอผลการประเมินเป็นเลข 2 ตัว คือ E_1 คู่ E_2 เพราะจะทำให้ผู้อ่านผลการประเมินทราบลักษณะนิสัยของผู้เรียน ระหว่างนิสัยในการทำงานอย่างต่อเนื่อง คงเส้นคงวาหรือไม่ (ดูจากค่า E_1 คือ กระบวนการ) กับการทำงานสุดท้ายว่า มีคุณภาพมากน้อย เพียงใด (ดูจากค่า E_2 คือ ผลลัพธ์) เพื่อประโยชน์ของการกลั่นกรองบุคลากรเข้าทำงาน ตัวอย่าง นักเรียน 2 คน คือ เกษมกับปรีชา เกษมได้ผลลัพธ์ $E_1/E_2 = 78.50/82.50$ ส่วนปรีชาได้ผลลัพธ์ $82.50/78.50$ แสดงว่า นักเรียนคนแรก คือ เกษมทำงานและแบบฝึกปฏิบัติทั้งปีได้ 78% และ สอบไล่ได้ 83% จะเห็นว่า จะมีลักษณะนิสัยที่เป็นกระบวนการสู้นักเรียนคนที่สอง คือ ปรีชา ที่ได้ผลลัพธ์ $E_1/E_2 = 82.50/78.50$ ไม่ได้

5.6 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตสื่อหรือชุดการสอนขึ้น เป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหา ประสิทธิภาพตาม ขั้นตอนต่อไปนี้

5.6.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1: 1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้ผู้เรียนที่มีผลการเรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพ ให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกต พฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียน

จากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจ และงานที่มอบให้ทำ และทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหา สารกิจกรรมระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพ จะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ทั้งนี้ E_1/E_2 ที่ได้ จะมีค่าประมาณ 60/ 60

5.6.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1: 10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนที่เก่งปานกลางกับอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพ ให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำ และประเมินผลลัพธ์ คือ การทดสอบหลังเรียน และงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วยให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสารกิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่า เกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่า ประมาณ 70/ 70

5.6.3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1: 100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อ หรือชุดการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้น ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้ว ให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือ กิจกรรม หรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาร กิจกรรมระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปกติไม่น่าจะทดสอบประสิทธิภาพเกิน 3 ครั้ง ด้วยเหตุนี้ ชั้นทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามจึงแทนด้วย 1: 100 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกัน เกณฑ์ที่ตั้งไว้หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า -2.5 ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำจนกว่าจะถึงเกณฑ์ จะหยุดปรับปรุงแล้วสรุปว่า ชุดการสอนไม่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หรือจะลดเกณฑ์ลงเพราะ “ถอดใจ” หรือยอมแพ้ไม่ได้ หากสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน +2.5 ก็ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หากค่าที่ได้สูงกว่าเกณฑ์เกิน +2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น เช่น ตั้งไว้ 80/ 80 ก็ให้ปรับขึ้นเป็น 85/ 85 หรือ 90/ 90 ตามค่าประสิทธิภาพ ที่ทดสอบประสิทธิภาพได้ ตัวอย่าง เมื่อทดสอบ

หาประสิทธิภาพแล้วได้ 83.5/ 85.4 ก็แสดงว่า สื่อหรือชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ 83.5/ 85.4
ใกล้เคียงกับเกณฑ์ 85/ 85 ที่ตั้งไว้ แต่ถ้าตั้งเกณฑ์ไว้ 75/ 75 เมื่อผลการทดสอบประสิทธิภาพ
เป็น 83.5/ 85.4 ก็อาจเลื่อนเกณฑ์ขึ้นมาเป็น 85/ 85 ได้

จากการศึกษา ผู้วิจัยนำแนวคิดการทดสอบประสิทธิภาพสื่อไปใช้ในการทดสอบบทเรียน
ออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้น ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพสื่อ คือ การทดสอบประสิทธิภาพ
แบบเดี่ยว การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม และการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม โดยกำหนด
เกณฑ์ประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ $E_1/E_2 = 80/80$

6. แนวคิด ADDIE Model

ADDIE Model เป็นการออกแบบการเรียนการสอนที่เป็นระบบ ประกอบด้วย
การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) การพัฒนา (Development) การนำไปใช้
(Implementation) และการประเมินสื่อการเรียนการสอนและกิจกรรมต่าง ๆ (Evaluation)
ADDIE Model เป็นการออกแบบการเรียนการสอนมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมากกว่า
แนวทางที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งหมายความว่า
ทุกองค์ประกอบของกิจกรรมถูกควบคุมโดยผลการเรียนรู้ โดยมาจากการกำหนดจากขั้นการวิเคราะห์
อย่างละเอียดของความต้องการของผู้เรียน (Steven, 2000) โดยมีกระบวนการทำงานทั้งหมด
5 ขั้นตอน (ฉลอง ทับศรี, 2562) ได้แก่ การวิเคราะห์ (A: Analysis) การออกแบบ (D: Design)
การพัฒนา (D: Development) การทดลองใช้ (I: Implementation) และการประเมินผล
(E: Evaluation) โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์ (A: Analysis)

เป็นขั้นตอนแรกของการออกแบบบทเรียนของ ADDIE Model มีความสำคัญ
เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ส่งผลไปยังขั้นตอนอื่น ๆ ทั้งระบบ ถ้าการวิเคราะห์ไม่ละเอียดเพียงพอ
จะทำให้ขั้นตอนต่อไปขาดความสมบูรณ์ ในขั้นตอนนี้ จึงใช้เวลาดำเนินการค่อนข้างมาก
เมื่อเปรียบเทียบกับขั้นตอนอื่น ๆ โดยจะต้องพิจารณาในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ คุณลักษณะของผู้เรียน
วัตถุประสงค์ ความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมที่คาดหวัง ปริมาณและความลึกของเนื้อหา และ
แหล่งข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งประกอบด้วยการดำเนินการต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ประเมินความต้องการและผู้เรียน (Assess needs and audience)
- 2) กำหนดเนื้อหาทั้งหมดและเป้าหมาย (Determine overall content and goals)
- 3) ระบุระบบนิพจน์และระบบการนำเสนอ (Specify authoring and delivery systems)
- 4) วางแผนขอบเขตของโครงการทั้งหมด (Plan overall project scope)

5) วางแผนกลยุทธ์การประเมินผลทั้งหมด (Plain overall evaluation strategies)

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์ มีดังนี้

- 1) รายงานผลการประเมินความต้องการ (Needs assessment report)
- 2) คุณลักษณะของผู้เรียน (Learner profile)
- 3) โครงร่างของเนื้อหา (Content outline)
- 4) ขั้นตอนการเรียนรู้ (Learning hierarchy)
- 5) วิธีการออกแบบ (Design approach)
- 6) ข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical specifications)
- 7) กลยุทธ์การประเมินผล (Evaluation strategies)
- 8) ตารางเวลาของโครงการ (Project timetable)

บุคลากรที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนนี้ ได้แก่ ผู้บริหารโครงการ ผู้จัดการโครงการ ผู้ออกแบบระบบการสอน ผู้ประเมินโครงการ โปรแกรมเมอร์และผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ

การออกแบบ (D: Design)

เป็นขั้นตอนที่ดำเนินการต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยออกแบบบทเรียนตามกลยุทธ์ที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการทำงานด้านเอกสาร โดยจะต้องพิจารณาในประเด็นต่าง ๆ เช่น วัตถุประสงค์ของบทเรียน การเรียงลำดับเนื้อหา วิธีการนำเสนอเนื้อหา การเลือกใช้สื่อ และการนำเสนอแบบทดสอบ เป็นต้น ซึ่งประกอบด้วยการดำเนินการต่าง ๆ ดังนี้

- 1) เขียนวัตถุประสงค์แต่ละหน่วย (Write objectives by unit)
- 2) ระบุการปฏิสัมพันธ์ของบทเรียน (Specify instructional interactions)
- 3) สร้างแบบทดสอบวัดผล (Conduct performance test)
- 4) ออกแบบหน้าจอและกราฟิก (Screen design and graphic)
- 5) ออกแบบเทมเพลตของบทเรียน (Screen templates design)
- 6) เขียนผังงานบทเรียน (Write lesson flowcharts)
- 7) เขียนบทดำเนินเรื่อง (Storyboarding)
- 8) สร้างบทเรียนต้นแบบ (Prototyping)

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบ มีดังนี้

- 1) วัตถุประสงค์ของบทเรียน (Objectives)
- 2) เนื้อหาบทเรียนที่ออกแบบ (Design document)
- 3) แบบฝึกหัดและแบบทดสอบวัดผล (Exercises and performance test)
- 4) ต้นแบบของการเรียนการสอน (Instructional archetypes)
- 5) ผังงานบทเรียน (Lesson flowcharts)

6) บทดำเนินเรื่อง (Storyboard)

7) บทเรียนต้นแบบ (Prototype)

บุคลากรที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนนี้ ได้แก่ ผู้จัดการโครงการ ผู้ออกแบบระบบการสอน ผู้ประเมินโครงการ โปรแกรมเมอร์ ผู้ออกแบบกราฟิกและผู้ผลิตบทเรียน

การพัฒนา (D: Development)

เป็นขั้นตอนที่นำผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบมาดำเนินการต่อ เป็นการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อพัฒนาเป็นบทเรียนตามแผนการที่วิเคราะห์ไว้ตั้งแต่ขั้นตอนแรก โดยใช้ระบบนิพจน์หรือซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งบทเรียนต้นแบบ พร้อมจะนำไปทดลองใช้ในขั้นต่อไป ซึ่งประกอบด้วยการดำเนินการต่าง ๆ ดังนี้

- 1) เตรียมวัสดุประกอบบทเรียน (Preparing adjunct materials)
- 2) เขียนบทเรียน (Writing/ Authoring) ในขั้นนี้ ประกอบด้วย การสร้างสรรค์กราฟิก (Creating graphics) การสร้างการปฏิสัมพันธ์บทเรียน และการสร้างบทเรียนพร้อมแบบทดสอบ
- 3) ดำเนินการผลิต (Conduct production) ในขั้นนี้ ประกอบด้วย การผลิตขั้นต้น (Preproduction) การผลิตจริง (Production) และการดำเนินการหลังการผลิต (Postproduction)
- 4) รวมสื่อทั้งหมดเข้าด้วยกันเป็นบทเรียนและเขียนโปรแกรมจัดการ (integrating media and coding)

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการพัฒนา มีดังนี้

- 1) วัสดุประกอบการเรียน (Adjunct materials)
- 2) ตัวบทเรียน ประกอบด้วยข้อความ กราฟฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดีทัศน์ และการปฏิสัมพันธ์ รวมทั้งเอกสารประกอบบทเรียน
- 3) โปรแกรมการจัดการบทเรียน

บุคลากรที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนนี้ ได้แก่ ผู้จัดการโครงการ ผู้ออกแบบระบบการสอน ผู้ประเมินโครงการ โปรแกรมเมอร์ ผู้ออกแบบกราฟิกและผู้ผลิตบทเรียน

การทดลองใช้ (I: Implementation)

เป็นการนำบทเรียนที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายตามวิธีการที่วางแผนไว้ตั้งแต่ต้น ประกอบด้วยการดำเนินการต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ติดตั้งบทเรียน (Installation)
- 2) จัดตารางเวลาพร้อมปรับหลักสูตร (Scheduling and syllabus adjustment)
- 3) ลงทะเบียนเรียนและบริหารบทเรียน (Enrollment and administration)
- 4) ปฐมนิเทศผู้เรียน (Orientation)
- 5) วางแผนการสนับสนุนจากผู้สอน (Instructor plans facilitation)

6) จัดสิ่งสนับสนุนบทเรียน (Facilitation of course)

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการทดลองใช้ มีดังนี้ 1) บัญชีรายชื่อชั้นเรียน (Class roster)

2) การเรียนการสอน (Instructional) และ 3) แผนการสนับสนุนจากผู้สอน (Instructor's facilitation plan)

บุคลากรที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนนี้ ได้แก่ ผู้สอน ผู้เรียน ผู้บริหารหลักสูตร และฝ่ายสนับสนุนด้านเทคนิค

การประเมินผล (E: Evaluation)

เป็นขั้นตอนสุดท้ายของหลักการออกแบบบทเรียนของ ADDIE Model เพื่อประเมินผลบทเรียนและนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขให้ได้บทเรียนที่มีคุณภาพ ประกอบด้วย การดำเนินการ ดังนี้

1) จัดทำเอกสารโครงการ (Documenting project)

2) ทดสอบบทเรียน (Testing)

3) ปรับบทเรียนให้ใช้งานได้ (Validation)

4) ประเมินผลกระทบ (Conducting impact evaluation)

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการประเมินผล มีดังนี้

1) เอกสารโครงการ (Documentation) ได้แก่ บันทึกข้อมูลด้านเวลา (Record time data) รายงานผู้ใช้บทเรียนและผู้ควบคุม (Trainees and supervisors report) และผลสรุปของข้อคำถามบทเรียน (Course review question results) เป็นต้น

2) คุณภาพของบทเรียน (Quality) ได้แก่ ประสิทธิภาพ (Efficiency) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Effectiveness) และความพึงพอใจ (Satisfaction) เป็นต้น

3) รายงานผลกระทบของบทเรียน (Impact evaluation report) บุคลากรที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนนี้ ได้แก่ ผู้จัดการโครงการ ผู้ออกแบบระบบการสอน ผู้ประเมินโครงการ โปรแกรมเมอร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การออกแบบการเรียนการสอนตามรูปแบบ ADDIE Model ประกอบการดำเนินงาน 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) การพัฒนา (Development) การนำไปใช้ (Implementation) และการประเมินผล (Evaluation) ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้ว มีลักษณะเป็นกระบวนการวิจัยและพัฒนา ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบ ADDIE Model มาเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยและพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2542) ได้ระบุ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ในหนังสือประมวลศัพท์ทางการศึกษาว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่ต้องอาศัยทักษะ หรือมีฉะนั้นก็ต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

พัฒน์พงษ์ สีกา (2551) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการกระทำของบุคคล ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เนื่องจากการได้รับประสบการณ์ โดยการเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือจากการเรียนการสอนในชั้นเรียน และสามารถประเมิน หรือ วัดประมาณค่าได้จากการทดสอบ หรือการสังเกตพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลง

พิมพ์ประภา อรัญมิตร (2552) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความรู้ความสามารถ ที่แสดงถึงความสำเร็จที่ได้จากการเรียนการสอนในวิชาต่าง ๆ ซึ่งสามารถวัดเป็นคะแนนได้จากแบบทดสอบทางภาคทฤษฎี หรือภาคปฏิบัติ หรือทั้ง 2 อย่าง

วุฒิชัย ดานะ (2553) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความรู้ ความสามารถ และทักษะที่ได้รับและพัฒนาจากการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ โดยอาศัยเครื่องมือ ในการวัดผลหลังจากการเรียนหรือจากการฝึกอบรม

ไพศาล หวังพานิช (2546) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic achievement) หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคล อันเกิดจากการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการศึกษาอบรม หรือจากการสอบ การวัดผลสัมฤทธิ์ จึงเป็นการตรวจสอบความสามารถหรือระดับความสัมฤทธิ์ผล ของบุคคลว่า เรียนรู้แล้วเท่าไร มีความสามารถแค่ไหน ซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน คือ

1) การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติ หรือทักษะ ของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถดังกล่าว ในรูปการกระทำจริง ให้ออกเป็น ผลงาน เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น ซึ่งการวัดต้องใช้ “ข้อสอบภาคปฏิบัติ”

2) การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ (Content) อันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถ วัดได้ โดยใช้ “ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์”

7.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2542) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ว่า “เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดว่า นักเรียนมีความรู้ หรือความสามารถที่เกิดจากการเรียนการสอน มากน้อยปานใด”

สมคักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2542) ได้ให้ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ความสามารถด้านต่าง ๆ เมื่อได้รับประสบการณ์เฉพาะอย่างไปแล้ว ซึ่งจะเป็นการวัดความสามารถทางวิชาการต่าง ๆ โดยมุ่งวัดว่า นักเรียนมีความรู้ หรือมีทักษะในวิชานั้น มากน้อยเพียงใด

ชาตรี เกิดธรรม (2542) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ ความสามารถ ทักษะเกี่ยวกับด้านวิชาการ ที่ได้เรียนรู้มาในอดีตว่ารับรู้ไว้ได้มากน้อยเพียงไร โดยทั่วไปแล้ว มักใช้วัดหลังจากทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว เพื่อประเมินการเรียนการสอนว่า ได้ผลอย่างไร

จากที่กล่าวมาแล้วเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความเข้าใจจากการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการของผู้เรียนที่ได้รับจากการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชานั้น ๆ

7.3 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้สรุป ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีไว้ ดังนี้

- 1) ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นลักษณะที่สำคัญที่สุด ที่ทำให้เครื่องมือวัดผลนั้นมีคุณภาพ เพราะเป็นการแสดงให้เห็นว่า เครื่องมือวัดนั้น สามารถวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ นั่นคือวัดได้ตรงและครบถ้วนตามเนื้อหาที่ต้องการวัด วัดได้ตรงตามจุดประสงค์ วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริง และวัดแล้วสามารถนำผลการวัดไปพยากรณ์หรือคาดคะเนอนาคตได้
- 2) มีความเชื่อมั่นสูง (Reliability) เครื่องมือวัดผลที่ดีวัดสิ่งเดียวกันหลาย ๆ ครั้ง ผลที่ได้จากการวัด จะเหมือนกันหรือแตกต่างกันน้อยมาก
- 3) ความเป็นปรนัย (Objectivity) เครื่องมือที่มีความเป็นปรนัยจะมีความชัดเจนในตัวเอง เช่น ข้อสอบที่มีความเป็นปรนัย จะมีความชัดเจนอยู่ 3 ประการ คือ คำถามชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน คำตอบแน่นอน ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน และประการสุดท้าย คือ แปลความหมายคะแนนได้ตรงกัน
- 4) มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) ไม่ยากเกินไป และไม่ง่ายเกินไป ข้อสอบข้อใดที่มีคนตอบถูกมากแสดงว่า “ง่าย” ข้อที่มีคนตอบถูกน้อย แสดงว่า “ยาก” ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (p) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00-1.00 ข้อสอบที่ดีมีค่า p อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 ซึ่งเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก ปานกลาง และค่อนข้างง่าย
- 5) มีอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง สามารถแบ่งแยกคนเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ถูกต้อง ข้อสอบที่จำแนกได้ หมายถึง ข้อสอบที่คนเก่งตอบถูก คนอ่อนตอบผิด ข้อสอบที่จำแนกกลับ คนเก่งจะตอบผิด แต่คนอ่อนจะตอบถูก และข้อสอบที่จำแนกไม่ได้ คนเก่งและคนอ่อน

จะตอบถูกและผิดพอ ๆ กัน ไม่ค่อยมีความแตกต่างกันมากนัก อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่า r อยู่ระหว่าง -1.00 ถึง $+1.00$ ค่า r เป็นเครื่องหมายลบ หมายความว่า จำแนกไม่ได้ คนเก่งตอบถูก น้อยกว่าคนอ่อน r เป็นเครื่องหมายบวก หมายความว่า จำแนกได้ คนเก่งตอบถูกมากกว่าคนอ่อน ข้อสอบที่มีค่า r ใกล้ศูนย์ ($r = -0.19$ ถึง $+0.19$) เป็นข้อสอบที่จำแนกไม่ได้ เพราะคนเก่งตอบถูกพอ ๆ กับคนอ่อน ข้อสอบที่ดีควรมีค่า r อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 1.00

6) มีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ เครื่องมือที่สามารถทำให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุด เชื่อถือได้ มากโดยใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องตัว แต่เสียเวลาน้อย ลงทุนน้อย และใช้แรงงานน้อย

7) มีความยุติธรรม (Fair) ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบกัน ระหว่างผู้ที่ถูกวัดด้วยกัน

8) ใช้คำถามถามลึก (Searching) ข้อสอบที่ดีต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการคิดค้นก่อนที่จะตอบ

9) ใช้คำถามยั่วยุ (Exemplary) มีลักษณะที่ทำให้ผู้สอบอยากคิดอยากตอบ และทำด้วยความเต็มใจ

10) คำถามจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามวงกว้างเกินไป หรือถามคลุมเครือ ให้คิดได้หลายแง่หลายมุม

จากการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี จะต้องมียุทธวิธีดังนี้ มีความเที่ยงตรง มีความเชื่อมั่นสูง มีความเป็นปรนัย มีความยากง่ายพอเหมาะ มีอำนาจจำแนก มีประสิทธิภาพ มีความยุติธรรม ใช้คำถามถามลึก ใช้คำถามยั่วยุ และคำถามจำเพาะเจาะจง โดยผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหาความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบก่อนที่จะนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้

8. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

8.1 ความหมายของแบบวัดทักษะ

ศฤงคาร บุญกลาง (2558) ได้สรุปความหมายของแบบวัดทักษะไว้ว่า แบบวัดทักษะเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาเฉพาะทักษะ ช่วยพัฒนานักเรียนให้เกิดความชำนาญและเสริมสร้างความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน มีลักษณะคล้ายแบบทดสอบย่อย แต่มีลักษณะที่เฉพาะเจาะจงมากกว่า

ถวัลย์ มาศจรัส (2548) ได้ให้คำจำกัดความของแบบวัดทักษะว่า เป็นกิจกรรมพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม มีความหลากหลายและปริมาณเพียงพอที่สามารถตรวจสอบและพัฒนาทักษะกระบวนการความคิด กระบวนการเรียนรู้ สามารถนำนักเรียน

สู่การสรุปความคิดรวบยอดและหลักการสำคัญของสาระการเรียนรู้ รวมทั้งทำให้นักเรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจบทเรียนด้วยตนเองได้

สรุปได้ว่า แบบวัดทักษะ เป็นแบบทดสอบหรือชุดการสอนในการแก้ปัญหาเฉพาะทักษะ เป็นกิจกรรมพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม ที่สามารถตรวจสอบและพัฒนาทักษะ

8.2 ความสำคัญของแบบวัดทักษะ

ประภาพร ถิ่นอ่อน (2553) กล่าวว่า แบบวัดทักษะเป็นสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้วัดความสามารถด้วยตนเอง ครอบคลุมเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว ทำให้นักเรียนมีความรู้และทักษะมากขึ้น เพราะมีรูปแบบหรือลักษณะที่หลากหลาย

สมพร ตอยยี่ปี (2554) กล่าวว่า แบบวัดทักษะ เป็นแบบทดสอบที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะและความรู้ต่าง ๆ จนเกิดความชำนาญ และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างถูกต้อง

แบบวัดทักษะ เป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาทักษะในเรื่องที่นักเรียนได้เรียนรู้ให้มากขึ้น โดยอาศัยการฝึกฝนหรือปฏิบัติด้วยตนเอง ลักษณะปัญหาในแบบวัดทักษะ จะเป็นปัญหาที่เสริมทักษะพื้นฐาน โดยกำหนดขึ้นให้นักเรียนตอบเรียงลำดับจากง่ายไปยาก ปริมาณของปัญหาต้องเพียงพอที่สามารถตรวจสอบและพัฒนาทักษะกระบวนการคิด กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

8.3 ประเภทของแบบวัดทักษะ

อุไร จักษตรมงคล (2558) แบบวัดทักษะการคิดตามแนวทางของมหาวิทยาลัยแคมบริดจ์ เป็นการวัดการคิดสองชนิด ได้แก่ การคิดแก้ปัญหา (Problem solving) และการคิดวิเคราะห์ (Critical thinking)

8.3.1 การคิดแก้ปัญหา (Problem solving) ทักษะการคิดแก้ปัญหา เป็นการอธิบายเหตุผลด้วยทักษะทางการคำนวณและมิติสัมพันธ์ ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบในวิชาการและวิชาชีพนั้น มีความแตกต่างและหลากหลาย ไม่มีสูตรสำเร็จตายตัว ดังนั้น จึงต้องพยายามหาทางแก้ปัญหาให้ได้ การคิดแก้ปัญหา (Problem solving) คำถามในส่วนนี้ มี 3 ชนิด ได้แก่

1) การเลือกข้อมูลที่สำคัญ (Relevant selection) ปัญหาที่เกิดขึ้นมักจะมีข้อมูลสารสนเทศเกินความจำเป็น ขั้นตอนแรกของการแก้ปัญหา คือ การตัดสินใจว่า ข้อมูลใดที่เป็นประโยชน์หรือมีความสำคัญ โจทย์อาจจะให้ข้อมูลที่ไม่มีความสำคัญ ฟุ่มเฟือย ทำให้เขว ข้อคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบเลือกข้อมูลที่สำคัญ มักจะเป็นโจทย์ที่ให้หาข้อมูลที่สำคัญและมีประโยชน์ในการแก้ปัญหา

2) ค้นหากระบวนการ (Finding procedures) เมื่อสำรวจข้อมูลที่มีอยู่แล้ว ก็ยังไม่พบวิธีการแก้ปัญหา เพราะยังไม่ค้นพบวิธีการ หรือกระบวนการที่จะใช้ในการเชื่อมโยงวิธีแก้ปัญหา

3) หาความเหมือน (Identifying similarity) โจทย์ลักษณะนี้ จะกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วถามหาสถานการณ์ที่มีโครงสร้างคล้ายคลึงกับโจทย์ หรือหาคำตอบจากสถานการณ์

8.3.2 การคิดวิเคราะห์ (Critical thinking) ทักษะการคิดวิเคราะห์เป็นพื้นฐานในการศึกษาและนำไปใช้ในการแสดงมุมมองของบุคคล นักประวัติศาสตร์ใช้ทักษะนี้ เมื่อต้องบันทึกเหตุการณ์ในอดีต นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อให้เหตุผลกับสิ่งที่ค้นพบในการทดลอง ประเด็นหลัก คือ ความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการนำเสนอ ที่ตรงกันระหว่างผู้สื่อสารและผู้รับ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดการประเมินทักษะในการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้แบบวัดทักษะในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง จำนวน 3 สถานการณ์ โดยแบ่งเป็นสถานการณ์ละ 7 ข้อ ได้แก่ ได้แก่ 1) จัดระเบียบแก่นของปัญหาให้มีความชัดเจน 2) บรรยายเรื่องราวพฤติกรรมปัญหาที่เกิดขึ้น 3) เลือกตัวแปรที่เป็นปัจจัยหลักของปัญหา 4) กำหนดชื่อตัวแปรให้ชัดเจน 5) เขียนกราฟแสดงพฤติกรรมของตัวแปรภายใต้ช่วงเวลาหนึ่ง 6) การระบุทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปร และ 7) เขียนแผนภูมิวงรอบเหตุและผล

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อัญญารัตน์ สุทัศน์ ณ อยุธยา, จินตวิทย์ คล้ายสังข์ และอรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง (2563) ได้วิจัยเรื่อง การฝึกอบรมออนไลน์เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการคิดเชิงระบบ: การศึกษาสภาพ และความคาดหวัง การวิจัยนี้ เป็นขั้นตอนแรกของการวิจัยและพัฒนา อันประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การหาความต้องการจำเป็น การวิเคราะห์ การออกแบบและพัฒนา การนำไปใช้ ตลอดจนการประเมินผล เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการคิดเชิงระบบแก่พนักงานในอุตสาหกรรมอื่น ๆ ด้วยการศึกษาสภาพและความคาดหวังในบริบทของพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน เกี่ยวกับกิจกรรมการฝึกอบรมและความเข้าใจการคิดเชิงระบบ เมื่อศึกษาวรรณกรรมแล้ว ได้เก็บข้อมูลเชิงปริมาณโดยการแจกแบบสอบถามแก่พนักงานต้อนรับบนเครื่องบินทั้งหมด 9 สายการบิน จำนวน 296 คน โดยเก็บข้อมูลความถี่ ร้อยละและการจัดลำดับข้อมูลแบบตอบสนองคู่ (Dual-response format) โดยวิธี Priority Needs Index (PNI) ผลวิจัย พบว่าร้อยละ 66.89 พนักงานฯ ไม่ได้รับการฝึกอบรมอื่น นอกจากการอบรมประจำปีของบริษัท ร้อยละ 61.15 เข้าใจลักษณะการคิดเชิงระบบคลาดเคลื่อน วิธีการฝึกอบรมที่เหมาะสม คือ การฝึกอบรมออนไลน์ คิดเป็นร้อยละ 28.38 และการอบรมแบบผสมผสาน คิดเป็นร้อยละ 25.34 และผลการจัดลำดับความสำคัญของความคิดเห็น โดยใช้ PNI พบว่า การพัฒนาตนเองด้วยการฝึกอบรมของบริษัทนั้น มีประโยชน์ ใช้กับชีวิตจริงได้ เป็นความสำคัญอันดับ 1 และด้านการสนับสนุนการฝึกอบรมจากบริษัทนั้น ควรจัดฝึกอบรมความรู้ศาสตร์ต่าง ๆ ด้วยเป็นความสำคัญอันดับ 1

นาถดี นันทาภินัย (2561) ได้การวิจัยและพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเพื่อการพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา วัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งสำหรับพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง และ 3) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งกับกลุ่มที่เรียนในชั้นเรียนปกติ ผลการวิจัย พบว่า 1) บทเรียนอีเลิร์นนิ่งมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 85/ 82 2) ผลการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการคิดแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งมีคะแนนการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งมีคะแนนการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่เรียนในชั้นเรียนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรารุช พัทธมพูน, ไชยรัตน์ ปราณี และสิริพร ปาณวงษ์ (2560) ได้วิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดเชิงระบบ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดเชิงระบบสำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดเชิงระบบ ผลการวิจัย พบว่า กระบวนการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) เสนอประเด็นปัญหา 2) ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม 3) วิเคราะห์ระบบความคิด 4) แลกเปลี่ยนเรียนรู้ 5) สร้างระบบความคิด 6) ลงมือปฏิบัติ และ 7) ประเมินผลกระบวนการคิด และนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงมีความสามารถในการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พรพรรณ แสงแก้ว (2559) ได้วิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนออนไลน์เชิงปฏิสัมพันธ์แบบมีส่วนร่วม ศึกษาระบบฐานข้อมูลสำหรับสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ วัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เชิงปฏิสัมพันธ์แบบมีส่วนร่วม ศึกษาระบบฐานข้อมูล สำหรับสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เชิงปฏิสัมพันธ์แบบมีส่วนร่วม ศึกษาระบบฐานข้อมูล สำหรับสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เชิงปฏิสัมพันธ์แบบมีส่วนร่วม ศึกษาระบบฐานข้อมูลสำหรับสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ผลการวิจัย พบว่า 1) บทเรียนออนไลน์เชิงปฏิสัมพันธ์แบบมีส่วนร่วมมีประสิทธิภาพ 80.33/ 81.23 สูงกว่าเกณฑ์ 80/ 80 ที่กำหนดไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียน

ด้วยบทเรียนออนไลน์เชิงปฏิสัมพันธ์แบบมีส่วนร่วม สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจของผู้เรียน เมื่อผ่านการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์เชิงปฏิสัมพันธ์แบบมีส่วนร่วม วิชาระบบฐานข้อมูล สำหรับสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าบทเรียนออนไลน์เชิงปฏิสัมพันธ์แบบมีส่วนร่วม วิชาระบบฐานข้อมูล สำหรับสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัย ราชภัฏบุรีรัมย์ สามารถนำไปใช้งานในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กุลธวัช สมารักษ์, ปณิดา วรรณพิรุณ และพัลลภ พิริยะสุรวงศ์ (2558) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนแบบผสมผสานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์โดยใช้กรณีศึกษาด้วยวิดีโอแอซรีริง เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สรุปได้ว่า นักศึกษาที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนแบบผสมผสานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยใช้กรณีศึกษาด้วยวิดีโอแอซรีริง มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ มีคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุมาพร ต้อยแก้ว (2554) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ วิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของผู้เรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนผ่านบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน 3) ศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนผ่านบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัย พบว่า 1) ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน มีประสิทธิภาพ 82.53/ 81.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้ง ไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนผ่านบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน มีคะแนนการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ทักษะด้านการคิดวิเคราะห์วิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซีหลังเรียนผ่านบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน มีค่าสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I) เพิ่มขึ้นร้อยละ 69.25 และ 4) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.67 สรุปได้ว่า บทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานที่สร้างขึ้น มีคุณภาพและใช้สอนได้

กันยารัตน์ ศรีวิสุทธิกุล (2558) ได้วิจัยพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ด้วยเลิร์นนิ่ง

แอปเจ็กต์ เพื่อการสร้างความรู้ด้วยตนเอง วัตถุประสงค์ 1) พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเลิร์นนิ่งแอปเจ็กต์บนเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และ 2) ประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงของผู้เรียน ผลการวิจัย พบว่า 1) รูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ ด้วยเลิร์นนิ่งแอปเจ็กต์ เพื่อการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ได้รับการยอมรับจากผู้เชี่ยวชาญในระดับมากที่สุด รูปแบบฯ ประกอบด้วย 8 คุณลักษณะของเลิร์นนิ่งแอปเจ็กต์ คือ เป็นสื่อดิจิทัล ก่อให้เกิดการเรียนรู้ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ขนาดกระทัดรัดและสมบูรณ์ในตัวเอง นำกลับมาใช้ใหม่ได้ สามารถใช้ร่วมกับเลิร์นนิ่งแอปเจ็กต์อื่น นำไปใช้ได้หลายแพลตฟอร์มเข้าถึงทุกที่ ทุกเวลา โดยทำงานอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมแบ่งปันความเข้าใจจากการเรียนรู้ร่วมกัน ตาม 3 ขั้นตอนการเรียนรู้ ของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ คือ ขั้นเตรียมความพร้อม ขั้นปรับโครงสร้างทางปัญญา และขั้นประยุกต์ความรู้ใหม่ในสถานการณ์อื่น 2) คุณภาพการเรียนรู้จากการประเมินตามสภาพจริง มีคุณภาพโดยรวมในระดับดีมาก

ชัยวัฒน์ ยะปัญญา (2558) ได้วิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องวิวัฒนาการของสื่อภาพยนตร์ วิชา หลักการภาพยนตร์และโทรทัศน์ วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ คือ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง วิวัฒนาการของสื่อภาพยนตร์ วิชา หลักการภาพยนตร์และโทรทัศน์ 2) เพื่อวัดประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง วิวัฒนาการของสื่อภาพยนตร์ วิชาหลักการภาพยนตร์และโทรทัศน์ มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 80/ 80 และ 3) เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง วิวัฒนาการของสื่อภาพยนตร์ วิชาหลักการภาพยนตร์และโทรทัศน์ ผลการวิจัย พบว่า 1) บทเรียนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวิวัฒนาการของสื่อภาพยนตร์ วิชา หลักการภาพยนตร์และโทรทัศน์ มีประสิทธิภาพ 80.33/ 82.20 สูงกว่าเกณฑ์ 80/ 80 ที่กำหนดไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า บทเรียนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ ที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้งานในการเรียนการสอนได้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development) ขั้นตอนดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้อ้างอิงแนวคิดการพัฒนาการสอน ADDIE Model 5 ขั้นตอน มาประยุกต์ใช้สำหรับการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ปัญหาการเรียนการสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สารการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ บริบทของผู้เรียน แนวคิด บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ อุปกรณ์เข้าถึงบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบ (Design) ผู้วิจัยดำเนินการออกแบบจุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ ระบบจัดการบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ สื่อประกอบบทเรียน กิจกรรม ระหว่างเรียน แบบประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนา (Development) ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาและหาคุณภาพ บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน การทดลองรายบุคคล การทดลองกลุ่มย่อย

ขั้นตอนที่ 4 การนำไปใช้จริง (Implementation)

ประชากร ได้แก่ นิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพาที่เรียนวิชาการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 41 กลุ่มเรียน (จำนวน 1,725 คน)

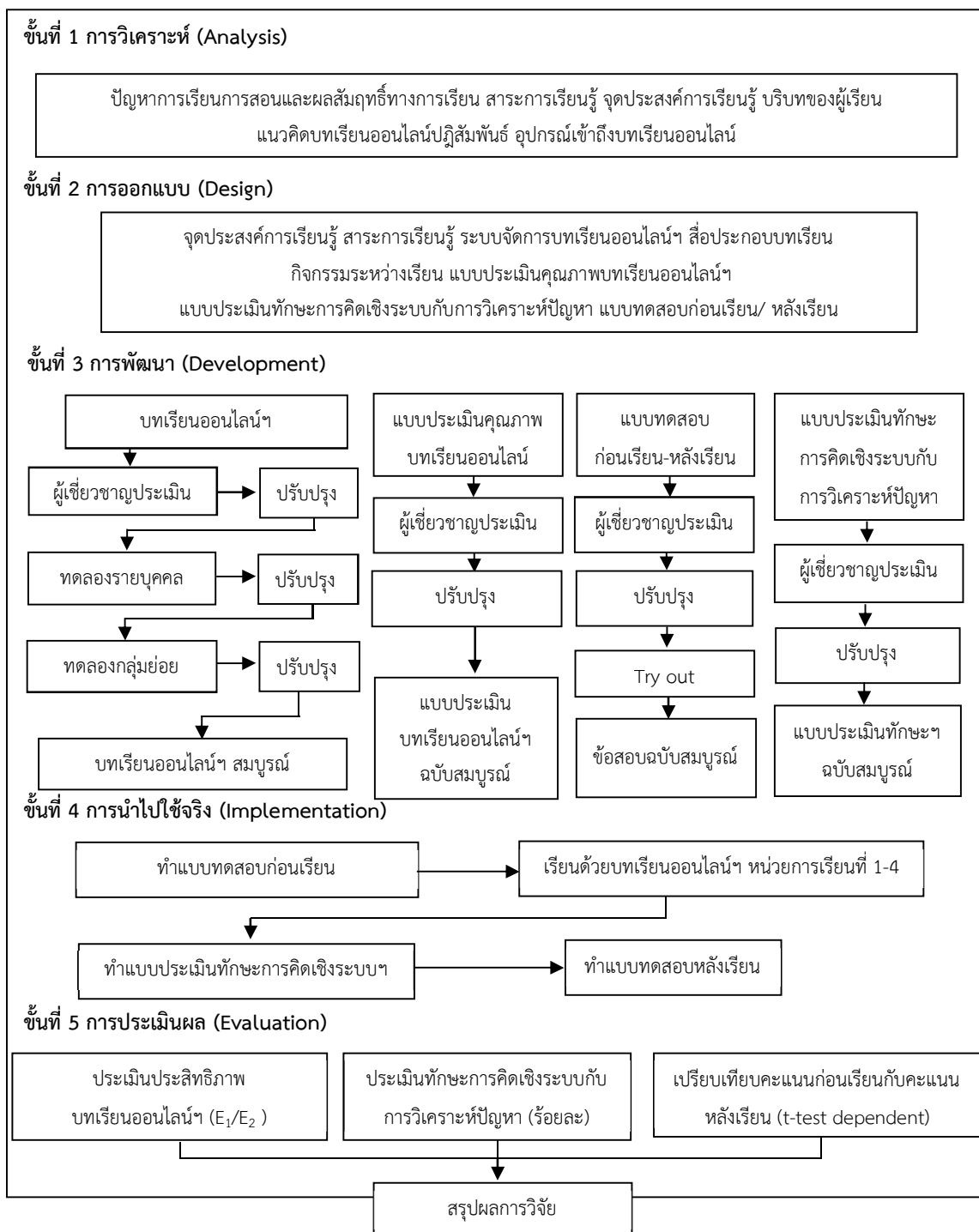
กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ที่เรียนวิชาการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 40 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling)

เครื่องมือในการวิจัยขั้นตอน การนำไปใช้จริง (Implementation) ได้แก่

1. บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา
2. แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา
3. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (แบบทดสอบชุดเดียวกัน)

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) ผู้วิจัยประเมินประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 ประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา และเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียน ด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

การดำเนินการวิจัยและพัฒนาตามหลักการ ADDIE Model 5 ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis)

1. การวิเคราะห์ปัญหาการเรียนการสอนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มหาวิทยาลัยบูรพาเปิดการสอนรายวิชาการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา โดยจัดอยู่ในกลุ่มหมวดวิชาการศึกษาทั่วไป กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์ ดำเนินการพัฒนารายวิชาและดำเนินการสอนโดยคณาจารย์ประจำภาควิชาวัฒนธรรมและเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ ในแต่ละภาคการศึกษา เปิดให้นิสิตทุกสาขาในมหาวิทยาลัยสามารถลงทะเบียนเรียน และพบว่า แต่ละภาคการศึกษามีนิสิตลงทะเบียนประมาณ 1,000-1,200 คน จัดเป็นกลุ่มเรียน กลุ่มละ 40-50 คน จำนวน 2 คาบ ต่อสัปดาห์

ผลการวิเคราะห์ปัญหาการเรียนการสอนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า การเรียนวิชาการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา เวลาเรียนในแต่ละครั้งเวลา ไม่เพียงพอต่อการทำกิจกรรมฝึกทักษะการคิดเชิงระบบ ขาดแหล่งเรียนรู้เสริมสำหรับเรียนรู้ด้วยตนเอง แบบมีปฏิสัมพันธ์ ธีที่สื่อสามารถตอบโต้กับผู้เรียน ในด้านผลการเรียนนิสิตบางส่วน มีทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหาไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการเรียนที่กำหนดไว้

2. การวิเคราะห์ สาธารณการเรียนรู้และวัตถุประสงค์การเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชาการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ได้แก่ ความหมาย หลักการ ความสำคัญและการคิดเชิงระบบกับองค์กรแห่งการเรียนรู้ การคิดที่ใช้ในกระบวนการคิดเชิงระบบ เครื่องมือช่วยในการจัดการความคิด การวิเคราะห์ สภาพการณ์ปัญหา การค้นหารูปแบบ และความสัมพันธ์ของปัญหา การเชื่อมโยงระหว่างสาเหตุกับผล การสร้างแผนภาพวงจรการคิดเชิงระบบ การนำหลักการการคิดเชิงระบบไปใช้กับสาขาวิชาต่าง ๆ ประยุกต์การคิดเชิงระบบกับการแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา และได้สังเคราะห์โดยกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เนื้อหาการเรียนรู้ในบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ โดยขอบเขตของเนื้อหาในแต่ละหน่วยของบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เพื่อให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ และเนื้อหาการเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้	เนื้อหาการเรียน
1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจความหมาย หลักการ คุณค่า ความสำคัญ และ ธรรมชาติของการคิด และการคิดเชิงระบบ	1. พื้นฐานการคิด เชิงระบบ	- การคิด - คุณสมบัติที่เอื้อต่อการพัฒนาการคิด - ระดับของความคิด - โครงสร้างทางสมองกับการคิด - การคิดแก้ปัญหา - ระบบ (System) - การนิยามคุณลักษณะของระบบ - เหตุการณ์ รูปแบบและโครงสร้าง - การคิดเชิงระบบ
2. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับ การคิดวิเคราะห์ และ เครื่องมือช่วยพัฒนา การคิด	2. การคิดวิเคราะห์ และเครื่องมือช่วย พัฒนาการคิด	- การการคิดวิเคราะห์ - ลักษณะของการคิดวิเคราะห์ - องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ - กระบวนการคิดวิเคราะห์ - เครื่องมือช่วยพัฒนาการคิด - แผนที่ความคิด (Mind map) - ผังก้างปลา (Fishbone diagram) - SWOT analysis - ตารางการตัดสินใจ (Decision matrix)
3. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับ ความสำคัญของการคิด เชิงระบบกับองค์กร แห่งการเรียนรู้	3. องค์การการเรียนรู้ และกระบวนการคิด เชิงระบบ	- องค์การแห่งการเรียนรู้กับการคิด เชิงระบบ - วัฒนธรรมที่เป็นรากฐานขององค์กร แห่งการเรียนรู้ - วินัย 5 ประการสำหรับองค์กร แห่งการเรียนรู้ - กระบวนการคิดเชิงระบบ - การคิดที่เกิดขึ้นในกระบวนการคิด เชิงระบบ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้	เนื้อหาการเรียน
4. ผู้เรียนมีความรู้ และมีทักษะการสร้าง ตัวแปรของปัญหา และกราฟพฤติกรรม ตลอดเวลา (Behavior over time graphs: BOT)	4. การวิเคราะห์ปัญหา ด้วยวิธีการคิด เชิงระบบ	- ตัวแปรของปัญหาและกราฟพฤติกรรมตลอดเวลา (Behavior over time graphs: BOT) - การบ่งชี้ตัวแปร - การวาดกราฟพฤติกรรมตลอดเวลา (Behavior over time graphs: BOT) - รูปแบบแผนภูมิวงรอบเหตุและผล (Causal loop diagrams: CLD) - วงรอบแบบเสริมแรง (Reinforcing process) และแบบสร้างสมดุล (Balancing process) - วิธีการสร้างแผนภูมิวงรอบเหตุและผล - แนวปฏิบัติในการสร้างแผนภูมิวงรอบเหตุและผล
5. ผู้เรียนมีความรู้ และ มีทักษะการสร้าง แผนภูมิวงรอบเหตุ และผล (Causal loop diagrams: CLD)		

3. วิเคราะห์บริบทของผู้เรียน

จากการวิเคราะห์ความพร้อมของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนในระดับปริญญาตรี มีอุปกรณ์ และมีทักษะในการใช้สื่อและอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่สามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้ทุกคน และผู้เรียนทุกคนสามารถใช้งานเว็บไซต์เพื่อการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเองผ่านการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ และผู้เรียนมีทักษะการใช้ช่องทางการสื่อสารต่าง ๆ เพื่อสอบถาม และสนทนาแลกเปลี่ยนกับอาจารย์ผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียนได้ตลอดเวลา

ผลจากการวิเคราะห์บริบทของผู้เรียน ทำให้ผู้วิจัยสามารถพัฒนาบทเรียนออนไลน์ ปฏิสัมพันธ์ เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ ที่ผู้เรียนทุกคนสามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลา

4. การวิเคราะห์แนวคิดบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์

จากการวิเคราะห์แนวคิดบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ สรุปได้ว่า

4.1 บทเรียนออนไลน์ เป็นการจัดการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายสัญญาณอินเทอร์เน็ต นำเสนอเนื้อหาสาระ การทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน การทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน ผ่านเว็บไซต์ ในลักษณะสื่อประสม (Multimedia) ประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง มีกิจกรรมที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบหรือสื่อสารกับบทเรียน โดยใช้แป้นพิมพ์ การคลิกเมาส์ หรือการสัมผัส

หน้าจอ และมีช่องทางการสื่อสารกับผู้สอน หรือสื่อสารกับผู้เรียนกับผู้เรียน ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ กระดานความคิดเห็น และจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

- 4.2 องค์ประกอบของบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ คือ 1) เนื้อหาและสื่อการเรียนรู้
2) ระบบนำส่งสารสนเทศและการสื่อสาร 3) ระบบการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ทางการเรียน
4) ระบบการวัดและการประเมินผล 5) ระบบสนับสนุนการเรียนรู้ และ 6) ผู้สอนและผู้เรียน

4.3 การปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนรู้ เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ ด้วยการสื่อสารแบบ 2 ทาง ซึ่งเป็นไปได้ทั้งการสื่อสารที่เกิดจากตัวผู้เรียนเองกับผู้สอน หรือกับผู้เรียนอื่น หรือกับเครื่องมือเทคโนโลยีการสื่อสาร สื่อปฏิสัมพันธ์จะให้ผลย้อนกลับทันที และยังสามารถแตกสาขาไปยังคำถามและข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนสามารถตอบสนองได้ รูปแบบการปฏิสัมพันธ์ มี 4 รูปแบบ ได้แก่ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเทคโนโลยี และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับเทคโนโลยี การปฏิสัมพันธ์ในตัวสื่อคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้ เป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to one) แบบหนึ่งต่อกลุ่ม (One to many) และกลุ่มต่อกลุ่ม (Many to many) ตลอดจนการโยงใยกันเป็นเครือข่าย (Network) ซึ่งการมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อคอมพิวเตอร์ มี 3 แบบ ได้แก่ การปฏิสัมพันธ์แบบผิวเผิน (Reactive) การปฏิสัมพันธ์แบบมีบทบาทแลกเปลี่ยน (Proactive) และการปฏิสัมพันธ์แบบมีส่วนร่วมและตัดสินใจ (Mutual)

ผลจากขั้นตอนการวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้นำผลการสังเคราะห์โครงสร้างเนื้อหา สำหรับนำไปออกแบบบทเรียนออนไลน์ และได้ความรู้เรื่องปฏิสัมพันธ์ในการเรียนรู้ เครื่องมือในการสร้างปฏิสัมพันธ์ในบทเรียนออนไลน์ ตลอดจนลักษณะสื่อในบทเรียนออนไลน์ นำไปประยุกต์เพื่อออกแบบบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษาในปัจจุบันในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบ (Design)

การออกแบบในงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย การออกแบบบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา และการออกแบบเครื่องมือในการเก็บข้อมูลวิจัย เพื่อประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ฯ ได้แก่ 1) แบบประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา 2) แบบแบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา และ 3) แบบทดสอบก่อนเรียน/ หลังเรียน

รายละเอียดการออกแบบบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา และการออกแบบเครื่องมือในการเก็บข้อมูลวิจัยเพื่อประเมินคุณภาพ และคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ฯ มีดังนี้

1. บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับ นิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา

1.1 การออกแบบโครงสร้างเนื้อหาการเรียนรู้ ดังแสดงในตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 โครงสร้างเนื้อหาการเรียนรู้การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

หน่วย การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	เนื้อหา	สื่อ	กิจกรรม ปฏิสัมพันธ์	การประเมิน
1. พื้นฐาน การคิด เชิงระบบ	เพื่อให้ผู้เรียน มีความรู้ความ เข้าใจความหมาย หลักการ คุณค่า ความสำคัญ และ ธรรมชาติของ การคิด และ การคิดเชิงระบบ	เรื่องที่ 1 การคิด - คุณสมบัติที่เอื้อต่อการพัฒนาการคิด - ระดับของความคิด - โครงสร้างสมองกับการคิด - การคิดแก้ปัญหา เรื่องที่ 2 ระบบ (System) - คุณลักษณะของระบบ - เหตุการณ์ รูปแบบ และโครงสร้างของปัญหา - การคิดเชิงระบบ	- บทเรียนออนไลน์ - เอกสารดิจิทัล - วิดีทัศน์ - แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมบนเว็บไซต์	- แบบฝึกออนไลน์ผ่าน Google forms - กระดานสนทนา - แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้	- การตอบแบบฝึกหัด - คะแนนสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้
2. การคิด วิเคราะห์ และ เครื่องมือ ช่วยพัฒนา การคิด	เพื่อให้ผู้เรียน มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับ การคิดวิเคราะห์ และเครื่องมือช่วย พัฒนาการคิด	เรื่องที่ 1 การคิดวิเคราะห์ - ลักษณะการคิดวิเคราะห์ - องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ - กระบวนการคิดวิเคราะห์ เรื่องที่ 2 เครื่องมือช่วยพัฒนาการคิด - แผนที่ความคิด (Mind map) - ผังก้างปลา (Fishbone diagram) - SWOT analysis - ตารางการตัดสินใจ (Decision matrix)	- บทเรียนออนไลน์ - เอกสารดิจิทัล - วิดีทัศน์ - แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมบนเว็บไซต์	- แบบฝึกออนไลน์ผ่าน Google forms - กระดานสนทนา - แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้	- การตอบแบบฝึกหัด - คะแนนสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

ตารางที่ 3 (ต่อ)

หน่วย การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	เนื้อหา	สื่อ	กิจกรรม ปฏิสัมพันธ์	การประเมิน
3. องค์การ การเรียนรู้ และ กระบวนการ คิดเชิงระบบ	เพื่อให้ผู้เรียน มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับ ความสำคัญของการ คิดเชิงระบบ กับองค์กร แห่งการเรียนรู้	เรื่องที่ 1 องค์การแห่งการเรียนรู้กับการคิดเชิงระบบ - วัฒนธรรมที่เป็นรากฐานขององค์กรแห่งการเรียนรู้ - วินัย 5 ประการ สำหรับองค์กรแห่งการเรียนรู้ เรื่องที่ 2 กระบวนการคิดเชิงระบบ - การคิดที่เกิดขึ้นในกระบวนการคิดเชิงระบบ	- บทเรียนออนไลน์ - เอกสารดิจิทัล - วิดีทัศน์ - แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมบนเว็บไซต์	- แบบฝึกออนไลน์ผ่าน Google forms - กระดานสนทนา - แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้	- การตอบแบบฝึกหัด - คะแนนสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้
4. การวิเคราะห์ ปัญหา ด้วยวิธีการคิด เชิงระบบ	1. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ และมีทักษะการสร้างตัวแปรของปัญหาและกราฟพฤติกรรมตลอดช่วงเวลา (Behavior over time graphs: BOT) 2. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ และมีทักษะการสร้างแผนภูมิวงรอบเหตุและผล (Causal loop diagrams: CLD)	เรื่องที่ 1 ตัวแปรของปัญหาและกราฟพฤติกรรมตลอดช่วงเวลา (Behavior over time graphs: BOT) - การบ่งชี้ตัวแปร - การวาดกราฟพฤติกรรมตลอดช่วงเวลา (Behavior over time graphs: BOT) เรื่องที่ 2 รูปแบบแผนภูมิวงรอบเหตุและผล (Causal Loop diagrams: CLD) - วงรอบแบบเสริมแรง (Reinforcing process) และแบบสร้างสมดุล (Balancing process) - วิธีการสร้างแผนภูมิวงรอบเหตุและผล - แนวปฏิบัติในการสร้างแผนภูมิวงรอบเหตุและผล	- บทเรียนออนไลน์ - เอกสารดิจิทัล - วิดีทัศน์ - แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมบนเว็บไซต์	- แบบฝึกออนไลน์ผ่าน Google forms - กระดานสนทนา - แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้	- การตอบแบบฝึกหัด - คะแนนสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

1.2 การออกแบบโครงสร้างบทเรียนออนไลน์

ผู้วิจัยกำหนดโครงสร้างบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ให้สอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้และกิจกรรมทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ และกำหนดให้บทเรียนมีเครื่องมือในการให้มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนออนไลน์ ผู้เรียนกับผู้สอน และผู้เรียนกับผู้เรียน โดยผู้วิจัยได้กำหนดโครงสร้างการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมในบทเรียนออนไลน์ฯ ไว้ 6 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 หน้าหลัก

- ลงทะเบียนเรียน
- คำแนะนำการใช้บทเรียน
- กระดานสนทนา
- ช่องทางการติดต่อสื่อสาร ได้แก่ Email, Social media

ส่วนที่ 2 ส่วนหน้าบทเรียนออนไลน์หลัก

- จุดประสงค์การเรียนรู้
- กระดานสนทนา
- คำอธิบายรายวิชา
- Login เข้าหน้าสู่บทเรียน

ส่วนที่ 3 ส่วนแบบทดสอบก่อนเรียน

ส่วนที่ 4 ส่วนของบทเรียน (หน่วยการเรียนรู้ที่ 1-4)

- จุดประสงค์การเรียนรู้
- เนื้อหาการเรียนรู้
- กิจกรรมประจำหน่วย
- กระดานสนทนา
- แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม
- ส่วนแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

ส่วนที่ 5 ส่วนแบบประเมินทักษะ

ส่วนที่ 6 ส่วนแบบทดสอบหลังเรียน

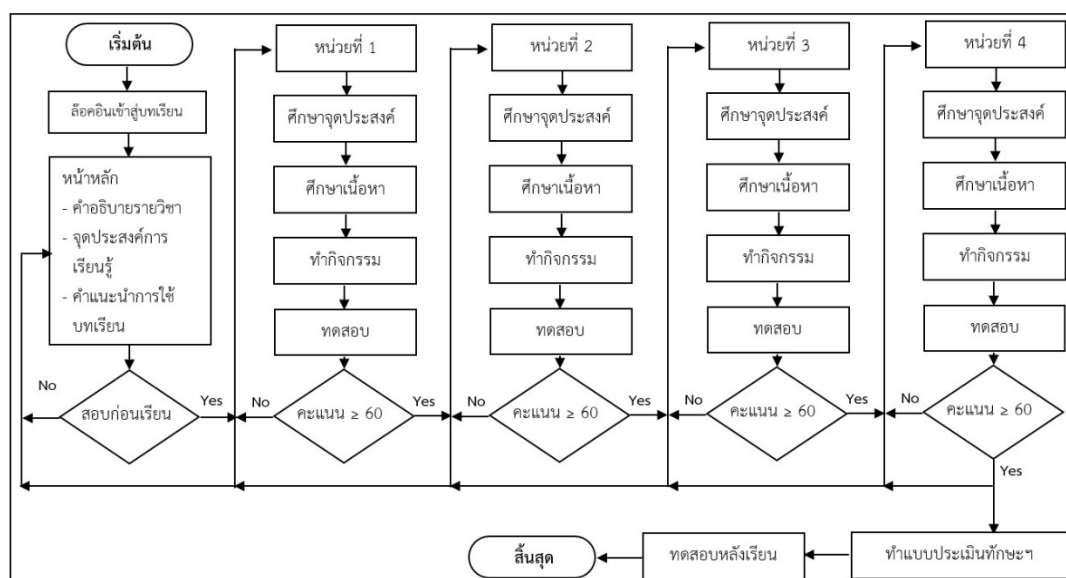
1.3 การออกแบบขั้นตอนการเรียนรู้

ผู้วิจัยออกแบบขั้นตอนการเรียนรู้บทเรียนออนไลน์ฯ ดังนี้ เมื่อผู้เรียนทำการเปิดเว็บไซต์บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหาขึ้นมา และลงทะเบียนแล้วจะเข้าสู่หน้าหลัก ผู้เรียนยังไม่สามารถเข้าเมนูบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนได้ โดยผู้วิจัยได้กำหนดเงื่อนไขให้ผู้เรียนสามารถเข้ารายการวัตถุประสงค์ของบทเรียน คำแนะนำการใช้บทเรียน

ออนไลน์ กระดานสนทนา และแบบทดสอบก่อนเรียนได้เท่านั้น เมื่อผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบก่อนเรียนเสร็จสมบูรณ์แล้ว (ผู้เรียนแต่ละคนทำได้ 1 ครั้ง) รายการหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 จะปรากฏขึ้นมา โดยหน่วยการเรียนรู้มีทั้งหมด 4 หน่วย ในส่วนนี้ ผู้วิจัยกำหนดให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาตามลำดับหน่วย เมื่อผู้เรียนศึกษาเนื้อหาในหน่วยที่ 1 ทำแบบฝึกและทำแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แล้ว ในกรณีที่คะแนนสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ไม่ถึงร้อยละ 60 ระบบกำหนดให้เรียนซ้ำ และสอบใหม่ จนกว่าคะแนนจะผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป รายการหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 จะปรากฏขึ้นมา กระบวนการเรียนในหน่วยที่ 2 เหมือนกับการเรียนในหน่วยที่ 1 และเมื่อเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เสร็จสมบูรณ์ หน่วยการเรียนรู้ถัดไปจะปรากฏขึ้นมา เป็นลักษณะเดียวกันจนครบ 4 หน่วยการเรียนรู้ โดยผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปเรียนในหน่วยที่เคยเรียนผ่านมาแล้ว ไม่จำกัดจำนวนครั้ง

เมื่อผู้เรียนเรียนและทำกิจกรรมครบทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ รายการแบบประเมินทักษะและแบบทดสอบหลังเรียนจะปรากฏ (ผู้เรียนแต่ละคนทำได้ 1 ครั้ง) เมื่อผู้เรียนได้ทำแบบประเมินทักษะและแบบทดสอบหลังเรียนสมบูรณ์แล้ว การเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา เสร็จสิ้นสมบูรณ์

ขั้นตอนการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ดังภาพที่ 5 ดังนี้



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

1.4 ผู้วิจัยกำหนดโครงสร้างหน้า เว็บไซต์บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ตามภาพที่ 6 ดังนี้

ชื่อเว็บไซต์	
รายการ/ ส่วนตรวจสอบคะแนน	Log in-Log out
ส่วนแสดงรายการ - แบบทดสอบก่อนเรียน - ชื่อหน่วยการเรียนรู้ - หัวข้อการเรียนรู้ตามลำดับ - กิจกรรมระหว่างเรียน - การติดต่อสื่อสาร - ลิงก์แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม - แบบทดสอบท้ายหน่วย - ลิงก์แบบประเมินทักษะ - แบบทดสอบหลังเรียน	ส่วนแสดงเนื้อหาตามรายการเลือก
Footer	

ภาพที่ 6 โครงสร้างของหน้า เว็บไซต์บทเรียนออนไลน์

2. การออกแบบแบบประเมินคุณภาพบทเรียนบทเรียนออนไลน์

แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา เป็นแบบประเมินคุณภาพแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน ดังนี้ 1) เนื้อหาวิชา 2) การดำเนินเรื่อง 3) การใช้ภาษา และ 4) กิจกรรมประจำหน่วยการเรียนรู้

3. การออกแบบลักษณะแบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ

3.1 ออกแบบกรณีศึกษา จำนวน 2 กรณีศึกษา โดยทั้ง 2 กรณี นำเสนอ การเปลี่ยนแปลงขององค์กรที่สมมติขึ้น การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ นำมาสู่การเกิดปัญหาขึ้นในองค์กรนั้น ในการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในกรณีศึกษา กำหนดให้ผู้เรียนวิเคราะห์และเขียนตอบให้ครอบคลุม กระบวนการคิดเชิงระบบทั้ง 7 ขั้นตอน ดังนี้

3.1.1 การระบุแก่นของปัญหา

3.1.2 การเขียนบรรยายพฤติกรรมปัญหาที่เกิดขึ้น

3.1.3 การระบุตัวแปรที่เป็นปัจจัยหลักของปัญหา

3.1.4 การกำหนดชื่อตัวแปร

3.1.5 การเขียนกราฟแสดงพฤติกรรมของตัวแปรภายใต้ช่วงเวลาหนึ่ง

3.1.6 การระบุทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปร

3.1.7 การเขียนแผนภูมิวงรอบเหตุและผล

3.2 เกณฑ์การประเมินทักษะในแต่ละข้อ (Scoring rubric) กำหนดเป็น 4 ระดับ คือ ดีมาก (3) ดี (2) พอใช้ (1) และปรับปรุง (0) โดยระดับการประเมินแต่ละข้อ มีคำอธิบายพฤติกรรมที่เป็นร่องรอยของทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหาที่แสดงออกมา ซึ่งใช้แนวคิด Analytic rubrics เป็นเกณฑ์การให้คะแนนที่แยกส่วน หรือองค์ประกอบคุณลักษณะของผลงาน หรือกระบวนการ แล้วนำแต่ละส่วน หรือองค์ประกอบของคุณลักษณะมารวมกันเป็นคะแนนรวม

4. การออกแบบลักษณะแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (ชุดเดียวกัน)

ผู้วิจัยได้กำหนดแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนในรูปแบบข้อสอบปรนัย แบบ 5 ตัวเลือก ครอบคลุม 4 หน่วยการเรียนรู้ จำนวน 44 ข้อ เพื่อนำไปหาคุณภาพ และคัดเลือกไปใช้จริง จำนวน 40 ข้อ

ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนา (Development)

หลังจากผู้วิจัยออกแบบเครื่องมือในการวิจัยเพื่อบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาเครื่องมือวิจัยและการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา

1.1 การพัฒนาสื่อประกอบในบทเรียนออนไลน์

1.1.1 จัดทำ Infographic คำแนะนำการใช้บทเรียน

1.1.2 จัดทำเอกสารความรู้สำหรับแต่ละหน่วยการเรียนรู้

1.1.3 จัดทำไฟล์วีดิทัศน์พร้อมเอกสารประกอบการบรรยาย

1.1.4 จัดทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน กรณีศึกษาและข้อสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

1.1.5 จัดทำลิงก์เว็บไซต์แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม

1.2 การพัฒนา เว็บไซต์บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ฯ

1.2.1 พัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ (Learning management system: LMS) และระบบจัดการเนื้อหา (Content management system: CMS) ด้วยโปรแกรม Notepad++ และ Visual studio code และสร้างเว็บไซต์นำเสนอเนื้อหาการเรียน การนำเสนอ สื่อประกอบการเรียน การทำกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ การสอบแบบออนไลน์ ด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ PHP, HTML, JavaScript และ MySQL และเว็บแอปพลิเคชันบน Cloud ได้แก่ Google drive, Google forms และ YouTube

1.2.2 สร้างฐานข้อมูล MySQL ลงบน Web hosting ด้วยโปรแกรม phpMyadmin จำนวน 2 ฐานข้อมูล ประกอบด้วย ฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บข้อมูลผู้เรียนและฐานข้อมูลกระดานสนทนา

1.2.3 นำสื่อการสอน แบบฝึก กระดาษฝึก การบ้านสนทนา ข้อสอบ เข้าบทเรียนออนไลน์

1.2.4 นำไฟล์บทเรียนออนไลน์และสื่อประกอบเข้า Web hosting ด้วยโปรแกรม FileZilla

1.2.5 เผยแพร่บทเรียนออนไลน์ฯ บนเว็บไซต์ www.classroom-flix.com

2. การหาคุณภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา

ผู้วิจัยการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ จากหนังสือและตำราต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางการสร้างแบบประเมิน

2.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนบทเรียนออนไลน์ โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) เนื้อหาวิชา 2) การดำเนินเรื่อง 3) การใช้ภาษา และ 4) กิจกรรมประจำหน่วยการเรียนรู้

2.3 กำหนดระดับการประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา 5 ระดับ ซึ่งการประเมินแต่ละข้อจะมีน้ำหนักคะแนน ดังนี้

5 หมายถึง มีคุณภาพมากที่สุด

4 หมายถึง มีคุณภาพมาก

3 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง

2 หมายถึง มีคุณภาพน้อย

1 หมายถึง มีคุณภาพน้อยที่สุด

เกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

คะแนน 4.51-5.00 หมายถึง มีคุณภาพมากที่สุด

คะแนน 3.51-4.50 หมายถึง มีคุณภาพมาก

คะแนน 2.51-3.50 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง

คะแนน 1.51-2.50 หมายถึง มีคุณภาพน้อย

คะแนน 1.00-1.50 หมายถึง มีคุณภาพน้อยที่สุด

2.4 นำแบบประเมินที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบข้อคำถามในแบบประเมินคุณภาพ
บทเรียนออนไลน์เพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

ตารางที่ 4 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับเนื้อหา (IOC) ของแบบ
ประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์

ผู้เชี่ยวชาญ	ตำแหน่ง/สังกัด
1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นคร ละลอกน้ำ	ตำแหน่ง หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรม และ เทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนะวัฒน์ วรรณะประภา	ตำแหน่ง รองคณบดีฝ่ายยุทธศาสตร์ และ การประกันคุณภาพ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์	ตำแหน่ง อาจารย์ประจำหลักสูตรการสอน ฟิสิกส์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย บูรพา
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา เรืองทิพย์	ตำแหน่ง ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายกิจการนิสิต ศิษย์เก่าสัมพันธ์และโครงสร้างพื้นฐาน วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
5. ดร.นราวิชญ์ ศรีเปารยะ	ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชา เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ มหาสารคาม

2.5 ผลการประเมินความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80 -1.00 ผู้วิจัยปรับปรุงแบบประเมินตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปใช้จริงในขั้นต่อไป

2.6 นำแบบประเมินที่ได้ปรับปรุงแล้ว พร้อมทั้งเว็บไซต์บทเรียนออนไลน์ให้ผู้เชี่ยวชาญ ประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังแสดงในตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

ผู้เชี่ยวชาญ	ตำแหน่ง/สังกัด
1. รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี แย้มกสิกร	ตำแหน่ง รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ และวิเทศสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยนครพนม
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิลาวัลย์ โพธิ์ทอง	ตำแหน่ง อาจารย์ประจำวิทยาลัย วิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นคร ละลอกน้ำ	ตำแหน่ง หัวหน้าภาควิชานวัตกรรม และเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนะวัฒน์ วรรณะประภา	ตำแหน่ง รองคณบดีฝ่ายยุทธศาสตร์ และการประกันคุณภาพ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาจณรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์	ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชานวัตกรรม และเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ตารางที่ 6 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบ
กับการวิเคราะห์ปัญหา โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการ	ระดับความคิดเห็น		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 ความสมบูรณ์ของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์	4.00	0.00	มาก
1.2 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์	4.60	0.55	มากที่สุด
1.3 ประมาณเนื้อหาในแต่ละหมวดหมู่	4.20	0.45	มาก
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	4.00	0.00	มาก
1.5 ลำดับชั้นในการนำเสนอเนื้อหา	4.60	0.55	มากที่สุด
1.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	3.80	0.45	มาก
1.7 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน	4.00	0.00	มาก
เฉลี่ย	4.17	0.29	มาก
2. การดำเนินเรื่อง			
2.1 ความเหมาะสมของลำดับชั้นการนำเสนอเนื้อหา	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2 ความชัดเจนในการดำเนินเรื่อง	4.20	0.45	มาก
2.3 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	4.20	0.45	มาก
2.4 การนำเสนอสื่อมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.00	0.00	มาก
เฉลี่ย	4.30	0.34	มาก
3. ด้านการใช้ภาษา			
3.1 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4.20	0.45	มาก
3.2 ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้กับวัยผู้เรียน	4.00	0.00	มาก
3.3 ความชัดเจนของภาษาที่ใช้สื่อความหมาย	4.00	0.00	มาก
เฉลี่ย	4.07	0.15	มาก
4. ด้านกิจกรรมประจำหน่วยการเรียนรู้			
4.1 ความชัดเจนของคำสั่งและคำถามของกิจกรรม	4.00	0.00	มาก
4.2 ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยรวม	4.20	0.45	มาก
4.3 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่เลือกใช้	4.00	0.00	มาก
เฉลี่ย	4.07	0.15	มาก
เฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.15	0.23	มาก

จากตารางที่ 6 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.15$, $S.D. = 0.23$) พิจารณารายด้าน พบว่า ด้านการดำเนินเรื่องมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.30$, $S.D. = 0.34$) รองลงมาได้แก่ ด้านเนื้อหา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.17$, $S.D. = 0.29$) ส่วนลำดับสุดท้ายได้แก่ ด้านการใช้ภาษา ($\bar{X} = 4.07$, $S.D. = 0.15$) และด้านด้านกิจกรรมประจำหน่วยการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.07$, $S.D. = 0.15$)

2.7 นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ มาทำการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม

2.8 นำบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนออนไลน์ ดังนี้

2.6.1 ขั้นตอนทดลองแบบรายบุคคล โดยนำบทเรียนออนไลน์ ให้ผู้เรียนจำนวน 3 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ทดลองเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ในขณะที่ทดลองผู้วิจัยได้สังเกตและบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ประกอบด้วย ด้านเนื้อหา เวลาและความเหมาะสมของการใช้การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ในขั้นนี้ ผู้เรียนได้ให้ข้อมูลถึงปัญหาในการเข้าใช้บทเรียนออนไลน์ในระบบสมาร์ตโฟน การโหลดข้อมูลแสดงผลช้า และภาพในบทเรียนแสดงผลช้า เสียงในวิดีโอที่สนับประกอบเบา ส่วนการเข้าบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์มีการแสดงผลปกติ และปัญหาการอ่านเอกสารไฟล์ .pdf จาก Google drive ซึ่งต้องล็อกอินเข้าระบบทุกครั้ง จึงจะสามารถอ่านได้ ผู้วิจัยนำข้อบกพร่องต่าง ๆ ไปปรับปรุงแก้ไข ก่อนการทดลองครั้งต่อไป

2.6.2 ขั้นตอนทดลองแบบกลุ่มย่อย โดยนำโดยนำบทเรียนออนไลน์ที่ปรับปรุง แล้วให้ผู้เรียน จำนวน 9 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ทดลองเรียนตามขั้นตอนที่ผู้วิจัยออกแบบไว้ ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้นำผลการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และผลการสอบหลังเรียนมาทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ด้วยเกณฑ์ E_1/E_2 และบันทึกข้อบกพร่องอื่น ๆ จากการทดลองกลุ่มย่อยมีผลดังนี้

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ฯ กลุ่มย่อย ($N = 9$)

หน่วยการเรียนรู้	คะแนนระหว่างเรียน (ร้อยละ)	คะแนนหลังเรียน (ร้อยละ)	E_1 / E_2
1	72.92	75.31	72.92/ 75.31
2	76.85	77.78	76.85/ 77.78
3	75.93	76.54	75.93/ 76.54
4	77.22	74.07	77.22/ 74.07

จากตารางที่ 7 พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ฯ ในขั้นการทดลองกลุ่มย่อย ได้ค่า E_1 / E_2 ทุกหน่วยการเรียนรู้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80/ 80) และขั้นนี้ ผู้เรียนขอให้เพิ่มตัวอย่างประกอบในเอกสารสรุปความรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

2.9 ผู้วิจัยนำข้อบกพร่องต่าง ๆ ไปปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปใช้จริงในครั้งต่อไป

3. การสร้างและหาคุณภาพแบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหาตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 สร้างกรณีศึกษา 2 เรื่อง

3.2 สร้างรายการประเมินจากการตอบของผู้เรียน ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

3.2.1 การระบุแก่นของปัญหา

3.2.2 การเขียนบรรยายพฤติกรรมปัญหาที่เกิดขึ้น

3.2.3 การระบุตัวแปรที่เป็นปัจจัยหลักของปัญหา

3.2.4 การกำหนดชื่อตัวแปร

3.2.5 การเขียนกราฟแสดงพฤติกรรมของตัวแปรภายใต้ช่วงเวลาหนึ่ง

3.2.6 การการระบุทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปร

3.2.7 การเขียนแผนภูมิวงรอบเหตุและผล

3.3 สร้างเกณฑ์การประเมินทักษะในแต่ละข้อ (Scoring rubric) กำหนดเป็น 4 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 8 ดังนี้

ตารางที่ 8 แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะการคิดเชิงระบบและการวิเคราะห์ปัญหา

รายการประเมิน	ระดับทักษะในกระบวนการคิดเชิงระบบ			
	ดีมาก (3 คะแนน)	ดี (2 คะแนน)	พอใช้ (1 คะแนน)	ปรับปรุง (0 คะแนน)
1. การระบุ แก่นของปัญหา	เขียนแก่นของ ปัญหาที่เกิดขึ้น ได้ชัดเจน ครอบคลุมปัญหา ที่เกิดขึ้น และ มีความสมเหตุผล	เขียนแก่นของ ปัญหาที่เกิดขึ้น ได้ชัดเจน แต่ไม่ ครอบคลุมปัญหา ที่เกิดขึ้น	เขียนแก่นของ ปัญหาที่เกิดขึ้น ได้ไม่ชัดเจน	ไม่สามารถเขียน แก่นของปัญหา ที่เกิดขึ้นได้
2. การเขียน บรรยาย พฤติกรรม ปัญหาที่เกิดขึ้น	เขียนบรรยาย พฤติกรรมปัญหา ที่เกิดขึ้นได้ ครอบคลุม ถูกต้อง และมีความสมเหตุ สมผล	เขียนบรรยาย พฤติกรรมปัญหา ที่เกิดขึ้นได้ ครอบคลุม แต่ขาด ความสมเหตุ สมผล	เขียนบรรยาย พฤติกรรมปัญหาที่ เกิดขึ้นได้บางส่วน ของปัญหา	ไม่สามารถเขียน บรรยายพฤติกรรม ปัญหาที่เกิดขึ้น
3. การระบุ ตัวแปรที่เป็น ปัจจัยหลัก ของปัญหา	ระบุตัวแปรที่เป็น ปัจจัยหลักของ ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ครอบคลุม ถูกต้อง และมีความสมเหตุ สมผล	ระบุตัวแปรที่เป็น ปัจจัยหลักของ ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ครอบคลุม แต่ขาด ความสมเหตุ สมผล	ระบุตัวแปรที่เป็น ปัจจัยหลักของ ปัญหาได้บางส่วน ของปัญหา	ไม่สามารถระบุ ตัวแปรที่เป็น ปัจจัยหลัก ของปัญหา
4. การกำหนด ชื่อตัวแปร	กำหนดชื่อตัวแปร ได้ครบตาม การระบุปัจจัยหลัก ของปัญหา และ ทุกตัวแปร เป็นคำนาม หรือ นามวลี	กำหนดชื่อตัวแปร ได้ครบตาม การระบุปัจจัย หลักของปัญหา แต่มีบางตัวแปร เป็นคำกริยา หรือ เป็นตัวแปรที่มี ความหมาย ด้านลบ	กำหนดชื่อตัวแปร ได้ไม่ครบตาม การระบุปัจจัย หลักของปัญหา และมีบางตัวแปร เป็นคำกริยา หรือ เป็นตัวแปรที่มี ความหมาย ด้านลบ	ไม่สามารถกำหนด ชื่อตัวแปร เป็นคำนาม หรือ นามวลี

ตารางที่ 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับทักษะในกระบวนการคิดเชิงระบบ			
	ดีมาก (3 คะแนน)	ดี (2 คะแนน)	พอใช้ (1 คะแนน)	ปรับปรุง (0 คะแนน)
5. การเขียน กราฟแสดง พฤติกรรม ของตัวแปร ภายใต้ ช่วงเวลาหนึ่ง	สามารถเขียนกราฟ แสดงพฤติกรรม ของตัวแปรภายใต้ ช่วงเวลาหนึ่ง ได้ครบทุกตัวแปร และสอดคล้องกับ สถิติย้อนหลัง	สามารถเขียน กราฟแสดง พฤติกรรม ของตัวแปรภายใต้ ช่วงเวลาหนึ่งได้ ครบทุกตัวแปร แต่กราฟ บางตัวแปร ไม่สอดคล้องกับ สถิติย้อนหลัง	สามารถเขียน กราฟแสดง พฤติกรรม ของตัวแปรภายใต้ ช่วงเวลาหนึ่ง ได้ไม่ครบตาม ตัวแปรที่ระบุ และ กราฟไม่สอดคล้อง กับสถิติย้อนหลัง	ไม่สามารถเขียน กราฟแสดง พฤติกรรม ของตัวแปรภายใต้ ช่วงเวลาหนึ่ง
6. การระบุ ทิศทาง ความสัมพันธ์ ของตัวแปร	กำหนดคู่สัมพันธ์ ของตัวแปรได้ครบ ตามตัวแปรที่ระบุ และระบุทิศทาง ความสัมพันธ์ของ ตัวแปรถูกต้อง	กำหนดคู่สัมพันธ์ ของตัวแปรได้ครบ ตามตัวแปรที่ระบุ แต่ระบุทิศทาง ความสัมพันธ์ของ ตัวแปรบางคู่ผิด	กำหนดคู่สัมพันธ์ ของตัวแปรไม่ครบ ตามตัวแปรที่ระบุ และระบุทิศทาง ความสัมพันธ์ของ ตัวแปรบางคู่ผิด	ไม่สามารถกำหนด คู่สัมพันธ์ ของตัวแปร และ ไม่สามารถระบุ ทิศทาง ความสัมพันธ์ ของตัวแปร
7. การเขียน แผนภูมิวงรอบ เหตุและผล	เขียนแผนภูมิ วงรอบเหตุและผล โดยใช้ตัวแปร ที่ระบุได้ครบถ้วน อย่างสมเหตุสมผล	เขียนแผนภูมิ วงรอบเหตุและผล โดยใช้ตัวแปรที่ ระบุไว้ไม่ครบถ้วน และไม่สมเหตุสมผล	เขียนแผนภูมิ วงรอบเหตุและผล โดยไม่ใช้ตัวแปร ที่ระบุไว้ หรือ ใช้น้อยมาก	ไม่สามารถเขียน แผนภูมิวงรอบเหตุ และผล

เกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

คะแนนร้อยละ 80-100

หมายถึง ดีมาก

คะแนนร้อยละ 70-79

หมายถึง ดี

คะแนนร้อยละ 60-69

หมายถึง พอใช้

คะแนนร้อยละ 0-59

หมายถึง ปรับปรุง

3.4 นำกรณีศึกษาพร้อมแบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา
เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตามตารางที่ 3) ผลการประเมินความสอดคล้องแต่ละข้อ
โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80-1.00

3.5 ผู้วิจัยปรับปรุงกรณีศึกษาและแบบประเมินทักษะตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
เพื่อนำไปใช้จริงในขั้นต่อไป

4. การสร้างและการหาคุณภาพแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา
ตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 44 ข้อ เลือกใช้จริง
40 ข้อ

4.2 นำเสนอแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่าง
แบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตามตารางที่ 3) ผลการประเมิน
ความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00

4.3 ดำเนินการแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

4.4 นำแบบทดสอบที่แก้ไขแล้ว มาให้ผู้เรียนที่เคยเรียนวิชาการคิดเชิงระบบ
กับการวิเคราะห์ปัญหา จำนวน 30 คน ทำการสอบ เพื่อนำคะแนนที่ได้หาคุณภาพของแบบทดสอบ
ได้แก่ 1) การหาความยากง่ายของข้อสอบ (p) โดยข้อสอบที่มาใช้ต้องมีค่า p อยู่ระหว่าง .20-.80
2) การหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (r) รายข้อ โดยข้อสอบแต่ละข้อ ต้องมีค่า r อยู่ระหว่าง
0.20-1.00 และ 3) การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผลการหาค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.33-0.90 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง
0.20-0.40 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 7.23

4.6 คัดเลือกข้อสอบจำนวน 40 ข้อ มาใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบ
หลังเรียน เพื่อนำไปทดลองใช้ในขั้นต่อไป

สถิติเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

1. การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of
item objective congruence: IOC) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) โดยใช้สูตร

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

IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. การหาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

2.1 หาค่าระดับความยากง่าย โดยใช้สูตร

$$(p) = \frac{PH+PL}{n}$$

2.2 หาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตร

$$(r) = \frac{PH-PL}{\frac{N}{2}}$$

สัญลักษณ์ของสูตรค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกมีความหมายดังนี้

p แทน ค่าดัชนีความยากง่าย

r แทน ค่าอำนาจจำแนก

PH แทน จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

PL แทน จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนนักศึกษาในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2.3 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20

(Kuder Richardson Formula 20) (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538)

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

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

- เมื่อ r_t แทน สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 p แทน สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกกับผู้เรียนทั้งหมด
 q แทน สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นผิดกับผู้เรียนทั้งหมด
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ
 N แทน จำนวนผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 4 การนำไปใช้จริง (Implementation)

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพาที่เรียนวิชาการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 41 กลุ่มเรียน (1,725 คน)

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ที่เรียนวิชาการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 40 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling)

2. เครื่องมือในการวิจัย

- 2.1 บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา
- 2.2 แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา
- 2.3 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (ชุดเดียวกัน)

3. ขั้นตอนการดำเนินการใช้จริง

3.1 ขี้แจงรายละเอียดในการเรียนการสอนออนไลน์ เพื่อให้ นิสิตกลุ่มตัวอย่างทราบถึงภาพรวมในการเรียนด้วยตนเอง ช่องทางการสื่อสารระหว่างผู้เรียนผู้สอนหากประสบปัญหาต่าง ๆ ระหว่างที่เรียนออนไลน์ สามารถติดต่อได้ทั้งอีเมล โทรศัพท์และสื่อสังคมออนไลน์

3.2 ให้นิสิตกลุ่มตัวอย่างสมัครเป็นสมาชิกบทเรียนออนไลน์ ล็อกอินเข้าสู่บทเรียนออนไลน์ ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ คำแนะนำการใช้บทเรียน และให้นิสิตทำแบบทดสอบก่อนเรียน

3.3 นิสิตกลุ่มตัวอย่างเรียนและทำกิจกรรมด้วยบทเรียนออนไลน์ จำนวน 4 หน่วยการเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการเรียนหน่วยการเรียนรู้ละ 4 ชั่วโมง รวม 16 ชั่วโมง โดยนิสิตสามารถเรียนต่อเนื่อง หรือตามความพร้อมของเวลา สามารถเรียนในวันและเวลาใดก็ได้ตามความพร้อม โดยมีระยะเวลาเรียน 1 เดือน

3.4 เมื่อเรียนครบ 4 หน่วยการเรียนรู้ ให้นิสิตกลุ่มตัวอย่างทำแบบประเมินทักษะแบบออนไลน์ และทำแบบทดสอบหลังเรียนแบบออนไลน์

3.5 ผู้วิจัยรวบรวมคะแนนก่อนเรียน คะแนนระกิจกรรมแต่ละหน่วยการเรียนรู้ คะแนนสอบหลังเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ คะแนนการประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา และคะแนนสอบหลังเรียนครบ 4 หน่วยการเรียนรู้ เพื่อนำไปวิเคราะห์ในขั้นประเมินผลต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 การประเมิน (Evaluation)

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากขั้นตอนการนำไปใช้จริงมาวิเคราะห์ เพื่อประเมินการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ดังนี้

1. นำคะแนนกิจกรรมแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และคะแนนสอบหลังเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ มาวิเคราะห์เพื่อการประเมินประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ ($E_1/E_2 = 80/80$) โดยแยกประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 รายหน่วยการเรียนรู้ (รายละเอียดบทที่ 4)
2. นำคะแนนการประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหามาวิเคราะห์ เพื่อประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ของนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา (รายละเอียดบทที่ 4)
3. นำคะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียนครบ 4 หน่วยการเรียนรู้มาวิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา (รายละเอียดบทที่ 4)
4. สรุปผลการวิจัยและพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา (รายละเอียดบทที่ 4)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{x}}{A}$$

- เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
- $\sum X$ คือ คะแนนรวมของแบบฝึกหัดปฏิบัติกิจกรรมหรืองาน ที่ทำระหว่างเรียน ทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียน หรือออนไลน์
- A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชั้นรวมกัน
- B คือ จำนวนผู้เรียน

สูตรที่ 2
$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100 \text{ หรือ } \frac{\bar{X}}{A} \times 100$$

- เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
- $\sum F$ คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
- B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย ประกอบด้วย ผลการสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย
- N คือ จำนวนผู้เรียน

2. การประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ของนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา

ค่าคะแนนเฉลี่ยเลขคณิต (Mean)

จากสูตร
$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

- เมื่อ $\bar{X}$ แทนคะแนนเฉลี่ย
- $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
- N แทน จำนวนนักศึกษา

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนของนิสิตที่เรียน ด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับ ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา โดยใช้สถิติ t -test แบบ Dependent sample test วิเคราะห์ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบ
กับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นการวิจัยและพัฒนา
(Research and development) ผลการวิจัยแบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบ
กับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา

ตอนที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบ
กับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา

ตอนที่ 3 ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหาของนิสิต
จากการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์
ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

โดยผลการวิจัยในแต่ละตอนมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบ กับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา

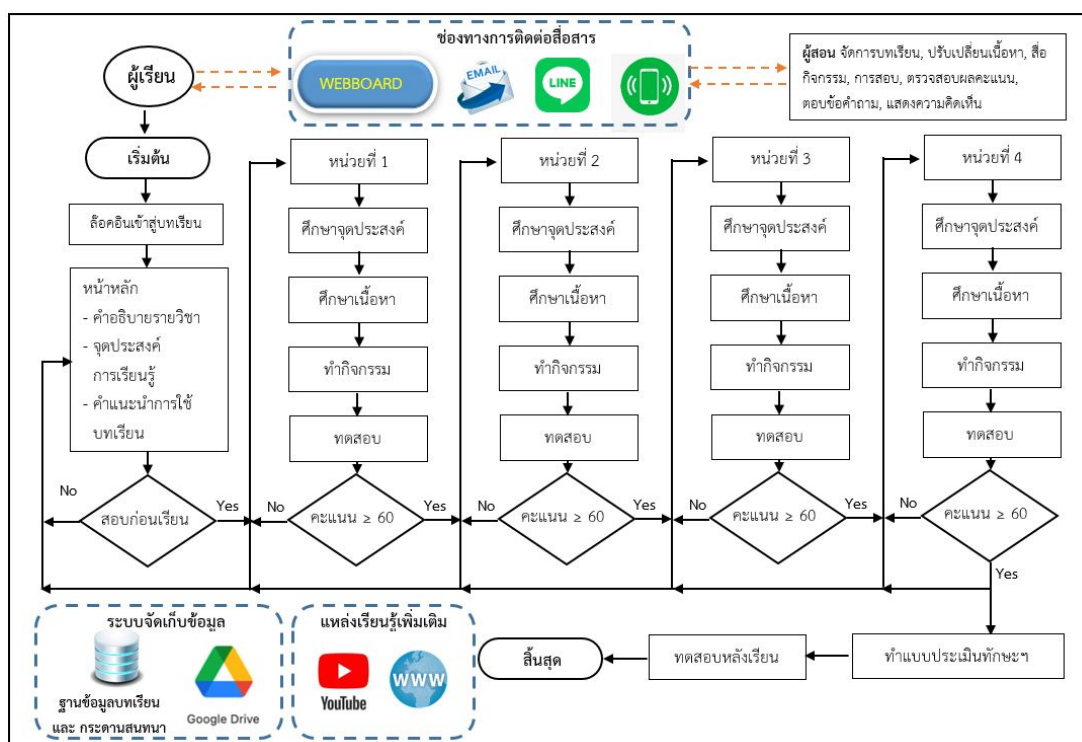
1. เนื้อหาการเรียนรู้แบ่งเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยที่ 1 พื้นฐานการคิดเชิงระบบ
หน่วยที่ 2 การคิดวิเคราะห์และเครื่องมือช่วยพัฒนาการคิด หน่วยที่ 3 องค์การเรียนรู้
และกระบวนการคิดเชิงระบบ หน่วยที่ 4 การวิเคราะห์ปัญหาด้วยวิธีการคิดเชิงระบบ

2. ระบบการจัดการเรียนรู้ (Learning management system: LMS) ประกอบด้วย
ระบบย่อย ได้แก่ 1) ระบบการแสดงตนเพื่อเข้าและออกจากบทเรียน 2) ระบบจัดเก็บข้อมูล
ผลการเรียน 3) ระบบแสดงหัวข้อการเรียนตามลำดับการเข้าศึกษาเนื้อหาและการทำกิจกรรม
4) ระบบกระดานสนทนา 5) ระบบการสอบก่อนเรียน/ หลังเรียน และ 6) ระบบการจัดการบทเรียน
ออนไลน์

3. เครื่องมือในการสร้างปฏิสัมพันธ์ในบทเรียนออนไลน์ ประกอบด้วย 1) แบบทดสอบ
ก่อนเรียนและหลังเรียนที่แจ้งผลคะแนนโดยอัตโนมัติ 2) แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ ถ้าผู้เรียน
ได้คะแนนไม่ถึงร้อยละ 60 ระบบให้ผู้เรียนเรียนและทำข้อสอบหน่วยนั้นใหม่ จนกว่าจะได้คะแนน
ร้อยละ 60 ขึ้นไป จึงเรียนหน่วยต่อไปได้ 3) กระดานสนทนา (Web board) 4) การนำเสนอเนื้อหา

ตามลำดับหน่วยการเรียนรู้ และสามารถย้อนกลับหน่วยที่เคยเรียนมาแล้ว 4) ช่องทางส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ และ 5) ช่องทางสื่อสารผ่านสื่อสังคมออนไลน์

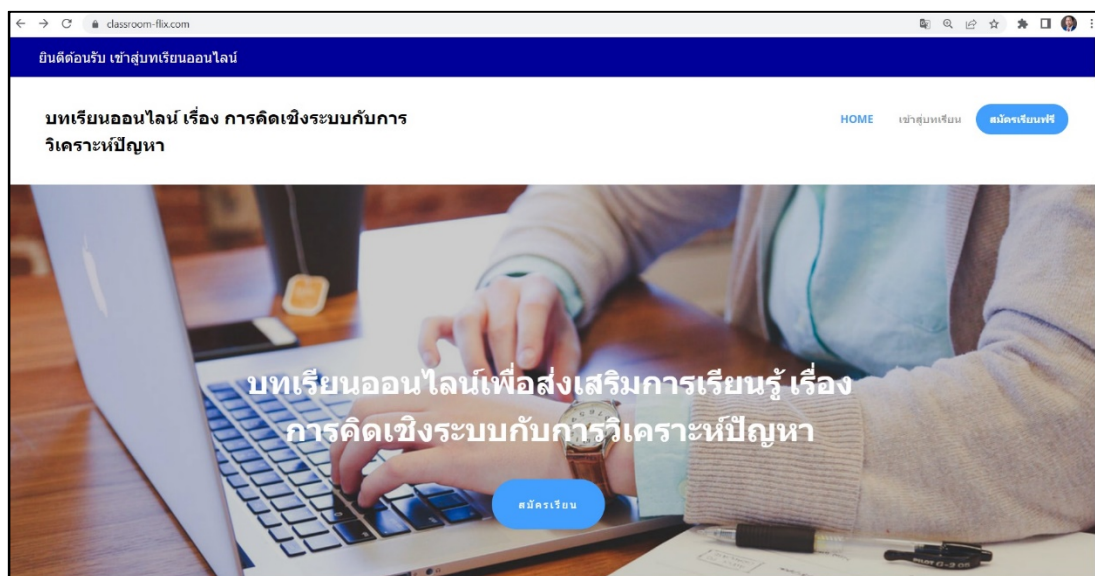
รูปแบบบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ ดังภาพที่ 7



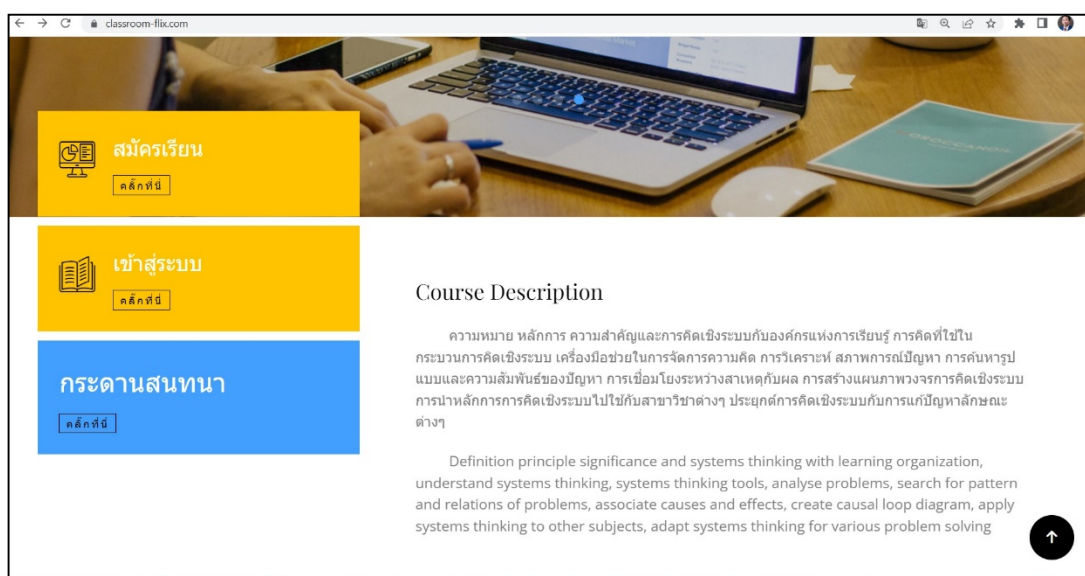
ภาพที่ 7 รูปแบบบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา
สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา

4. ภาพตัวอย่างบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา
สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ดังนี้

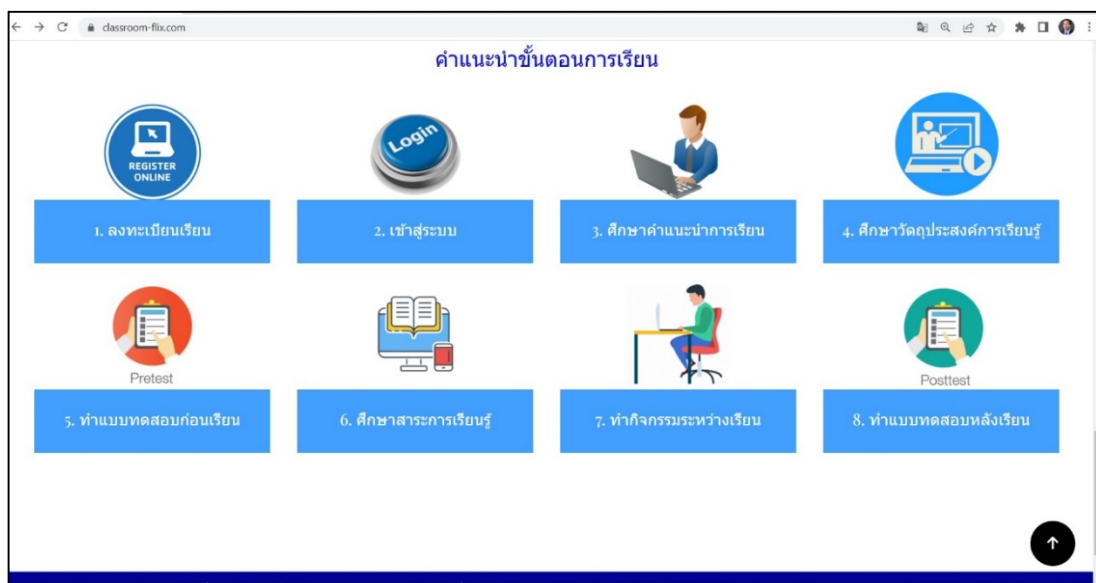
4.1 หน้าหลักเว็บไซต์บทเรียนออนไลน์ ดังภาพที่ 8 ถึงภาพที่ 10



ภาพที่ 8 หน้าหลักบทเรียนออนไลน์



ภาพที่ 9 หน้าหลักแสดงลิงก์รายการเลือก และคำอธิบายรายวิชา



ภาพที่ 10 หน้าหลักแสดงคำแนะนำขั้นตอนการเรียนรู้

4.2 หน้าบทเรียนออนไลน์นำเสนอรายการเนื้อหา สื่อการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้



ภาพที่ 11 แสดงรายการเนื้อหา สื่อการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้

4.3 ตัวอย่างการนำเสนอแบบทดสอบก่อนเรียน/ หลังเรียน และแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่ 2 การคิดวิเคราะห์และเครื่องมือช่วยพัฒนาการคิด

- จุดประสงค์การเรียนรู้หน่วยที่ 2
- เรื่องที่ 1 การคิดวิเคราะห์
- เรื่องที่ 2 เครื่องมือช่วยพัฒนาความคิด
- กิจกรรมหน่วยที่ 2
- กระดานสนทนา
- แบบทดสอบท้ายบทเรียน 2

หน่วยที่ 3 องค์การการเรียนรู้และกระบวนการคิดเชิงระบบ

- จุดประสงค์การเรียนรู้หน่วยที่ 3
- เรื่องที่ 1 องค์การการเรียนรู้และการคิดเชิงระบบ
- เรื่องที่ 2 กระบวนการคิดเชิงระบบ
- กิจกรรมหน่วยที่ 3
- กระดานสนทนา
- แบบทดสอบท้ายบทเรียน 3

หน่วยที่ 4 การวิเคราะห์ปัญหาด้วยวิธีองค์การการเรียนรู้

ข้อที่ 3)

จากภาพ สามารถเขียนกราฟที่แสดงปริมาณที่ได้จำนวนเวลา (Behavior-Over-Time BOT) ได้เป็นลักษณะใด

ภาพที่ 12 แสดงแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้

บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

Systems Thinking and Problem Analysis

หน่วยที่ 1 พื้นฐานการคิดเชิงระบบ

- จุดประสงค์การเรียนรู้หน่วยที่ 1
- แนวคิดการคิดเชิงระบบ
- เรื่องที่ 1 การคิด
- เรื่องที่ 2 ระบบ และการคิดเชิงระบบ
- กิจกรรมหน่วยที่ 1
- กระดานสนทนา
- แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม

รายงานผลการเรียน

รหัส	ชื่อ - สกุล	ชื่อเรียน	หน่วยที่ 1	หน่วยที่ 2	หน่วยที่ 3	หน่วยที่ 4	คะแนนรวม	ก่อนเรียน	หลังเรียน
9999999999	Admin	Administrator	10	10	10	10	40	38	3
65000002	weera pun	ปัญญาทวี	8	9	10	6	33	38	37

ภาพที่ 13 แสดงคะแนนผลการเรียนในแต่ละหน่วย และคะแนนสอบก่อนเรียนหลังเรียน

4.4 กระดานสนทนา

classroom-flix.com/webboard/Webboard.php

กลับหน้าหลัก
ตั้งกระทู้ใหม่

ลำดับ	หัวข้อ	ชื่อเจ้าของ	สร้างเมื่อ	ดู	ตอบกลับ
00018	สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม	admin	2022-02-12 10:09:52	37	2
00017	การคิดเชิงระบบ	อ.ผู้สอน	2022-01-03 19:22:07	23	3

Total 2 Record : 1 Page : 1

[กลับหน้าหลัก](#)

ภาพที่ 14 แสดงรายการการตั้งคำถามและการตอบกลับ

4.5 ระบบการจัดการบทเรียนออนไลน์

classroom-flix.com/classroom/home

ระบบบริหารเว็บไซต์

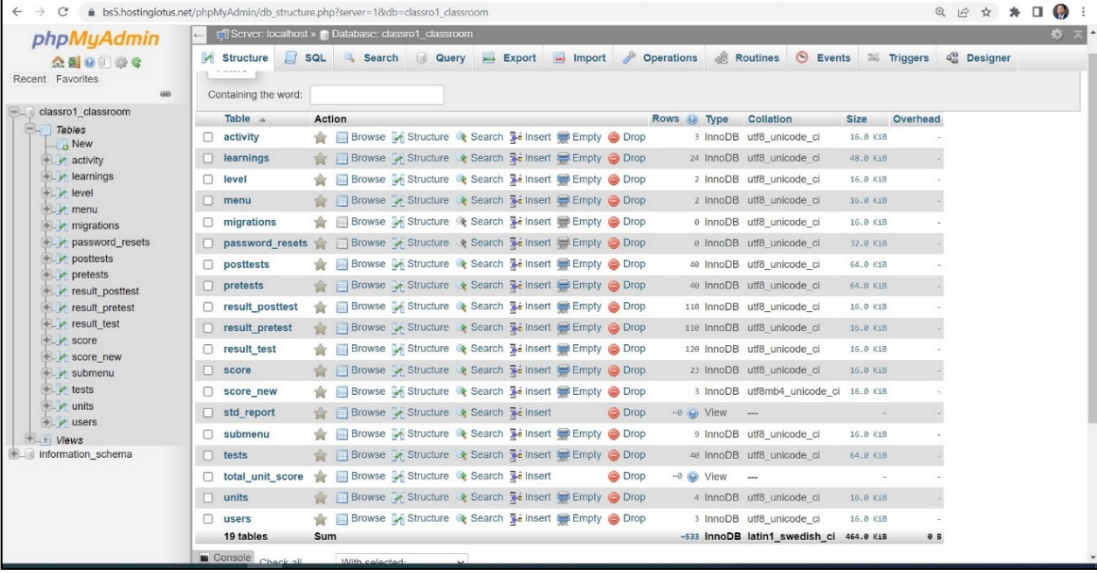
Dashboard / My Dashboard

6 หน่วยการเรียนรู้	11 แบบทดสอบ	123 ลงทะเบียนเรียน	13 New Tickets!
View Details	View Details	View Details	View Details

Copyright © Your Website 2018

ภาพที่ 15 แสดงระบบการจัดการบทเรียนออนไลน์

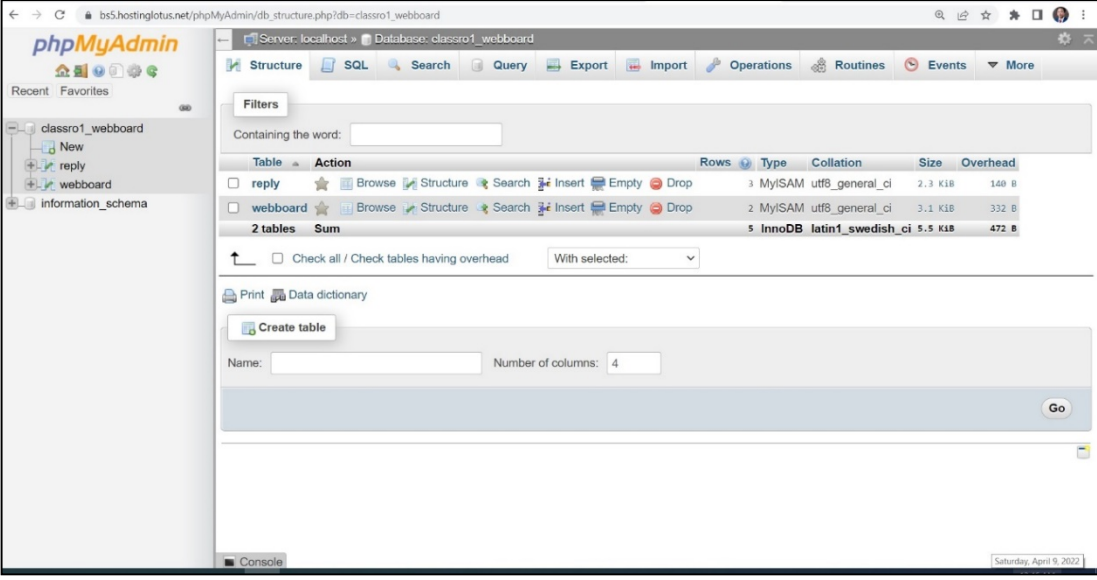
4.6 โครงสร้างฐานข้อมูลบทเรียนออนไลน์และกระดานสนทนา



The screenshot shows the phpMyAdmin interface for the 'classro1_classroom' database. The 'Structure' tab is selected, displaying a list of 19 tables. The tables are listed in a table with columns: Table, Action, Rows, Type, Collation, Size, and Overhead. The tables include activity, learnings, level, menu, migrations, password_resets, posttests, pretests, result_posttest, result_pretest, result_test, score, score_new, std_report, submenu, tests, total_unit_score, units, and users. The 'Sum' row at the bottom indicates 19 tables with a total of 533 rows and a size of 464.8 KiB.

Table	Action	Rows	Type	Collation	Size	Overhead
activity	Browse Structure Search Insert Empty Drop	3	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 KiB	-
learnings	Browse Structure Search Insert Empty Drop	24	InnoDB	utf8_unicode_ci	48.0 KiB	-
level	Browse Structure Search Insert Empty Drop	2	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 KiB	-
menu	Browse Structure Search Insert Empty Drop	2	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 KiB	-
migrations	Browse Structure Search Insert Empty Drop	0	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 KiB	-
password_resets	Browse Structure Search Insert Empty Drop	0	InnoDB	utf8_unicode_ci	32.0 KiB	-
posttests	Browse Structure Search Insert Empty Drop	40	InnoDB	utf8_unicode_ci	64.0 KiB	-
pretests	Browse Structure Search Insert Empty Drop	40	InnoDB	utf8_unicode_ci	64.0 KiB	-
result_posttest	Browse Structure Search Insert Empty Drop	110	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 KiB	-
result_pretest	Browse Structure Search Insert Empty Drop	110	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 KiB	-
result_test	Browse Structure Search Insert Empty Drop	120	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 KiB	-
score	Browse Structure Search Insert Empty Drop	23	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 KiB	-
score_new	Browse Structure Search Insert Empty Drop	3	InnoDB	utf8mb4_unicode_ci	16.0 KiB	-
std_report	Browse Structure Search Insert View	-	-	-	-	-
submenu	Browse Structure Search Insert Empty Drop	9	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 KiB	-
tests	Browse Structure Search Insert Empty Drop	40	InnoDB	utf8_unicode_ci	64.0 KiB	-
total_unit_score	Browse Structure Search Insert View	-	-	-	-	-
units	Browse Structure Search Insert Empty Drop	4	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 KiB	-
users	Browse Structure Search Insert Empty Drop	3	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 KiB	-
19 tables Sum		533	InnoDB	latin1_swedish_ci	464.8 KiB	0 B

ภาพที่ 16 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลบทเรียนออนไลน์



The screenshot shows the phpMyAdmin interface for the 'classro1_webboard' database. The 'Structure' tab is selected, displaying a list of 2 tables. The tables are listed in a table with columns: Table, Action, Rows, Type, Collation, Size, and Overhead. The tables include reply and webboard. The 'Sum' row at the bottom indicates 2 tables with a total of 5 rows and a size of 5.5 KiB.

Table	Action	Rows	Type	Collation	Size	Overhead
reply	Browse Structure Search Insert Empty Drop	3	MyISAM	utf8_general_ci	2.3 KiB	1.60 B
webboard	Browse Structure Search Insert Empty Drop	2	MyISAM	utf8_general_ci	3.1 KiB	332 B
2 tables Sum		5	InnoDB	latin1_swedish_ci	5.5 KiB	472 B

ภาพที่ 17 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลกระดานสนทนา

บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ผลการประเมินคุณภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.15$, $S.D. = 0.23$) รายละเอียดบทที่ 3 ขั้นการพัฒนา ตารางที่ 2

ตอนที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา

ผลการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา แยกตามหน่วยการเรียนรู้ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ฯ ($n = 40$)

หน่วยการเรียนรู้	คะแนนระหว่างเรียน (ร้อยละ)	คะแนนสอบหลังเรียน (ร้อยละ)	E_1/ E_2
1. พื้นฐานการคิดเชิงระบบ	80.16	81.0	80.16/ 81.0
2. การคิดวิเคราะห์ และ เครื่องมือช่วยพัฒนาการคิด	82.71	81.75	82.71/ 81.75
3. องค์ความรู้ และ กระบวนการคิดเชิงระบบ	89.79	80.25	89.79/ 80.25
4. การวิเคราะห์ปัญหา ด้วยวิธีการคิดเชิงระบบ	87.36	82.50	87.36/ 82.50

จากตารางที่ 9 พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ ทุกหน่วยการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80/ 80) พิจารณาประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) พบว่า หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 มีค่ามากที่สุด ($E_1 = 89.79$) รองลงมา หน่วยการเรียนรู้ 4 ($E_1 = 87.36$) ลำดับต่อมา หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ($E_1 = 82.71$) และลำดับสุดท้าย หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ($E_1 = 80.16$) พิจารณาประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) พบว่า หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 มีค่ามากที่สุด ($E_2 = 82.50$) รองลงมา หน่วยการเรียนรู้ 2 ($E_2 = 81.75$) ลำดับต่อมา หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ($E_2 = 81.10$) และลำดับสุดท้าย หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ($E_2 = 80.25$)

ตอนที่ 3 ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหาของนิสิต
จากการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์
ปัญหา

ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหาของนิสิต ที่เรียนด้วย
 บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงผลการประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ($n = 40$)

รายการ	$\bar{X}$ (เต็ม 4)	ร้อยละ	แปลผล
1. การระบุแก่นของปัญหา	3.49	87.25	ดีมาก
2. การเขียนบรรยายพฤติกรรมปัญหาที่เกิดขึ้น	3.25	81.25	ดีมาก
3. การระบุตัวแปรที่เป็นปัจจัยหลักของปัญหา	3.20	80.00	ดีมาก
4. การกำหนดชื่อตัวแปร	3.06	76.50	ดี
5. การเขียนกราฟแสดงพฤติกรรมของตัวแปรภายใต้ ช่วงเวลาหนึ่ง	3.34	83.50	ดีมาก
6. การการระบุทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปร	3.09	77.25	ดี
7. การเขียนแผนภูมิวงรอบเหตุและผล	3.03	75.75	ดี
เฉลี่ย	3.21	80.21	ดีมาก

จากตารางที่ 10 พบว่า ทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหาของนิสิต ที่เรียนด้วย
 บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ในภาพอยู่ในระดับดีมาก
 (ร้อยละ 80.21) พิจารณารายด้านที่มีทักษะสูง 3 ลำดับแรก พบว่า ทักษะการระบุแก่นของปัญหา
 มีค่ามากที่สุด (ร้อยละ 87.25) รองลงมา ได้แก่ ทักษะการเขียนกราฟแสดงพฤติกรรมของตัวแปร
 ภายใต้ช่วงเวลาหนึ่ง (ร้อยละ 83.50) ลำดับต่อมา ได้แก่ ทักษะการเขียนบรรยายพฤติกรรมปัญหา
 ที่เกิดขึ้น (ร้อยละ 81.25) ส่วนลำดับสุดท้าย ได้แก่ ทักษะการเขียนแผนภูมิวงรอบเหตุและผล
 (ร้อยละ 75.75)

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา โดยใช้การทดสอบค่าที (t -test dependent) ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	$S.D.$	t	p
หลังเรียน	40	40	32.40	1.98	22.10	.000
ก่อนเรียน	40	40	17.23	4.43		

* $p < .05$

จากตารางที่ 11 พบว่า คะแนนสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 17.23 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน ($S.D. = 4.13$) และเมื่อได้เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา มีคะแนนสอบหลังเรียนค่าเฉลี่ย 32.40 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน ($S.D. = 1.98$) จึงสรุปได้ว่า คะแนนสอบหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบ
กับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นการวิจัยและพัฒนา
(Research and development) ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยตามหัวข้อดังนี้

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย
2. วิธีดำเนินการวิจัย
3. สรุปผลการวิจัย
4. อภิปรายผล
5. ข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา
สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบ
กับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ
 E_1 / E_2 (80/ 80)
3. เพื่อประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหาของนิสิต จากการเรียนด้วย
บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา
4. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์
เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัยตามหลักการ ADDIE Model ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) การวิเคราะห์ (A: Analysis) 2) การออกแบบ (D: Design) 3) การพัฒนา (D: Development)
- 4) การใช้จริง (I: Implementation) และ 5) การประเมินผล (E: Evaluation)

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาได้บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์
ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ประกอบด้วยบทเรียน 4 หน่วยการเรียนรู้

ได้แก่ 1) พื้นฐานการคิดเชิงระบบ 2) การคิดวิเคราะห์และเครื่องมือช่วยพัฒนาการคิด 3) องค์ความรู้และการเรียนรู้และกระบวนการคิดเชิงระบบ 4) การวิเคราะห์ปัญหาด้วยวิธีการคิดเชิงระบบ ระบบการจัดการเรียนรู้ (Learning management system: LMS) ประกอบด้วยระบบย่อย ได้แก่ 1) ระบบการแสดงตนเพื่อเข้าและออกจากบทเรียน 2) ระบบจัดเก็บข้อมูลผลการเรียน 3) ระบบแสดงหัวข้อการเรียนตามลำดับการเข้าศึกษาเนื้อหาและการทำกิจกรรม 4) ระบบกระดานสนทนา 5) ระบบการสอบก่อนเรียน/ หลังเรียน 6) ระบบการจัดการบทเรียนออนไลน์ ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา เฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.15$, $S.D. = 0.23$)

2. บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 ดังนี้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 80.16/ 81.0 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 82.71/ 81.75 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 89.79/ 80.25 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 87.36/ 82.50 สรุปได้ว่า บทเรียนออนไลน์ทุกหน่วยการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (80/ 80) เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

3. ทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหาของนิสิต จากการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา เฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก (ร้อยละ 80.21) เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

4. การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

อภิปรายผล

1. ผลการพัฒนาได้บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ประกอบด้วยบทเรียน 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ 1) พื้นฐานการคิดเชิงระบบ 2) การคิดวิเคราะห์และเครื่องมือช่วยพัฒนาการคิด 3) องค์ความรู้และการเรียนรู้และกระบวนการคิดเชิงระบบ 4) การวิเคราะห์ปัญหาด้วยวิธีการคิดเชิงระบบ ผู้เชี่ยวชาญประเมินในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนออนไลน์อย่างเป็นระบบ ด้วยการวิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา นำไปใช้ และประเมินตามหลักการ ADDIE Model ทำให้ได้บทเรียนออนไลน์ที่ครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งการพัฒนาได้บทเรียนออนไลน์ตามขั้นตอน ADDIE Model สอดคล้องกับ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2554) ได้เสนอเงื่อนไขการสร้างนวัตกรรมว่า ต้องมีกรอบในการพัฒนานวัตกรรมโดยอิงระบบ

อาทิ CIPOF Model (C-Context, I-Input, P-Process, O-Output, and F-Feedback) โดยทำการวิเคราะห์สถานการณ์ กำหนดองค์ประกอบด้านปัจจัยนำเข้า องค์ประกอบ ด้านกระบวนการ องค์ประกอบด้านผลลัพธ์ และองค์ประกอบด้านผลย้อนกลับ หรือ ADDIE Model (A-Analysis, D-Design, D-Development, I-Implementation, E-Evaluation) ด้วยการวิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา นำไปใช้ และประเมิน และสอดคล้องกับกระบวนการวิจัยของ อัญญารัตน์ สุทัศน์ และคณะ (2563) ที่ได้วิจัย เรื่อง การฝึกอบรมออนไลน์เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการคิดเชิงระบบ: การศึกษาสภาพและความคาดหวัง ซึ่งการวิจัยนี้ได้ดำเนิน 5 ขั้นตอน ได้แก่ การหาความต้องการ จำเป็น การวิเคราะห์ การออกแบบและพัฒนา การนำไปใช้ ตลอดจนการประเมินผล

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ในบทเรียนออนไลน์เป็นไปตามลำดับขององค์ความรู้ และ เนื้อหาทั้งหมดเกี่ยวข้องต่อการพัฒนาการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ในด้านสื่อประกอบ การเรียน ผู้วิจัยได้นำเสนอสื่อประกอบบทเรียนออนไลน์หลายรูปแบบ และสื่อแต่ละชนิด ผู้เรียน สามารถศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา กิจกรรมในบทเรียนออนไลน์ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับ สื่อการเรียนรู้ได้ และการสอบมีการแจ้งคะแนนให้ทราบโดยอัตโนมัติ รวมถึงมีช่องทางให้ผู้เรียน แลกเปลี่ยนสนทนาผ่านหน้าเว็บไซต์กระทู้สนทนาได้ตลอดเวลา สอดคล้องกับ มนต์ชัย เทียนทอง (2554) ที่กล่าวว่า หน้าที่สำคัญของ LMS คือ การนำพาผู้เรียนให้ดำเนินไปตามกลไกของการเรียน การสอน เนื่องจากมีเครื่องมือสำหรับผู้สอนหรือผู้ออกแบบบทเรียน เพื่อจัดการ รวบรวม และ นำเสนอเนื้อหาวิชาที่มีอยู่ในรูปแบบของไฟล์เอกสาร ไฟล์ภาพ หรือไฟล์ภาพเคลื่อนไหว รวมทั้ง กิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถติดต่อสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียนทั้งแบบ Asynchronous และ Synchronous เช่น กระดานข่าว จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ การสนทนาผ่านเครือข่าย และเครื่องมือ สำหรับเก็บสถิติต่าง ๆ เช่น การตรวจสอบจำนวนผู้ใช้บทเรียน และสอดคล้องกับ สุรัชย์ สิกขาบัณฑิต (2541) ได้เสนอว่า การปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนรู้ (Learning interaction) นำมาใช้ในกระบวนการ เรียนการสอน เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ในรูปแบบการเรียนการสอนและในรูปแบบ ของการศึกษาด้วยตนเองเป็นรายบุคคล หรือเป็นรายกลุ่ม โดยใช้การสื่อสารแบบ 2 ทาง การปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนรู้ เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยการสื่อสารแบบ 2 ทาง ซึ่งเป็นไปได้ทั้งการสื่อสารที่เกิดจากตัวผู้เรียนเองกับผู้สอน หรือกับผู้เรียนอื่น หรือกับเครื่องมือ เทคโนโลยีการสื่อสารใด ๆ ทำให้เกิดการโต้ตอบในรูปแบบต่าง ๆ อันจะนำไปสู่การทำให้เกิดความรู้ ทักษะ และเจตคติตามเป้าหมายการศึกษา

2. บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิต ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา มีประสิทธิภาพ E_1/ E_2 ดังนี้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 80.16/ 81.0

หน่วยการเรียนรู้ 2 82.71/ 81.75 หน่วยการเรียนรู้ 3 89.79/ 80.25 และหน่วยการเรียนรู้ 4 87.36/ 82.50 สรุปได้ว่า ทุกหน่วยการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/ 80 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ เนื่องมาจากการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับบทเรียนออนไลน์ สื่อปฏิสัมพันธ์และกระบวนการคิดเชิงระบบ การออกแบบเทคนิคการเข้าเรียน ด้วยบทเรียนออนไลน์ ผู้วิจัยได้คำนึงถึงวุฒิภาวะและสภาพความพร้อมของผู้เรียน สื่อการเรียนรู้ ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย วิดีทัศน์ เอกสารประกอบการบรรยาย เอกสารใบความรู้ เว็บไซต์แหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง กิจกรรมระหว่างเรียนมีความหลากหลายและต่อเนื่อง การส่งงานผู้เรียนสามารถส่งงานได้หลายช่องทาง ซึ่งการออกแบบดังกล่าว ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถ ศึกษาได้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ และบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น ได้ผ่านการประเมิน คุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ผ่านการทดลองใช้รายบุคคล ผ่านการทดลองใช้กับกลุ่มเล็ก ส่งผลให้บทเรียน ออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ ที่กำหนดไว้ 80/ 80 สอดคล้องกับงานวิจัยที่พัฒนาการคิดโดยใช้การเรียนรู้ออนไลน์ หรือการเรียนรู้ ผ่านเว็บไซต์ ดังเช่นงานวิจัยของ นาถวดี นันทาภินัย (2561) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาบทเรียน อีเลิร์นนิ่งเพื่อการพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัย พบว่า บทเรียน อีเลิร์นนิ่งที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ E_1 , E_2 เท่ากับ 85/ 82 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วีรวิชัย เลิศรัตน์ธำรงกุล (2563) ได้วิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนบนเว็บไซต์ที่ใช้วิธีการเรียนรู้ แบบร่วมมือ วิชากฎหมายเทคโนโลยีสารสนเทศที่ส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ นักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลการวิจัย พบว่า บทเรียนบนเว็บไซต์ที่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ วิชากฎหมายเทคโนโลยีสารสนเทศที่ส่งเสริมทักษะการคิด อย่างมีวิจารณญาณ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (83.15/ 81.33)

3. ทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหาของนิสิต หลังจากเรียนด้วยบทเรียน ออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา เฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก (ร้อยละ 80.21) เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ เนื่องมาจากการออกแบบเนื้อหาในบทเรียน ออนไลน์ และการออกแบบกิจกรรมมุ่งให้นิสิตศึกษาด้วยตนเองและลงมือปฏิบัติตาม และส่งงาน อย่างต่อเนื่อง เนื้อหาในแต่ละหน่วยเรียนมุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ในกระบวนการคิด เชิงระบบ พร้อมทั้งนำเสนอกรณีตัวอย่างในขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา ด้วยกระบวนการคิดเชิงระบบ การออกแบบกรณีศึกษาเพื่อประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น บนพื้นฐานของระดับวุฒิของผู้เรียน การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนออนไลน์ ผู้เรียน

กับผู้เรียน รวมถึงผู้เรียนกับผู้สอน สอดคล้องกับ Borich (2004) ที่กล่าวว่า ทักษะการคิดจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีบริบทของเจตคติ ค่านิยม พฤติกรรมทางสังคม มุมมองที่หลากหลายของบุคคลแต่ละคน รวมทั้งการบูรณาการเอกลักษณ์ของแต่ละบุคคลเข้าด้วยกัน ดังนั้น การคิดขั้นสูงต้องใช้การวิเคราะห์ สังเคราะห์และการตัดสินใจโดยผ่านการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลมากกว่าเอกสาร ตำรา รวมทั้งผู้เรียนต้องเปิดโอกาสให้ตนเองคิดอย่างซับซ้อน ด้วยเหตุผลที่กล่าวมานี้ จึงสามารถเป็นข้อมูลสนับสนุนทักษะการคิดเชิงระบบที่เกิดขึ้นได้ และสอดคล้องกับ Fisher (1992) ที่กล่าวว่า ปัจจัยที่สนับสนุนการคิดให้ประสบผลสำเร็จได้แก่ตัวผู้เรียน ซึ่งต้องมีเจตคติที่ดี มีความสนใจ มีความเชื่อมั่น มีประสบการณ์ที่คล้ายคลึงกับเนื้อหาและบริบทที่สอดคล้องกับเนื้อหา รวมทั้งมีความสามารถทางปัญญา และปัจจัยอีกประการหนึ่ง คือ ตัวผู้สอน ซึ่งอยู่ในฐานะผู้อำนวยความสะดวก ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นการประเมินทักษะของผู้เรียนเป็น 7 ด้าน ได้แก่ 1) การจัดระเบียบแก่นของปัญหา 2) การบรรยายเรื่องราวพฤติกรรมปัญหาที่เกิดขึ้น 3) การเลือกตัวแปรที่เป็นปัจจัยหลักของปัญหา 4) การกำหนดชื่อตัวแปร 5) การเขียนกราฟแสดงพฤติกรรมของตัวแปรภายใต้ช่วงเวลาหนึ่ง 6) การระบุทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปร และ 7) การเขียนแผนภูมิวงรอบเหตุและผล และผู้วิจัยได้นำเสนอแนวทางการทำกิจกรรมเป็นอย่างตัวอย่าง ทำให้ผู้เรียนสามารถดูตัวอย่างและดำเนินการตามขั้นตอนได้อย่างชัดเจน ทำให้ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา มีผลประเมินเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก กระบวนการดังกล่าวสอดคล้องกับ จิรนนท์ ขาติชัยนันท์ (2557) ได้เสนอกิจกรรมหลักในกระบวนการคิดเชิงระบบ ได้แก่ 1) การกำหนดรูปแบบของปัญหา 2) การบ่งชี้ตัวแปรหลักในสถานการณ์ 3) กำหนดชื่อตัวแปร (สามารถใช้เป็นตัวแปรเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ) และ 4) การสร้างวงรอบเหตุและผลของปัญหา

4. การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ เนื่องมาจากบทเรียนออนไลน์ได้กำหนดให้มีสื่อการเรียนรู้ กิจกรรมระหว่างเรียน ที่ส่งผลต่อความรู้ ความเข้าใจกระบวนการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา โดยการแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ 1) พื้นฐานการคิดเชิงระบบ 2) การคิดวิเคราะห์และเครื่องมือช่วยพัฒนาการคิด 3) องค์การเรียนรู้และกระบวนการคิดเชิงระบบ และ 4) การวิเคราะห์ปัญหาด้วยวิธีการคิดเชิงระบบ บทเรียนออนไลน์เปิดให้นักศึกษาเข้าเรียนได้ทุกเวลาตามความพร้อม ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้กำหนดให้เรียนทำกิจกรรมตามลำดับ กรณีที่ผู้เรียนทำคะแนนสอบหลังเรียนประจำหน่วยได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด บทเรียนออนไลน์ได้กำหนดให้มีการทบทวนเนื้อหาการเรียนใหม่ ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนเนื้อหาการเรียนให้เข้าใจมากขึ้น และผู้เรียนที่ผ่านการเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ สามารถย้อนกลับไปศึกษาทบทวนความรู้

ในบทเรียนออนไลน์ได้ตลอดเวลา ซึ่งส่งผลให้คะแนนสอบหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ มนชิตา ภูมิพยัคฆ์ และคณะ (2560) ได้วิจัย เรื่อง การพัฒนา รูปแบบการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อพัฒนาทักษะการคิด อย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ พบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียน บนเว็บแบบผสมผสานด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับ กุลธวัช สมารักษ์ และคณะ (2558) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนแบบผสมผสานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยใช้กรณีศึกษา ด้วยวิดีโอแชร์ริง เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่า นักศึกษาที่เรียนโดยใช้รูปแบบ การเรียนแบบผสมผสานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยใช้กรณีศึกษาด้วยวิดีโอแชร์ริง มีคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนน ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัยพบว่า ทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา ด้านการกำหนด ชื่อตัวแปร การระบุทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปร และการเขียนแผนภูมิวงรอบเหตุและผลของ ปัญหา มีผลการประเมินเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 80 ดังนั้น ผู้สอนจึงควรเพิ่มสื่อการเรียน และปรับเปลี่ยนกรณีศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์สถานการณ์ของปัญหาที่แตกต่างกันมากขึ้น
2. เนื่องจากในบทเรียนออนไลน์มีกิจกรรมตอบคำถามแบบเขียนตอบ เช่น การเขียน แผนภูมิวงรอบเหตุและผลของปัญหา ผู้สอนต้องยืดหยุ่นให้ผู้เรียนมีช่องทางส่งงานเพิ่มขึ้น นอกเหนือจากส่งงานในระบบบทเรียนออนไลน์
3. นอกจากการจัดการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ ผู้สอนควรจัดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมทักษะการคิดที่หลากหลาย เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงประยุกต์ เป็นต้น เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่มีทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็น ในศตวรรษที่ 21

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำวิจัยและพัฒนาแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน เพื่อพัฒนาความสามารถ ในการคิดเชิงระบบ และระบบการประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ ที่สามารถปรับเปลี่ยนข้อคำถาม ไปตามความสามารถของผู้เรียน

2. ควรมีการวิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์องค์ประกอบของการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์
ที่ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

3. ควรมีการวิจัยและพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิด
เชิงคำนวณ สำหรับผู้เรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน เนื่องจากเป็นทักษะการคิดแก้ปัญหา
อย่างเป็นระบบและเป็นรากฐานนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมด้านต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542*. กรุงเทพฯ:

สยามสปอร์ตซินดิเคท.

กันยารัตน์ ศรีวิสุทธิกุล. (2558). รูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ด้วยเลิร์นนิ่งโอเพนเจกต์ เพื่อการสร้างความรู้ด้วยตนเอง. ใน *การประชุมมหาดไทยวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 6*. สงขลา: มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.

กุลธวัช สมารักษ์, ปณิศา วรรณพิรุณ และพัลลภ พิริยะสุรวงศ์. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์โดยใช้กรณีศึกษาด้วยวิดีโอแชร์ริงเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. *วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 6(1), 205-214.

จินตวิทย์ คล้ายสังข์. (2554). *อีเลิร์นนิ่งเว็บไซต์ & คอร์สแวร์ ปัจจุบันและทิศทางในอนาคต: (E-Learning Website & Courseware: Current and Future Trends)*. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ (Proceeding) ด้านอีเลิร์นนิ่ง : Open Learning - Open the World จัดโดยโครงการมหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ระหว่างวันที่ 9-10 สิงหาคม 2554.

จินตวิทย์ คล้ายสังข์. (2556). MOOCs PEDAGOGY: จาก OCW, OCR สู่ MOOCs เครื่องมือเพื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนยุคดิจิทัล. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านอีเลิร์นนิ่ง ประจำปีพ.ศ. 2556* วันที่ 5-6 สิงหาคม 2556.

จินตวิทย์ คล้ายสังข์ และ เขมณัฏฐ์ มิ่งศิริธรรม. (2562). รื้อถอนวัฒนธรรมจากห้องเรียนเสมือนจริง: การออกแบบระบบจากงานวิจัยสู่แนวปฏิบัติ. *วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 47(1), 42-62.

จิรนนท์ ขาติชัยนันท์. (2557). *การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

จุฑารัตน์ นกแก้ว. (มปป.). MOOCs: การเรียนการสอนทางไกลผ่านสื่อออนไลน์. วันที่ค้นข้อมูล 19 มกราคม 2565, เข้าถึงได้จาก https://library.stou.ac.th/odi/ODIDistance/HTML/imega/PDF/Distance_21.pdf.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ฉลอง ทับศรี. (2562). *การออกแบบการเรียนรู้การสอน*. ชลบุรี: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชโรชนี ชัยมินทร์. (2562). MOOC: เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตในศตวรรษที่ 21. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่*, 1(1), 46-70.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2554). *การวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา*. เอกสารประกอบการสอน. มปท.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 5-20.
- ชัยวัฒน์ ยะปัญญา. (2557). รายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง วัตกรรมการของสื่อภาพยนตร์วิชาหลักการภาพยนตร์และโทรทัศน์. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาสื่อดิจิทัลคณะศิลปศาสตร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม.
- ชาติร์ เกิดธรรม. (2542). *การเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์ เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: เซ็นเตอร์ดีสคัฟเวอรี.
- ฐาปณีย์ ธรรมเมธา. (2557). *อีเลิร์นนิ่ง: จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ e-Learning: from theory to practice* โครงการมหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.
- ณัฐกร สงคราม. (2554). *การออกแบบและพัฒนาวัสดุมีเดียเพื่อการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณอมพร เลาหงษ์แสง. (2545). *หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนรู้การสอน*. กรุงเทพฯ: อรุณ.
- ถวัลย์ มาศจรัส. (2548). *คู่มือความคิดสร้างสรรค์ในการจัดทำนวัตกรรมการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ธารอักษรประภา.
- ธัญพร สายชมพู. (2550). *การศึกษากระบวนการแก้ปัญหาของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐานสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาความเป็นผู้นำและการบริหารการศึกษา, คณะวิทยาการจัดการ, มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- นาถวดี นันทาภินัย. (2561). การวิจัยและพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเพื่อการพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 13(2), 54-69.
- เนาวนิตย์ สงคราม. (2559). ระบบการเรียนรู้ด้วยอีเลิร์นนิ่งบนสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริงเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเรียนรู้เป็นทีมสำหรับนิสิตศึกษาศาสตร์บัณฑิตในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิคม ชัยขุนพล. (2560). ลักษณะปฏิสัมพันธ์การสื่อสารจากพฤติกรรมการใช้สื่อสังคมเครือข่ายออนไลน์ของคนไทย. วารสารมหาวิทยาลัยพายัพ, 27(2), 55-65.
- บุตรี จารุโรจน์. (2548). ภาวะผู้นำและการพัฒนาทีมงาน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ปรัชญนันท์ นิลสุข. (2560). เทคนิคการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ในยุค Education 4.0 การใช้เทคโนโลยี. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.
- พร ถิ่นอ่อน. (2553). การพัฒนาแบบฝึกทักษะวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พรพรรณ แสงแก้ว. (2559). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์เชิงปฏิสัมพันธ์แบบมีส่วนร่วม วิชาการฐานข้อมูล สำหรับสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 3(2), 14-22.
- พัฒน์พงษ์ สีกา. (2551). การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นผลมาจากการทดสอบคุณภาพการศึกษาระดับชาติปีการศึกษา 2548 ของจังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- พิมพ์ประภา อรัญมิตร. (2552). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเลยเขต 3 โดยการวิเคราะห์หุระดับ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- ไพศาล หวังพานิช. (2546). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มกราพันธ์ จุฑารส. (2556). การคิดอย่างเป็นระบบ: การประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: ธนาเพรส.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- มนชิตา ภูมิพยัคฆ์, ทวี สระน้ำคำ และไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2560). การพัฒนารูปแบบการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานด้วย เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด*, 11(1), 38-47.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2554). *การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3 (ฉบับปรับปรุงใหม่). กรุงเทพฯ: ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มนตรี แยมกสิกร. (2546). *การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบของนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา*. การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- มนตรี แยมกสิกร. (2547). *การวิจัยและทฤษฎีเทคโนโลยีการศึกษา = Research and theory in educational technology*. ชลบุรี: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ริบอง กัลป์ติวานิชย์. (2556). ผลการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วยวิธีการสอนแบบสาธิตเพื่อการฝึกทักษะปฏิบัติวิชาคอมพิวเตอร์กราฟิก เรื่อง การสร้างภาพเคลื่อนไหวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย. *วารสารวิชาการ Viridian E-Journal*, 6(2), 642-654.
- ฤทัยรัตน์ ชิตมงคล และสมยศ ชิตมงคล. (2560). การคิดเชิงระบบ: ประสพการณ์สอนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ. *วารสารครุศาสตร์*, 45(2), 209-224.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2556). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด*. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2554). *การพัฒนาหลักสูตรระดับอุดมศึกษา*. กรุงเทพฯ: อาร์ แอนด์ ปริ้นท์.
- วิลาวรรณ บัณฑิต และมนัสนันท์ น้ำสมบุรณ์. (2558). การศึกษาผลการเรียนรู้และทักษะการคิดขั้นสูง เรื่อง เศรษฐศาสตร์นำร่องของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา. *Veridian E-Journal*, 8 (2), 1144-1160.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- วีรวิชัย เลิศรัตน์ธำรงกุล. (2563) การพัฒนาบทเรียนบนเว็บไซต์ที่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ วิชากฎหมายเทคโนโลยีสารสนเทศที่ส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ นักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 10(2), 22-40.
- วุฒิชัย ดานะ. (2553). ความสัมพันธ์ระหว่างบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาในจังหวัดเลย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการบริหารการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- ศยามน อินสะอาด. (2553). การพัฒนารูปแบบเรียนรู้แบบออบเจกต์เพื่อเสริมสร้างการสร้างความรู้ และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาปริญญาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศฤงคาร แป้นกลาง. (2558). การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้ของจี ดี ฮอททดิสในโรงเรียน ขยายโอกาสทางการศึกษาบ้านป่าลาน อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สมนึก ปัญญาสิงห์. (2537). กระบวนการแก้ปัญหา. มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์, 12(1), 1-11.
- สมพร ตอยยิปี. (2554). การพัฒนาแบบฝึกทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเซนต์เทเรซา หนองจอก กรุงเทพฯ. ปริญญานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2542). มุ่งสู่คุณภาพการศึกษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สรารุช พัทธมพูน, ไชยรัตน์ ปราณี และสิริพร ปาณางษ์. (2560). การพัฒนารูปแบบการเรียน การสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดเชิงระบบสำหรับนักศึกษาหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ ภาคเหนือ, 7(12), 117-132.
- สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. (2561). รายงานการวิจัย เรื่อง แนวทางการพัฒนาอาจารย์ เพื่อเตรียมความพร้อมในการสอนออนไลน์แบบเปิดสำหรับมวลชน. โครงการมหาวิทยาลัย ไซเบอร์ไทย. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2553). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ อักษร M-Z ฉบับ*
ราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน (สนามเสือป่า).
- สุรัชย์ สิกขาบัณฑิต. (2541). *กิจกรรมปฏิสัมพันธ์การสอนทางไกล*. กรุงเทพฯ: สำนักสื่อ
 และเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุรสิทธิ์ วรรณไกรโรจน์. (2552). *ความหมายของ e-learning: โครงการเรียนรู้แบบออนไลน์*
แห่งสวทช. วันที่ค้นข้อมูล 20 มกราคม 2565, เข้าถึงได้จาก <http://aumaim-049.blogspot.com/2010/05/blog-post.html>
- สุรรัตน์ อักษรกาญจน์. (2562). การคิดวิเคราะห์: การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบแวงวง
 วรรณกรรมร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง. *วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี*, 7(1), 52-62.
- แสงรุ่ง พูลสุวรรณ. (2556). การพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียนในศตวรรษที่ 21. *School in focus*,
 5(13), 6-7.
- อภิชาติ แสงอัมพร. (2544). กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้หลักญาณทัศนะมีอาการ 12.
วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 7(2), 33-38.
- อัญญารัตน์ สุทัศน์ ณ อยุธยา, จินตวิทย์ คล้ายสังข์ และอรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง. (2563). การฝึกอบรม
 ออนไลน์เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการคิดเชิงระบบ: การศึกษาสภาพ
 และความคาดหวัง. *วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 48(2), 358-381.
- อาณัติ รัตนธิกุล. (2553). *สร้างระบบ e-learning ด้วย Moodle ฉบับสมบูรณ์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด
 ยูเคชั่น.
- อุไร จักษตรีมงคล. (2558). *การพัฒนามาตรฐานประเมินค่านิยมหลัก 12 ประการสำหรับผู้เรียนอายุ*
ระหว่าง 12-18 ปี. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน).
- อุมาพร ต้อยแก้ว. (2554). *การพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน*
เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ วิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต, สาขาวิชาครุศาสตร์
เทคโนโลยี, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าธนบุรี.
- Ali, N. H., & Rosli, R. A. H. M. (2019). Digital technology: e-Content development using
 apple technology. *Malaysian Journal of Distance Education*, 21(1), 83-94.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Al-Shorbaji, N., Atun, R., Car, J., Majeed, A., & Wheeler, E. (2015). *ELearning for undergraduate health professional education: A systematic review informing a radical transformation of health workforce development*. Geneva: World Health Organization.
- Anderson, V., & Johnson, L. (1997). *Systems thinking basics: From concepts to causal loops*. Waltham: Pegasus Communications.
- Borich, G. D. (2004). *Effect teaching methods*. New Jersey: Pearson Education.
- Coryell, J. E. (2013). Collaborative, comparative inquiry and transformative cross-cultural adult learning and teaching: A western educator metanarrative and inspiring a global vision. *Adult Education Quarterly*, 63(4), 299-320.
- Fisher, R. (1992). *Teaching children to think*. Great Britain: T. J.
- Francis, L. U., Leslie, N., & Peter, G. G. (1981). *Small group problem solving: And aid to organizational effectiveness*. Mass.: Addison-Wesley.
- Saputra, H. D., Nasrun, N., & Wakhinuddin, W. (2018). Development of Web-Based Learning Media in Vocational Secondary School. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 3(1), 37-41.
- Gharajedghi, H. (1994). *Systems thinking managing chaos and complexity*. America: Buttermorth-Heine mann.
- Wasim, J., Sharma, S. K., Khan, I. A., & Siddiqui, J. (2014). Web based learning. (*IJCSIT*) *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 5(1), 446-449.
- Kim, D. H. (2000). *Systems thinking tools, a users reference guide*. USA: Pegasus Communications.
- Koenig, J. A. (2011). *Assessing 21st century skills*. Washington (DC): The National Academies.
- Kolowich, S. (2013). The Professors who make the MOOCs. *Chronicle of Higher Education*, 59(28), A20-A23. Retrieved from <http://chronicle.com/article/The - Professors-Behind-the-MOOC/137905/>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Langdon, G. (1973). *Interactive instructional design*. New Jersey: Educational Technology.
- Lozano, R., Merrill, M. Y., Sammalisto, K., Ceulemans, K., & Lozana, F. J. (2017). Connecting competences and pedagogical approaches for sustainable development in higher education: a literature review and framework proposal. *Sustainability*, 9(1), 1-15.
- OECD. (2006). *Attracting, developing and retaining effective teachers-final report: Teachers matter*. Paris: OECD.
- Pegasus Communication. (2013). *What is system thinking?*. Retrieved from <http://www.pegasuscom.com/abouts.html>
- Richmond, B. (2000). *The thinking in systems thinking: Seven essential skills*. Waltham, MA: Pegasus.
- Schwier, R. A., & Misanchuk, E. (1993). *Interactive multimedia instruction*. Englewood Cliffs, NJ.: Educational Technology.
- Seels, B., & Richey, R. (1994). *Instructional technology: The definitions and domains of the field*. Washington, D.C.: Association for Educational Communications and Technology.
- Senge, S. (1990). *The fifth discipline: The art & practice of the learning organization*. Currency Doubleday. New York: Doubleday/Currency.
- Senge, Peter. (1999). *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization*. London: Random House Business Book.
- McGriff, S. J. (2000). *Instructional system design (ISD): Using the ADDIE Model*. instructional systems, College of education, penn state university. Retrieved From <https://www.lib.purdue.edu/sites/default/files/directory/butler38/ADDIE.pdf>.
- Sweeney, L. B. (1999). *Guidelines for daily systems thinking practice*. Waltham: Pegasus Communication.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Yamamoto, T. (2014). *Future design in education*. Tshlab, Kansai Univ. All rights reserved. Kasetsart University ETC Seminar Nov. 21, 2014.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย
- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย

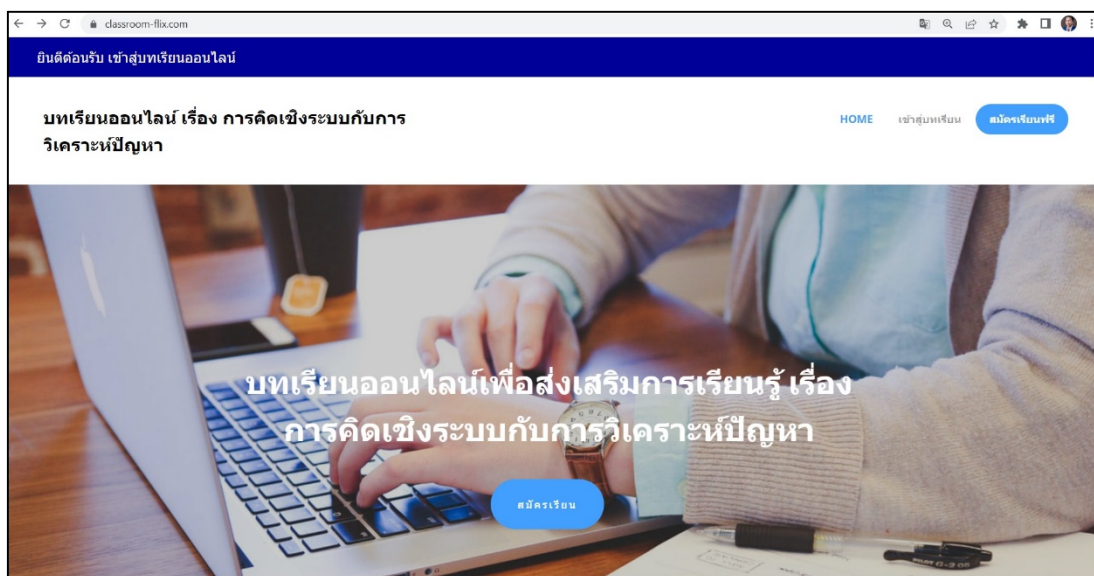
- | | |
|--|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นคร ละลอกน้ำ | หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรม
และเทคโนโลยีการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนะวัฒน์ วรรณะประภา | รองคณบดีฝ่ายยุทธศาสตร์
และการประกันคุณภาพ
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 3. อาจารย์ ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ | อาจารย์ประจำหลักสูตรการสอนฟิสิกส์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา เรืองทิพย์ | ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายกิจการนิสิต ศิษย์เก่า
สัมพันธ์และโครงสร้างพื้นฐาน
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการ
ปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 5. อาจารย์ ดร.นราวิชญ์ ศรีเปารยะ | อาจารย์ประจำสาขาวิชา
เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษา
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ
มหาสารคาม |

**รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบ
กับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา**

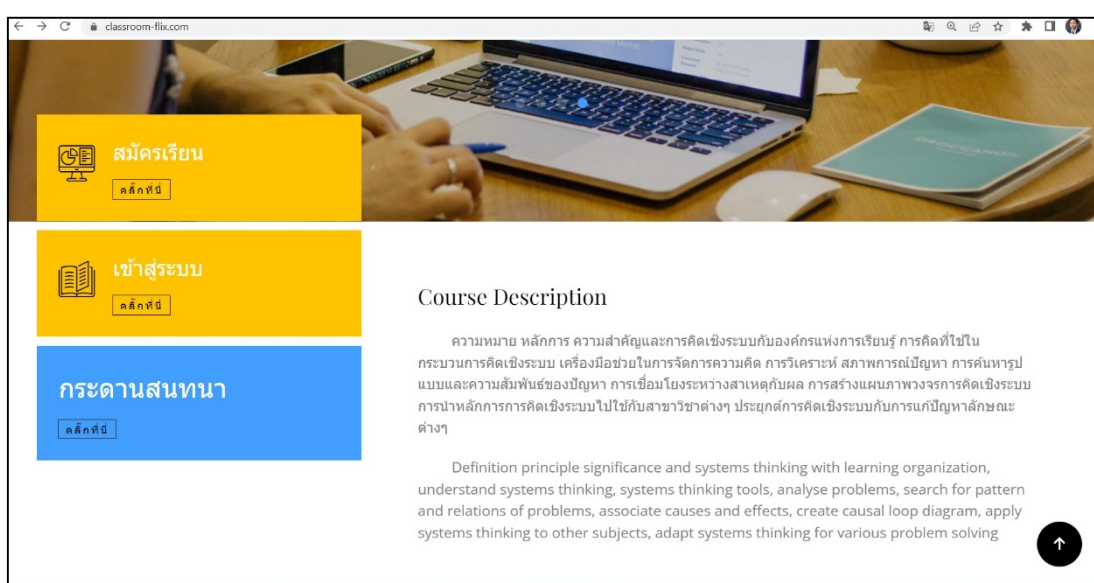
- | | |
|---|---|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี แย้มกสิกร | รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยนครพนม |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิลาวัลย์ โพธิ์ทอง | อาจารย์ประจำวิทยาลัยวิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นคร ละลอกน้ำ | หัวหน้าภาควิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนะวัฒน์ วรรณะประภา | รองคณบดีฝ่ายยุทธศาสตร์และการประกันคุณภาพ
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาจณรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์ | อาจารย์ภาควิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา |

ภาคผนวก ข

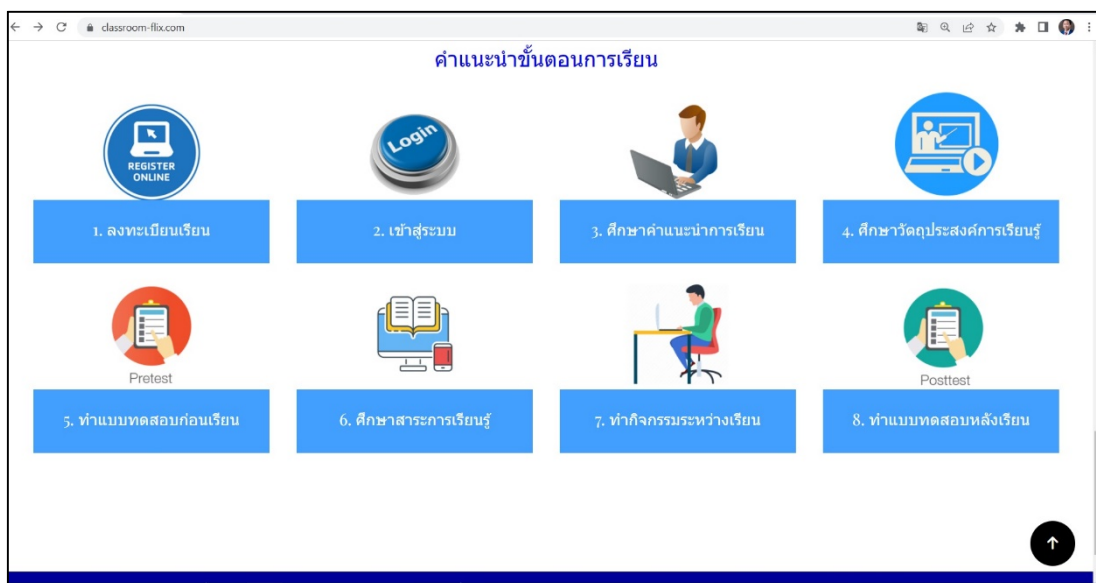
ตัวอย่างหน้าเว็บไซต์บทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา
สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา



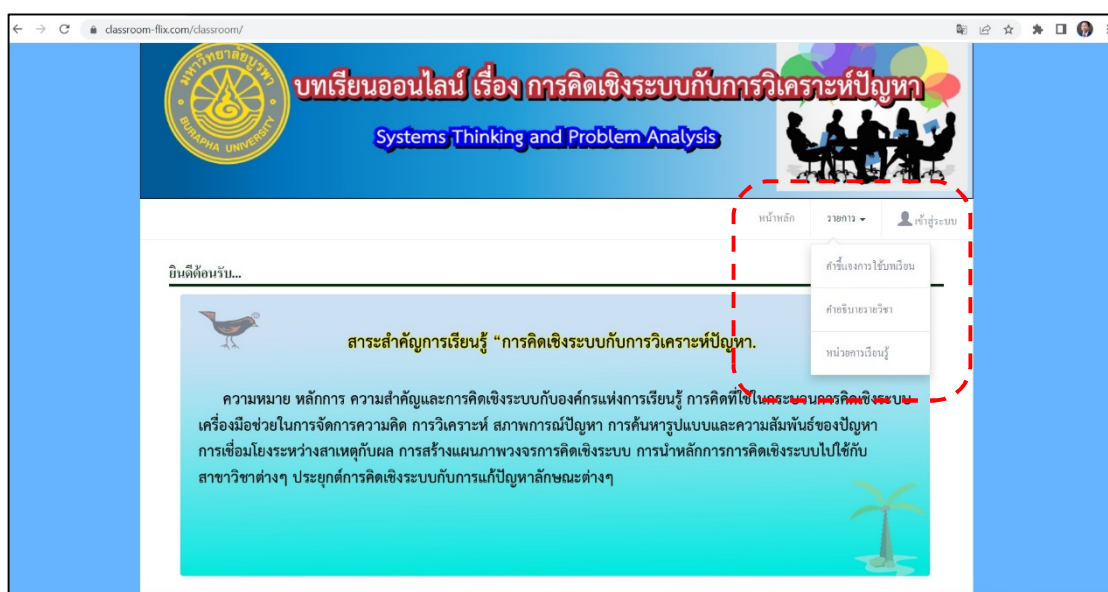
ภาพที่ 18 หน้าหลักเว็บไซต์บทเรียนออนไลน์



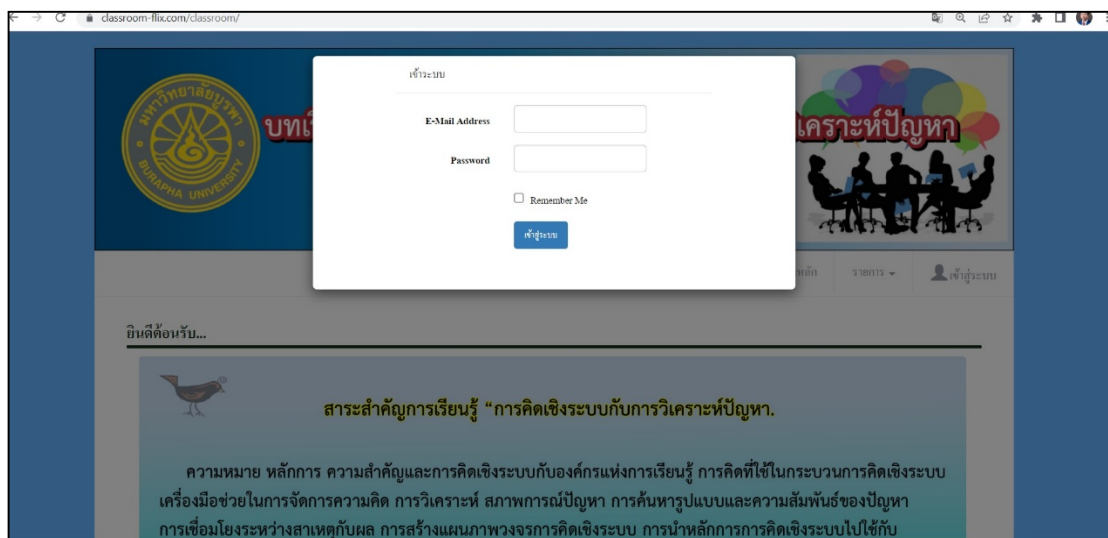
ภาพที่ 19 หน้าเว็บไซต์สมัครเรียน เข้าสู่ระบบ กระดานสนทนา



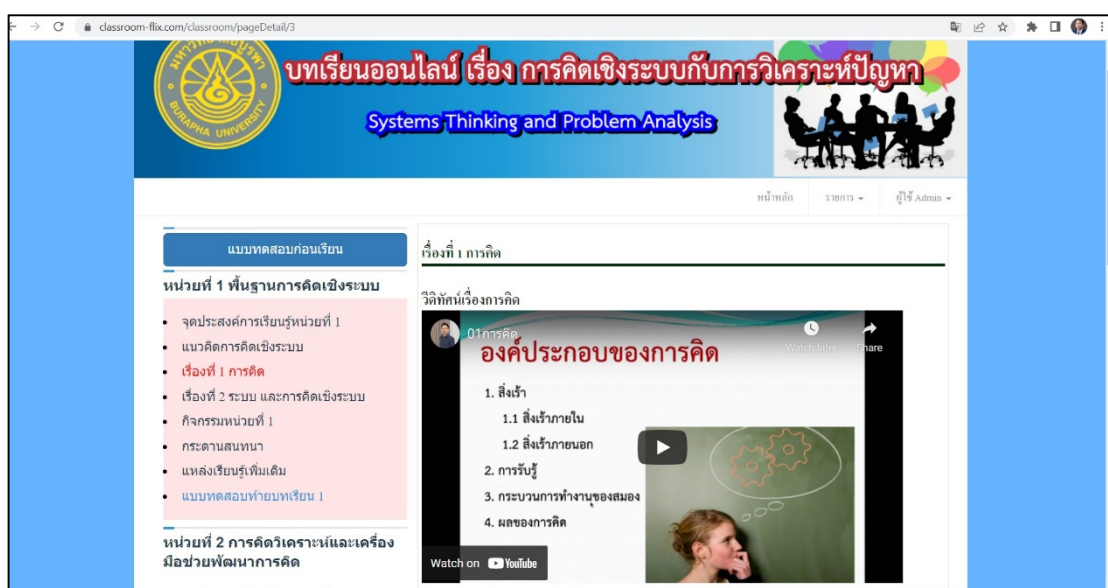
ภาพที่ 20 หน้าเว็บไซต์แสดงคำแนะนำขั้นตอนการเรียนรู้



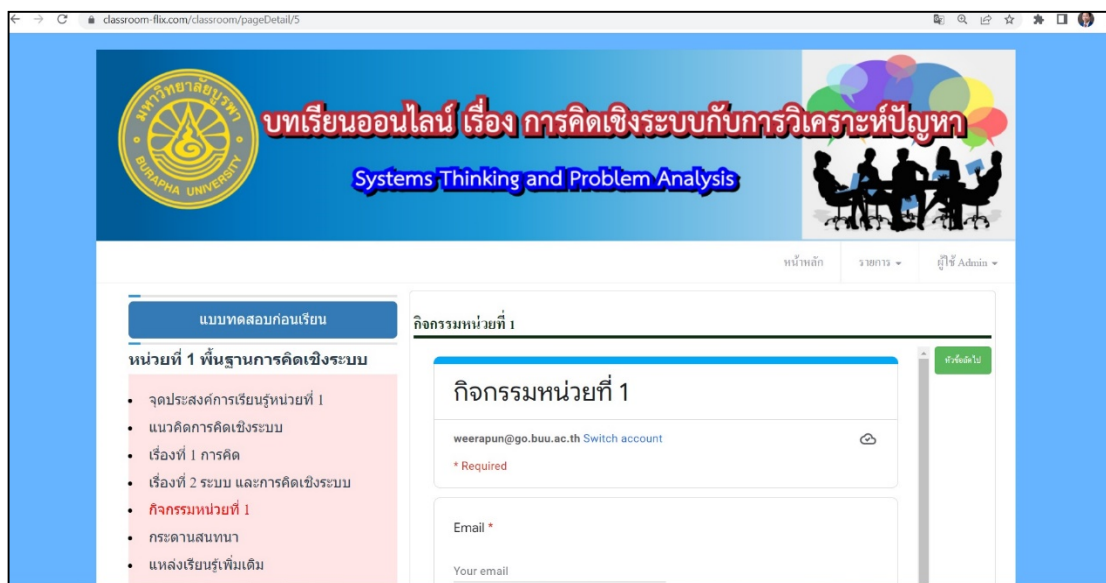
ภาพที่ 21 เว็บไซต์แสดงรายการข้อมูลของบทเรียนออนไลน์



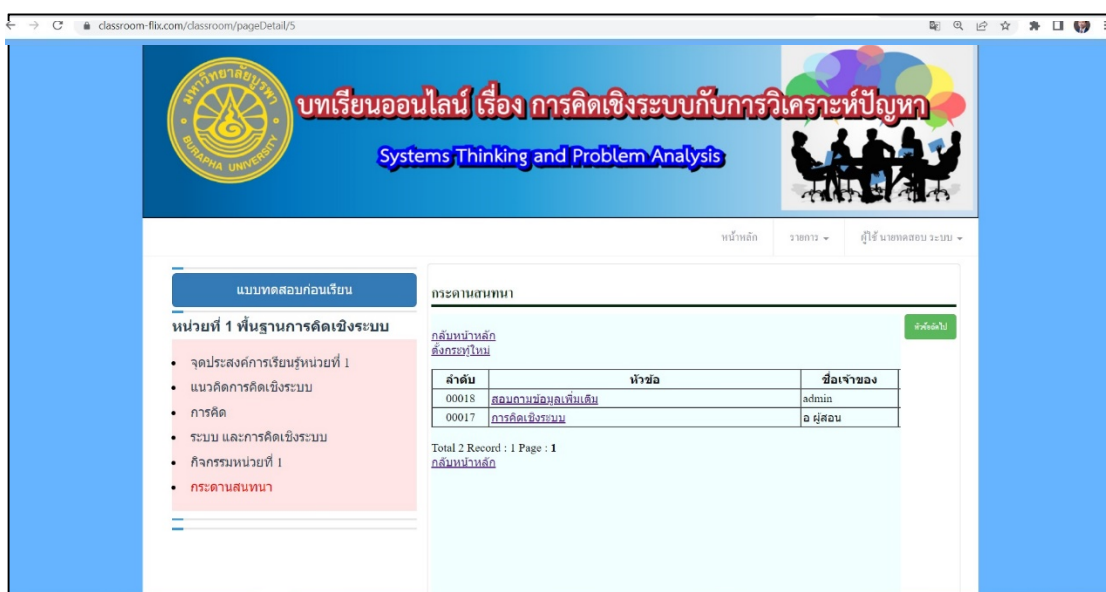
ภาพที่ 22 หน้าล็อกอินเข้าสู่บทเรียนออนไลน์



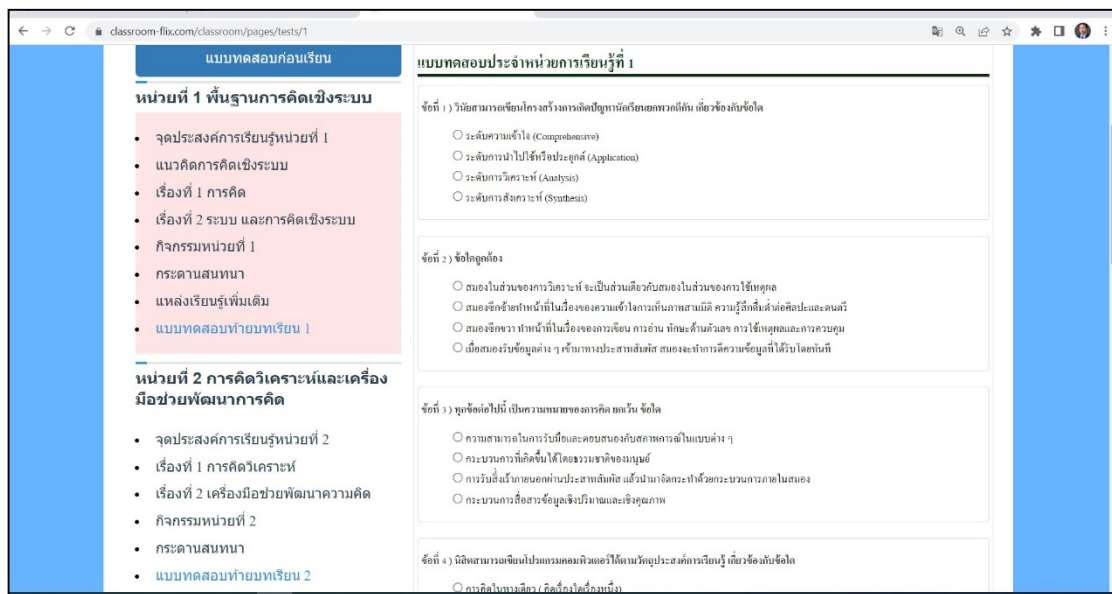
ภาพที่ 23 การนำเสนอเนื้อหาและสื่อประกอบการเรียน



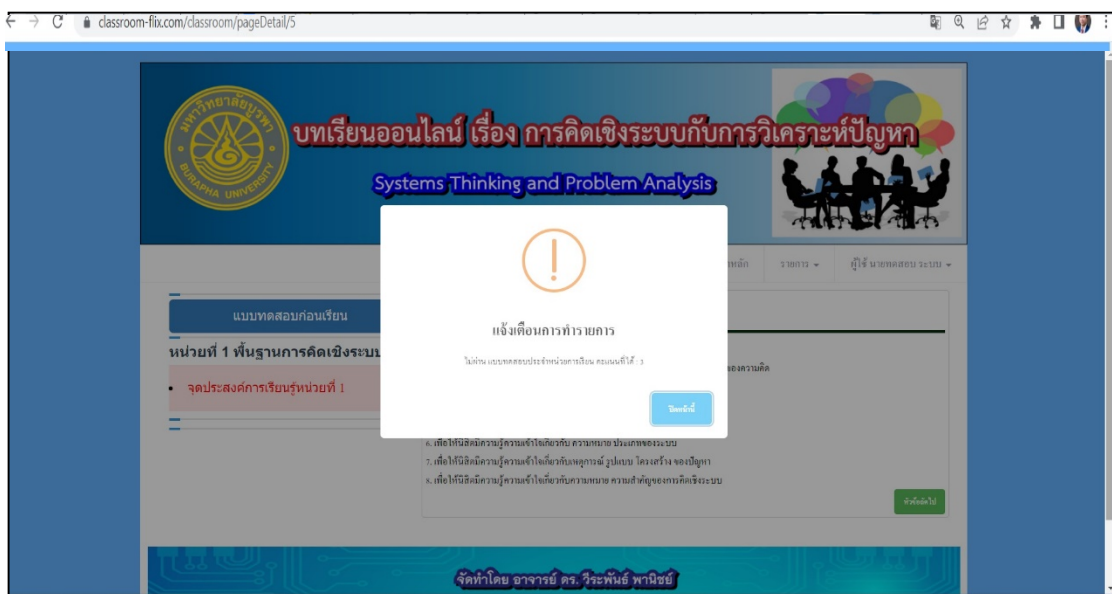
ภาพที่ 24 การทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนรู้



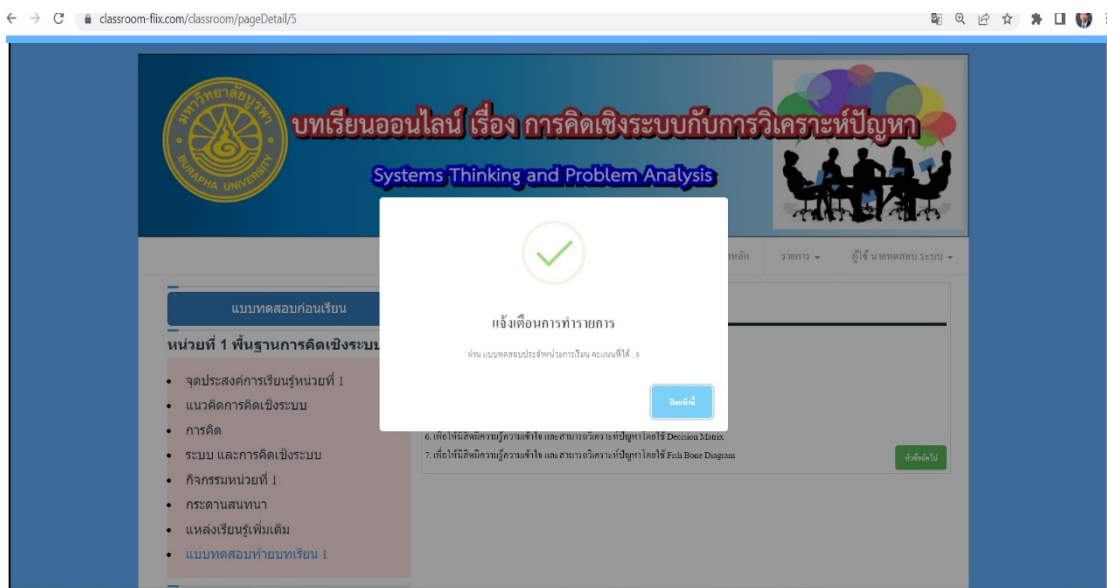
ภาพที่ 25 กระดานสนทนาออนไลน์



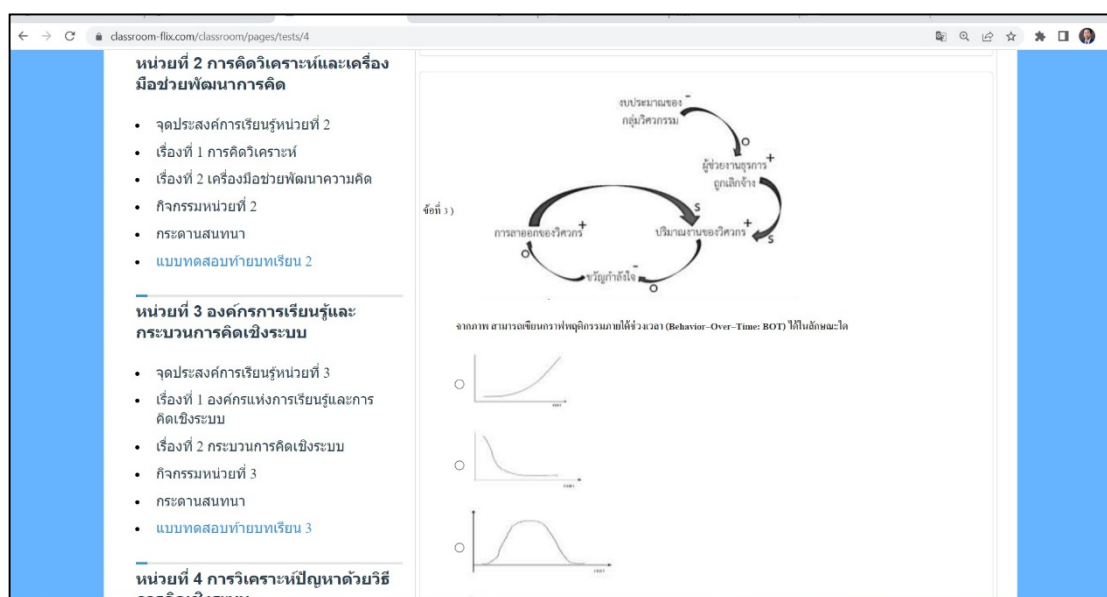
ภาพที่ 26 การแสดงข้อสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้



ภาพที่ 27 การแสดงข้อความเมื่อคะแนนสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)



ภาพที่ 28 การแสดงข้อความเมื่อคะแนนสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)



ภาพที่ 29 การแสดงข้อสอบหลังเรียน

classroom-flx.com/classroom/admin/report

บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา
Systems Thinking and Problem Analysis

หน้าหลัก รายการ รายชื่อ Admin

แบบทดสอบก่อนเรียน

หน่วยที่ 1 พื้นฐานการคิดเชิงระบบ

- จุดประสงค์การเรียนรู้หน่วยที่ 1
- แนวคิดการคิดเชิงระบบ
- เรื่องที่ 1 การคิด
- เรื่องที่ 2 ระบบ และการคิดเชิงระบบ
- กิจกรรมหน่วยที่ 1
- กระดานสนทนา
- แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม

รายงานผลการเรียน

รหัส	ชื่อ - สกุล	ห้องเรียน	หน่วยที่ 1	หน่วยที่ 2	หน่วยที่ 3	หน่วยที่ 4	คะแนนรวม	ก่อนเรียน	หลังเรียน
9999999999	Admin	Administator	10	10	10	10	40	38	3
65000002	weera pun	ปริญญาตรี	8	9	10	6	33	38	37

ภาพที่ 30 การแสดงคะแนนผลการสอบ

ภาคผนวก ค

- แบบประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา
- แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา
- ตัวอย่างกรณีศึกษาสำหรับประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ
- ตัวอย่างข้อสอบหลังเรียน เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยบูรพา

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา
สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา

5 หมายถึง มีคุณภาพมากที่สุด

4 หมายถึง มีคุณภาพมาก

3 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง

2 หมายถึง มีคุณภาพน้อย

1 หมายถึง มีคุณภาพน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 ความสมบูรณ์ของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์					
1.2 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์					
1.3 ปริมาณเนื้อหาในแต่ละหมวดหมู่					
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา					
1.5 ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา					
1.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
1.7 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน					
2. การดำเนินเรื่อง					
2.1 ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา					
2.2 ความชัดเจนในการดำเนินเรื่อง					
2.3 การนำเสนอสื่อมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
2.4 การนำเสนอสื่อมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
3. ด้านการใช้ภาษา					
3.1 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					
3.2 ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้กับวัยผู้เรียน					
3.3 ความชัดเจนของภาษาที่ใช้สื่อความหมาย					
4. ด้านกิจกรรมประจำหน่วยการเรียนรู้					
4.1 ความชัดเจนของคำสั่งและคำถามของกิจกรรม					
4.2 ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยรวม					
4.3 ความเหมาะสมของกิจกรรมที่เลือกใช้					

แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา

รายการประเมิน	ระดับทักษะในกระบวนการคิดเชิงระบบ			
	ดีมาก (3 คะแนน)	ดี (2 คะแนน)	พอใช้ (1 คะแนน)	ปรับปรุง (0 คะแนน)
1. การระบุ แก่นของปัญหา	เขียนแก่นของ ปัญหาที่เกิดขึ้น ได้ชัดเจน ครอบคลุมปัญหา ที่เกิดขึ้น และ มีความสมเหตุสมผล	เขียนแก่นของ ปัญหาที่เกิดขึ้น ได้ชัดเจน แต่ไม่ ครอบคลุมปัญหา ที่เกิดขึ้น	เขียนแก่นของ ปัญหาที่เกิดขึ้น ได้ไม่ชัดเจน	ไม่สามารถเขียน แก่นของปัญหา ที่เกิดขึ้นได้
2. การเขียน บรรยาย พฤติกรรม ปัญหาที่เกิดขึ้น	เขียนบรรยาย พฤติกรรมปัญหา ที่เกิดขึ้นได้ ครอบคลุม ถูกต้อง และมีความสมเหตุ สมผล	เขียนบรรยาย พฤติกรรมปัญหา ที่เกิดขึ้นได้ ครอบคลุม แต่ขาด ความสมเหตุ สมผล	เขียนบรรยาย พฤติกรรมปัญหาที่ เกิดขึ้นได้บางส่วน ของปัญหา	ไม่สามารถเขียน บรรยายพฤติกรรม ปัญหาที่เกิดขึ้น
3. การระบุ ตัวแปรที่เป็น ปัจจัยหลัก ของปัญหา	ระบุตัวแปรที่เป็น ปัจจัยหลักของ ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ครอบคลุม ถูกต้อง และมีความสมเหตุ สมผล	ระบุตัวแปรที่เป็น ปัจจัยหลักของ ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ครอบคลุม แต่ขาด ความสมเหตุสมผล	ระบุตัวแปรที่เป็น ปัจจัยหลักของ ปัญหาได้บางส่วน ของปัญหา	ไม่สามารถระบุ ตัวแปรที่เป็น ปัจจัยหลัก ของปัญหา
4. การกำหนด ชื่อตัวแปร	กำหนดชื่อตัวแปร ได้ครบตาม การระบุปัจจัยหลัก ของปัญหา และ ทุกตัวแปร เป็นคำนาม หรือ นามวลี	กำหนดชื่อตัวแปร ได้ครบตาม การระบุปัจจัย หลักของปัญหา แต่มีบางตัวแปร เป็นคำกริยา หรือ เป็นตัวแปรที่มี ความหมาย ด้านลบ	กำหนดชื่อตัวแปร ได้ไม่ครบตาม การระบุปัจจัย หลักของปัญหา และมีบางตัวแปร เป็นคำกริยา หรือ เป็นตัวแปรที่มี ความหมาย ด้านลบ	ไม่สามารถกำหนด ชื่อตัวแปร เป็นคำนาม หรือ นามวลี
รายการประเมิน	ระดับทักษะในกระบวนการคิดเชิงระบบ			

รายการประเมิน	ระดับทักษะในกระบวนการคิดเชิงระบบ			
	ดีมาก (3 คะแนน)	ดี (2 คะแนน)	พอใช้ (1 คะแนน)	ปรับปรุง (0 คะแนน)
	ดีมาก (3 คะแนน)	ดี (2 คะแนน)	พอใช้ (1 คะแนน)	ปรับปรุง (0 คะแนน)
5. การเขียน กราฟแสดง พฤติกรรม ของตัวแปร ภายใต้ ช่วงเวลาหนึ่ง	สามารถเขียนกราฟ แสดงพฤติกรรม ของตัวแปรภายใต้ ช่วงเวลาหนึ่ง ได้ครบทุกตัวแปร และสอดคล้องกับ สถิติย้อนหลัง	สามารถเขียน กราฟแสดง พฤติกรรม ของตัวแปรภายใต้ ช่วงเวลาหนึ่งได้ ครบทุกตัวแปร แต่กราฟ บางตัวแปร ไม่สอดคล้องกับ สถิติย้อนหลัง	สามารถเขียน กราฟแสดง พฤติกรรม ของตัวแปรภายใต้ ช่วงเวลาหนึ่ง ได้ไม่ครบตาม ตัวแปรที่ระบุ และ กราฟไม่สอดคล้อง กับสถิติย้อนหลัง	ไม่สามารถเขียน กราฟแสดง พฤติกรรม ของตัวแปรภายใต้ ช่วงเวลาหนึ่ง
6. การระบุ ทิศทาง ความสัมพันธ์ ของตัวแปร	กำหนดคู่สัมพันธ์ ของตัวแปรได้ครบ ตามตัวแปรที่ระบุ และระบุทิศทาง ความสัมพันธ์ของ ตัวแปรถูกต้อง	กำหนดคู่สัมพันธ์ ของตัวแปรได้ครบ ตามตัวแปรที่ระบุ แต่ระบุทิศทาง ความสัมพันธ์ของ ตัวแปรบางคู่ผิด	กำหนดคู่สัมพันธ์ ของตัวแปรไม่ครบ ตามตัวแปรที่ระบุ และระบุทิศทาง ความสัมพันธ์ของ ตัวแปรบางคู่ผิด	ไม่สามารถกำหนด คู่สัมพันธ์ ของตัวแปร และ ไม่สามารถระบุ ทิศทาง ความสัมพันธ์ ของตัวแปร
7. การเขียน แผนภูมิวงรอบ เหตุและผล	เขียนแผนภูมิ วงรอบเหตุและผล โดยใช้ตัวแปร ที่ระบุได้ครบถ้วน อย่างสมเหตุสมผล	เขียนแผนภูมิ วงรอบเหตุและผล โดยใช้ตัวแปรที่ ระบุไว้ไม่ครบถ้วน และไม่สมเหตุสมผล	เขียนแผนภูมิ วงรอบเหตุและผล โดยไม่ใช้ตัวแปร ที่ระบุไว้ หรือ ใช้น้อยมาก	ไม่สามารถเขียน แผนภูมิวงรอบเหตุ และผล

ตัวอย่างกรณีศึกษา

ปัญหาหนี้ในระบบในสังคมไทย

ข้อมูลสมมติและเรียบเรียงเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาในการเรียนเท่านั้น

ปัญหาหนี้ในระบบ ถูกกัฏกร่อนกลายเป็นแผลเรื้อรังอยู่คู่สังคมไทยมาช้านาน ด้วยเหตุจากการที่ผู้มีรายได้น้อยเป็นจำนวนมาก ไม่สามารถเข้าถึงแหล่งเงินทุนในระบบได้ สถานการณ์หนี้ในระบบ เมื่อดูข้อมูลจากศูนย์พยากรณ์เศรษฐกิจ มหาวิทยาลัยนิคมไทย ระบุว่า ล่าสุดสถานภาพหนี้ภาคครัวเรือนทั่วประเทศ ปี พ.ศ. 2562 ปรับตัวเพิ่มขึ้น หากนำมาเฉลี่ยแล้ว พบว่าแต่ละครัวเรือนเป็นหนี้กว่า 219,159 บาท ขยายตัวเพิ่มขึ้น 16.1% สูงที่สุดในรอบ 9 ปี หรือจากปี พ.ศ. 2553 และเป็นหนี้ในระบบกว่า 49.1% สาเหตุหลักจากค่าครองชีพที่สูงขึ้น หนี้จากการผ่อนสินค้า การใช้จ่ายเพื่อแลกความสบายต่าง ๆ ผ่านบัตรเครดิต ส่งผลให้ต้องมีการกู้ยืมเงินจากเจ้าหนี้ในระบบมากขึ้น ทั้งนี้ กลุ่มที่ค่อนข้างเสี่ยงในการก่อหนี้ ส่วนใหญ่เป็นผู้ที่มีรายได้น้อยกว่า 10,000 บาท ซึ่งปัญหาทั้งหมดทั้งหมด มีต้นตอมาจากปัญหาเศรษฐกิจภายในประเทศ อาจมีส่วนน้อยที่เป็นปัญหาวินัยทางการเงิน และยังเป็นผลมาจากประชาชนไม่สามารถเข้าถึงสินเชื่อของสถาบันการเงินได้อย่างเต็มที่ เพราะการเข้มงวดในการปล่อยสินเชื่อของระบบธนาคารพาณิชย์ ทำให้เงินกู้ในระบบเฟื่องฟูมากขึ้น ปัจจุบันการแก้ปัญหาเรื่องหนี้ในระบบ แม้มีกฎหมายคุ้มครองหนี้ในระบบ คือ พระราชบัญญัติห้ามเรียกดอกเบี้ยเกินอัตราที่อยู่ภายใต้กระทรวงมหาดไทย ที่กำหนดให้สามารถเรียกดอกเบี้ยอัตรา 159% ต่อปี แต่ในข้อเท็จจริงแล้ว บรรดาเจ้าหนี้ในระบบทั่วไปจะคิดอัตราดอกเบี้ยสูงถึง 60% 120% หรือ 240% ต่อปี แต่ในการโฆษณาชวนเชื่อ ก็จะใช้เป็นอัตราดอกเบี้ยต่อเดือน เช่น 5% 10% หรือ 20% แต่ถ้ามาคิดเป็นต่อปีก็สูงไปถึง 240% เรียกได้ว่าเป็นอัตรา “ดอกเบี้ยมหาโหด” จนทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และที่สำคัญจะทำให้ลูกหนี้หลายคนไม่สามารถหลุดพ้นจากวงจรหนี้ได้

ผลการสำรวจสถานภาพหนี้ภาคครัวเรือน ปี พ.ศ. 2559 หนี้เฉลี่ยต่อครัวเรือน 135,166.34 บาท เป็นหนี้ในระบบ 65% นอกในระบบ 35% ปี พ.ศ. 2560 เฉลี่ย 147,542.15 บาท เป็นหนี้ในระบบ 52.4% นอกในระบบ 47.6% ปี พ.ศ. 2561 เฉลี่ย 151,432.74 บาท เป็นหนี้ในระบบ 53.4% นอกในระบบ 46.6% ปี พ.ศ. 2554 เฉลี่ย 159,432.23 บาท เป็นหนี้ในระบบ 54.2% นอกในระบบ 45.8% ปี พ.ศ. 2555 เฉลี่ย 168,517.16 บาท เป็นหนี้ในระบบ 53.69% นอกในระบบ 46.4% และ ปี พ.ศ. 2562 เฉลี่ย 188,774.54 บาท เป็นหนี้ในระบบ 50.4% นอกในระบบ 49.6%

ถ้ามองถึงการเป็นหนี้สินและการเปลี่ยนแปลงของหนี้ พบว่า ในปี พ.ศ. 2561-2562 มีการก่อหนี้ใหม่เพิ่มขึ้นถึง 10% จากตัวเลขสถิติในปีที่ผ่านมา ไม่พบว่า มีการก่อหนี้เพิ่ม เมื่อเทียบกับ

ปีก่อน และเมื่อจำแนกกลุ่มผู้ก่อหนี้ตามรายได้ จะพบว่า กลุ่มที่รายได้ต่ำกว่า 5,000 บาทต่อเดือน จะมีสัดส่วนการก่อหนี้ในระบบถึง 50% ขณะที่กลุ่มรายได้ 5,000-15,000 บาท จะมีทั้งหนี้ในระบบ และนอกระบบใกล้เคียงกันที่ 42-44% ส่วนกลุ่มที่รายได้เกิน 15,000 บาท พบว่า ส่วนใหญ่จะเป็นหนี้ในระบบ 43-46%

สาเหตุที่ทำให้หนี้เพิ่มขึ้น อันดับแรกมาจากค่าครองชีพที่สูงขึ้น มีถึง 23.39% รองลงมา ค่าเล่าเรียนของบุตรหลาน 22% การซื้อสินทรัพย์ถาวร เช่น บ้าน รถ 13.5% ซึ่งเมื่อเปรียบ ค่าครองชีพกับรายได้ในปัจจุบัน กลุ่มตัวอย่าง 72.1% ระบุว่า ค่าครองชีพสูงเกินไป โดยข้อเสนอแนะต่อรัฐบาลในการแก้ไขหนี้ครัวเรือน อันดับแรก ให้ลดค่าครองชีพลงมา ลดอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ และดอกเบี้ยบัตรเครดิต และดูแลราคาน้ำมันไม่ให้สูงเกินไป

เจ้าหน้าที่ด้านการเงินของรัฐรายหนึ่งกล่าวว่า เรื่องหนี้ในระบบ เป็นปัญหาที่แก้ยาก ทั้งหมดเกิดขึ้นจาก 3 องค์ประกอบ คือ ขาดแคลนเงินทุนที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา ลูกหนี้ขาดแคลนความรู้ จนทำให้เกิดปัญหาต้องกู้เงินนอกระบบ และสุดท้าย คือ พฤติกรรมของลูกหนี้ในการใช้ชีวิต หากเลือกเส้นทางที่ไม่ถูกต้อง สุดท้ายก็ต้องเป็นหนี้ ซึ่งกรณีนี้เป็นเรื่องที่แก้ยากที่สุด ต่อให้มีเงินเข้าไปแก้ปัญหา หรือจะสอนงาน สอนอาชีพให้ สักพักหนึ่งก็เลิก แล้วกลับไปใช้ชีวิตเหมือนเดิม กลับมากู้เงินนอกระบบใหม่

สถานการณ์ตอนนี้เป็นเรื่องยาก เนื่องจากประเทศไทยถูกระบบทุนนิยมเข้ามาครอบงำ เป็นเวลานาน โดยเฉพาะคนรุ่นใหม่ที่ยากได้ ยากมี ในของใช้ที่เกินความจำเป็น โดยไม่ประเมินความสามารถของตนเองและครอบครัว เพื่อนมี เราต้องมีเหมือนเพื่อน ไม่อย่างนั้นอายเพื่อน หรือต้องมีสิ่งของที่ล้ำสมัยกว่าคนอื่น แพงกว่าคนอื่น เพื่อความมีหน้ามีตาในสังคม รวมไปถึงการส่งเสริมจากครอบครัว พ่อแม่ ที่พยายามดิ้นรนหาสิ่งของเหล่านั้นมาให้ลูกแม่ต้องยอมเป็นหนี้

“การณรงค์ให้คนไทยยึดมั่นในหลักของความพอเพียงมากนัก ไม่ลงลึกถึงเรื่องค่านิยม และการใช้จ่ายที่เกินตัว หรือการบอกถึงความเลวร้ายของหนี้นอกระบบ ที่ผู้กู้ต้องเอาชีวิตเข้าไปเสี่ยง การไม่ควบคุมเรื่อง โฆษณาที่กระตุ้นให้เกิดการบริโภคเกินตัว ไม่มีแหล่งเงินทุนที่ง่ายต่อการเข้าถึง” ดังนั้น เรื่องหนี้ในระบบจึงต้องคงอยู่กับคนไทยตลอดไป

จากกรณีศึกษาให้นิสิตดำเนินการดังนี้

1. การระบุแก่นของปัญหา
2. การเขียนบรรยายพฤติกรรมปัญหาที่เกิดขึ้น
3. การระบุตัวแปรที่เป็นปัจจัยหลักของปัญหา
4. การกำหนดชื่อตัวแปร
5. การเขียนกราฟแสดงพฤติกรรมของตัวแปรภายใต้ช่วงเวลาหนึ่ง
6. การการระบุทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปร
7. การเขียนแผนภูมิวงรอบเหตุและผล

ตัวอย่าง ข้อสอบก่อนเรียน-หลังเรียน การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

1. ข้อใดถูกต้อง

- ก. สมอองในส่วนของการวิเคราะห์ จะเป็นส่วนเดียวกับสมอองในส่วนของการใช้เหตุผล
- ข. สมอองซึกซ่ายทำหน้าที่ในเรื่องของความเข้าใจการเห็นภาพสามมิติ
ความรู้สึกดีมีค่าต่อศิลปะและดนตรี
- ค. สมอองซึกชวา ทำหน้าที่ในเรื่องของการเขียน การอ่าน ทักษะด้านตัวเลข การใช้เหตุผล
และการควบคุม
- ง. เมื่อสมอองรับข้อมูลต่าง ๆ เข้ามาทางประสาทสัมผัส สมอองจะทำการตีความข้อมูลที่
ได้รับโดยทันที
- จ. เมื่อสมอองรับข้อมูลต่าง ๆ เข้ามาทางประสาทสัมผัสเท่านั้น สมอองจึงจะทำการตีความข้อมูล
ที่ได้รับโดยทันที

2. ทุกข้อต่อไปนี้ เป็นความหมายของการคิด **ยกเว้น** ข้อใด

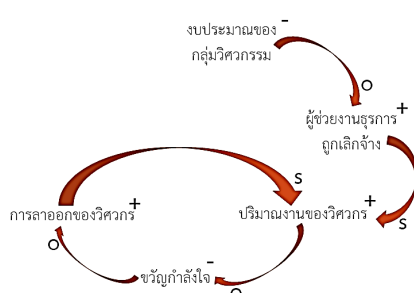
- ก. ความสามารถในการรับมือและตอบสนองกับสภาพการณ์ในแบบต่าง ๆ
- ข. กระบวนการที่เกิดขึ้นได้โดยธรรมชาติของมนุษย์
- ค. การรับสิ่งเร้าภายนอกผ่านประสาทสัมผัส แล้วนำมาจัดกระทำด้วยกระบวนการภายใน
สมอง
- ง. กระบวนการสื่อสารข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ
- จ. กระบวนการสภาวะว่างเปล่าที่เกิดขึ้นได้โดยธรรมชาติของมนุษย์

3. ข้อใดเป็นคำอธิบาย "การคิดเชิงระบบ" ได้ครอบคลุม ความหมายและประโยชน์มากที่สุด

- ก. การคิดขั้นสูง ใช้ประโยชน์เพื่อการออกแบบระบบทางการอุตสาหกรรมหรือ
การบริหารธุรกิจ
- ข. การคิดพหุภาพ ใช้ประโยชน์เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลที่ซับซ้อน ทำให้เข้าใจความสัมพันธ์
ง่ายขึ้น
- ค. การคิดขั้นสูง ใช้ประโยชน์เพื่อเป็นภาษาสื่อสาร แทนโครงสร้างปัญหาที่สลับซับซ้อน
- ง. การคิดพหุภาพ ใช้ประโยชน์เพื่อการวางแผนการลงทุนระยะสั้น และระยะยาว
- จ. การคิดแบบขั้นบันได ใช้เมื่อต้องการยกระดับการคิดให้สูงขึ้น

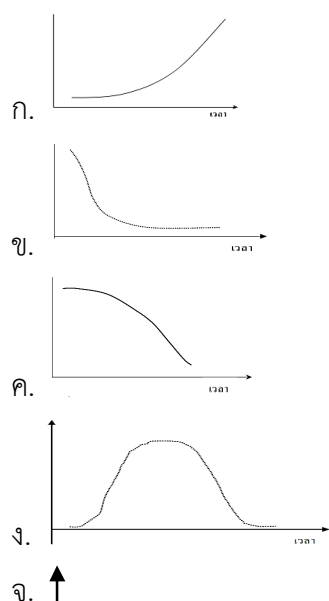
4. “ถ้าเราวิ่งหรือออกกำลังกาย ระบบภายในร่างกายจะทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้น แต่เมื่อเวลาผ่านไปร่างกายก็กลับมีอุณหภูมิปกติ” จากข้อความดังกล่าว เป็นคุณลักษณะใดของระบบ

- ก. การมีปฏิสัมพันธ์กันของระบบ
- ข. ระบบมีวัตถุประสงค์เฉพาะที่สัมพันธ์กับระบบที่ใหญ่กว่า
- ค. ระบบมีการรักษาสภาพตนเอง
- ง. ระบบมีข้อมูลย้อนกลับ
- จ. ระบบมีกฎระเบียบควบคุม



ภาพที่ 2 การลาออกของวิศวกรจำนวนมาก

29. จากภาพที่ 2 สามารถเขียนกราฟพฤติกรรมภายใต้ช่วงเวลา (Behavior-over-time: BOT) ได้ในลักษณะใด



30 จากภาพที่ 2 ตัวแปรใดเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ

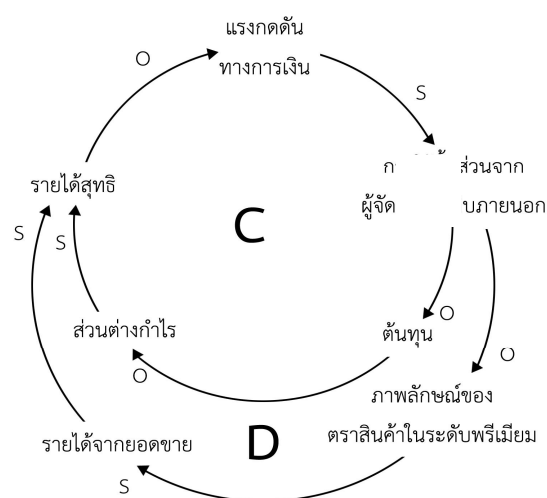
ก. งบประมาณของกลุ่มวิศวกรรม

ข. ผู้ช่วยงานธุรการถูกเลิกจ้าง

ค. ขวัญกำลังใจ

ง. การลาออกของวิศวกร

จ. ปริมาณวิศวกร



ภาพที่ 6

40. จาก ภาพที่ 6 เป็นวงจรแบบใด

1. $C = B, D = B$
2. $C = B, D = R$
3. $C = SS, D = OSO$
4. $C = R, D = B$
5. $C = OO, D = SSS$

ภาคผนวก ง

- ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์
ปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา
- ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินทักษะกระบวนการคิด
เชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา
- ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบ
- ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
- ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

ตารางที่ 12 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์

ข้อ	รายการ	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปล ผล
		1	2	3	4	5			
ด้านที่ 1 เนื้อหาวิชา									
1.1	ความสมบูรณ์ของเนื้อหาตาม วัตถุประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.2	ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.3	ปริมาณเนื้อหาในแต่ละ หมวดหมู่	+1	+1	+1	0	+1	5	0.80	ใช้ได้
1.4	ความถูกต้องของเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.5	ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.6	ความชัดเจนในการอธิบาย เนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.7	ความเหมาะสมของเนื้อหา กับระดับของผู้เรียน	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ด้านที่ 2 การดำเนินเรื่อง									
2.1	ความเหมาะสมของลำดับขั้น การนำเสนอเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.2	ความชัดเจนในการดำเนินเรื่อง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.3	ความน่าสนใจในการดำเนิน เรื่อง	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
2.4	การนำเสนอสื่อ มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ด้านที่ 3 การใช้ภาษา									
3.1	ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
3.2	ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ กับวัยผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ข้อ	รายการ	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
3.3	ความชัดเจนของภาษาที่ใช้สื่อความหมาย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ด้านที่ 4 กิจกรรมประจำหน่วยการเรียนรู้									
4.1	ความชัดเจนของคำสั่งและคำถามของกิจกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4.2	ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยรวม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4.3	ความเหมาะสมของกิจกรรมที่เลือกใช้	+1	+1	+1	0	+1	5	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ 13 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินทักษะกระบวนการคิด
เชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา

รายการการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
1. การจัดระเบียบแก่นของปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2. การบรรยายเรื่องราวพฤติกรรม ปัญหาที่เกิดขึ้น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. การเลือกตัวแปรที่เป็นปัจจัยหลัก ของปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4. การระบุข้อตัวแปรที่เป็นปัจจัย ของการเกิดปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. การเขียนกราฟตลอดช่วงเวลา ของตัวแปร (Behavior over time graphs: BOT)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. การระบุทิศทางความสัมพันธ์ ของตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7. การแผนภูมิวงรอบเหตุและผล (Causal loop diagrams: CLD)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 14 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบ

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7	+1	0	+1	0	+1	3	0.60	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
18	0	+1	0	+1	+1	3	0.6	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	0	+1	5	0.80	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
24	+1	0	+1	+1	+1	5	0.80	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	0	+1	+1	5	0.80	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	0	+1	5	0.80	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 15 ค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ข้อที่	ความยากง่าย	แปรผล	อำนาจจำแนก	แปรผล	ผลการพิจารณา
1	0.77	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.67	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.67	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.50	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.67	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.57	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.83	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.47	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.50	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.83	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.70	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.53	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.90	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.67	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.60	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.47	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.50	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.73	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.63	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.47	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.73	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.33	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.50	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.47	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.53	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
26	0.50	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.60	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	ความยากง่าย	แปรผล	อำนาจจำแนก	แปรผล	ผลการพิจารณา
28	0.57	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
29	0.47	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
30	0.57	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
31	0.53	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
32	0.70	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
33	0.73	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.50	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.57	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
36	0.57	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
37	0.57	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
38	0.50	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
39	0.50	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
40	0.40	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้

ตารางที่ 16 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

Reliability statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.706	40

Item statistics

Item	Mean	Std. Deviation	N
VAR00001	.7667	.43018	30
VAR00002	.6667	.47946	30
VAR00003	.6667	.47946	30
VAR00004	.5000	.50855	30
VAR00005	.6667	.47946	30
VAR00006	.5667	.50401	30
VAR00007	.8333	.37905	30
VAR00008	.4667	.50742	30
VAR00009	.5000	.50855	30
VAR00010	.8333	.37905	30
VAR00011	.7000	.46609	30
VAR00012	.5333	.50742	30
VAR00013	.9000	.30513	30
VAR00014	.6667	.47946	30
VAR00015	.6000	.49827	30
VAR00016	.4667	.50742	30
VAR00017	.5000	.50855	30
VAR00018	.7333	.44978	30
VAR00019	.6333	.49013	30
VAR00020	.4667	.50742	30
VAR00021	.7333	.44978	30
VAR00022	.3333	.47946	30
VAR00023	.5000	.50855	30

Item	Mean	Std. Deviation	N
VAR00024	.4667	.50742	30
VAR00025	.5333	.50742	30
VAR00026	.5000	.50855	30
VAR00027	.6000	.49827	30
VAR00028	.5667	.50401	30
VAR00029	.4667	.50742	30
VAR00030	.5667	.50401	30
VAR00031	.5333	.50742	30
VAR00032	.7000	.46609	30
VAR00033	.7333	.44978	30
VAR00034	.5000	.50855	30
VAR00035	.5667	.50401	30
VAR00036	.5667	.50401	30
VAR00037	.5667	.50401	30
VAR00038	.5000	.50855	30
VAR00039	.5000	.50855	30
VAR00040	.4000	.49827	30